

**PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE
ET FONCTIONS NUMERIQUES
AU C.M.**

(André POLLARD, CPAIDEN à St Marcellin)

Un stage de formation continue effectué à l'Ecole Normale de Grenoble avait pour objectif de trouver des situations susceptibles de réaliser une liaison entre les mathématiques et la technologie. Les activités décrites ci-après ont été mises en œuvre dans le C.M. 1 de Renée Santaniello et le C.M. 2 d'Arlette Laurent.

Deux enseignants de l'Ecole Normale, Daniel Lacroix P.E.N. de physique et Robert Neyret, P.E.N. de mathématiques et André Pollard C.P.A.I.D.E.N. à Saint Marcellin ont suivi régulièrement ce travail.

Au C.M. 1 la situation décrite a permis d'aborder des fonctions numériques et au C.M. 2 ce fut l'occasion de réinvestir et d'approfondir plus particulièrement la proportionnalité.

PREMIERE SEQUENCE : 3 heures

- * 2 parties : 1ère – la boîte noire
- 2ème – activités avec ampoule, trou, écran.

Ces deux parties peuvent faire l'objet de deux séquences.

Référence aux I.O. : dans les objectifs "initier et entraîner l'enfant à . . ." :

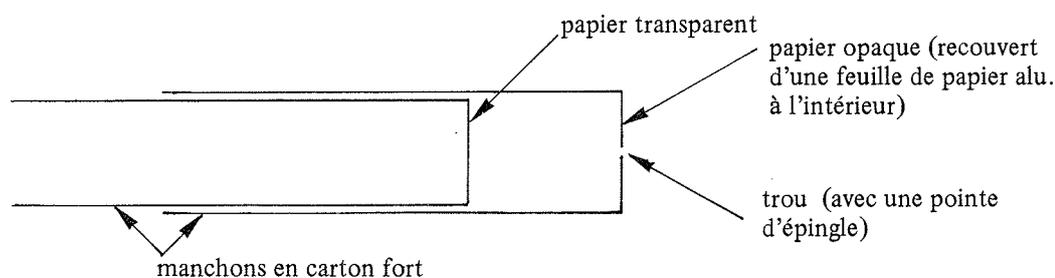
"Observer, l'observation étant une véritable activité intellectuelle d'investigation organisée en fonction de questions que l'enfant se pose spontanément ou qu'il est amené à se poser".

Les élèves de C.M.2 ont, au cours d'une séance antérieure de travail manuel, construit une boîte noire

1 – Elle a été construite sous la forme d'une lunette à partir de deux rouleaux en carton de section différente, l'un couissant dans l'autre.

2 – Déroulement de la construction :

- * observation d'une boîte noire
- * construction d'une réplique (matériel nécessaire : intérieur de rouleau de papier WC ou Sopalin, papier transparent, papier opaque, aluminium).



– 1ère partie : Observation de la boîte noire.

I – Observation libre – (la classe est organisée en 7 groupes de 4 élèves)

Les enfants manipulent librement le matériel qu'ils ont construit. Il s'agit d'une phase d'observation et de perception des phénomènes liés à la boîte noire.

Ils font des remarques : l'image est à l'envers – quand on tire, l'image grossit, etc ...

Après une phase de discussion collective pour mettre en commun les remarques précédentes, un questionnaire est proposé aux élèves pour organiser réflexion et observation.

II – Observation à partir d'un questionnaire.

II. 1 – Questionnaire (établi sur feuille et remis à chaque équipe).

1 – Comment est constituée la boîte noire ?

2 – Faisons "jouer" les 2 manchons : à partir d'une même source lumineuse ou d'un même objet éclairé, y a-t-il toujours une image ?

3 – L'ensemble "trou-écran" étant fixe, éloignons-nous et rapprochons-nous de la source lumineuse. Y a-t-il toujours une image ?

4 – A partir des observations 2 et 3, quelle déduction peut-on faire ?

5 – Comment est l'image ?

6 – Lorsqu'on augmente la distance "trou-écran", que peut-on dire de l'image ?

Analyse des réponses obtenues :

– **1ère question** : Comment est constituée la boîte noire ?

La perception selon les enfants de C.M.2 (qui ont construit la boîte) et de C.M.1 est différente puisque les uns ont construit les boîtes tandis que les autres les ont simplement utilisées.

Voici une formulation significative d'un des groupes du C.M.1 :

"La boîte noire est constituée d'un projecteur solaire. On a fait un petit trou pour que la lumière rentre : c'est le petit trou qui capte le soleil et qui le renvoie".

C'est en général la lumière et les images qui les intéressent et le système est assimilé à un système projecteur-écran.

– **2ème question** : Y a-t-il toujours une image ?

La plupart des enfants répondent :

"C'est toujours la même image, elle est plus ou moins grande".

Quelques-uns répondent non en invoquant le cas où trou et écran sont plaqués l'un contre l'autre.

– **3ème question** : L'ensemble "trou-écran" étant fixe, éloignons-nous et rapprochons-nous de la source lumineuse. Y a-t-il toujours une image ?

Là, les enfants n'ont aucun problème, le phénomène ayant déjà été observé.

"Quand on se rapproche de la fenêtre, l'image grandit.

Quand on s'éloigne de la fenêtre, l'image devient plus petite".

– **4ème question** : Cette question est nettement trop difficile.

– 5ème question : Comment est l'image ?

– 6ème question : Lorsqu'on augmente la distance "trou-écran", que peut-on dire de l'image ?

A ces deux dernières questions, les enfants répondent sans difficulté. Voici les formulations obtenues :

"L'image est inversée", souvent il est ajouté "en noir et blanc" car la couleur est "gommée" par le papier calque.

"L'image grandit".

II. 2 – Modifications. La série de séquences ayant été répétée dans plusieurs classes, il a paru nécessaire de procéder à certaines modifications que nous présentons .

Le questionnaire sera proposé aux élèves en 2 parties qui seront écrites successivement au tableau :

I – Découvrons la boîte noire.

I. 1 – Décrivons-la

I. 2 – A quoi sert-elle ?

I. 3 – Peut-on essayer de comprendre et d'expliquer son fonctionnement ?

Les questions sont "ouvertes" et les questions suivantes plus précises permettent de structurer les remarques faites dans la 1ère partie.

II – Utilisons la boîte noire .

II. 4 – Que permet-elle d'observer ?

II. 5 – Comment est l'image ?

II. 6 – Faisons coulisser les deux manchons. A partir d'une même source lumineuse et d'un même objet éclairé, y a-t-il toujours une image ?

II. 7 – L'ensemble "trou-écran" étant fixe, éloignons-nous et rapprochons-nous de la source lumineuse et de l'objectif éclairé. Y a-t-il toujours une image ?

II. 8 – Quelles sont les conditions qui peuvent faire grossir ou diminuer l'image ?

– 2ème partie : Expérimentation utilisant une ampoule comme source lumineuse, un trou et un écran. Le système est analogue quant au principe, mais différent dans la forme.

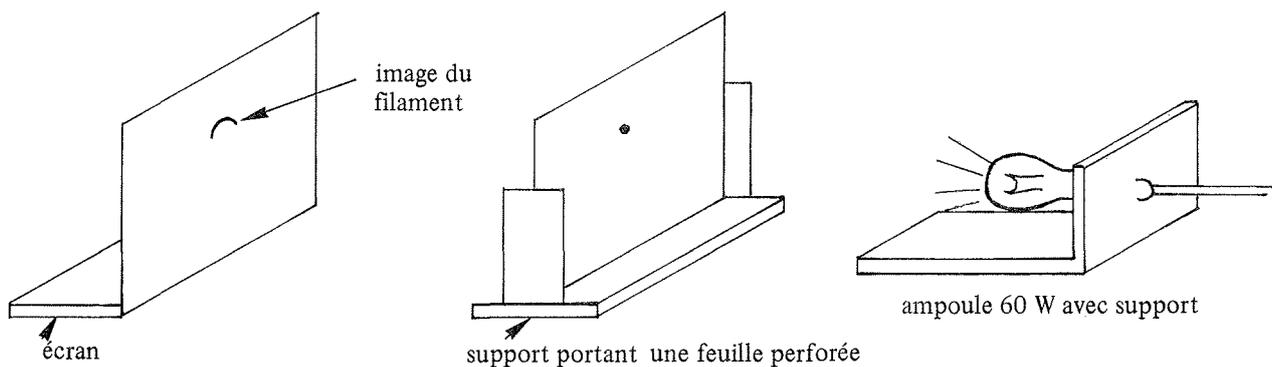
Référence aux I.O. : initier et entraîner l'enfant à :

”Expérimenter dans le cas où la réponse au problème posé exige ce mode de recherche, et toujours dans des situations simples ne comportant qu’un nombre limité de variables”.

I – Observation libre.

Pour la réalisation du montage, voir le schéma ci-dessous.

Schéma 2 : ampoule comme source lumineuse.



Il sera intéressant d’observer le comportement des enfants. Il sera ainsi procédé à une évaluation de leur aptitude à réinvestir un processus expérimental déjà utilisé.

II – Observation à partir d’un questionnaire.

Utilisons l’ampoule comme source lumineuse.

I – Réalisons le montage selon les consignes données.

II – Répondons aux questions et modifions les conditions selon les indications données :

II. 1 – Qu’observe-t-on sur l’écran ?

II. 2 – Que peut-on dire sur l’image obtenue ?

II. 3 – Source lumineuse et trou sont fixes, déplaçons l’écran. Que remarque-t-on ?

II. 4 – Source lumineuse et écran sont fixes, déplaçons le trou.
Que remarque-t-on ?

Analyse des réponses obtenues :

– 1ère question : Qu’observe-t-on sur l’écran ?

Les formulations sont faites à trois niveaux différents :

”Sur l’écran, nous voyons le filament de l’ampoule.”

”Nous observons un petit dessin qui a l’air du filament de l’ampoule”.

”On observe la forme du filament qui passe dans le trou”.

Ces remarques d’enfants sont le reflet de la saisie intuitive du phénomène.

– 2ème question : Que peut-on dire sur l’image obtenue ?

La plupart des réponses portent sur les qualités de l’image et mettent en évidence l’inversion de l’image ; elles anticipent en général sur les questions posées par la suite : netteté, luminosité, grandeur.

– 3ème question : Source lumineuse et trou sont fixes ; déplaçons l’écran. Que remarque-t-on ?

– 4ème question : Source lumineuse et écran sont fixes ; déplaçons le trou. Que remarque-t-on ?

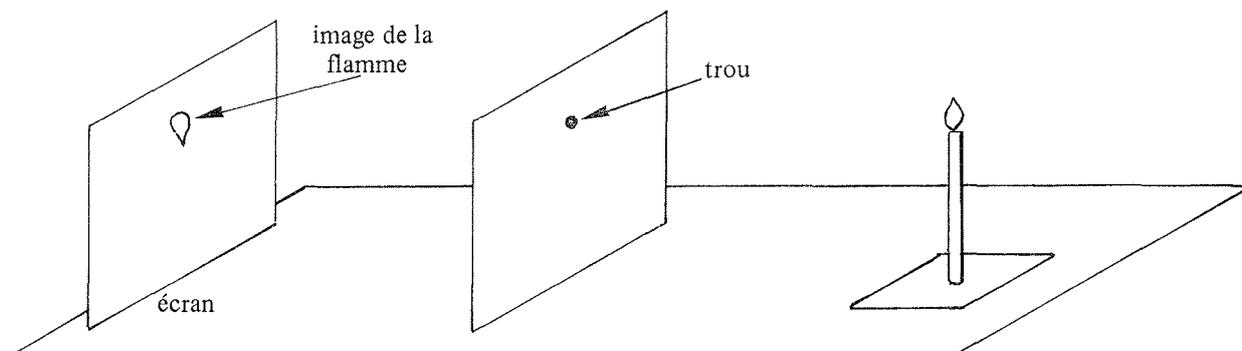
A ces deux dernières questions qui visent à préparer le **travail quantitatif** de séances ultérieures, les enfants répondent correctement en remarquant non seulement les variations de dimension de l’image par des déplacements en profondeur, mais aussi les déplacements à gauche ou à droite de l’image en fonction des déplacements latéraux.

Il y a une mise en évidence très nette des rapports entre les position et grandeur de l’image, luminosité, netteté.

DEUXIEME SEQUENCE : 2 heures

Utilisons la bougie comme source lumineuse.

Schéma 3 : bougie comme source lumineuse.



Objectifs :

– Réinvestissement, évaluation : la réalisation du montage, les réponses des enfants à des questions semblables constituent une possibilité de réinvestissement et un moyen indispensable d'évaluation.

– Représentation – *Référence aux I.O.* : "Schématiser chaque fois que possible (choisir des conventions pour la construction de schémas, découvrir la nécessité de normes et de symboles admis par tous)".

Utilisons la bougie comme source lumineuse.

1 – Qu'observe-t-on sur l'écran ?

2 – Que peut-on dire de l'image obtenue ?

3 – Source lumineuse et trou sont fixes. Déplaçons l'écran en le rapprochant du trou, puis en l'éloignant. Que remarque-t-on ?

4 – Source lumineuse et écran sont fixes. Déplaçons le trou en le rapprochant de la bougie, puis en l'éloignant.

– Que remarque-t-on ?

I – Observation libre.

Toujours la même organisation.

II – Observation dirigée.

– Utilisation du questionnaire.

– Remarques :

– les enfants progressent dans l'observation et surtout dans la formulation : termes précis, concision.

– ils ont bien intégré le processus expérimental, notamment la mise en relation des paramètres : sur 3, 2 sont fixes, 1 variable.

III – Représentation.

Deux séries de travaux sont effectuées : (dessins individuels)

III. 1 – 1ère série :

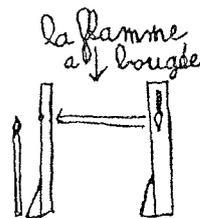
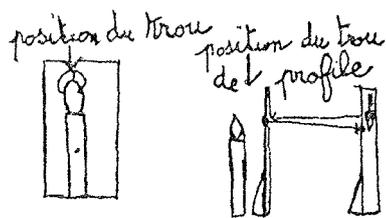
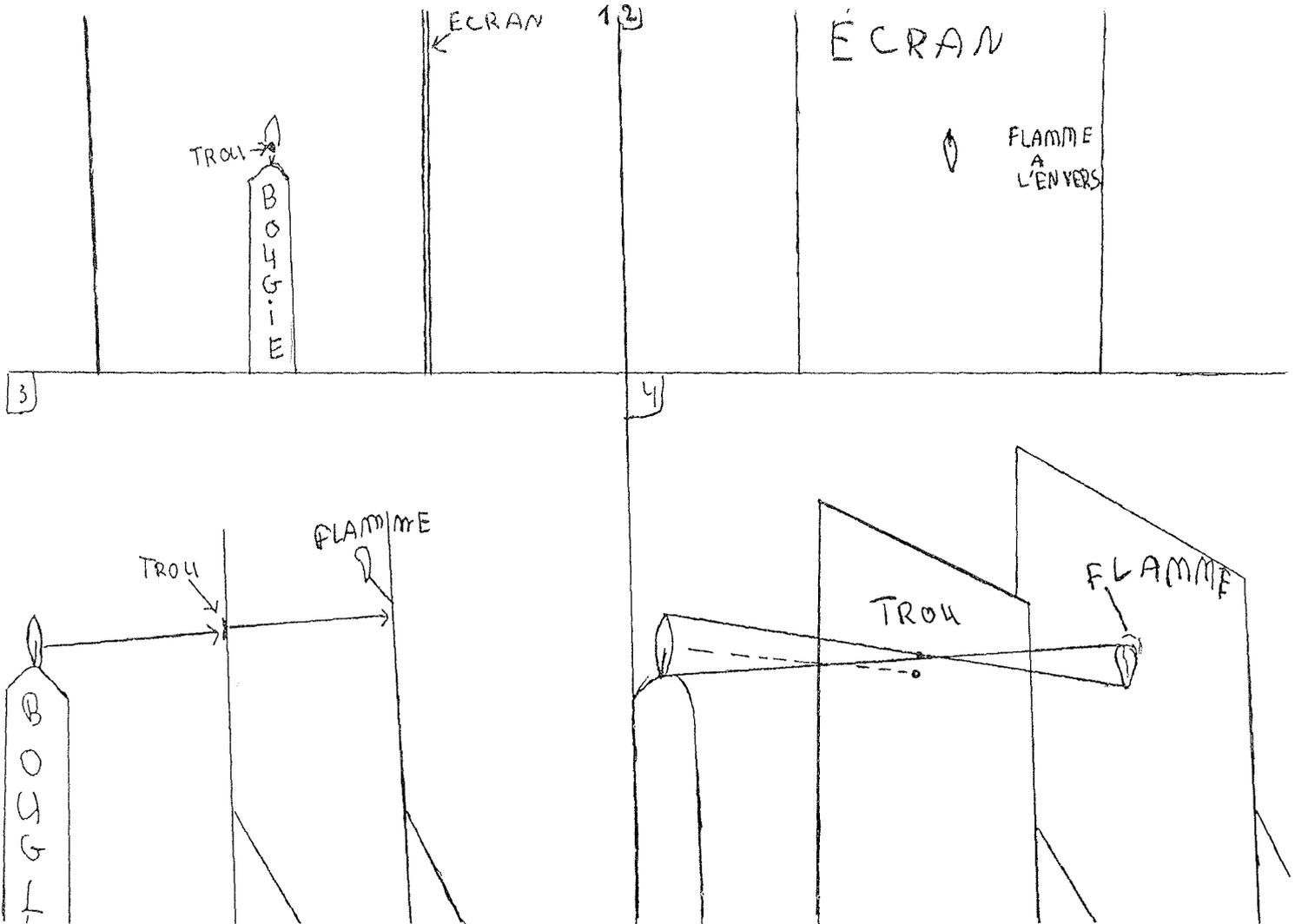
Consignes :

* Chacun dessine ce qu'il a observé.

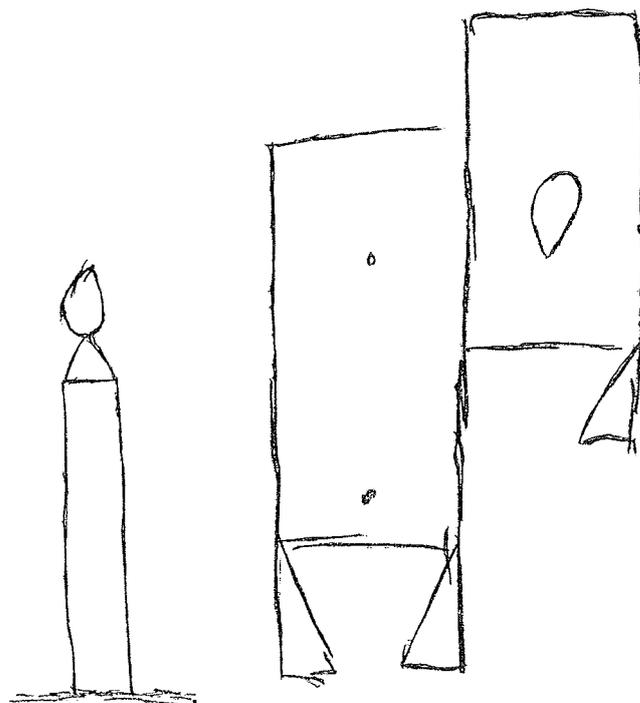
* Essayer de matérialiser la lumière par des traits.

Quelques résultats :

3 productions d'enfants ont été retenues :



Claude



III. 2 – 2ème série :

Consignes :

* Deux éléments sont donnés aux enfants et dessinés au tableau noir : bougie et image.

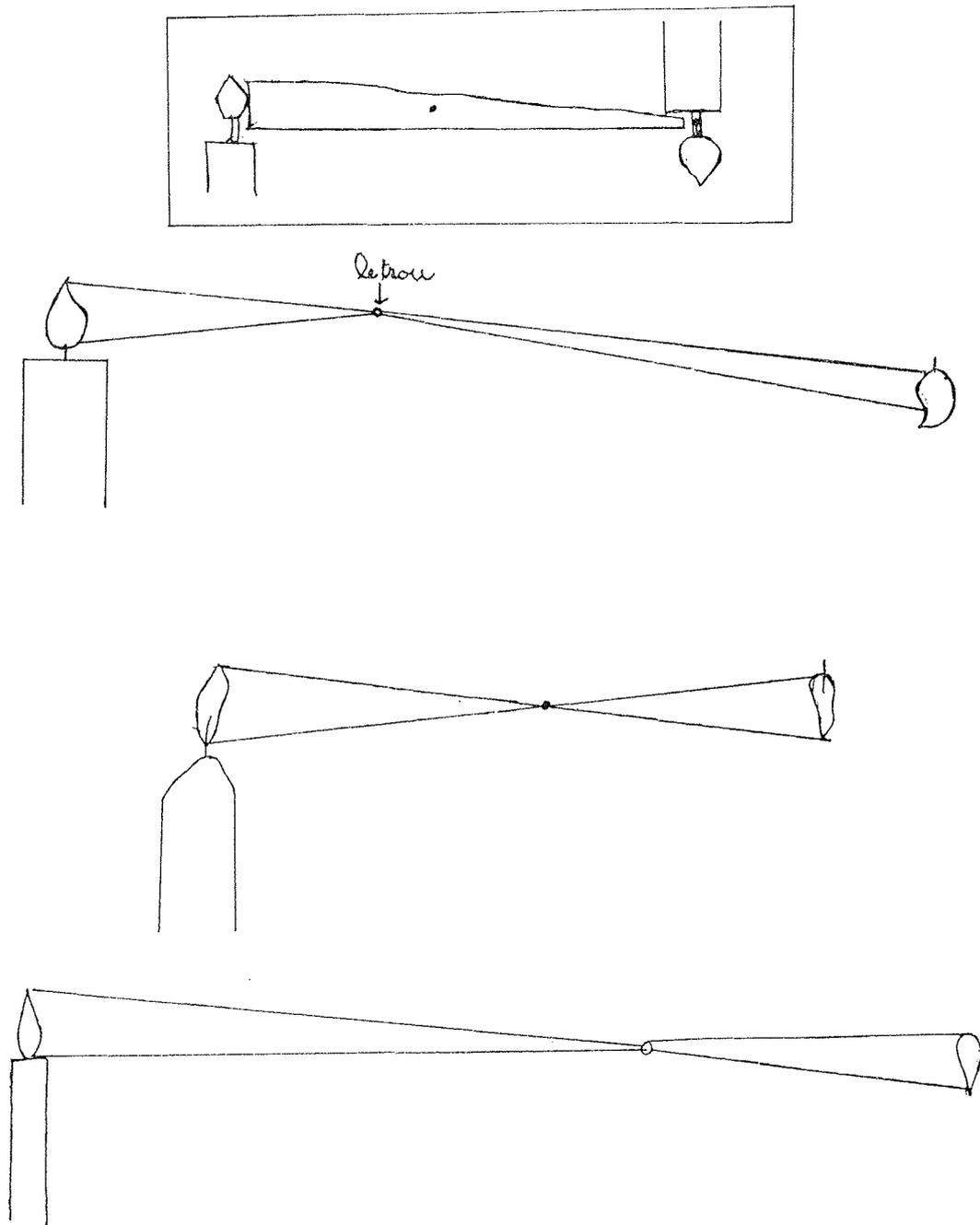


* A partir de ces éléments :

trouver le trou
essayer de matérialiser la lumière par des traits.

Quelques résultats :

4 productions d'enfants ont été retenues :



III. 3 : Pour la 2ème série de productions, il est précisé oralement qu'il n'y a pas d'ordre pour trouver le trou ou matérialiser la lumière. On peut tout aussi bien inverser.

TROISIEME SEQUENCE : 3 heures (avec début d'exploitation mathématique)

Une source lumineuse - 2 trous.

I – Objectifs.

– Evaluation en exploitant les possibilités de réinvestissement.

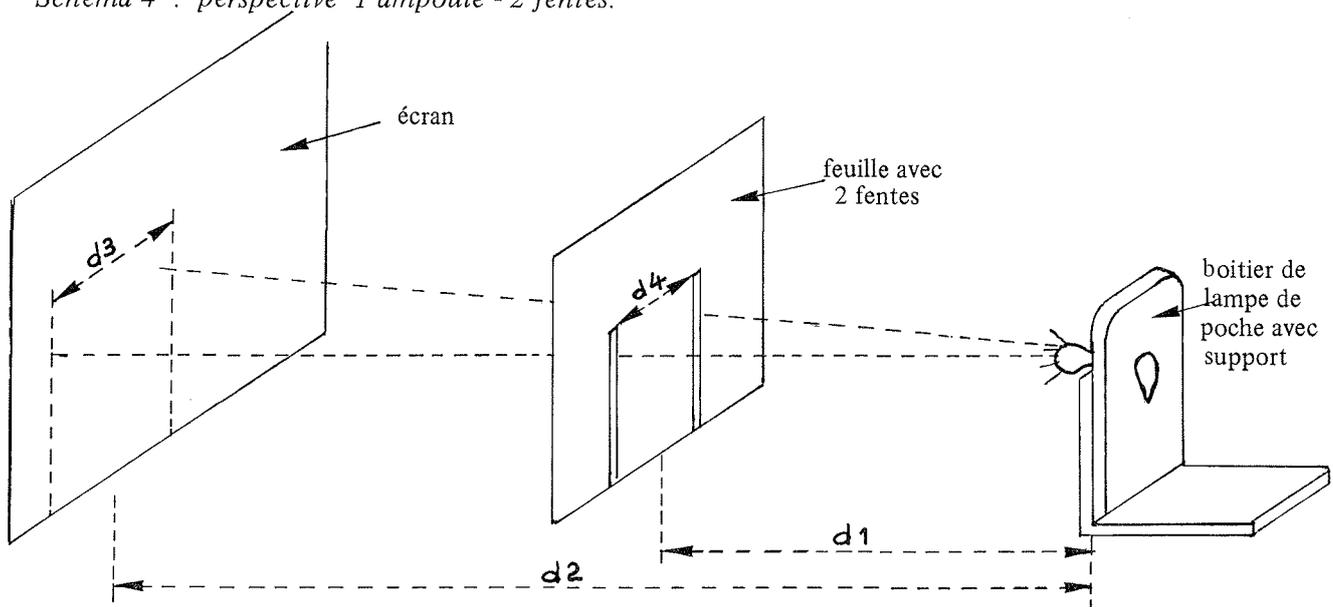
– Amener les enfants à effectuer des mesures. Référence aux objectifs des I.O. "Mesurer chaque fois que nécessaire, à l'occasion d'observations ou d'expériences, en exécutant correctement l'opération de mesure ; interpréter, discuter, représenter les résultats (tableaux, graphiques)".

– Amener à la découverte intuitive de la proportionnalité ; obtenir que, par interprétation, l'apparition intuitive de la fonction numérique motive et permette d'approfondir un aspect de mathématique, mais aussi que la mathématique devienne un "outil" permettant de mieux maîtriser un phénomène physique.

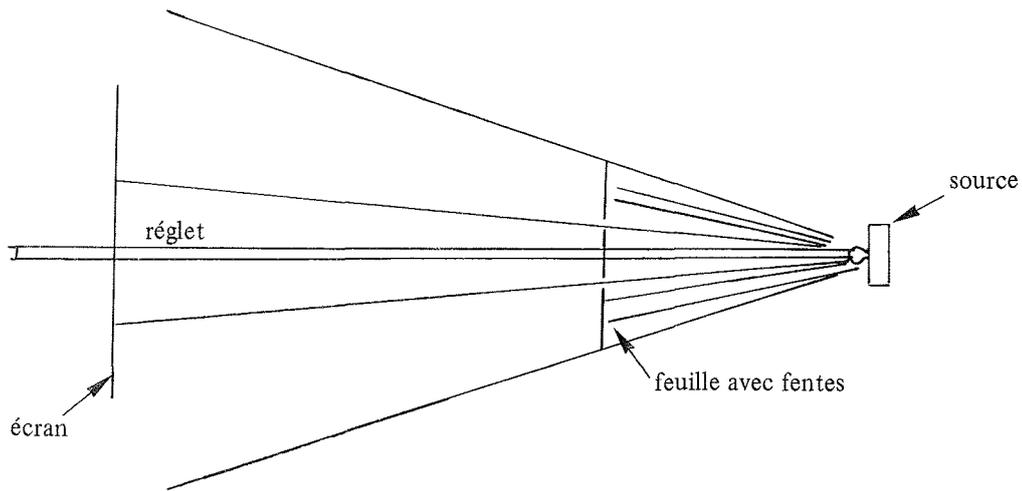
II – Déroulement du travail expérimental, mesures.

II. 1 – Matériel utilisé :

Schéma 4 : perspective 1 ampoule - 2 fentes.



montage vu de dessus :



II. 2 – Conditions de travail.

- Organisation en 7 équipes de 4
- Travail structuré en deux temps :

* mise en place du matériel : un travail de qualité est indispensable pour obtenir des mesures précises.

* mesures – chaque équipe dispose d'un tableau permettant de noter les mesures : les critères de mesure ont été élaborés par l'ensemble de la classe après une phase d'essai et de tâtonnement. C'est à la suite de propositions d'enfants qu'est apparue la nécessité d'organiser les résultats à la suite de leur saisie sous forme de tableau.

Consignes données aux élèves

I – Matériel

- Source lumineuse : une lampe de poche dont on a enlevé le verre avec un support.
- Un support permettant de maintenir à la verticale une feuille de bristol rigide dans lequel on a pratiqué 2 fentes.
- Un écran.
- Un réglet fixé sur la table.
- Un double décimètre pour la mesure de l'image.

II – Montage

- | | | | |
|-------------------|-------|--------|-------|
| 1) Lampe de poche | (d 1) | fentes | écran |
| ↑ | | | |
| source lumineuse | | (d 2) | écran |

2) Placer le réglet de telle sorte que la distance source-fente (d 1) soit constante et mesure 100 mm.

III – Manipulons et mesurons

- 1) Qu'obtient-on sur l'écran ?
- 2) Effectuons des mesures selon les consignes données.

II. 3 – Mesures effectives (en mm)

Distance source -écran		200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000			
Ecartement des 2 fentes (de l'image des 2 fentes)	1er groupe	30	33	47	54	60	67	74	82	90	95	103	110	117	125	131	141	145			
	2e groupe	32	41	48	55	64	71	80	87	90	99	107	115	126	130						
	3e groupe	27	36	41	48	55	64	69	80	84	93	100									
	4e groupe	29	36	44	51	60	67	74	81	90	97	104	113	120	128	132	140	149			
	5e groupe	30	38	46	59	62	70	78	85	88	92	99	102	109	132	140	148	160			
	6e groupe	30	37	45	54	62	67	74	83	91	97	106	113								
	7e groupe	30	36	44	51	60	67	71	81	90	97										

– Les résultats de chaque équipe sont recueillis et organisés sous la forme d'un seul tableau.

– Le tableau est observé librement tout d'abord, horizontalement et verticalement dans un 2ème temps : cela conduit à la découverte intuitive de la proportionnalité.

III – Exploitation mathématique.

III. 1 – Référence aux I.O. : "Représenter et utiliser des fonctions numériques".

"5.1 De nombreuses situations rencontrées en classe ou hors de la classe, et en particulier au cours des activités d'éveil, conduisent à constater et à expliciter une correspondance entre deux ensembles de données numériques . . . L'analyse de telles situations et la résolution des problèmes qu'elles posent peuvent être conduites grâce à l'utilisation de représentations et/ou de propriétés de certaines fonctions numériques. On se contentera, avec les élèves du cycle moyen, de faire découvrir et exploiter, sur des exemples variés et adaptés, de telles représentations et propriétés : il ne peut, certes, s'agir que d'une première approche de la notion de fonction numérique dont l'étude théorique plus formelle relève en effet de l'enseignement du second degré . . .

5.3 Dans des situations constituant des exemples et des contre-exemples :

5.3.1 On retrouvera les propriétés liées à l'ordre ou celles liées aux écarts, déjà rencontrées au cycle élémentaire à propos des nombres naturels.

5.3.2 On s'attachera à mettre en évidence et à utiliser la proportionnalité, propriété caractéristique des fonctions $n \rightarrow n \times a$, a étant un naturel ou un décimal, voire une fraction simple . . . "

QUATRIEME – CINQUIEME – SIXIEME SEQUENCES : 1 h à 1 h 30 chacune.

QUATRIEME SEQUENCE :

I – Objectifs.

– Il s’agit de passer de l’ensemble des mesures faites à un modèle mathématique qui permettra d’interpréter la réalité (au niveau des 3 séances).

– Pour cette séquence, il faut, à partir du tableau de mesure, essayer de dégager une fonction linéaire qui rende compte de ce tableau.

II – Déroulement de la séance.

La maîtresse extrait des résultats obtenus par le 7ème groupe le tableau suivant :

d 1	200	300	400	600
d 2	30	44	60	90

Elle demande aux élèves de trouver ce qui correspondrait à 800.

Les élèves utilisent spontanément le modèle de proportionnalité en disant :
 ”800 c’est le double de 400, donc on trouvera 2 fois 60, c’est-à-dire 120”.

La maîtresse propose alors de trouver ce qui se passe pour 900.
 Voici les propositions des élèves :

a) $900 = 600 + 300$ donc on aura $90 + 44$ soit 134 (Gérard)

b) $900 = 3 \times 300$ donc on aura 44×3 soit 132 (Sylvie)

c) pour une augmentation de d1 de 200, d2 augmente de 30

” ” ” d1 de 100, d2 augmente de 15

de 800 à 900, il y a 100, donc on aura $120 + 15$ soit 135 (Nathalie)

d) $900 = 200 + 300 + 400$, donc on aura $30 + 44 + 60$ soit 134 (Philippe)

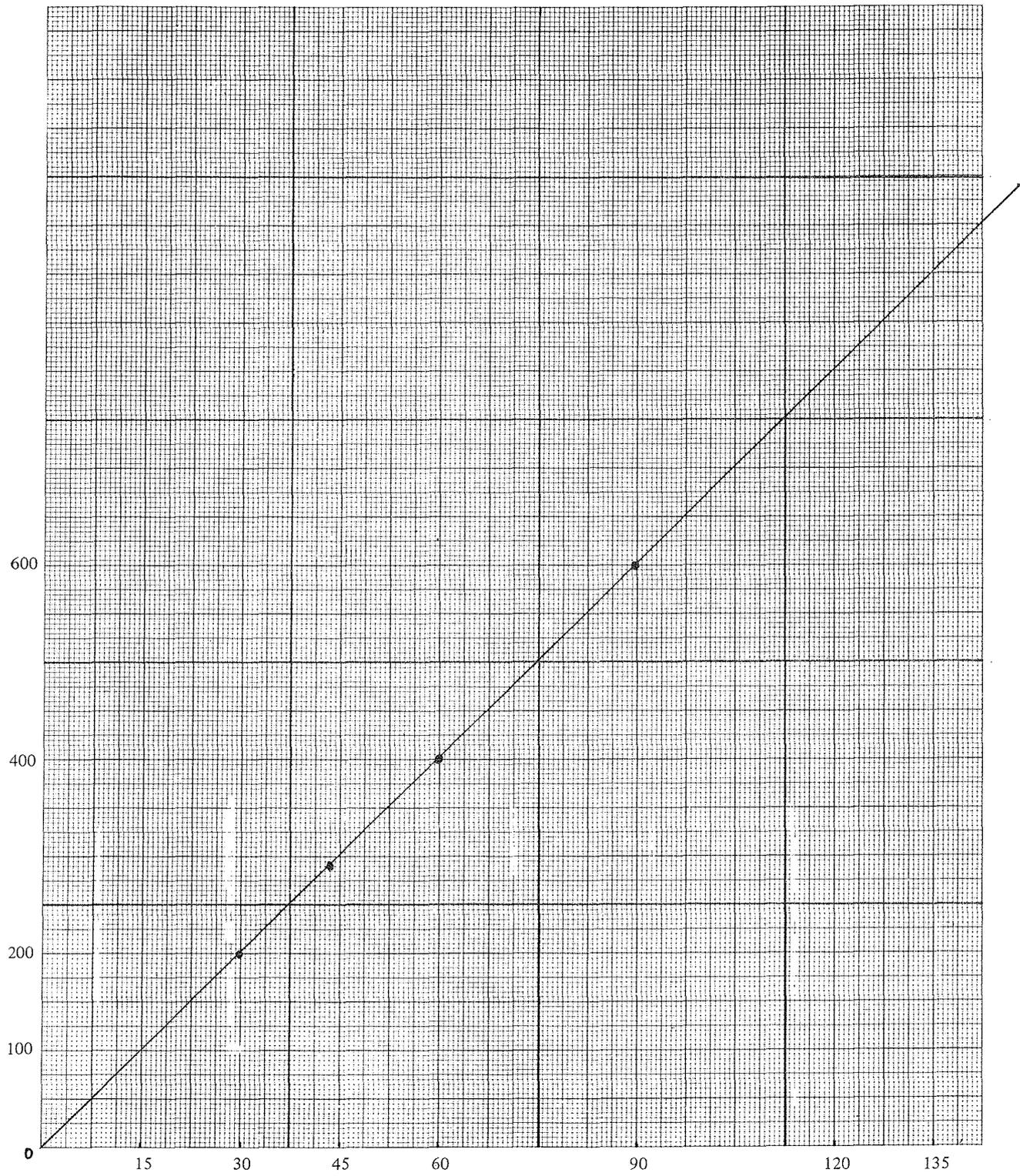
Les élèves sont perplexes. Certains entrevoient le fait que 44 n’est pas ”un bon nombre”.

La maîtresse propose de reporter les résultats sur un graphique.

Les élèves constatent qu’il y a un point qui n’est pas tout à fait aligné avec les autres.
 (graphique page 57).

”Dans nos mesures, pour que le point soit aligné, il aurait fallu trouver 45”.

Graphique d'élève : 1 source – 2 fentes



On remplace 44 par 45 pour avoir un tableau qui "marche bien" et on vérifie que, quelle que soit la méthode utilisée précédemment, on trouve bien toujours 135.

Les enfants se servent du **graphique** ainsi que du **calcul** pour trouver le nombre correspondant à 450 (450 étant la moitié de 900) : ils trouvent donc 67,5. Ensuite, dans le tableau, des résultats correspondent au modèle mathématique : pour le groupe 5, à 900 correspond 140, à 450 correspond 70.

III – Remarques.

III. 1 – à ce niveau, il faut travailler l'outil : propriétés des fonctions linéaires.

III. 2 – *Référence aux I.O.* concernant l'utilisation graphique et calcul : 5.2 - Ainsi, à partir de situations aussi variées que possible, les élèves sont amenés à : 5.2.1- Représenter ces situations sous différentes formes (tableaux de nombres, graphiques, etc .) ou, à l'inverse, interpréter et exploiter de telles représentations, et, pour ce faire, identifier les couples d'éléments associés, la fonction numérique étant ainsi perçue comme une famille de tels couples".

CINQUIEME SEQUENCE :

I – Objectif.

Travail purement mathématique à partir d'un tableau de proportionnalité.

II – Déroulement de la séance.

Au tableau noir est inscrit le schéma suivant (à partir du tableau établi la veille) :

d 1	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150
d 2	30		45		60	67,5			90				120		135					

– La maîtresse demande de compléter ce tableau.

– Les procédures sont diverses. A titre d'exemple, notons ce qui a été utilisé pour trouver :

* le nombre correspondant à 250

- $250 = 450 - 200$, donc on aura 37,5 puisque $67,5 - 30 = 37,5$
- quand d1 augmente de 100, d2 augmente de 15
quand d1 augmente de 50, d2 augmente de 7,5
par suite, on obtient 37,5 puisque $37,5 = 30 + 7,5$
- quand on lit sur le graphique, on voit que c'est à peu près 37.

* le nombre correspondant à 500

- $500 = 200 + 300$ donc on aura 75, puisque $75 = 30 + 45$
- $500 = 2 \times 250$ donc on aura 75, puisque $75 = 2 \times 37,5$
- 500 peut s'obtenir à partir de 400 par une augmentation de 100, donc l'augmentation correspondante de d2 est 15, ce qui donne 75.

– Les élèves complètent donc le tableau initial en essayant de trouver le plus de moyens possibles : ils emploient systématiquement les propriétés de linéarité de la fonction linéaire associée au tableau.

SIXIEME SEQUENCE :

I – Objectif.

Voir si l'on peut trouver d'autres méthodes pour prolonger un tableau de proportionnalité.

II – Déroulement de la séance.

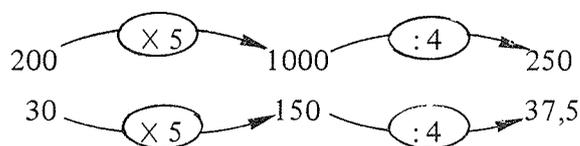
La maîtresse fait remarquer que plus on a de nombres, plus on peut trouver de nouveaux résultats : elle pose donc le nouveau problème : "Et si on n'avait eu que le tableau suivant ? "

d 1	200	250
d 2	30	

Voici les deux propositions faites par certains élèves de la classe :

par 4 :

- On peut passer de 200 à 250 en multipliant par 5 puis en divisant



- $250 \times 30 = 7500$ et $7500 : 200 = 37,5$

Il s'agit ici sans doute de réinvestissement de notions étudiées l'année précédente.

Quelques exercices sont proposés, permettant avec l'une ou l'autre des méthodes précédentes de retrouver les résultats de la veille.

SEPTIEME SEQUENCE : 3 heures (avec mathématiques).

I – Objectifs.

I. 1 – Evaluation en exploitant les possibilités de réinvestissement.

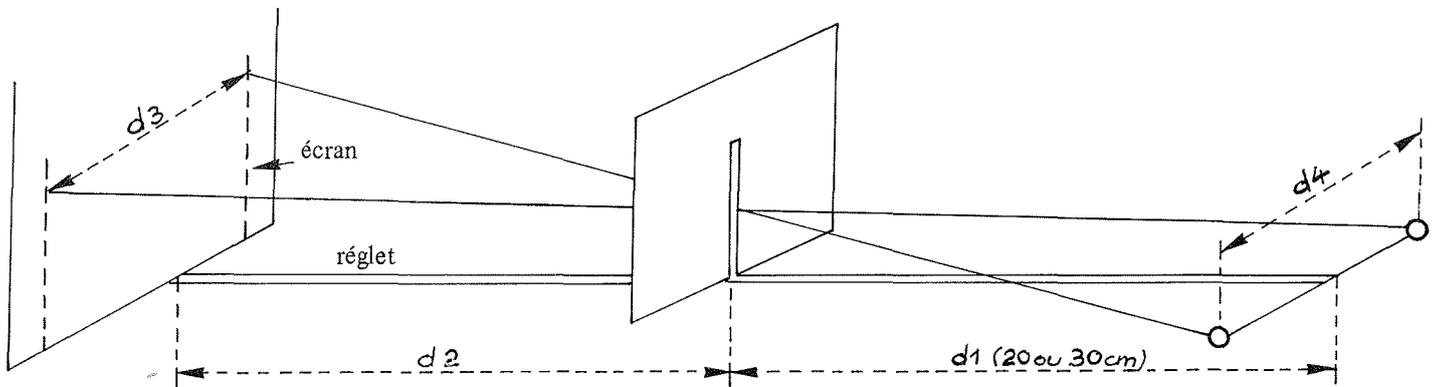
I. 2 – En ce qui concerne la liaison mathématique-technologie : utilisation de l'outil mathématique que l'on possède bien pour détecter des anomalies de mesure ou d'erreur de manipulation, ou de modification des conditions de l'expérience.

I. 3 – A partir du tableau de proportionnalité, utilisation de la symétrie pour trouver l'écartement des deux ampoules que l'on ne connaît pas.

II – Déroulement du travail expérimental, mesures.

II. 1 – Matériel utilisé :

Schéma 5 : 2 ampoules - 1 fente.



II. 2 – Conditions de travail : les mêmes que celles de la 3ème séquence.

Consignes données aux élèves.

I – Matériel.

le même qu'à la 3ème séquence sauf :

- 2 lampes de poche au lieu d'une.
- la feuille de bristol rigide placée dans le support ne comporte qu'une fente.

II – Montage.

- 1) Lampe de poche ——— fentes ——— écran
- 2) Distance source lumineuse - fente : 20 cm
- 3) Où va-t-on placer le "0" du réglet ?

III – Manipulons et mesurons.

- 1) Qu'obtient-on sur l'écran ?
- 2) Effectuons les mesures selon les consignes retenues.

II. 3 – Mesures effectuées en mm.

Distance fente - écran		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
Ecartement des 2 fentes lumineuses	1er groupe	19	33	46	60	72	86	101	114	127	141					
	2e groupe	20	39	59	79	100	120	140	160	179	199	222				
	3e groupe	17	30	43	56	67	85	98	110	121	134					
	4e groupe	25	30	37	52	66	78	90	101	114	126	139	152	164		
	5e groupe	20	40	58	72	92	111	129	148	165	182	221				
	6e groupe	20	40	57	74	93	110	130	147	164	187					
	7e groupe	13	27	39	53	65	77	80	103	115	128					

III – Exploitation mathématique.

III. 1 – Exercices de réinvestissement reprenant ce qui a été fait en 4ème, 5ème et 6ème séquences.

III. 2 – Situation problème.

III. 2. 1 – A partir des mesures effectuées et après discussion et réflexion au niveau de la classe, après un travail de mathématique permettant de réinvestir ce qui a été utilisé ou découvert précédemment sur la proportionnalité, la déduction suivante a été formulée : au niveau de la lecture de la première colonne du tableau, la disparité des mesures (qui se retrouve d'ailleurs dans les colonnes suivantes) s'explique par le fait que les deux ampoules, compte tenu du dispositif utilisé, n'ont pas toujours le même écartement.

III. 2. 2 – Formulation du problème.

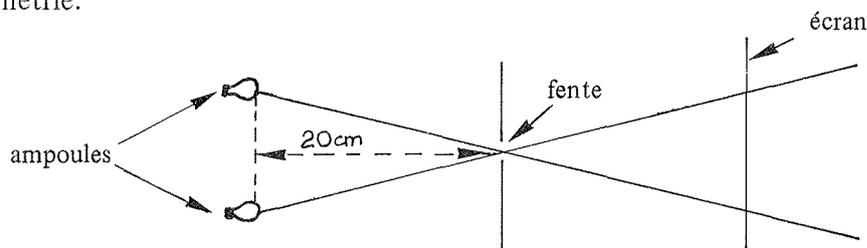
- Etant donné : – la nature de la remarque faite précédemment
- la possession du tableau des résultats
- peut-on connaître l'écartement entre les deux ampoules ?
- Des remarques sont émises, mais la réponse . . . "attendue" ne vient pas.

III. 2. 3 – Nouvel élément.

L'enseignant ajoute que la distance source lumineuse - fente (en fait longueur de la perpendiculaire menée de la ligne joignant les 2 ampoules à la fente) est de 20 cm.

III. 2. 4 – Réponse.

Plusieurs élèves découvrent qu'il y a symétrie, la fente étant l'axe de symétrie.



La réponse est trouvée : il suffit de prendre, dans le tableau, la colonne où "distance fente-écran" est de 200 mm, l'écartement des deux ampoules sera le même que l'écartement de l'image des 2 fentes lumineuses : il suffit donc de lire dans la colonne la mesure pour chaque groupe.

Un travail mathématique est repris au niveau de la classe.

HUITIEME SEQUENCE : 1/2 heure.

I – Objectifs.

I. 1 – A partir du montage réalisé lors de la 7ème séquence, représenter en schématisant ce qui a été observé lorsque les ampoules sont éclairées, en essayant de matérialiser la lumière par des traits.

I. 2 – Au niveau de l'enseignant : observer, à travers l'évolution de la représentation, le cheminement parcouru depuis la 1ère représentation (bougie) : nous aurons ainsi un élément nous traduisant l'évolution de l'image mentale de l'enfant quant à la propagation de la lumière.

II – Représentation.

Il faut préciser qu'elle a eu lieu à la suite de la 7ème séquence.

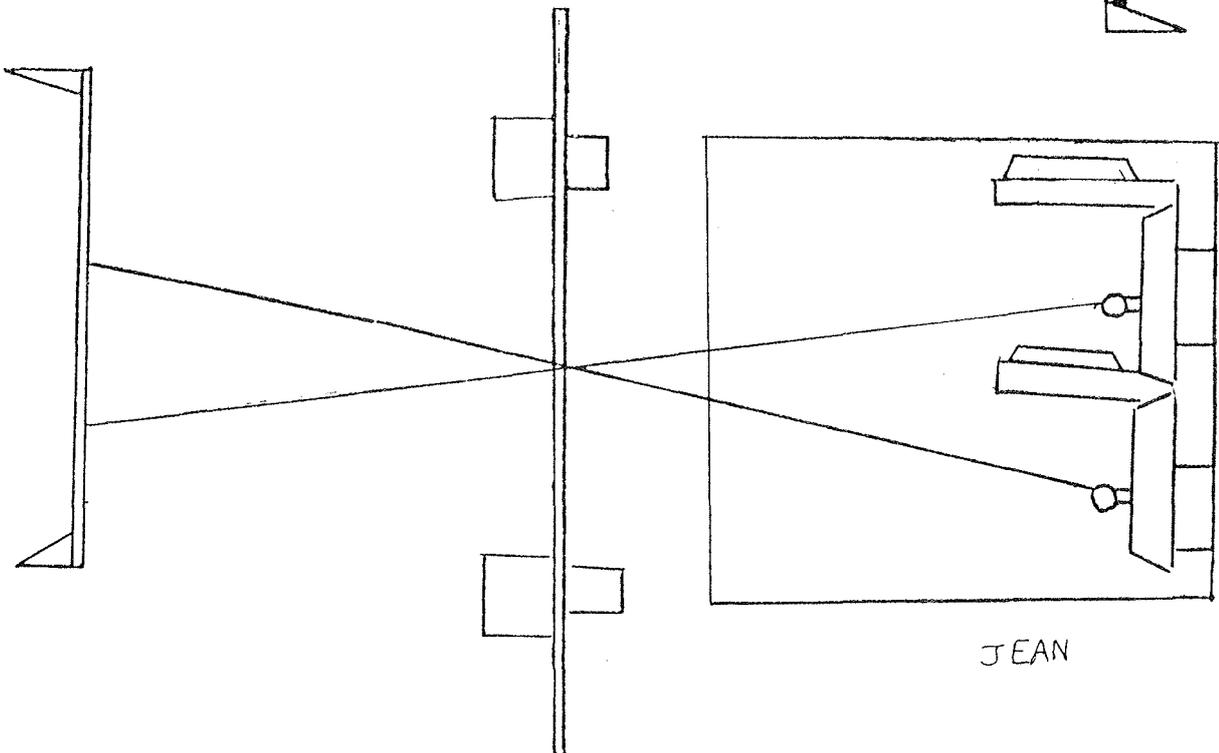
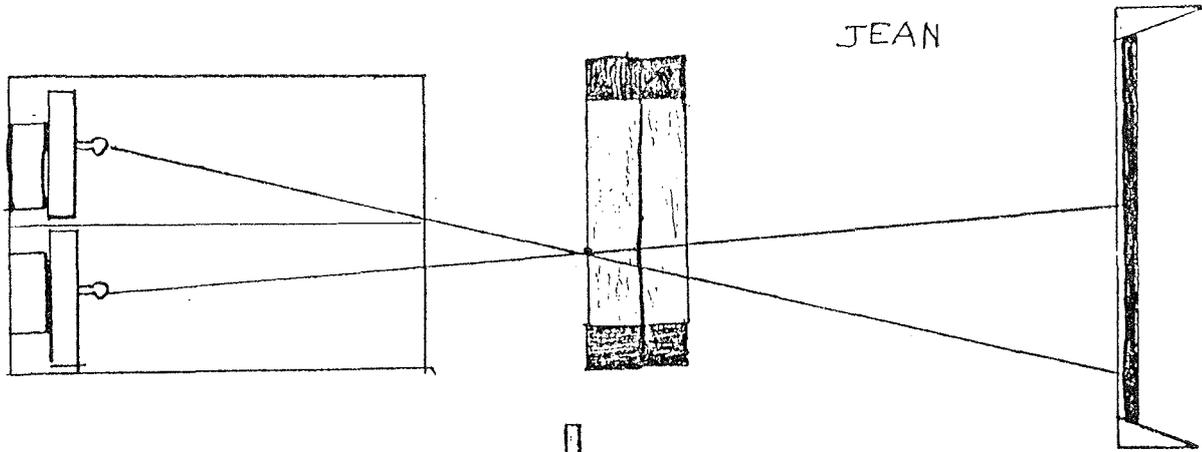
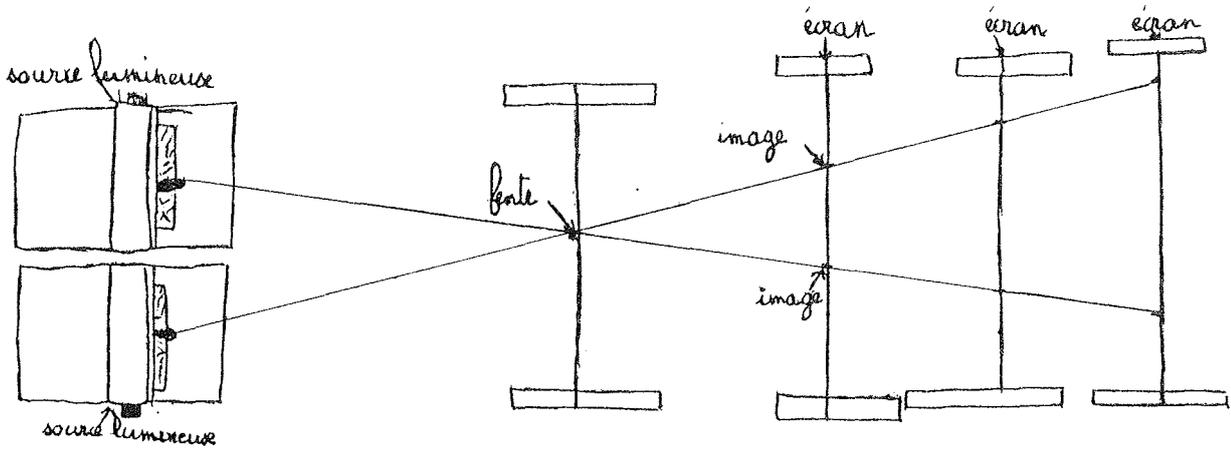
III – Quelques remarques.

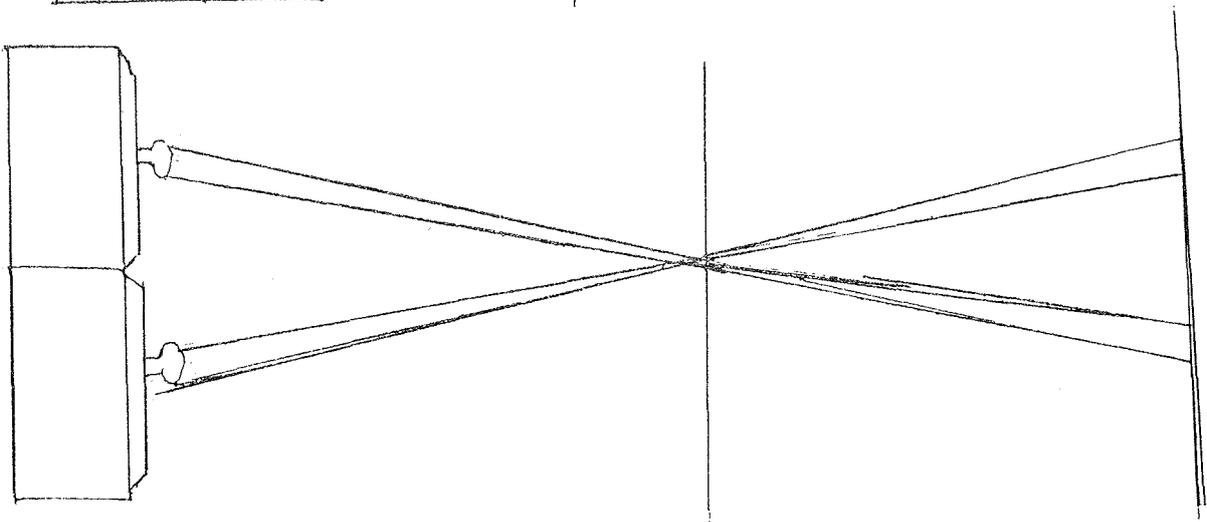
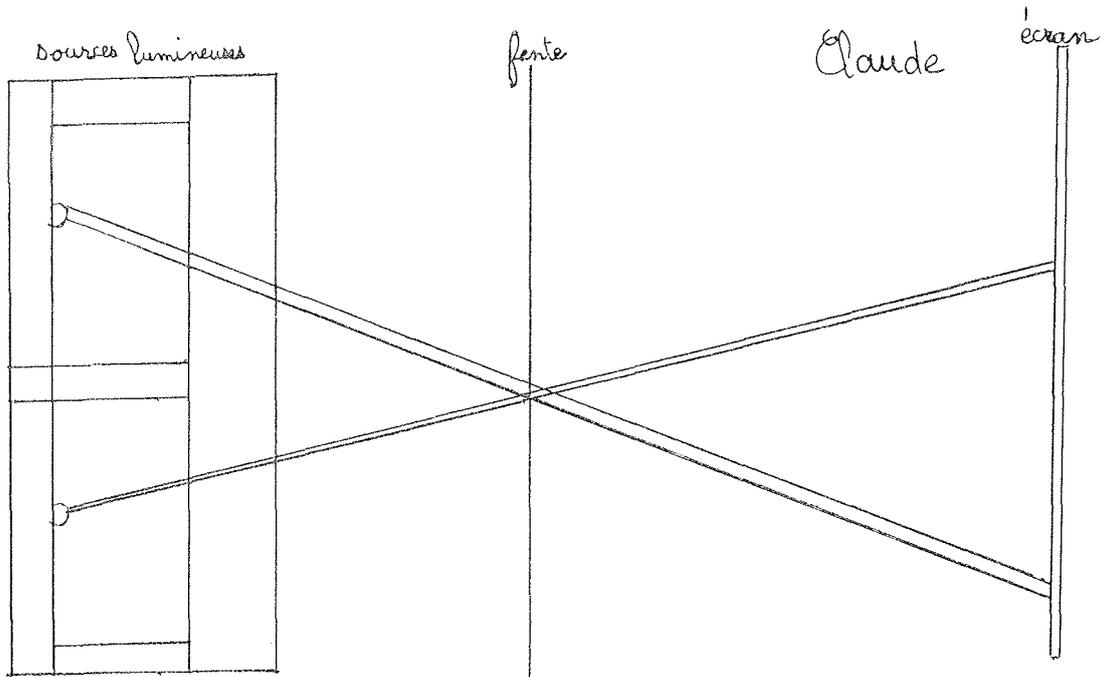
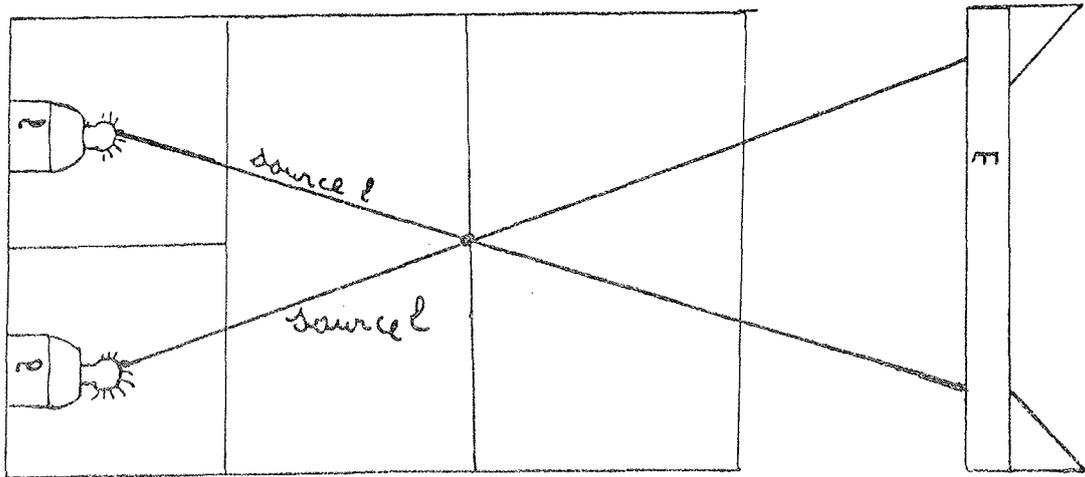
– Au niveau de la classe, à 1 ou 2 exceptions près, il apparaît que l'image mentale a évolué et que l'on arrive à un résultat intéressant et appréciable à ce niveau.

– Nous sommes amenés à penser qu'il y a eu interpénétration entre image mentale de la propagation de la lumière et proportionnalité.

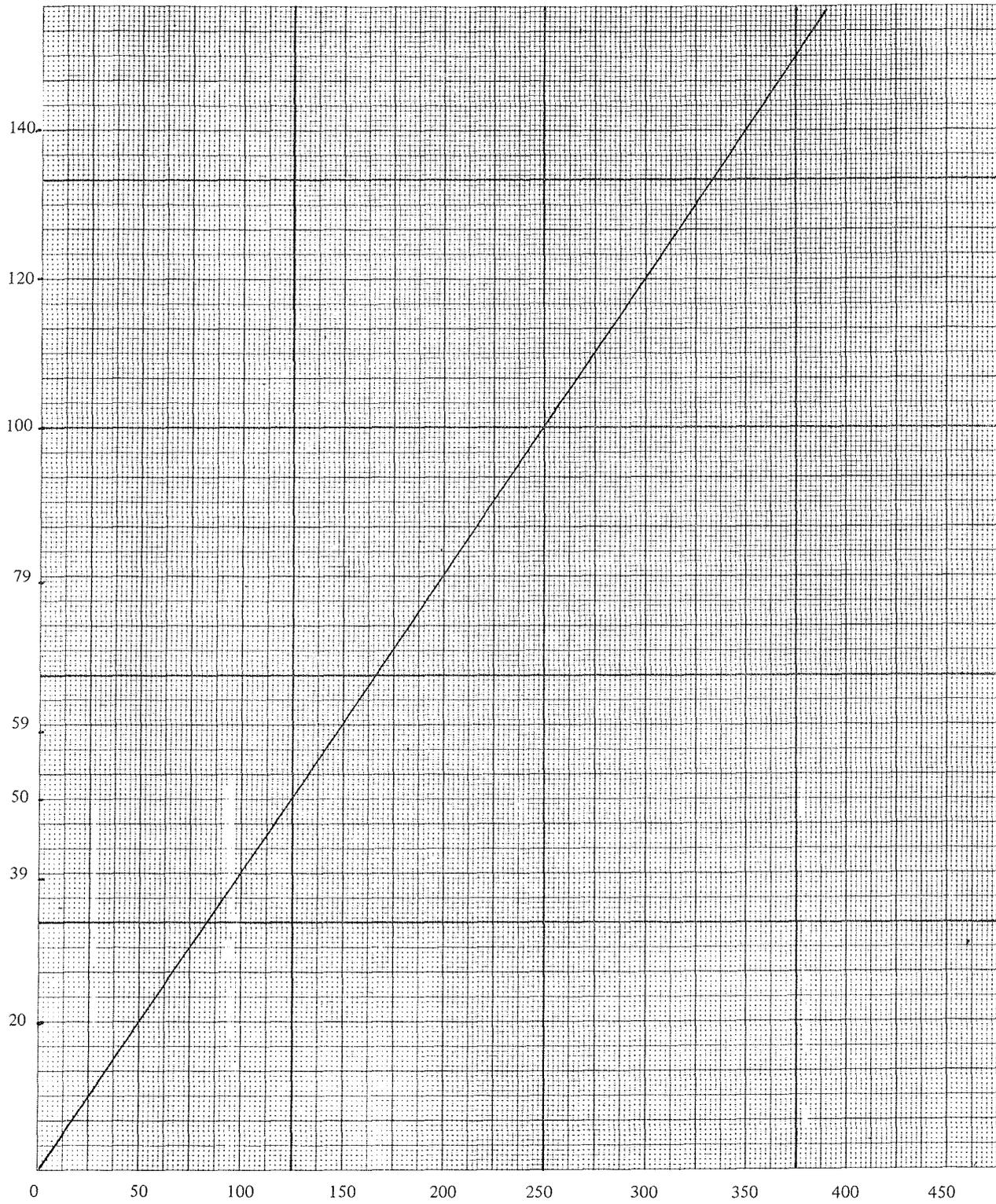


Ci-après : — quelques représentations d'élèves
 — un graphique : 2 sources lumineuses, 1 fente.





Graphique d'élève : 2 sources lumineuses – 1 fente



NEUVIEME – DIXIEME – ONZIEME SEQUENCES : environ 2 heures chacune.

I – But des séquences.

– Lors de la part "tâtonnement expérimental" de chaque séquence, quelques élèves ont émis l'idée :

"Si on éloignait les 2 sources lumineuses de la fente, que se produirait-il ?".

– Une courte expérimentation qualitative montre que la distance séparant les "2 fentes lumineuses sur l'écran" diminue quand la distance "sources - fente" augmente.

II – Objectifs.

II. 1 – Ceux mentionnés pour la 7ème séquence.

II. 2 – Découverte et proposition d'un contre-exemple, notamment en ce qui concerne la représentation graphique.

N.B. – Nous connaissons le point de départ, mais n'avons pas d'idée quant à la suite : les élèves (leur intérêt, leur dynamisme, leur compréhension) nous guideront.

III – Déroulement du travail expérimental, mesures.

III. 1 – Conditions de travail, consignes.

Nous avons procédé à l'adaptation de celles données précédemment et qu'il paraît inutile de développer à nouveau.

III. 2 – Mesures effectuées en mm.

Distance Ampoules – Fente		D 1	200	250	300	350	400	450	500
Ecartement entre les 2 fentes (D 2)	1er groupe		159	131	107	93	77	66	60
	2e groupe		210	165	140	118	100	89	80
	3e groupe		171	134	114	95	82	73,5	69
	4e groupe		174	138	115	109	104	83	
	5e groupe		176	143	123	104	92	82	68
	6e groupe		149	114	99	83	75	64	58
	7e groupe		147	125	106	82	75	68	57

IV – Travail mathématique.

IV. 1 – Observation du tableau de mesures.

– Il semble que ce soit "proportionnel", mais c'est le contraire.

– Travail de va-et-vient entre les colonnes 200 et 400, puis 250 et 500 : quand on multiplie par 2 au niveau de la 1ère ligne, il faut diviser par 2 dans les autres lignes pour obtenir les nombres correspondants.

IV. 2 – A partir du tableau, on "épure" les nombres, c'est-à-dire on quitte la situation du phénomène physique pour arriver au modèle mathématique.

D 1	200	400
D 2	154	77
D 2	200	100
	164	82
	208	104
	184	92
	150	75

D 1	250	500
D 2	120	60
	160	80
	138	69
	136	68
	116	58
	114	57

IV. 3 – Déduction : ces grandeurs sont inversement proportionnelles.

IV. 4 – Observation et travail à partir des tableaux (copiés à l'avance au tableau noir).

1	200	250	300	350	400	450	500
	154				47		

2	200		300				
	210		140				

3	200				400		
	164				82		

4	200				400		
	184				92		

5	200	250			400		500
	150	120			75		60

(Les couples choisis sont ceux pour lesquels l'approximation était bonne).

– "Que remarquez-vous entre les nombres de chaque couple ?" demande la maîtresse aux élèves.

– Recherche, découragement, nouvelle incitation puis, dans l'espace de 10 minutes, plus de la moitié de la classe trouve ; cette moitié va expliquer aux autres :

$$200 \times 154 = 400 \times 77$$

ou $(200 \times 154) = ((200 \times 2) \times (154 : 2))$
 $\times 2$ et $: 2$ "C'est comme si on ne faisait rien !"

IV. 5 – Les tableaux sont complétés.

Après l' "étincelle" de la découverte, ce travail effectué par chaque élève constitue l'ancrage indispensable par exercice de calcul et réinvestissement.

IV. 6 – Elaboration du graphique.

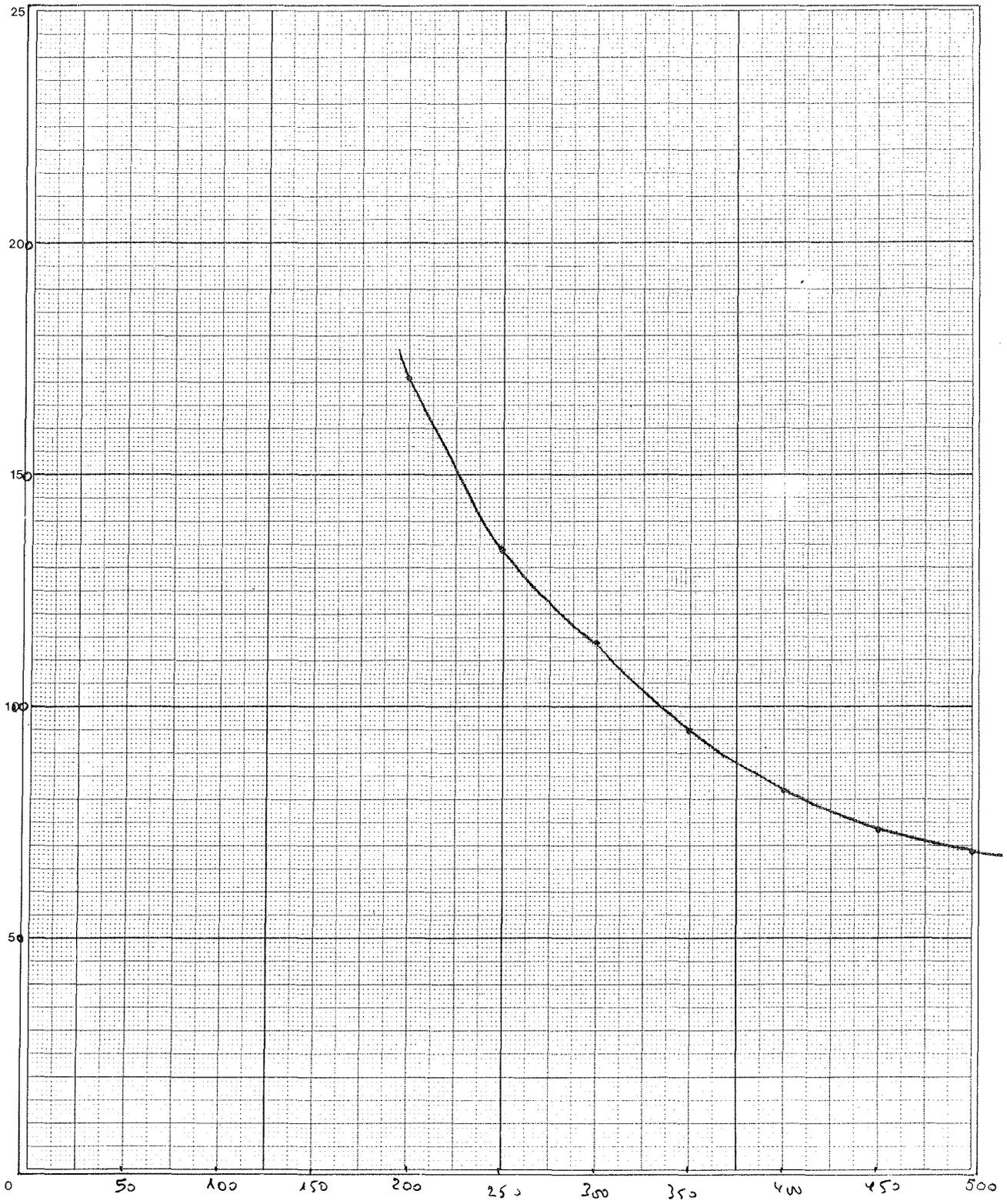
– Les élèves sont très familiarisés au graphique et ont déjà construit précédemment des courbes du type $y = ax$.

– Recherche des unités à prendre en abscisse et ordonnée.

– Tracé de la courbe après positionnement des points : étonnement tout d'abord "ce n'est pas une ligne droite".

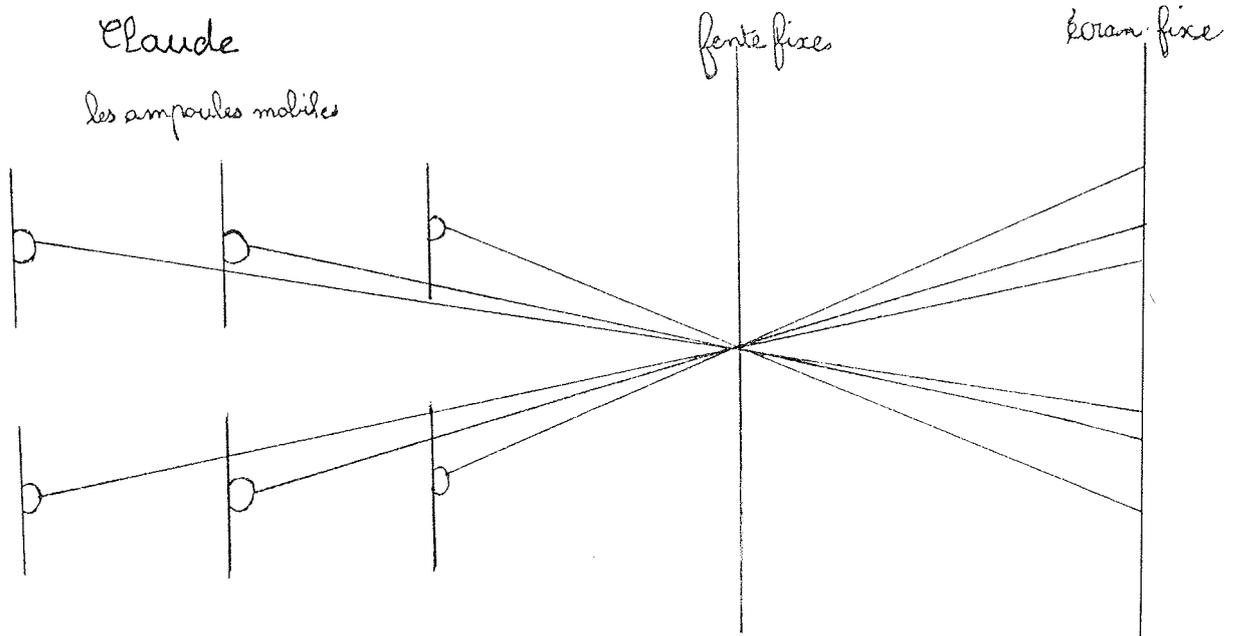
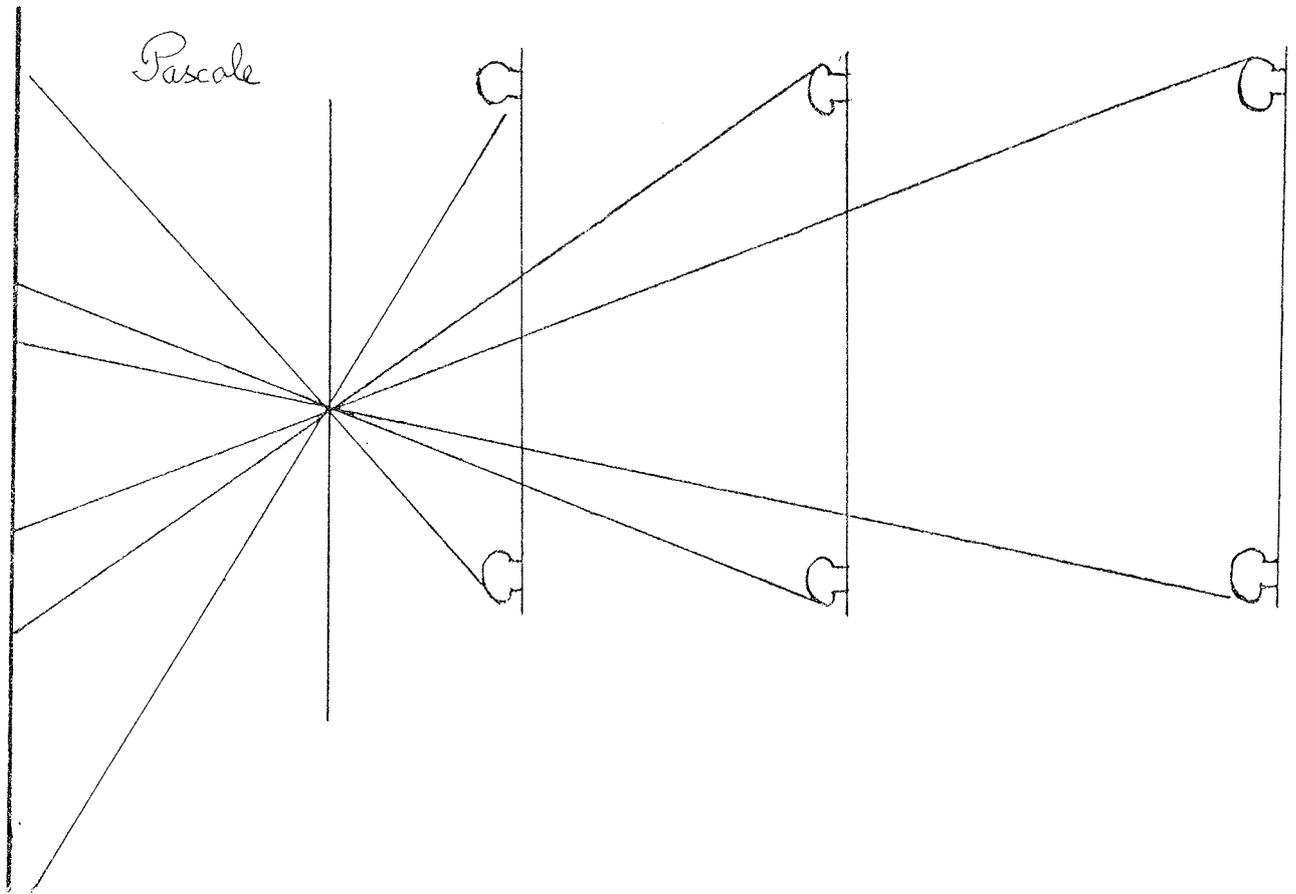
Cette activité se conclut par un rappel simultané de :

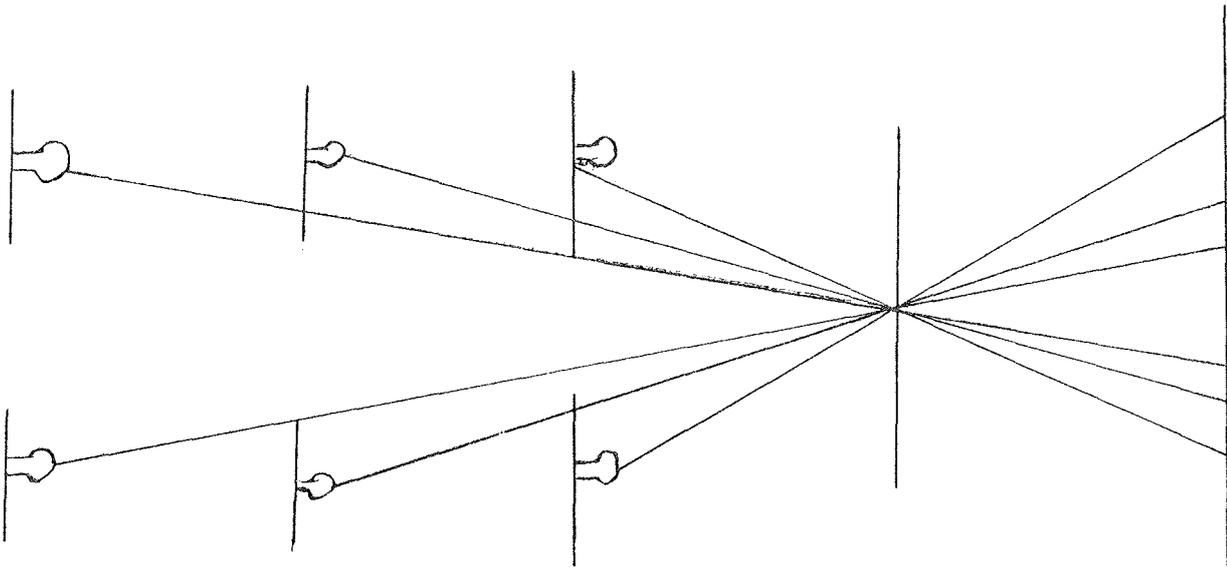
- grandeurs inversement proportionnelles
- représentation par une courbe qui n'est pas une ligne droite:



V – Représentation.

Lorsque le travail mathématique est achevé, une représentation du phénomène observé est demandée à l'ensemble de la classe ; le résultat est intéressant : toutes les représentations (sans exception) sont parfaites ; ci-après 3 représentations aux pages





PROBLEMES

D'autres activités ont été conduites ensuite en mathématique. Voici quelques-unes d'entre elles :

I – Consommation : 8 l/100 km à 90 km/h ; contenance du réservoir 40 l.

II – A partir de ces données, il est demandé aux enfants de rechercher toutes les questions que l'on peut se poser :

- Distance parcourue avec 40 l.
- Gaspillage d'essence à 120 km/h
- Consommation pour faire 1000 km
- Distance parcourue 8 l à 100 km/h
- Contenance du réservoir d'une voiture qui consomme 10 l/100 km pour parcourir 120 km.
- Combien de pleins faut-il pour faire 100 km ?
- On a roulé à 90 km/h, on a fait 75 km. Quelle quantité d'essence reste-t-il dans le réservoir ?
- Avec 30 l (8 l/100 km à 90 km/h) pourrait-il parcourir 400 km ?

III – Réflexion, choix, exécution.

- Ce qui est possible, ce qui ne l'est pas.
- Ce qu'il faudrait ajouter.
- Résolution de certains problèmes.

