

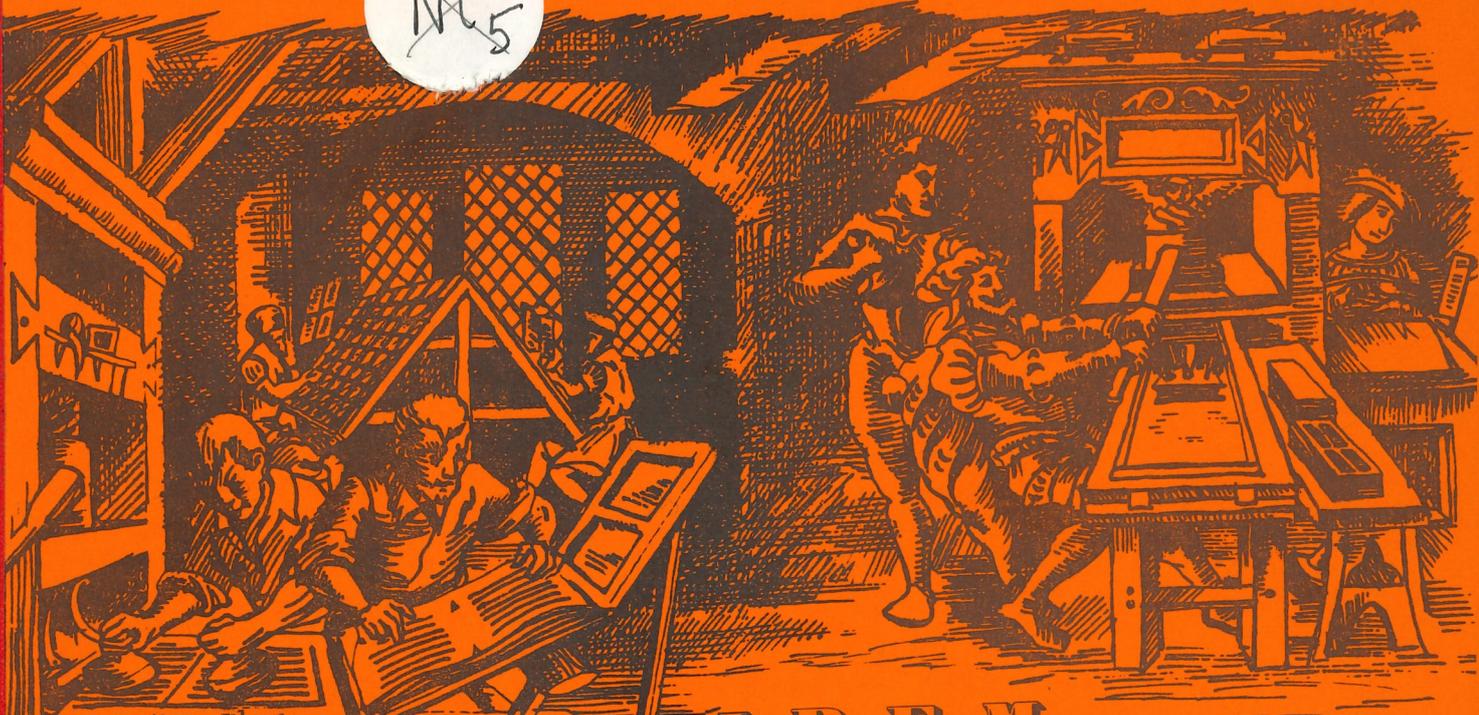
IREM

DE

NICE

N°7

N°5



I.R.E.M

I. R. E. M.

2, PLACE JUSSIEU, 2

75005 PARIS

Années : 1974 - 1975  
 1975 - 1976

==== Sciences Physiques  
 à  
 l'École Élémentaire  
 =====

Document rédigé par  
 l'animatrice du groupe "liaison  
 mathématique - physique et l'institutrice  
 de la classe.

Hand

I.R.E.M. DE NICE

SCIENCES PHYSIQUES  
A  
L'ECOLE ELEMENTAIRE



ANNEES : 1974-1975  
1975-1976

Document rédigé par l'animatrice du  
groupe "liaison mathématique-physique  
et l'institutrice de la classe.

8386 4

Sciences Physiques à l'Ecole Élémentaire: 1974-1975  
1975-1976

---

Cette expérience s'est déroulée sur deux années consécutives dans une classe mixte de l'Ecole d'Application de Cimiez (ENF), en CM<sub>1</sub>, puis en CM<sub>2</sub>. Le but premier était de vérifier qu'on pouvait initier à des méthodes scientifiques de jeunes élèves, mais au fil des séances, des intérêts nouveaux se sont très vite révélés, notamment un moyen d'approche des mathématiques; aussi les leçons de la deuxième année ont été conduites dans cet esprit.

Les pages qui suivent sont un compte-rendu des séances où les dialogues ont été transcrits le plus fidèlement possible.

Les figures accompagnées de leurs textes sont extraites de cahiers d'élèves; c'est un travail spontané de chacun, et cela ne constitue en aucun cas un résumé collectif.

Les sujets ont été suggérés par les thèmes généraux étudiés dans la classe, et sont toujours en relation avec l'ensemble du travail (voir p.26)

L'intérêt manifesté par les élèves a été très vif tout au long de ces séances, mais nous nous sommes toujours gardées d'imposer des conclusions et de poursuivre une leçon au delà des souhaits des élèves: c'est pourquoi on pourra s'étonner de trouver quelquefois dans ces pages des raisonnements restés en suspens ou des explications sommaires!

E. DE ZERBI  
Agrégee de Sciences Physiques  
Animatrice I.R.E.M.

D. SCHRAB  
Institutrice d'application

TABLE DES MATIERES

---

Première partie: CM<sub>1</sub> année 1974-1975

- Les forces p.1
- L'eau p.9
- Electricité p.19

Deuxième partie: CM<sub>2</sub> année 1975-1976

- L'air p.27
- Les combustions p.33
- Les leviers p.46
- La lumière p.55

SCIENCES PHYSIQUES  
A  
L'ECOLE ELEMENTAIRE

ANNEES : 1974-1975  
1975-1976

Document rédigé par l'animatrice du  
groupe "liaison mathématique-physique  
et l'institutrice de la classe.

PREMIERE PARTIE

CM<sub>1</sub> : ANNEE 1974-1975

## LES FORCES

-----

Travail préliminaire: leçon sur la verticale et l'horizontale  
étude de vocabulaire sur le mot "fort"

24 Janvier

Les élèves sont dans la cour; c'est d'abord une séance de gymnastique.

### I. Jeux: "Qui est le plus fort"

1. Ils se font face 2 par 2; au signal, main contre main, l'un doit essayer de faire reculer l'autre.

- "Quels sont ceux qui ont gagné",  
"Les plus forts!"; "ceux qui ont plus de force!"
- "Où s'exerce leur force"?  
Avis variés: les mains, les bras, tous parlent de muscle.
- "Mais il faut joindre les mains"  
"Ah bien sûr!(rires)"
- "Vers où chacun a-t-il poussé"?  
"Devant lui", "mais un plus fort que l'autre"

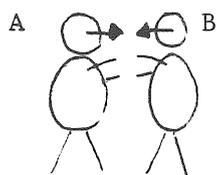
2. Une corde; on a noué un mouchoir dessus, et tracé une croix par terre; le mouchoir est juste au-dessus de la croix. Deux équipes tiennent la corde de part et d'autre, et tirent au signal.

- "Qui a donné la plus grande force"?  
"Ceux de l'équipe qui a gagné"; "tous ensemble", précisent certains.
- "Si la force de chaque élève était un nombre, quelle opération auriez-vous faite avec ce jeu?"  
"une addition"
- "Dans une prochaine leçon, nous chercherons ce nombre"

3. Certains élèves sont sur des patins à roulettes; à tour de rôle, les autres leur donnent une impulsion à partir d'une ligne. On marque à la craie leur point d'arrivée.

- "Quels sont ceux qui les ont poussé le plus loin"?  
"Ceux qui avaient le plus de force"  
"Ah mais pas forcément!"
- "Qu'est-ce qui intervient d'autre"?  
Beaucoup d'avis: - "les patins: il faut qu'ils soient <sup>bien</sup> huilés"  
- "le poids de celui qui a poussé" (ils ne connaissent pas la distinction avec masse)  
- "leur position" (personne ne pense à la durée de la poussée)

Sur le tableau, on essaie ensuite de représenter les 2 premiers jeux



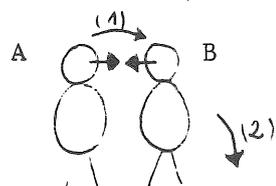
- "Voici deux d'entre vous. Comment montrer qu'ils se sont poussés?"

Un élève vient au tableau et dessine les 2 flèches

- "Et si A est plus fort que B?"

"Une autre flèche" (il dessine la flèche courbe 1 traduisant la relation "plus fort que...")

"Ou B est tombé" (une autre dessine la flèche 2)



- "Mais si les 2 premières flèches montraient la force de chacun?.."

"Alors la flèche de A plus grande".

Pour la corde, ils proposent de même une flèche vers le sol pour l'équipe qui tombe, puis deux flèches en sens contraire.

Finalement, la représentation suivante est bâtie.. et semble les satisfaire



## II. Projection de diapositives

On montre des vues représentant des bateaux à voiles, des arbres courbés en Provence, un moulin, une falaise attaquée par la mer, un cheval attelé, un paysan soulevant une meule de foin. Les élèves commentent: "C'est la force du vent, de la mer etc...." Ils en montrent la direction et le sens.

Sur les fiches préparées, ils représentent ces forces à l'aide de flèches, sans se tromper; seulement, les points d'application sont variables.

## III. Fiches ( voir page 5)

Dans la semaine, les élèves ont rédigé un compte-rendu; <sup>voir feuille 6</sup> 31 Janvier leur vocabulaire spontané a été complété par quelques expressions usuelles concernant les forces. On a ébauché une classification entre cause de mouvement et cause de déformation. Cette séance a lieu en classe, par équipe.

### I. Chacune a un ballon et une boule; il faut les laisser tomber, et noter les observations de l'équipe.

Le travail démarre lentement; cette expérience est si banale!

Alors les observations sont inattendues...Elles concernent le fait que le ballon rebondit "parce qu'il est plus léger"

Il faut les aider par des questions:

- "Mais si nous avions fait tomber une feuille de papier?"  
"Elle aurait voltigé"

- "Pourquoi?"  
"A cause de l'air"

- "Et comment sont tombés la boule et le ballon?"  
"Tout droit" - "C'est la verticale!"

On met à profit l'idée de la feuille de papier; on en fait une boule qu'on lâche; elle tombe comme le ballon et la boule à jouer.

"Elle est plus lourde que lorsqu'elle était en feuille!"

- "Non, puisqu'il y a autant de papier"

"l'air a moins de force sur elle"

- "Et qu'est-ce qui l'emporte sur la force de l'air pour la faire tomber?"  
"le poids"

- "Qu'est-ce que tomber?" (Plusieurs hésitations)

"C'est avoir un mouvement"

"le poids est une force!"

II. Il faut soulever le ballon, puis la boule: "Il faut avoir plus de force pour la boule" (→ approche de la notion d'intensité qui sera reprise plus tard)

Il faut ensuite essayer de représenter cette action. Les dessins comportent tous deux flèches, une verticale vers le bas "c'est le poids", l'autre vers le haut, le plus souvent verticale "notre force"; certains en ont fait deux "puisque'on a deux bras". Mais les origines des flèches sont au hasard.

On va corriger par approche; d'abord pour le poids: quelque'un propose le point le plus bas de la circonférence; ils ne sont pas tous satisfaits: "plutôt à l'intérieur, puisque c'est tout le ballon qui compte"; ils se décident finalement pour le centre.

Puis la flèche pour notre force

"aussi à partir du centre"

"non, ça ne veut rien dire, puisqu'on n'a pas tiré par là"

"plutôt du bord"

On décompose le geste; on se met d'accord pour ceci



- "Quand on relie de cette façon la flèche au dessin, on dit qu'on cherche le point d'application de la force"

21 Février

### Première partie: expériences collectives

- "Que savons-nous maintenant sur les forces?"

Les élèves énoncent leurs connaissances

- "Nous allons voir si les forces peuvent se mesurer"

Deux ou trois avis contraires: "Non, on ne peut pas"

Un autre avis: "Pourtant, il y a des forces plus grandes que d'autres";  
"oui, on l'a vu dans les jeux"; "et puis, pour un objet, plus il y a de masse, plus il est lourd".

Alors on entreprend une expérience:

Un morceau d'élastique est accroché au tableau; on constate qu'en tirant, il s'allonge, mais revient au même endroit, et on marque un trait de craie.

On suspend successivement des sachets de plastique qui contiennent des nombres variés d'objets divers (pierres-coquillages...). On marque chaque fois un trait à l'extrémité de l'élastique; ils aiment faire leurs pronostics, pas toujours justifiés

(ils jugent d'après le nombre d'objets!).

Ils vérifient que ce nombre, ni le volume n'interviennent. Ils pensent au risque de frottement du sachet contre le tableau, et à la bonne position de l'œil pour tracer le trait.

Ensuite on trace le diagramme de la relation "...exerce plus de force que.."

- "Qu'avons-nous fait de ces forces"?

"Nous les avons classées"

- "Une autre fois, nous ferons quelque chose de plus avec un ressort au lieu d'un simple élastique."

Une autre expérience:

Une barre de bois bien équilibrée reste horizontale quand on la suspend par un fil accroché en son milieu.

- "Comment pouvons-nous classer les forces"?

"On accroche un sachet de chaque côté, le plus lourd sera celui qui fera pencher la barre"

On vérifie la même classification.

- "A quel appareil ressemble ceci?"

"A une balance"; " On mettrait une aiguille perpendiculaire au bois"

Deuxième partie:

1°) Travail personnel sur une feuille préparée à l'avance: <sup>page 8</sup> Quelques actions sont représentées; il faut ajouter la représentation des forces principales en pensant aux comparaisons de leurs intensités.

Les essais sont assez bien réussis; ils trouvent la solution:

"Nous dessinons des flèches de longueurs différentes si les forces sont plus ou moins grandes"

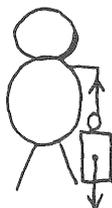
2°) Une situation concrète:

- "Sylvie part en voyage": on donne à Sylvie une valise à porter.

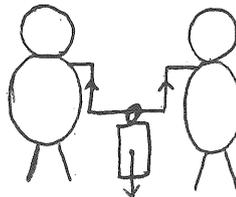
"Il y a le poids de la valise, et la force de Sylvie". On dessine la valise et une flèche pour chaque force; ces flèches sont de même longueur.

- "Mais c'est trop lourd, Pascale l'aide" (on enfile une règle dans la poignée de la valise). Faisons le dessin".

C'est plus difficile; il y a des hésitations; finalement on arrive à construire la solution." Elles portent la moitié chacune, alors, vers le haut, on dessinera deux flèches longues chacune comme la moitié de celle qu'on a dessiné pour le poids."



Sylvie toute seule

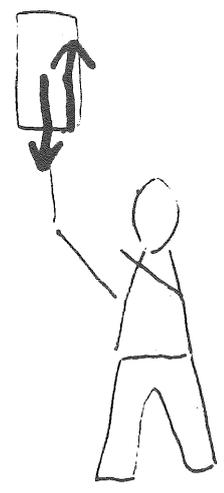
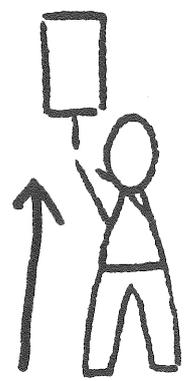
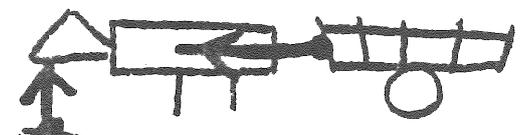
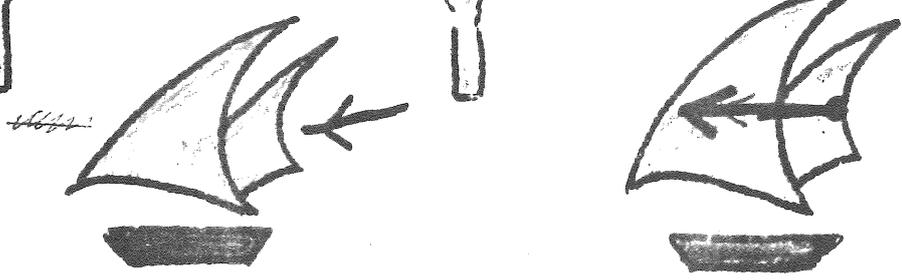


Sylvie et Pascale

①

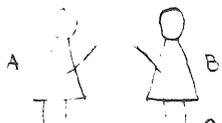


②



# Les forces

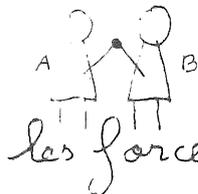
## 1. Le jeu du pont.



pas de force

A → ← B

si A est le plus fort



les forces s'exercent

## 2. La corde



si l'équipe (A, B, C) gagne



(A, B, C)  
←

(D, E, F)  
→

Les forces se compensent.

### 3. Les patins à roulettes



## Diapositive

### 1. La force du vent.

L'arbre se courbe sous la force du vent.  
La force du vent le déforme.

### 2. Le voilier.

La force du vent agite la mer.  
Elle gonfle les voiles et le bateau avance.

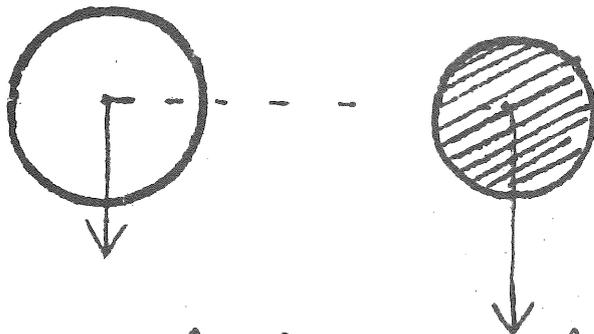
### 3. La mer La mer attaque la falaise.

La force des vagues attaque les rochers qui surmontent  
La force de la mer déforme la côte.

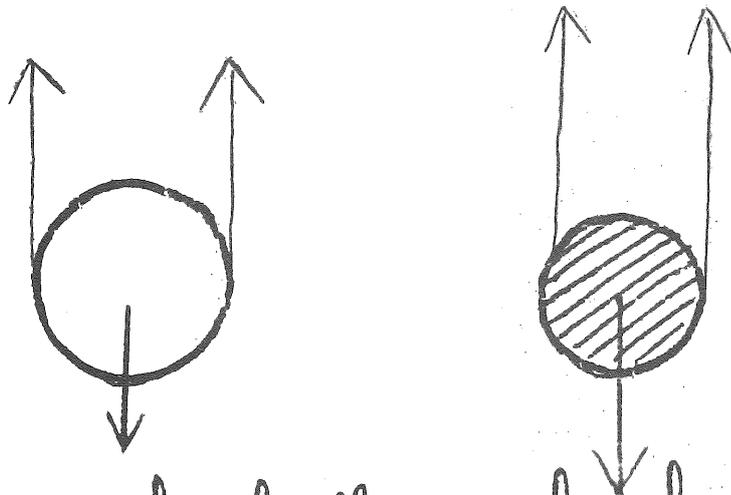
4. Le moulin: La force du vent, s'exerce sur  
les ailes qui tournent

5. Le cheval tire la charrette. La force du cheval  
s'exerce sur la charrette qui avance.

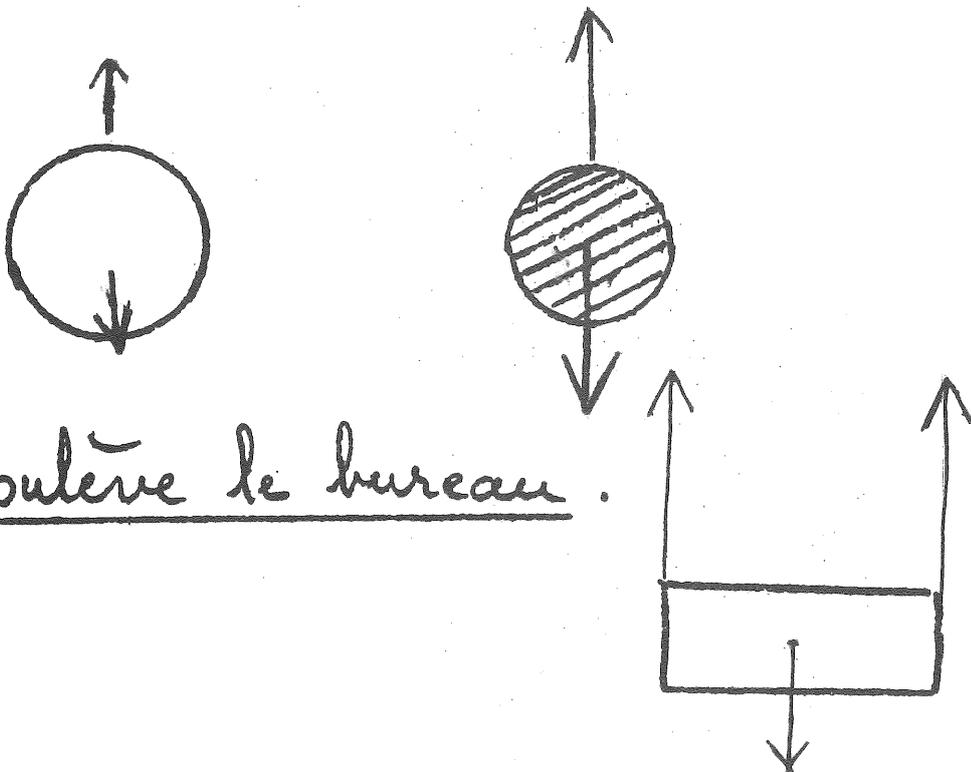
# Le ballon tombe.



Je soutiens le ballon ; la boule.



Je tiens le ballon ; la boule.



Je soutiens le bureau.

Remarque : la notion d'intensité des forces n'a pas été encore étudiée pour le cas de plusieurs composantes.



On met en train une autre expérience; son résultat sera observé dans les jours suivants: une soucoupe contient un peu de filtrat; on la pose sur un plateau de la balance et on fait l'équilibre.

- "Vous imaginerez pour la prochaine leçon, un appareil qui permette de récupérer l'eau quand on fait bouillir le filtrat".

2ème leçon : 10-3

I<sup>ère</sup> partie: travail d'équipe:

- Recherche de l'appareil permettant de récupérer la vapeur d'eau (voir croquis)
- Exposition des projets et commentaires par l'équipe réalisatrice.
- Critiques par le restant de la classe.

II<sup>ème</sup> partie: l'expérience:

- On montre les éléments du montage; un élève le construit.
- On le met en marche: tous se réjouissent de voir apparaître la 1ère goutte d'eau à l'extrémité du tube.

Mais déjà, la vapeur sort aussi; certains proposent de boucher le 2ème ballon, d'autres de refroidir. On essaie cette dernière solution; l'eau coule plus vite.

- "Cette expérience s'appelle une distillation; l'eau recueillie est de  
"l'eau distillée"

"Elle est très claire!"

"Le sel n'y est peut-être plus!"

On la laisse refroidir et on la goûte: "elle n'est plus salée et très fade".

"Alors elle n'est plus potable?"

On la secoue un moment; un élève la goûte de nouveau: c'est mieux. Ils pensent aux poissons de l'aquarium de la classe: de l'air y arrive pour qu'ils puissent respirer; donc il se dissout dans l'eau. En agitant l'eau distillée, de l'air s'y est dissous, et lui redonne un goût normal.

III<sup>ème</sup> partie: autre expérience:

On distille du vin avec le même appareil.

Les élèves s'étonnent:

" "l'eau" n'est pas rouge!" , et discutent:

"C'est peut-être du vin blanc!"

"Non, c'est de l'alcool", "ce sera plus fort".

A la fin , la dégustation du distillat les décide.

IV Conclusion:

- "A quoi ont servi ces expériences?"

"A récupérer l'eau"

- "C'est quelque chose de plus; on a obtenu un produit différent, par le goût ou l'aspect".

L'eau

## Les états de l'eau dans la nature

L'eau peut être un liquide.

L'eau de l'océan.

L'eau de l'étang.

L'eau de la mare.

L'eau de la source.

L'eau de la cascade.

L'eau de la mer.

L'eau de la fontaine.

Bien

L'eau peut être un solide

La glace

La neige

L'iceberg

L'eau peut être un gaz.

La vapeur des nuages.

La vapeur de la marmite.

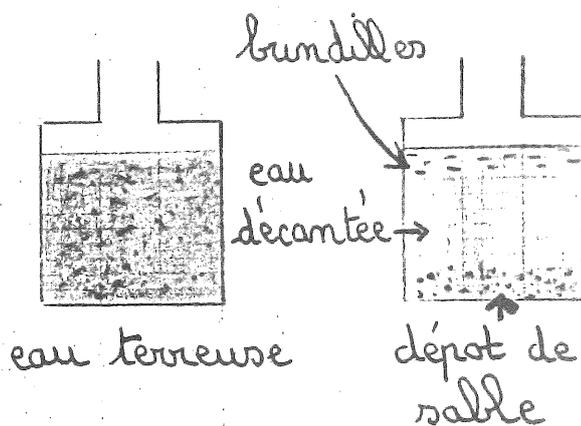
La vapeur du brouillard.

# L'eau naturelle

## Compte-rendu d'expériences

### 1<sup>o</sup> expérience : la décantation de l'eau

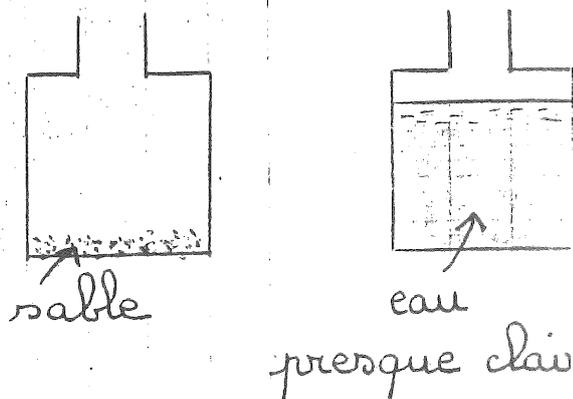
Dans un flacon, nous avons mélangé de la terre, du sable et de l'eau de mer. Nous avons secoué ce flacon et l'eau est devenue marron foncé. Quelques minutes plus tard, le liquide est redevenu clair : le sable, plus lourd, s'est déposé au fond du flacon et les petites brindilles sont remontées à la surface. L'eau s'est décantée.



B

### 2<sup>o</sup> expérience

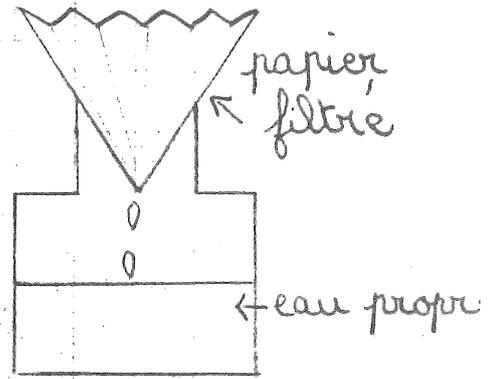
Nous avons transféré l'eau de la bouteille dans un deuxième flacon en faisant attention de ne pas verser le sable en même temps. L'eau est beaucoup plus claire qu'avant.



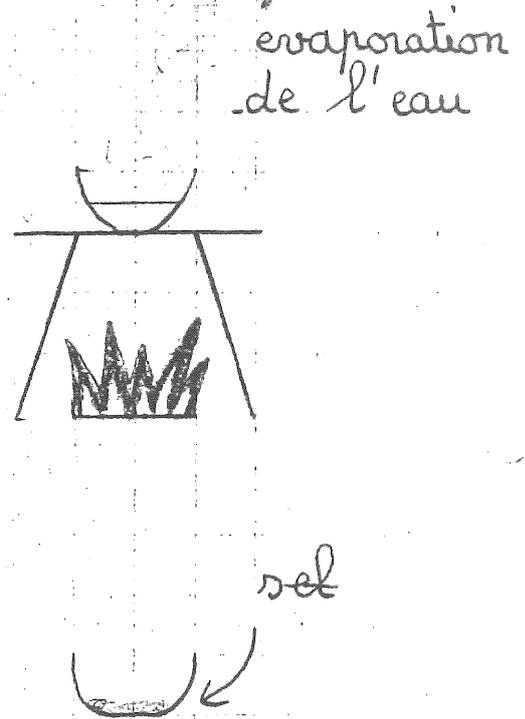
3<sup>e</sup> expérience

Nous avons fait passer  
 l'eau à travers un filtre  
 et nous avons remarqué  
 que l'eau est presque  
 claire : les brindilles sont  
 restées dans le papier  
 filtré.

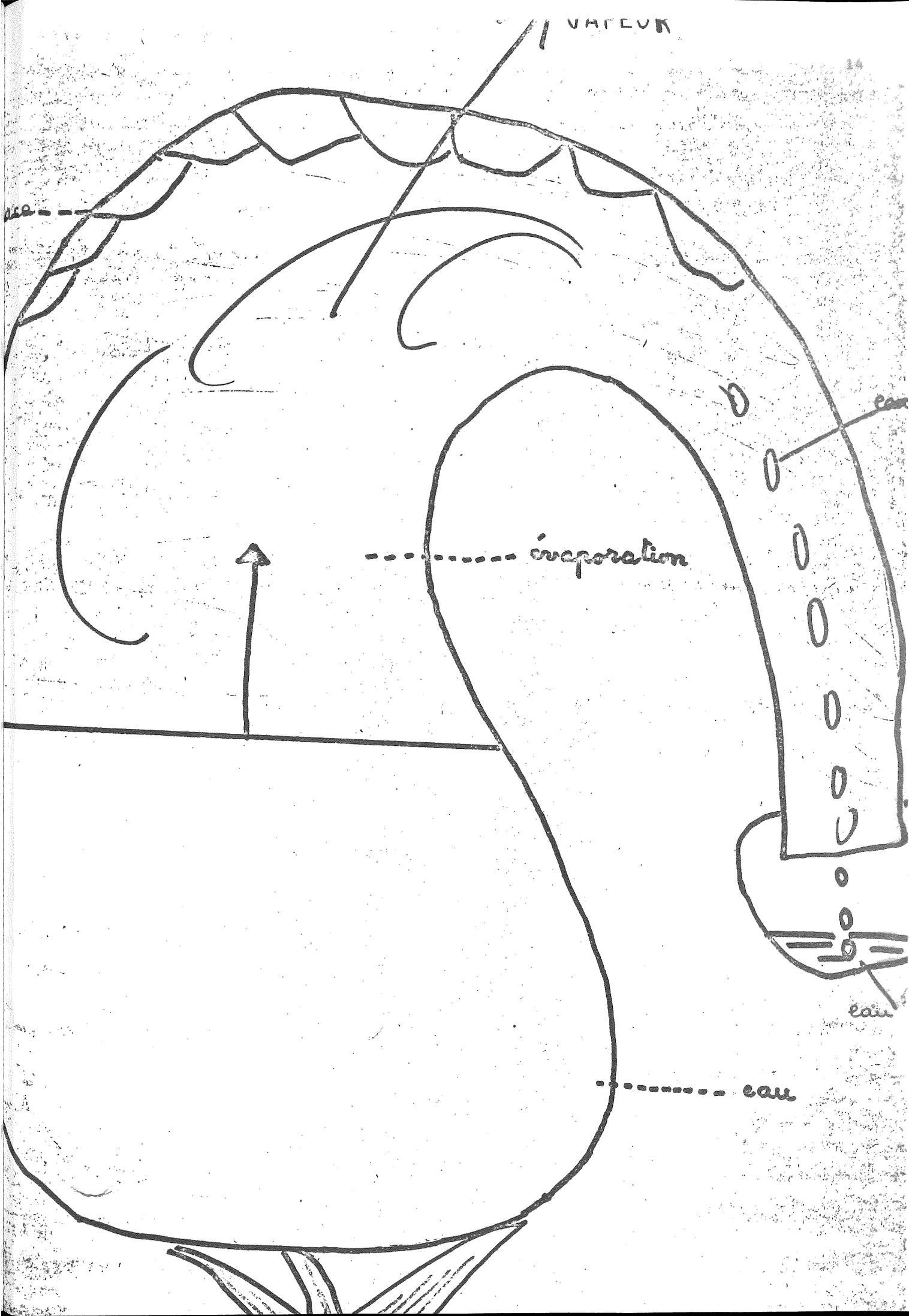
L'eau maintenant est  
 propre : elle est filtrée.

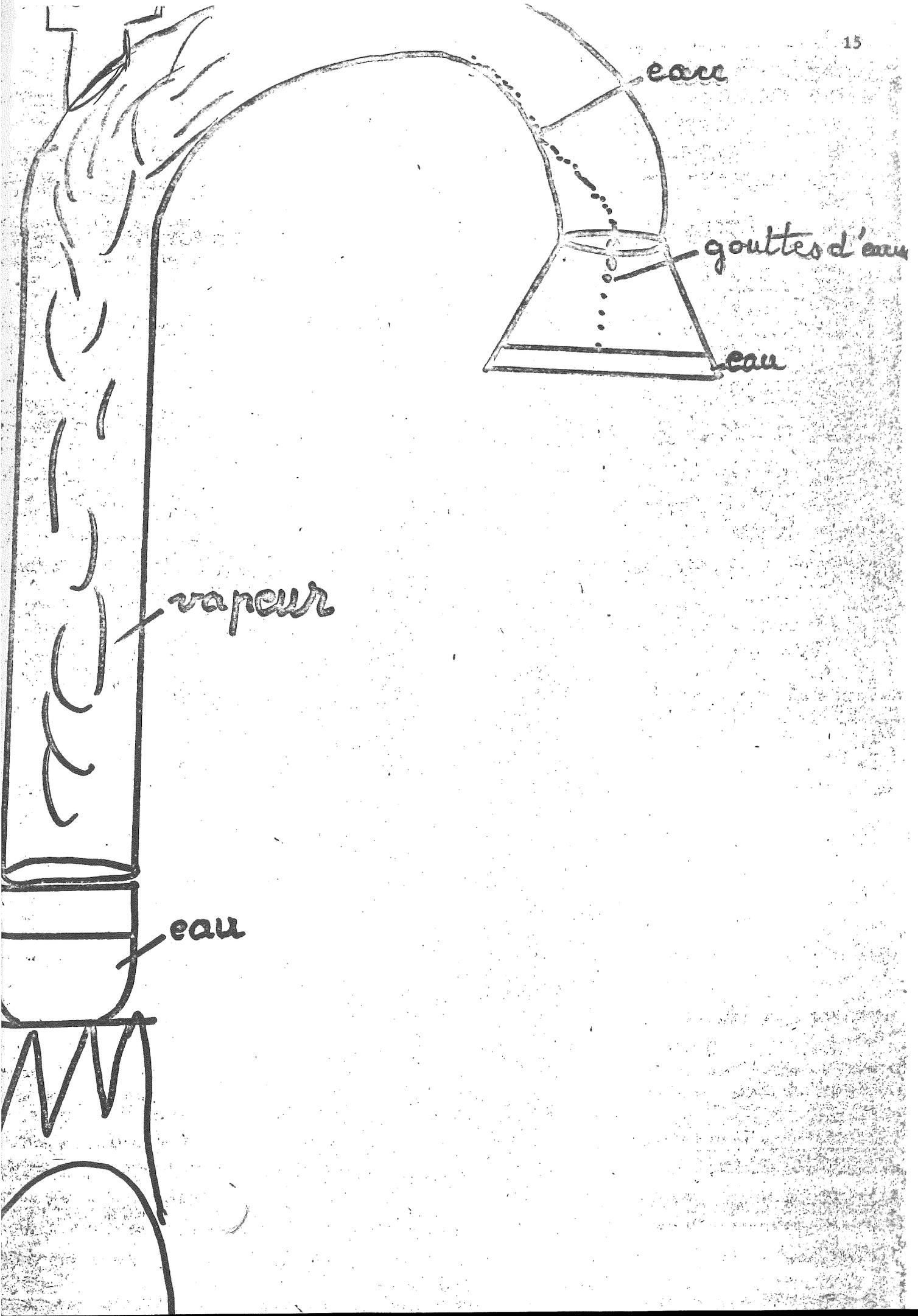
4<sup>e</sup> expérience

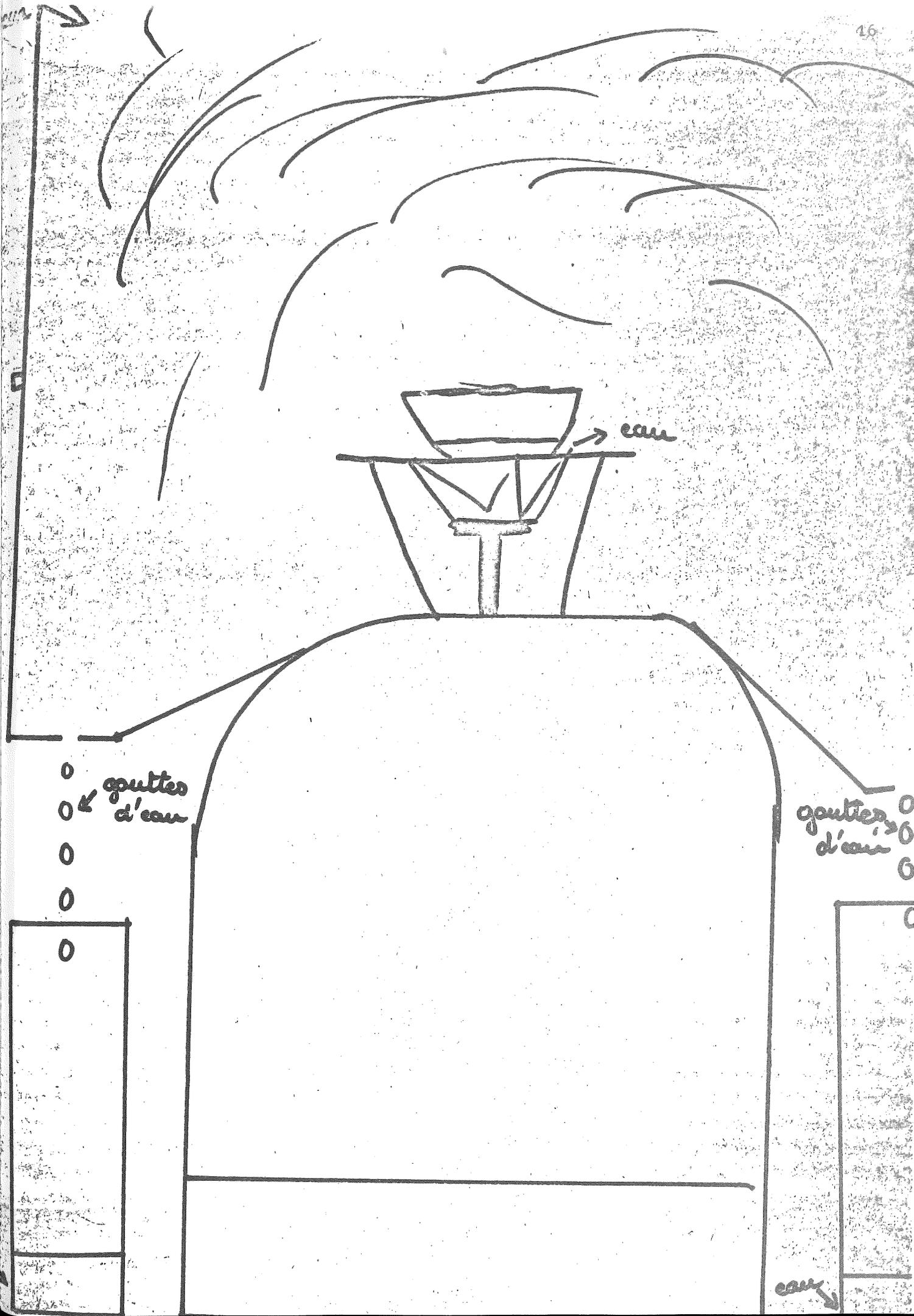
La maîtresse a versé l'eau  
 filtrée dans une petite  
 coupelle en pyrex et l'a  
 faite chauffer. Au bout  
 de quelques minutes,  
 l'eau a bouilli et s'est  
 évaporée et nous avons  
 constaté qu'il restait du  
 sel au fond de la cou-  
 -pelle : l'eau n'était pas  
 pure car il restait du  
 sel.

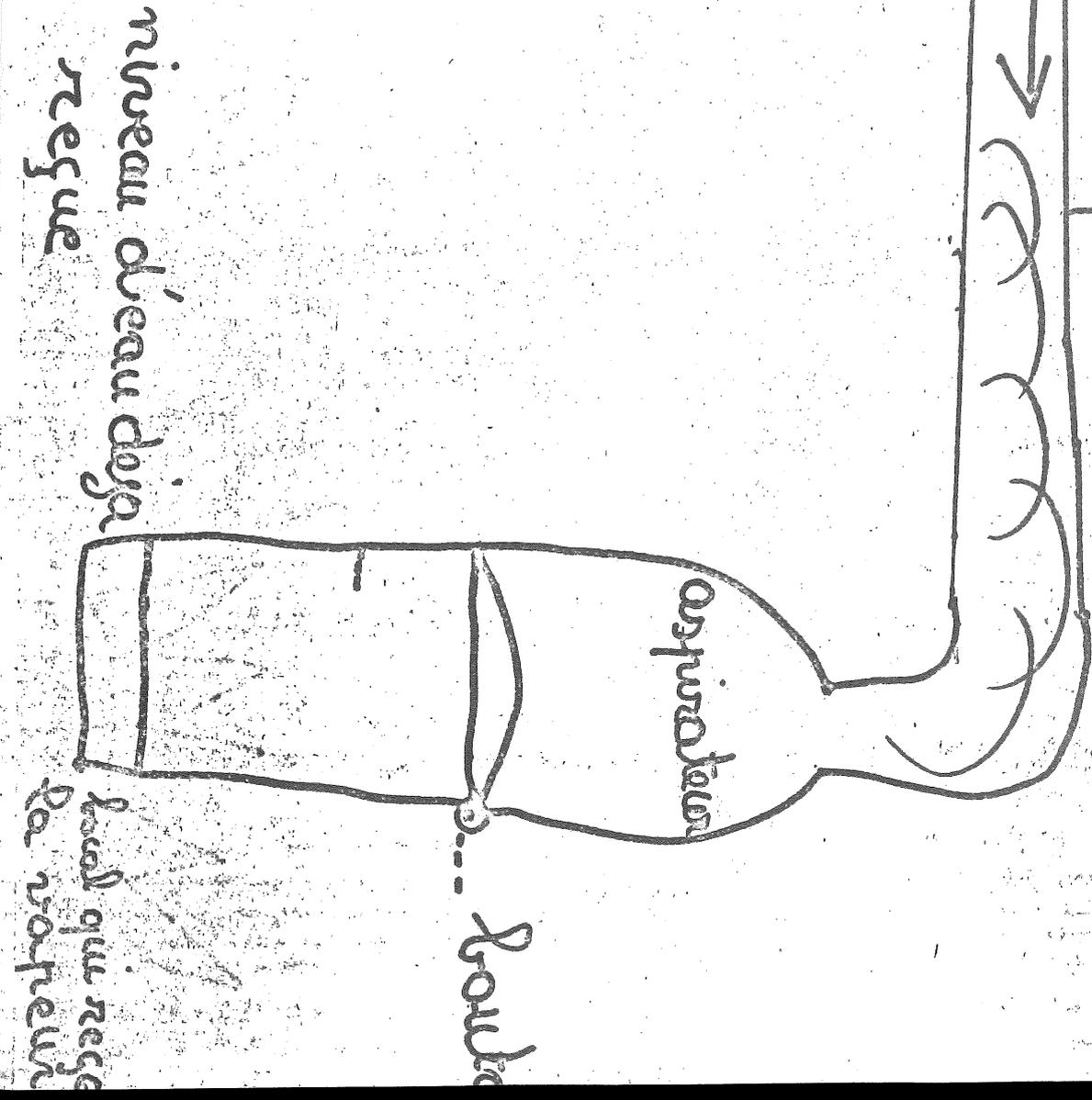
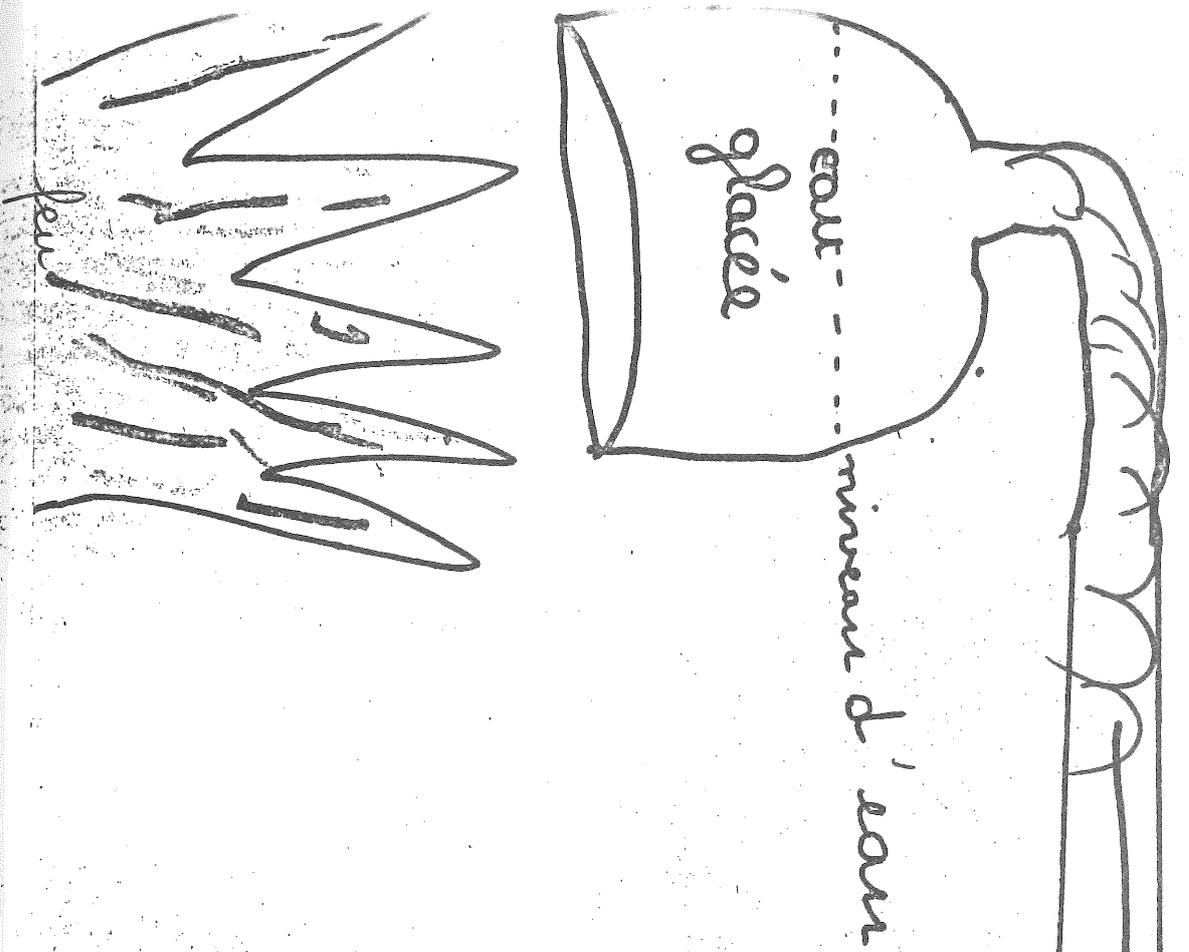


VAPEUR









vapeur qui passe

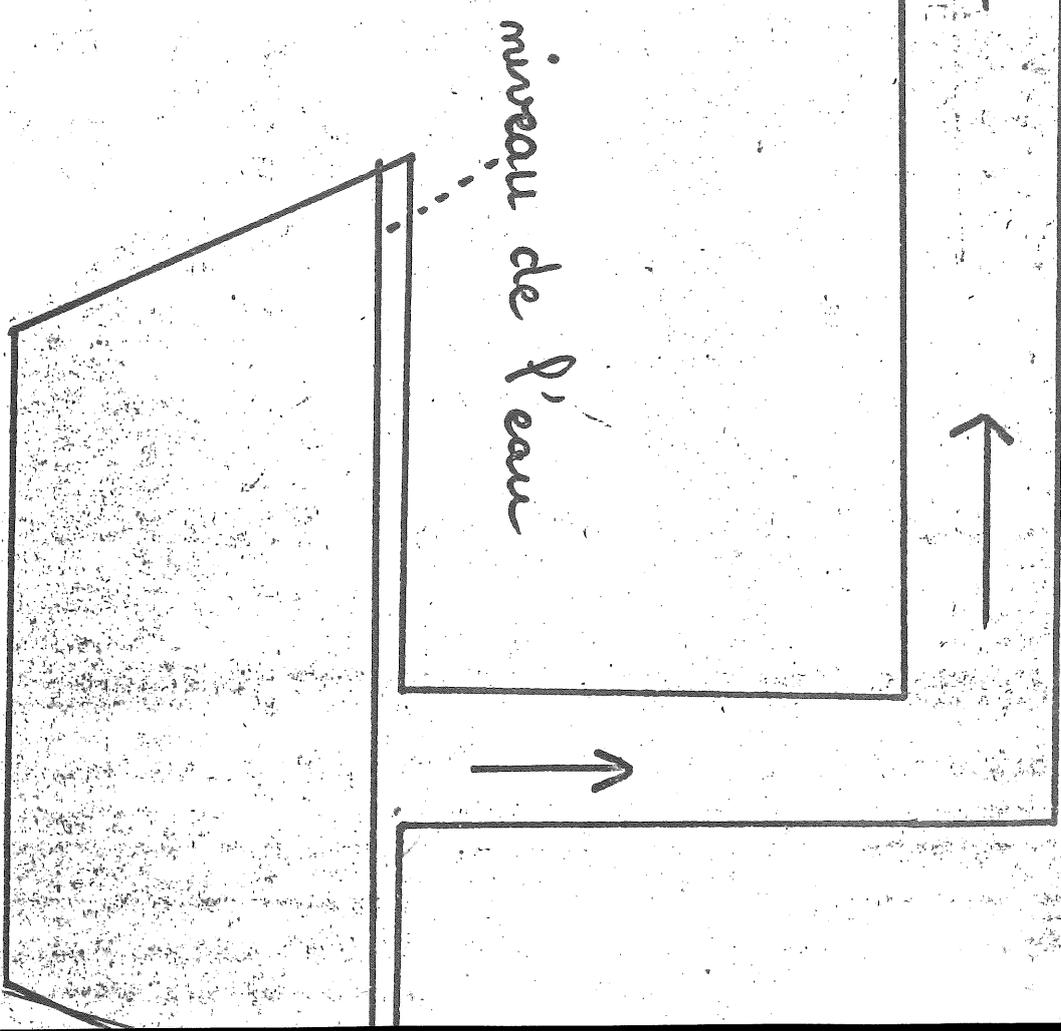
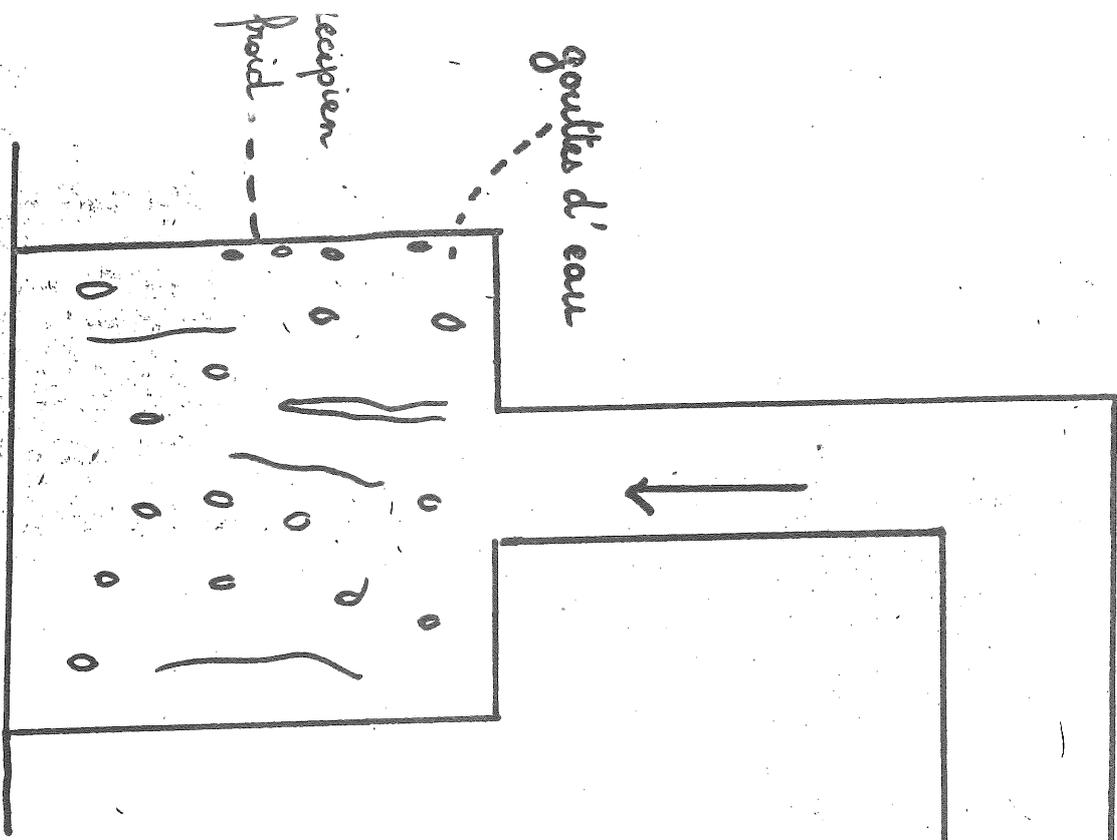


aspirateur

Bouche

niveau d'eau déjà reçue

l'eau qui reçoit la vapeur



111

## ELECTRICITE

-----

25 Avril

Le VillageI. Réflexions:

- "J'appuie sur ce bouton" (les lampes s'allument)  
 "Les lampes marchent avec l'électricité!"
- "Mais quelquefois, elles ne s'allument pas. Pourquoi?"  
 "La lampe est grillée" - "un fil est coupé" - "deux fils se touchent"
- "Chez vous, qu'est-ce qui marche à l'électricité"? (Recherche et énumération.....)
- "Qu'est-ce que c'est?"  
 "De l'énergie!"
- "Pourquoi réponds-tu cela?"  
 "Parce que ça fait marcher les choses"
- "Et le "ça" de ta phrase, qu'est-ce que c'est?"  
 "On la fait avec de l'eau": réponse à côté de la question, qui semble les satisfaire pour le moment.

On passe au sujet de l'après-midi:

- "Nous allons mettre les lumières au village de Stéphane et Stéphanie; vous êtes les ingénieurs chargés de prévoir l'installation"
- Ils proposent déjà leurs idées; on les arrête pour le moment.
- "Il faut que ce soit sans danger pour nous!"  
 "On mettra le courant à 10 Volt par exemple!"
- "Mais comment crois-tu que ce sera possible avec le courant de la prise?"
- La question les embarasse, puis quelques uns suggèrent:  
 "On prendra plutôt des piles"
- "En voici. Qu'est-ce que c'est?"  
 "Une bonbonne d'électricité"
- "A peu près; disons plutôt une réserve; à l'intérieur, il y a des produits chimiques qui font le courant; vous l'apprendrez en détail plus tard; Aujourd'hui nous allons voir comment faire les branchements pour que les lampes marchent".

II. Les essais:

On distribue les piles (une par équipe) et on commente rapidement l'étiquette.

- "Quelle est la partie importante?"  
 "Ça" - "Les deux morceaux de fer" - "Mais non c'est du cuivre" - "C'est pour mettre les fils dessus".
- "Comment faire pour allumer une lampe?; réfléchissez puis passez-moi votre commande!"

Tous veulent des fils (ce sont des fils électriques dédoublés et dénudés aux deux extrémités); 2 par équipes; ils pensent presque tout de suite à en faire partir un de chaque borne de la pile.

Pour brancher l'ampoule (3,5V- 0,2A- ampoule de lampe de poche), c'est plus long; ils hésitent beaucoup, et veulent tous réunir les 2 extrémités des fils, avant de les poser sur le pourtour de l'ampoule.

Ils remarquent alors que tout devient chaud. On les arrête et on signale que c'est un court-circuit, qu'on va vider la pile très vite et qu'il faut l'éviter.

Ils cherchent autre chose et commencent à remarquer la pastille grise à la base de l'ampoule. Puis peu à peu, des lampes s'allument; c'est le plus souvent par hasard; on en fait analyser les conditions à chaque équipe au fur et à mesure de leur succès.

Puis certains pensent que ce n'est pas commode parce que les fils ne tiennent pas sur l'ampoule et demandent de la pâte à modeler; toutes les équipes finissent par se rallier à cette solution et fabriquent des agencements variés faisant office de "douille" et de "pied de lampe"!

### III. Discussion:

- "Vos idées sont variées; mais qu'est-ce qu'on trouve de pareil dans toutes les équipes?"

"L'endroit où les fils doivent toucher la lampe"

- "Dans quel cas la lampe ne s'allume pas?"

"Quand les fils se touchent"

"Quand on a mis de la pâte à modeler sur les fils!"

Sur ce point, tous ne sont pas d'accord; il s'ensuit une discussion entre eux; on leur fait reprendre les essais. Finalement, ils s'entendent sur l'endroit des fils où ne doit pas être la pâte à modeler, c'est-à-dire sur les points de contact.

- "L'un d'entre vous va faire un dessin"

Il commence par la pile; puis il est embarrassé par le dessin des fils; il représente la gaine en plastique; c'est confus.

Alors, on explique comment est fait le fil; on demande qu'est-ce qui laisse passer le courant: "c'est le cuivre". Quelqu'un propose: "On pourrait dessiner un seul trait"; "ce serait le cuivre". Le dessin est terminé.

- "Suis le passage du courant"

"Il y a 2 trajets!"

"Il sort de chaque lamelle de cuivre et monte dans les 2 fils en même temps"

"Dans l'ampoule, il se transforme en lumière".

On ne détruit pas cette idée pour l'instant; la suite leur fera-t-elle comprendre?

### IV. L'installation dans le village:

#### 1. Les projets: recherche par le dessin

- "Nous voulons pouvoir tout éteindre ou allumer en même temps"

Les projets proposent des montages "en série" ou en "parallèle". Les plus perfectionnés sont essayés avec 2 ampoules seulement.

Ils réussissent à les faire fonctionner.

Installation électrique au village

Le travail sur l'électricité a fait naître de nombreuses questions sur le courant électrique.

"Qu'est-ce qui court dans les fils?"

On ne voit rien.

"Pourquoi on sent quand on met le doigt mouillé, mais on ne voit rien?"

"Est-ce que l'énergie électrique c'est une force comme on a appris?"

"Est-ce qu'il y a un sens?"

"Alors il y a des choses qui existent et qu'on ne voit pas?"

\*Pour tenter de répondre à ces questions j'ai essayé, sous forme d'histoire de les initier à la composition de la matière.

(Mélange - corps composés, corps simple - molécules, atome et son organisation)

\*Suite de leçons possibles pour montrer qu'il y a des "choses" qui existent et que l'on ne voit pas: les gaz (air, CO<sub>2</sub>.....)

(pour l'année prochaine)

"Ressorts et Proportionnalité"

12 Mai

\* Il s'agit, après avoir traité en mathématique de la proportionnalité et dégagé ses lois (plusieurs leçons), de découvrir qu'un ressort peut servir de balance.

Travail fait par équipe de 6 élèves (4 équipes), chaque équipe ayant à sa disposition:

- 1 ressort suspendu au mur contre une grande feuille blanche
- 1 série de masses marquées variant avec chaque équipe, et dont la combinaison donnera un échelonnage varié
- 1 feuille blanche où chaque équipe fera son tableau de correspondance

Première étape: présentation du matériel  
indications de travail

Seconde étape: travail d'équipe

Troisième étape: Les résultats des différents tableaux sont recopiés au tableau noir.

Observation des résultats --- recherches --- constatations:  
dans chaque tableau les deux séries de nombres répondent aux lois de la proportionnalité. Bien que nous ne connaissions pas l'opérateur commun, nous pouvons dire que les nombres sont proportionnels (marge d'erreurs expliquée)

Quatrième étape: Utilisation de cette propriété: les enfants découvrent que le ressort peut servir de balance.

.... Exercices pratiques de comparaison de masses et de pesées.

Exemple d'un tableau

Masses(en g)	allongements(en mm)
--------------	---------------------

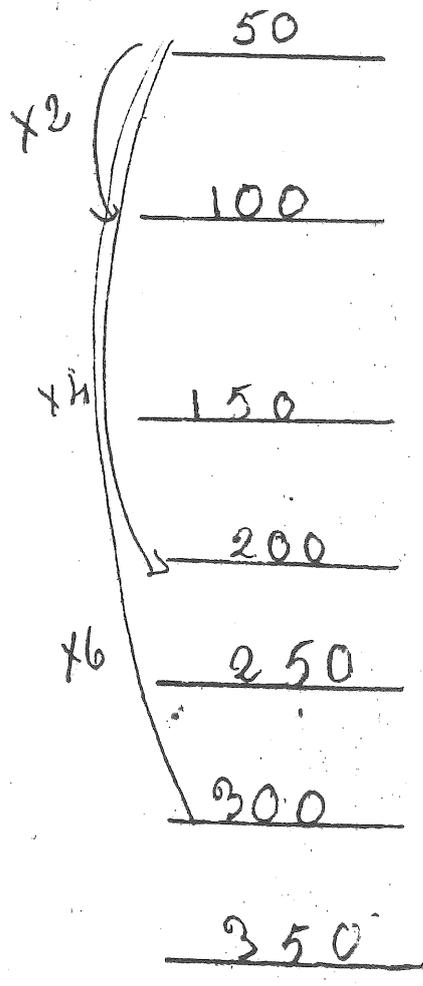
(Voir exemples sur les feuilles suivantes)

	de Lengte in mm	de Breedte in mm
200 g	29 mm	29 mm
500 g	88 mm	59 mm
1000 g	180 mm	84 mm
2000 g	360 mm	180 mm
5000 g	mm	mm
100	198 mm	198 mm
200	400 mm	200
300		
400		

masse en g

mesure en mm

différence en mm



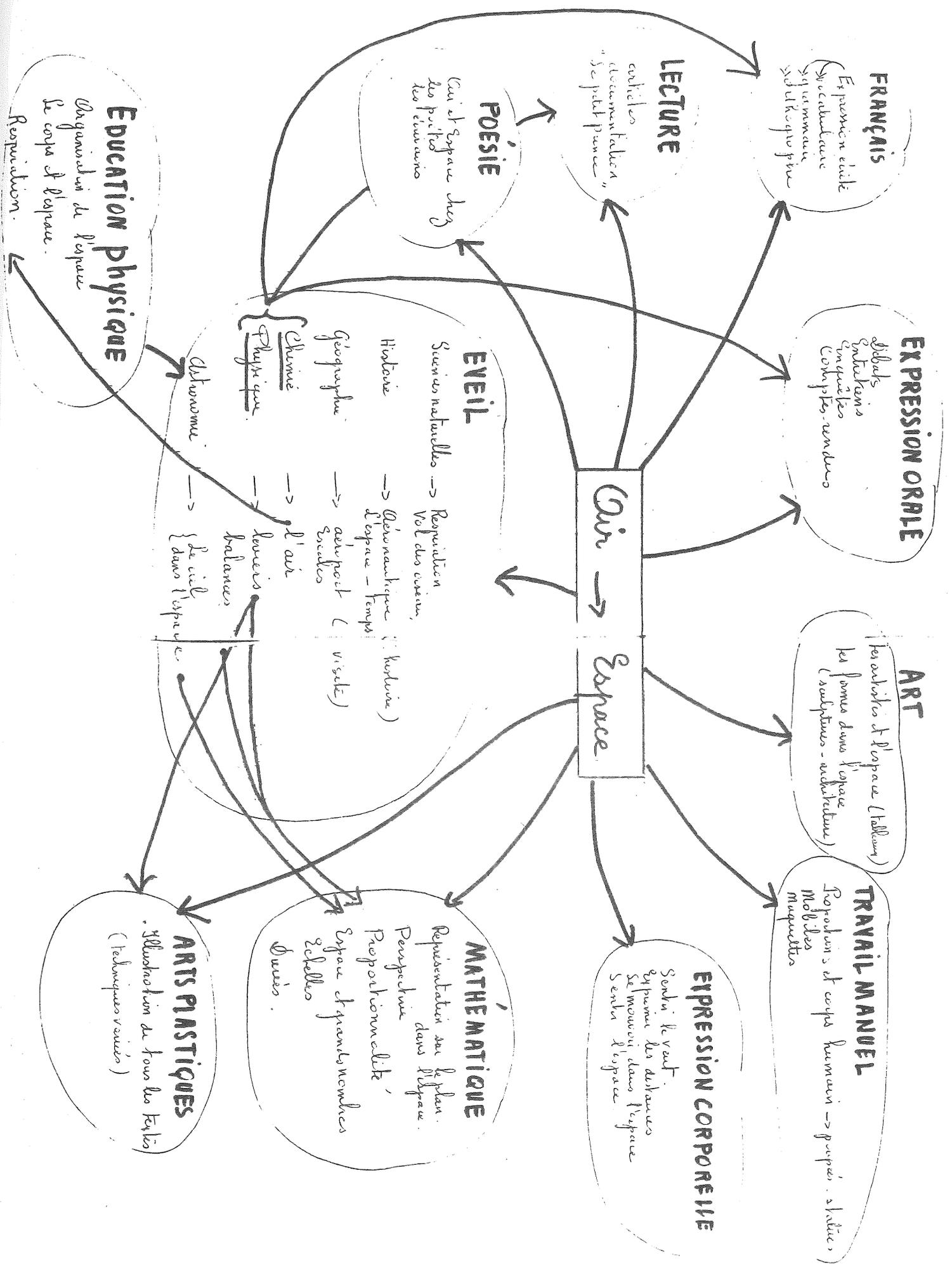
102	102
200	98
300	99
395	94
402	101
600	100
700	99

$$\begin{array}{r}
 300 + 50 = 350 \\
 \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\
 600 \quad 102 = 702
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 100 + 200 = 300 \\
 \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\
 200 + 395 = 595 \quad 600
 \end{array}$$

DEUXIEME PARTIE

CM<sub>2</sub> : ANNEE 1975-1976



## Qu'est-ce que l'air?

L'air est le voile transparent qui habille la terre (Désatrice)

L'air c'est le souffle du vent. (Pascal)

L'air c'est quelque chose qui nous touche, mais qu'on ne peut pas toucher (Dorothée)

L'air est un char invisible qui porte les nuages et sème les étoiles (Jean-Marc)

L'air est un fantôme qui hante la terre et que l'on rencontre partout (Joël)

ly

## L'AIR

---

Première leçon: 27 Octobre 1976

---

- "Où est l'air?"
  - "Partout"
  - "Mais il n'occupe pas tout l'espace, il n'est qu'autour de la terre."
- "A quoi est-il utile?"
  - "Respirer"
  - "Voler"
- "Comment peut-on le sentir?"
  - "Par les courants d'air"
- "Et le voir?"
  - "Par les feuilles qui bougent"

Ayant ainsi vérifié les connaissances immédiates des élèves, on commence les manipulations.

Ils sont 4 groupes de 6; chaque groupe dispose d'une petite bassine remplie d'eau, de 2 petits bocaux, d'un entonnoir, d'un flacon de 125 cm<sup>3</sup>, d'un peu de pâte à modeler, d'un tube à essai.

- "Nous disons que ce flacon est vide."
  - "Non, il est plein d'air!"
- "Nous allons chercher à le vérifier."

On leur explique de remplir d'eau le flacon avec l'entonnoir.

"Quand l'eau entre, elle prend la place de l'air"

- "Que faire pour empêcher l'eau d'entrer?"

Quelques uns proposent:

"Verser l'eau d'un seul coup"

Ils essaient; l'eau entre tout de même un peu.

- "Pourquoi?"
  - "De l'air s'échappe entre le goulot et l'entonnoir"
  - "Il faut mettre de la pâte à modeler autour."

Nouvel essai; un groupe échoue; mais il remarque qu'il y a une petite brèche. La réparation faite, il constate son succès, alors que les autres groupes font à leur tour la vérification inverse. Tous se mettent d'accord:

"L'eau est lourde; l'air la pousse par dessus et la fait descendre de l'entonnoir dans le flacon."

"Mais s'il ne peut pas sortir du flacon, il la pousse aussi par dessous, et elle ne descend pas".

Les équipes font le dessin de cette expérience. (fig.1)

Leurs dessins terminés, quelques uns font, seuls, d'autres essais; ils demandent à faire part de leurs idées:

"Si je mets une bouteille renversée et droite dans l'eau, l'eau n'y entre pas; mais je la penche, il en sort des bulles et l'eau y entre."  
 "J'ai mis dans l'eau un entonnoir renversé, mais j'avais bouché le tuyau avec le doigt; si j'essaie d'enfoncer l'entonnoir dans l'eau, je sens une force sur le doigt; quand j'enlève mon doigt, l'eau fait un jet, parce que l'air est sorti d'un coup."

- "Nous allons essayer de recueillir dans un bocal, l'air se trouvant dans le flacon".

Cette proposition les rend perplexes:

"Il faudrait un bocal sans air!"

On demande aux équipes de faire des essais séparément.

Au bout de quelques minutes, 3 sur 4 ont trouvé comment faire, mais une seule arrive à une réalisation à peu près correcte. (fig.2)

On leur montre que l'inclinaison règle le débit, qu'il n'est pas nécessaire de se dépêcher; ils veulent ensuite essayer de remplir un tube à essai par la même méthode; ils remarquent que c'est plus difficile car l'ouverture est plus étroite.

- "Nous remarquons que l'air monte dans tous les cas d'expériences."

"Il est plus léger que l'eau"

Les densités n'ayant pas encore été étudiées, on conserve cette affirmation.

- "Quelle forme a l'air?"

Ils hésitent....

- "Il se met n'importe où"

"Il n'a pas de forme"

"Il prend n'importe laquelle"

On distribue ensuite des seringues (sans aiguilles), et ils la font marcher tout de suite:

"En appuyant, on force l'air à sortir"

Mais ils pensent surtout à aspirer; ils la bouchent, et tirent le piston:

"L'air peut grandir"

"Le piston revient"

"C'est comme un élastique"

On leur propose de faire un essai analogue, en appuyant sur le piston, jusqu'au bout. (fig.3)

"On ne peut pas"

"L'air résiste"

"C'est de l'air comprimé"

- "Et avec de l'eau, à la place de l'air?"

Ils remplissent leurs seringues

"Ça ne marche pas du tout"

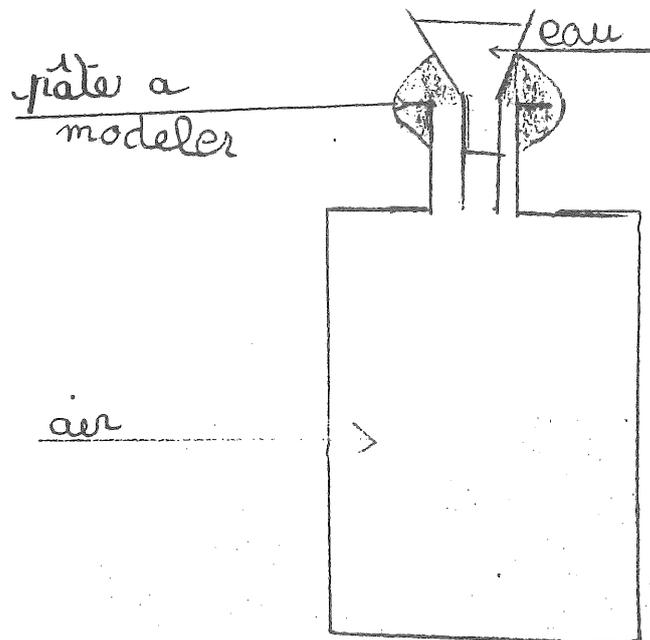
Une dernière expérience, pour montrer l'influence de la chaleur; elle est réalisée par un seul, muni d'un gant de caoutchouc:

La seringue tenue bouchée, est plongée quelques minutes dans de l'eau chaude (60° environ). Il appuie sur le piston; celui-ci s'enfonce moins:

"L'air chaud est moins compressible"

"Il fait plus de force sur le piston"

Ils terminent cette leçon de prise de contact avec les propriétés physiques de l'air par des dessins des dernières expériences, et on leur réalise celle montrant que l'air est pesant. (fig.4 et 5)



L'air ne pouvait pas passer car les trous étaient bouchés et l'eau est restée dans l'entonnoir.

Fig. 1

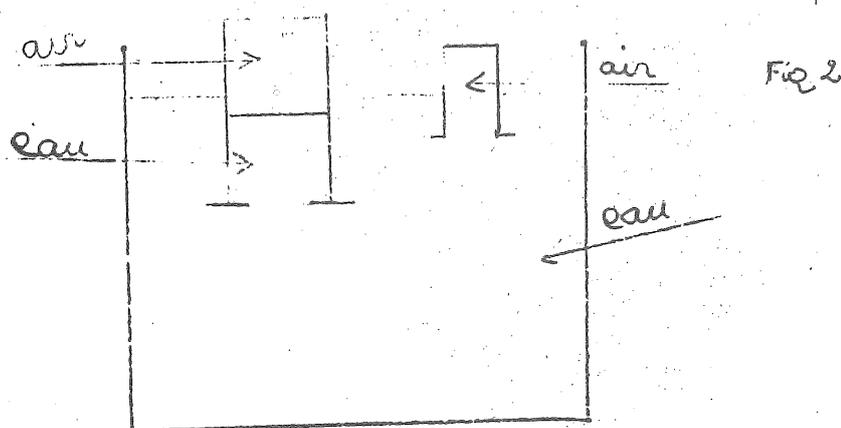
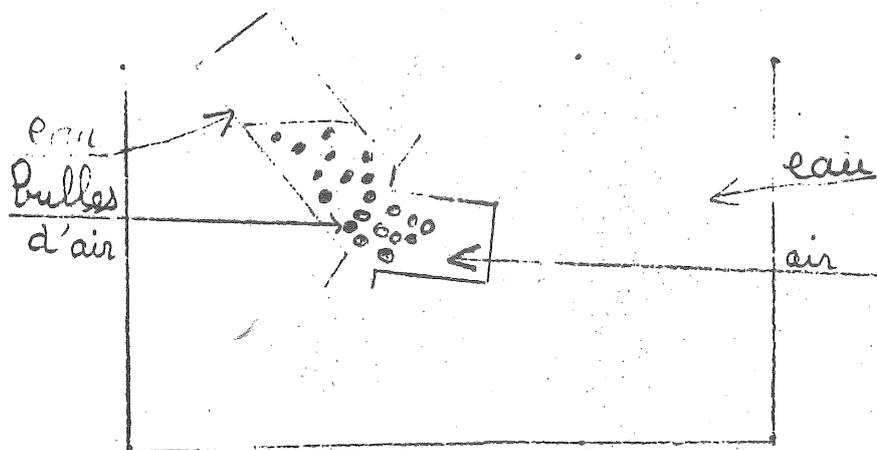


Fig. 2



Nous avons récupéré les bulles qui sortent d'un flacon dans un autre. L'air prend toute les formes.

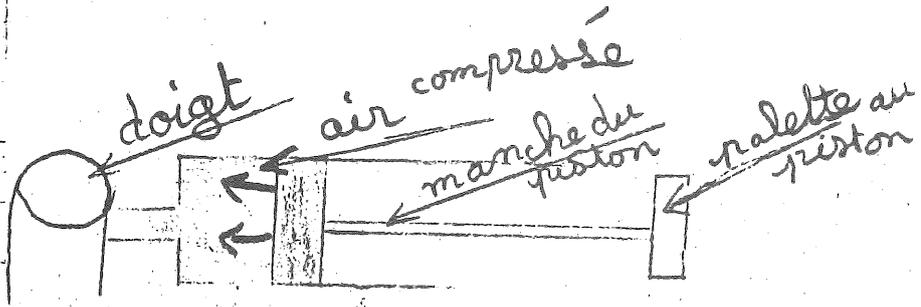
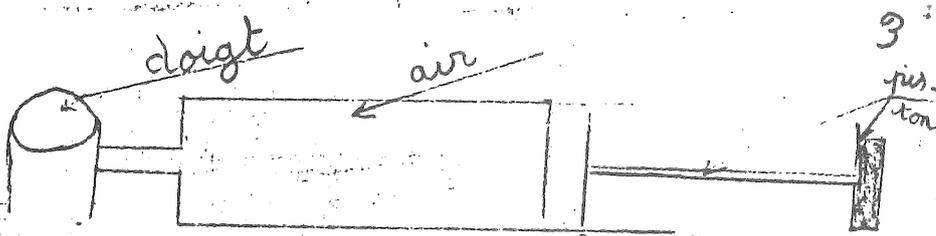
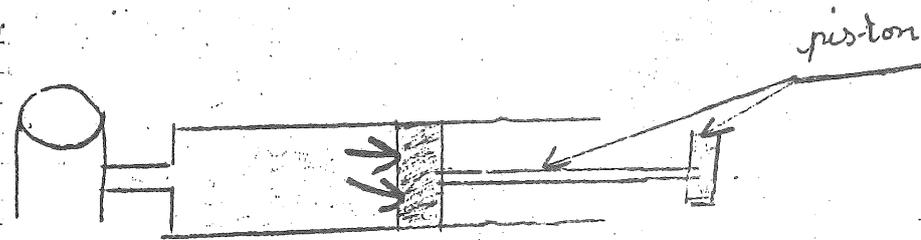
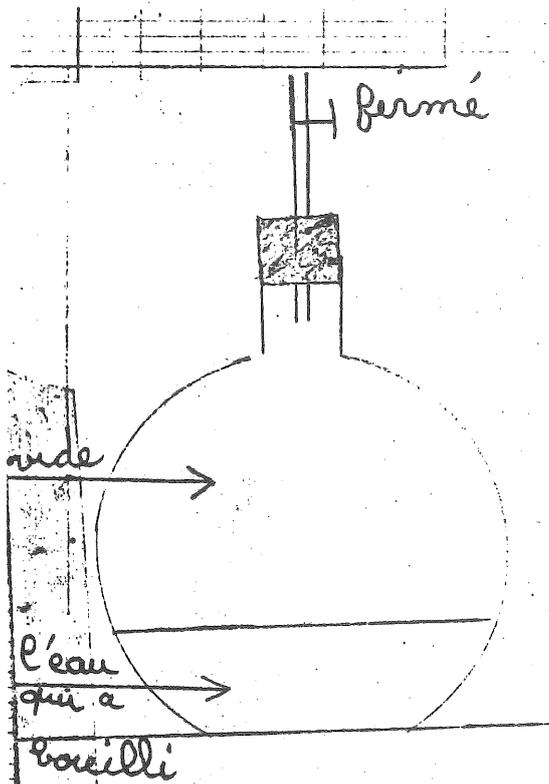


Fig 3



je bloque le piston  
 l'air repousse le piston  
 il est extensible



l'air est pesant

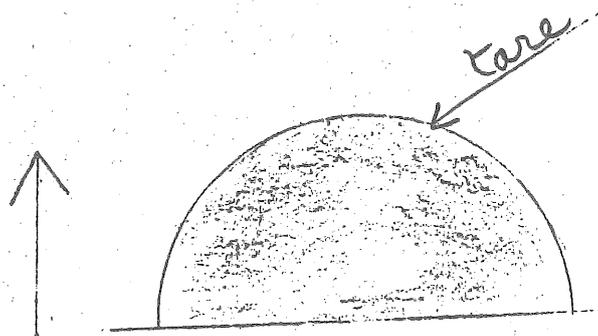


Fig 4

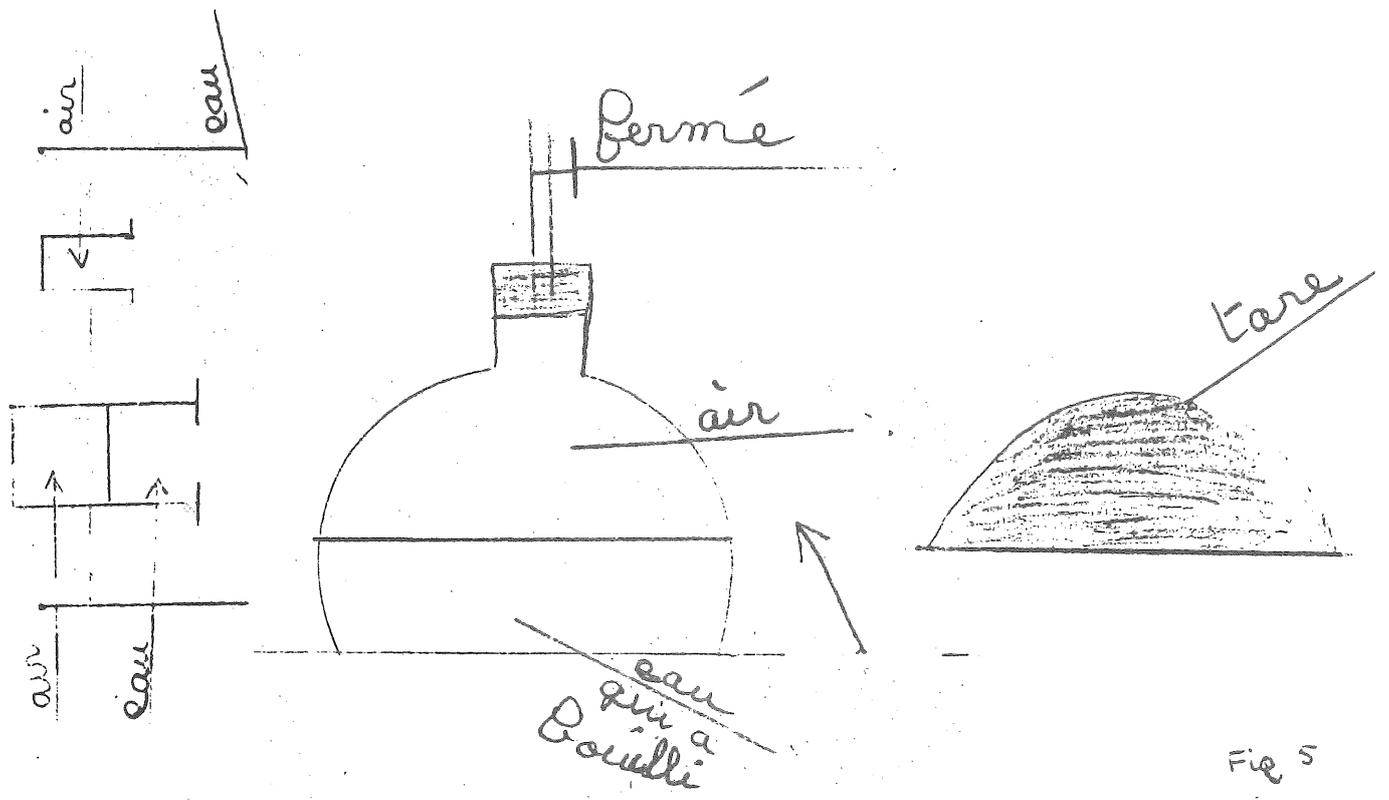
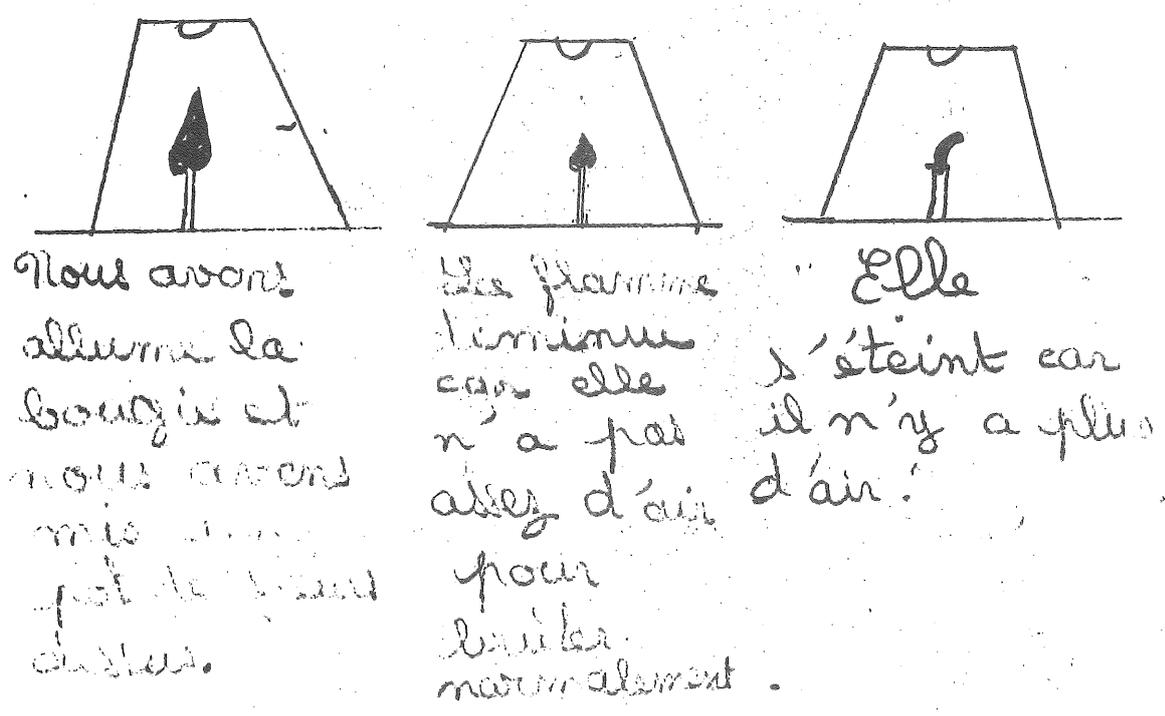


Fig. 6



Deuxième leçon: 17 Novembre 1976

---

### LES COMBUSTIONS

Matériel par équipe: un bocal à confiture  
 son couvercle équipé d'un fil de fer tenant une bougie  
 une autre bougie  
 une planchette (ou un carreau de faïence)  
 des allumettes  
 un bécher  
 de l'eau de chaux

Au début de la séance on demande aux élèves de résumer les idées de la précédente:

"L'air est partout"  
 "Il est plus léger que l'eau"

#### 1ère expérience:

1°) Les équipes allument leur bougie posée sur la planchette et la laissent brûler à l'air libre; ils notent leurs observations (voir annexe)

Ils allument celle du bocal et le ferment.

Sur celle qui brûle à l'air libre, ils placent le pot en terre cuite, ferment le trou avec leur doigt; puis ils recommencent en calant le pot sur des morceaux de craie pour le surélever. (fig.6)

2°) Ils posent leurs questions à la classe, qui rectifie selon ses impressions:

"Pourquoi la bougie s'éteint-elle sous le pot de fleur même quand le trou reste ouvert? puisque l'air passe partout, il passe aussi par ce trou!"

"La chaleur a fait noircir le pot!"

"Non, c'est la fumée! Elle a déposé quelque chose, je l'ai enlevé avec mon doigt!"

"C'est de la suie!"

"Du carbone!"

"Quand il y avait les morceaux de craie, la bougie ne brûlait pas très bien; la flamme clignotait"

"En haut du bocal, à l'intérieur, c'est mouillé; on dirait de la buée".

- "Alors, qu'est-ce qui s'est passé?"

Les interprétations sont un peu surprenantes:

"La fumée étouffe la flamme"

(Ces réponses contiennent tout de même l'idée de la nécessité de l'air et de la formation de la "fumée" qui n'entretient pas la combustion)

On continue.....

#### 2ème expérience: (fig.7)

Ils ont vu avant la séance qu'on filtrait un liquide blanc et qu'on obtenait un liquide limpide; on leur en dit le nom

- "C'est de l'eau de chaux, versez-en dans le bocal"

"L'eau devient sale!"

"C'est la fumée qui la salit"

"Non, c'est la buée!"

"Il y a un voile au-dessus de l'eau".

On reprend l'expérience pour tous; on rallume une bougie: elle brûle bien, on la met dans le bocal, elle brûle encore.

- "Qu'y-a-t-il dans le bocal?"  
 "De l'air!" admettent-ils tous  
 "Pour l'instant" rectifie l'un.

- "Pourquoi?"  
 "Parce qu'à la fin, il n'y en a plus"  
 "Alors la bougie s'éteint parce qu'il n'y a plus d'air"  
 "Et quelque chose a remplacé l'air"  
 "C'est ce qui trouble l'eau de chaux"

3ème expérience On leur donne encore de l'eau de chaux et on leur demande de souffler dessus: (fig.8)

"Elle devient trouble!"

- "Donc en respirant nous rejetons la même chose"  
 "Et c'est donc un gaz"  
 "Oui, c'est du gaz carbonique!"

Plusieurs sont sûrs de ce mot, on leur demande comment ils le connaissent; pour certains, on le leur a appris à la maison; mais d'autres se souviennent qu'on leur en a parlé en classe à propos des plantes. L'un remarque que le gaz carbonique est donc plus lourd que l'air, et plus léger que l'eau.

On dissipe tout de même brièvement un malentendu possible:

- "Ce que tu vois près de la surface de l'eau n'est pas le gaz carbonique lui-même; c'est l'eau de chaux qui s'est transformée à cause de lui"

Il suit une discussion pour comparer notre respiration et la combustion de la bougie (nécessité de l'air, production de chaleur, rejet de gaz carbonique)

"Et la buée?" demande quelqu'un.

On lui conseille de souffler sur la vitre froide, tout le monde est convaincu.

On donne les termes de combustions vives et combustion lente

On ajoute pour terminer que le gaz qui est utile pour les combustions est l'oxygène (ils connaissent bien le mot), que l'autre est l'azote (ils l'ont rencontré dans un texte)

Troisième leçon: 1 Décembre 1976

---

LES COMBUSTIONS (Suite)

- "Résumons ce que vous avez fait pendant la dernière séance"

"Des expériences avec des bougies pour prouver que la bougie pour rester allumée a besoin d'air"

D'autres élèves résumant la suite:

"Nous soufflons le même produit que celui que donne la bougie qui brûle"..  
et l'un ajoute:

"S'il n'y avait pas de gaz carbonique dans l'air, la bougie ne s'éteindrait pas quand on met le bocal dessus"...

Personne ne semble suivre son point de vue, et on lui demande des précisions; il persiste dans son idée. On recommence lentement l'expérience devant lui; il voit que la bougie brûle un moment sous le bocal, et comprend enfin qu'il y a du gaz carbonique quand elle a brûlé, et conclut:

"La bougie s'éteint parce qu'il n'y a plus d'air, donc elle a besoin de quelque chose et produit autre chose".

1ère expérience:

On commence les expériences prévues; celles-ci n'avaient pas reçu d'interprétation:

- "Allumons une bougie, posons sur elle un pot à fleurs en terre renversé. Dans le fond, il y a un trou".

La bougie s'éteint.

- "Pourquoi?"

Ils ne trouvent pas tout de suite;

- "Que fabrique-t-elle en brûlant?"

"Du gaz carbonique!"

"L'air ne peut pas entrer par le trou"

"C'est le gaz carbonique qui ne sort pas!"

"puisqu'il est lourd!"

On rallume la bougie et on cale le pot sur 3 bâtons de craie; elle reste allumée:

"Maintenant le gaz carbonique est par en bas"

"Alors, l'air peut rentrer!"

Quelqu'un demande perplexe:

"Mais tout ce gaz carbonique, qu'est-ce qu'il devient dans l'air?"

Tous réfléchissent à ce problème, puis plusieurs répondent:

"Il y a les plantes!"

- "Et que font-elles?"

"Elles respirent le gaz carbonique et fabriquent de l'oxygène"

On rectifie le premier verbe: "elles mangent le gaz carbonique, mais pour respirer, il leur faut de l'oxygène comme nous".

2ème expérience:

- "Allumons le camping-gaz"

"Qu'est-ce-que c'est ce gaz?"

On donne son nom, il leur est familier.

"La flamme est bleue!"

"Et elle est très chaude!"

3ème expérience:

Un élève secoue une feuille de papier mouillée d'eau, un autre une feuille identique mouillée d'alcool: la 2ème est sèche presque tout de suite.

"L'alcool s'évapore"

"Il devient un gaz"

"Ah oui, c'est comme l'éther!"

On leur signale les dangers de l'expérience qui va suivre; tous d'ailleurs manifestent une grande prudence naturellement.

L'un d'eux verse un peu d'alcool dans un bécher, et met une allumette enflammée au-dessus du liquide. (fig.9)

Ils remarquent tous la flamme bleue, la chaleur, l'absence de "noir"; un autre becher froid, tenu au-dessus de la flamme se recouvre de buée.

- "Nous allons voir si l'oxygène est nécessaire"

"Mais forcément puisqu'il y a une flamme!"

On retourne un bocal sur le bécher; la flamme vacille et s'éteint. Quelqu'un remarque:

"On voit bien que c'est la vapeur qui brûle, la flamme ne touche pas le liquide".

"Et puis, il reste moins d'alcool qu'au début".

- "Que nous reste-t-il à chercher?"

"S'il y a du gaz carbonique!" , ce qui est tout de suite vérifié par l'eau de chaux.

4ème expérience: (fig.9)

Elle complète les précédentes: elle consiste à faire brûler au fond du bécher de petits morceaux de bois d'allumettes

Avant d'ajouter l'eau de chaux:

- "Je ne vais pas enlever les restes de bois en retournant le bécher, mais je les prends avec une pince. Pourquoi?"

"Parce que le gaz carbonique est lourd, alors il tomberait".

5ème expérience:

Du soufre en poudre est enflammé dans un têt.

Tous s'étonnent de cette lueur violette... et bientôt de l'odeur de la "fumée". Le têt est placé au fond d'un bécher, on ajoute une fleur de géranium rouge.

"Elle perd sa couleur!"

On ajoute de l'eau de chaux. Ils essaient en vain de la trouver trouble!

- "Vous paraissez très indécis!..."

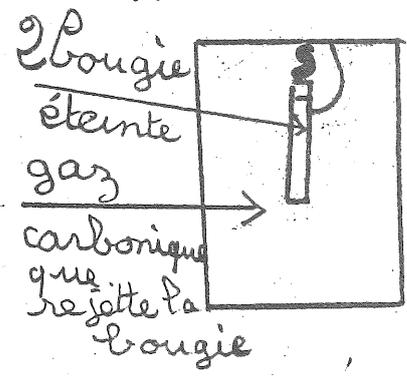
"Non, elle n'est pas trouble, c'est un gaz différent!"

- "Nous aurions pu croire que toutes les combustions donnent du gaz carbonique; ce n'est pas toujours vrai"

"Oui, mais toutes ont besoin d'oxygène!"

# L'air : Les combustions

1  dans l'air la bougie brûle bien



La bougie s'éteint <sup>peut</sup> dans le bocal fermé il lui manque quelque chose:

L'oxygène de l'air

Fig 7

ly

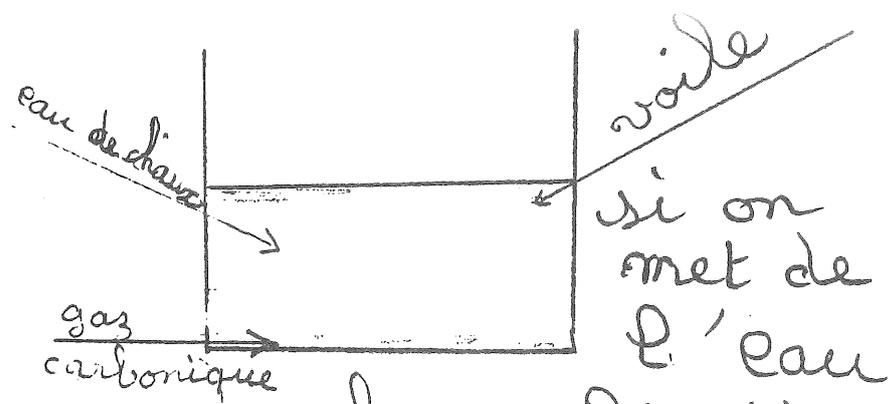


Fig 8

si on met de l'eau de chaux limpide dans ce bocal, elle se trouble à cause du gaz carbonique qui est au fond. un voile se forme à la surface

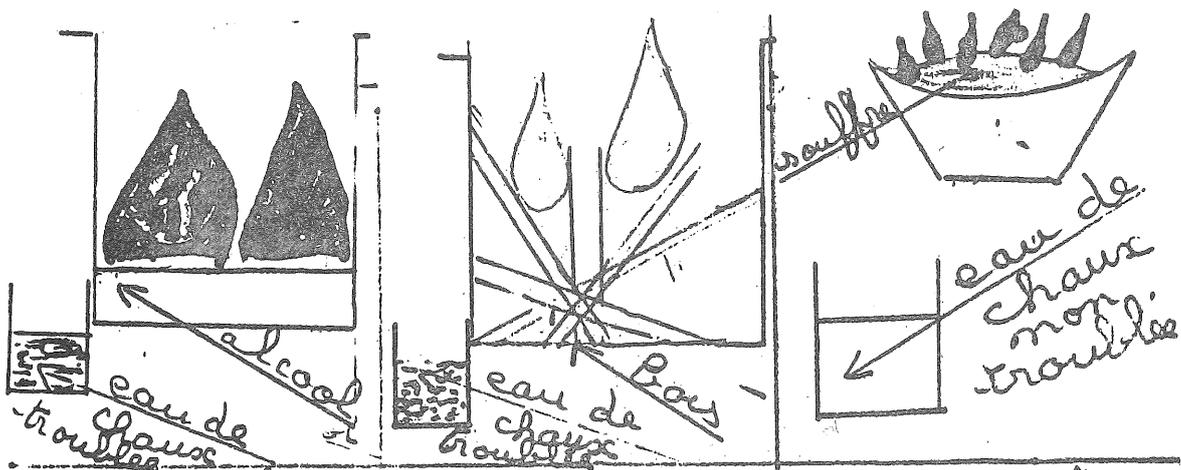


Fig 9

pour brûler, l'alcool a besoin d'oxygène et produit du gaz carbonique qui fait troubler l'eau de chaux

Comme l'alcool le bois a besoin d'oxygène et produit du gaz carbonique qui fait troubler l'eau de chaux

Le soufre comme les autres a besoin d'oxygène. Il ne produit pas de gaz carbonique mais un gaz piquant

Sable de fer

lumière  
chaleur

absorbe  
l'oxygène

le reste  
l'azote

Souffre

lumière  
chaleur

absorbe de  
l'oxygène

produit un  
gaz vif quant

Bois

lumière  
chaleur  
craie

absorbe de  
l'oxygène

produit du  
gaz carboni-  
que

Alcool

lumière  
chaleur  
craie

absorbe de  
l'oxygène

produit du  
gaz carboni-  
que

Bougie

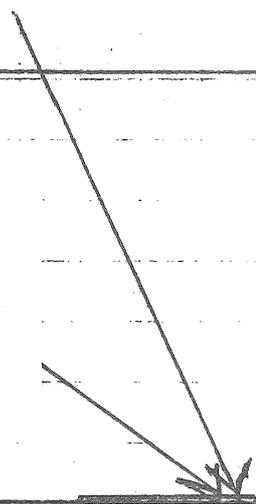
lumière  
chaleur  
craie

absorbe de  
l'oxygène

produit du  
gaz carboni-  
que

Combustions vives

oxygène indispensable



Quatrième leçon: 12 Janvier 1976

---

LES COMBUSTIONS ( 3ème partie)

-----

On résume oralement les résultats précédents:

- "Que voit-on quand il y a une combustion?"

"Le feu"

"La flamme"

- "Qu'y-a-t-il d'autre?"

Beaucoup d'élèves énumèrent:

"De la lumière; de la buée; de la chaleur";

Quelques uns ajoutent:

"Ça absorbe de l'oxygène"

et enfin "il y a du gaz carbonique"

- "Pas toujours"

"Avec le soufre, on avait eu un autre gaz!"

- "Comment reconnaît-on le gaz carbonique?"

"Il trouble l'eau de chaux!"

Aujourd'hui, les élèves ne peuvent pas manipuler eux-mêmes; les expériences ne sont pas sans danger; ils doivent observer et commenter celles qu'on leur présente.

I- 1ère expérience:

- "Nous allons réaliser la combustion de ceci"; on leur montre une paille de fer: grande surprise et réflexions variées! Ils sont sceptiques....

"Mais ça brûle?"

"C'est du fer!"

"Ça va fondre!"

On leur fait observer que c'est effectivement du fer mais en fil très mince.

Deux élèves sont d'abord chargés d'équilibrer la balance Roberval avec cette paille de fer sur un plateau.

Puis on la passe à plusieurs reprises dans la flamme; les élèves signalent son changement d'aspect: couleur bleu-noir, perte de l'éclat, présence de petites boules

"parce que le fil a un peu fondu" remarque quelqu'un.

On replace cette paille sur le plateau, on attend l'équilibre.

"Elle s'est alourdie" concluent-ils.

- "Est-ce-que c'était une combustion"

"Oui, le fer a brûlé"

- "Que lui a-t-il fallu?"

Ils hésitent: "la flamme...."

- "Pour amorcer la combustion; mais ensuite, pour l'entretenir?"

"De l'air; et c'est pour ça qu'on a bien déplié la paille avant de commencer!"

On essaie en effet sur un petit morceau très déplié: il s'embrase entièrement d'un seul coup.

- "Et pourquoi, après avoir brûlé, la paille est-elle plus lourde?"

Avis très variés:

"C'est la flamme, c'est la chaleur....."

- "Non, la flamme n'est que du gaz chaud, la chaleur ne pèse rien"
- "Alors c'est l'oxygène qui lui a servi à brûler?"

C'est la bonne réponse, mais trouvée un peu trop vite; en sont-ils sûrs? Heureusement quelqu'un reste perplexe:

"Mais l'oxygène avant qu'elle brûle, il y en avait déjà autour; et puis il ne peut pas rentrer dans les fils de fer; alors qu'est-ce-que ça change qu'elle ait brûlé?!"

C'est l'occasion d'expliquer:

- "Si je ne respire pas, je suis pourtant entourée d'oxygène. Quand j'inspire, j'en absorbe, il fait corps avec moi."
  - Pour le fer, c'est un peu la même chose; en brûlant il s'est attaché de l'oxygène, qui maintenant fait corps avec lui. Ensemble, ils forment un dépôt qui donne son nouvel aspect à cette paille".
  - "Oui, c'est l'oxyde!"
  - "La rouille" ajoute l'un d'eux.
- "Non, ce n'est pas sa couleur; nous parlerons de cette rouille après".
  - "Qu'est-ce qui est primordial pour une combustion?"
  - "C'est l'oxygène qui est absorbé par un corps!"
- "Quand un corps brûle il est transformé en un de ses oxydes"
  - "Et quand nous respirons?"
  - "Nous absorbons aussi de l'oxygène"
  - "Nous produisons de la chaleur"
  - "Mais pas de lumière"; "de la buée"
- "Que suffit-il d'avoir pour produire une combustion?"
  - "De l'oxygène"
- "Plus un corps capable de l'absorber"
  - "Mais il faut une flamme pour qu'elle commence!"
- "Oui, presque toujours".

Puis pour conclure on leur montre une vieille mesure à lait toute rouillée; on compare les couleurs de la rouille et de l'oxyde de fer précédent; on signale le rôle de l'humidité.

## II -Oxydation lente du fer à froid:(fig.11 et 12)

L'expérience a été mise en route quelques jours plus tôt en leur présence. Quelqu'un résume ce qu'ils ont fait.

- "Pourquoi, depuis, l'eau est-elle montée dans l'éprouvette?"

Plus eurs répondent:

"Le fer a absorbé l'air";

On leur demande d'être plus précis; c'est en vain pour l'instant.

Mais l'un demande:

"Alors pourquoi l'eau ne serait-elle pas montée jusqu'en haut?"

Alors un autre pense:

"Le fer n'a dû absorber que l'oxygène..."

Cette fois, tous sont d'accord.

"Et il reste l'azote, c'est pour ça que l'eau ne monte qu'un peu."

On leur propose d'attendre encore quelques jours, avant d'essayer de faire brûler une allumette dans l'azote qui restera.

- "Peut-on dire que c'est une combustion?"
  - "Oui, puisque de l'oxygène a été absorbé".
- "Mais les autres produisaient beaucoup de chaleur et de la lumière: on les appelle des combustions vives."
  - "Alors celle-ci n'est pas vive"
- "Non, celles de cette catégorie s'appellent des combustions lentes."

### III--Oxydation du cuivre dans la flamme:

On veut surtout vérifier le rôle de l'oxygène. Ils observent que le morceau de tournure de cuivre plié et tenu dans la flamme reste brillant à l'intérieur et là où la pince a appuyé.

### IV- 4ème expérience:

- "Les oxydations lentes se produisent dans des conditions très diverses; je vais vous en montrer une qui se fait dans l'eau."

On réalise devant eux l'oxydation de l'acide pyrogallique; ils constatent que l'eau monte dans le tube quand on le débouche dans le cristalliseur, et concluent ~~d'eux-mêmes~~ à une absorption d'oxygène.

- "Donc lorsque vous voyez que quelque chose brûle, qu'est-ce qui se passe?"  
"Une combustion vive."

Il sera ensuite étudié la respiration en sciences naturelles.

---

# Les combustions

## Pentes

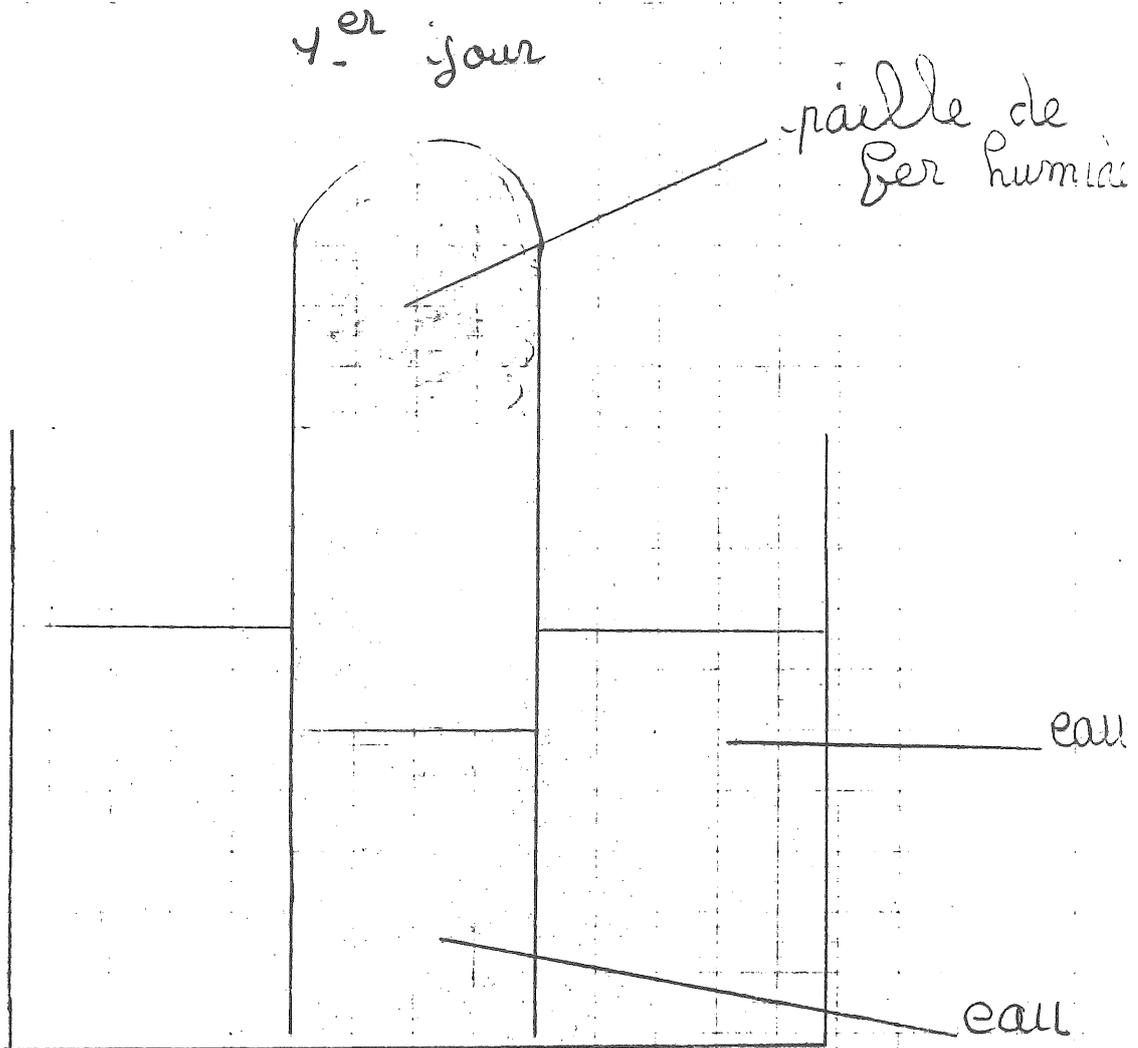


fig 10

8 jours après

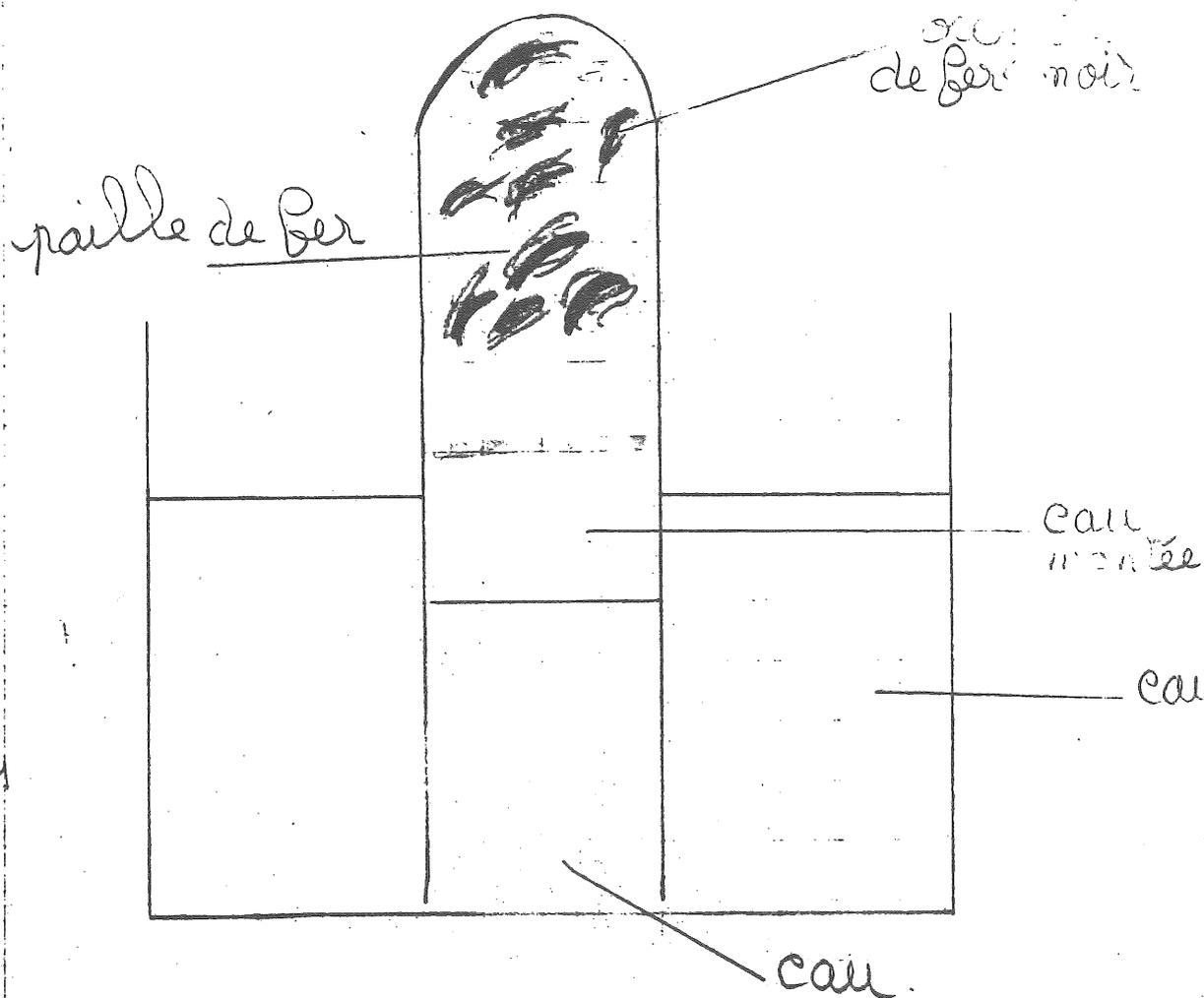


Fig 11

Nous avons mis de la paille de fer humide dans un tube à essai. Nous l'avons mis dans un bocal d'eau. La paille de fer s'est oxidée. En s'oxidant la paille de fer a absorbé l'oxygène il reste l'azote.

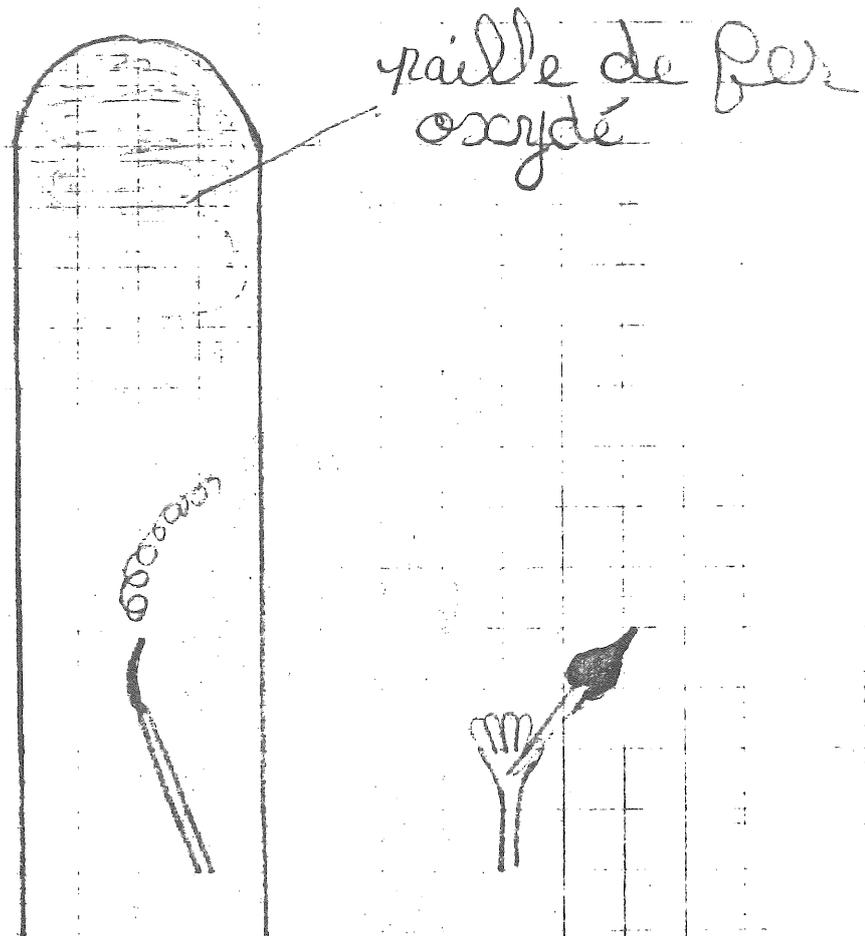


Fig 12

L'allumette s'éteint au contact de l'azote.

## LES LEVIERS

-----

Première leçon : 26 Janvier 1976

---

Matériel: un emballage en carton rempli de livres: "le bloc de marbre"  
 une pierre  
 une longue planche étroite  
 et par équipe: une planchette de 7 x 40 environ, une autre plus  
 courte (la cale), des billes, des lentilles, 2 cailloux, 4 pots  
 de yaourt vides.

### I- Travail de la classe entière:

Rappel sur les réalisations des Egyptiens, des Grecs et des Romains: les élèves sont très au courant! ..... et développent volontiers le sujet.

- "Véronique est un esclave égyptien; voici un gros bloc de marbre: peux-tu le soulever?" Essai négatif.

" Il faut des bâtons!";

" On fait un levier" proposent les autres.

Beaucoup pensent à deux bâtons: un de chaque côté du carton; quelques uns pensent aussi à une cale.

Finalement l'un d'eux suggère un seul bâton, et réalise correctement le levier.

- "As-tu choisi l'endroit pour placer la pierre?"

"Si on la met plus près du carton, le bâton monte plus haut, et c'est peut-être plus avantageux pour la placer sur un chariot?"

Il essaie avec la pierre très près de lui: c'est presque impossible; on éloigne la pierre, en la rapprochant du carton à soulever, l'essai réussit.

Alors la planche se trouve comme ceci:



et quelqu'un remarque:

"C'est normal que ce soit plus facile, puisque sans carton à soulever, le côté de la planche où on le mettra est déjà plus haut!"...

et tous l'approuvent! Puis plusieurs résument la situation à leur idée:

"Du côté où s'exerce la force, il faut plus de longueur de planche"

"Plus la cale est près de l'objet, plus c'est facile, et .....c'est naturel puisque le bois est déjà penché!"

"Mais on a seulement l'impression que le carton devient plus léger".

- "Nous allons vérifier".

### II- Travail des équipes:

1°) Avec leur matériel, les équipes répètent l'expérience de "l'esclave égyptien", et font des croquis pour résumer les possibilités.

2°) Avec seulement la cale et la planche, ils cherchent pour quelle position de la cale la planche chavire d'un côté ou de l'autre:

- "Pourquoi?"

"Parce que c'est plus lourd d'un côté que de l'autre"

"C'est sûr, on a passé la moitié.."

- "Comment éviter ceci, qui fait que lorsqu'on met une pierre sur la planche, on n'est pas sûr de son influence?"

"Mettre la cale au milieu!"

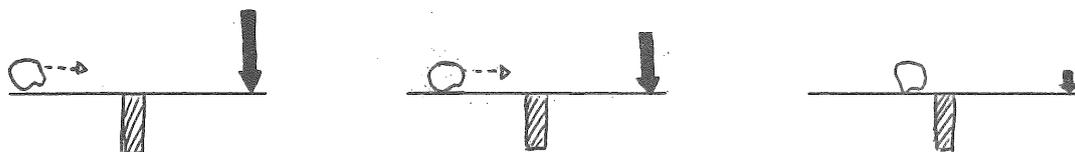
3°) On laisse la cale au milieu de la planche.

- "Vous déplacerez d'abord le caillou, et vous appuierez toujours au bout de l'autre côté, vous comparerez vos efforts; puis, vous ferez le contraire."

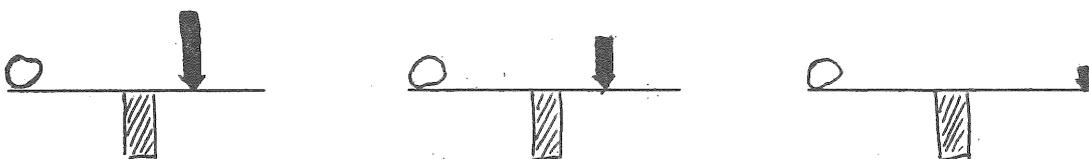
Ils sont très vite persuadés du résultat; ils résument:

"Plus on approche la pierre du milieu, plus c'est facile"

(On leur fait remarquer que c'est le même résultat que lorsqu'on déplaçait la cale, dans l'expérience de l'"esclave égyptien")

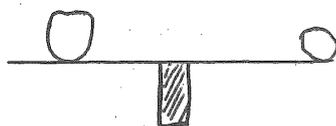


"Plus on éloigne le doigt de la cale, plus c'est facile" (même remarque)



On essaie de dégager l'idée de poids (ou d'effort) associé à une certaine longueur de planche avant la cale, pour compenser un autre poids associé à une autre longueur de planche.

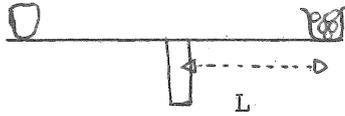
D'ailleurs dans une équipe, il est réalisé spontanément l'essai suivant avec deux cailloux de poids différents:



Cet essai est repris par toutes les équipes.

4°) mesures par une équipe témoin dirigée.

a) il s'agit de remplir successivement de billes 4 pots à yaourt, tels qu'ils équilibrent chacun une pierre posée à une extrémité de la planche, eux-mêmes étant placés à l'autre. (On termine avec des lentilles)



b) on mesure  $L$ , puis on cherche où placer 2 pots, 3 pots et 4 pots.

nombre de pots	1	2	3	4
$L$ en cm	29,5	14,4	9,2	7

Pendant les mesures, ils ont remarqué une latitude dans la position des pots; ils ont retenu la position moyenne pour mesurer  $L$ .

A première vue, ce tableau ne leur suggère rien:

"Ces nombres n'ont aucune relation entre eux!"

Mais, peu à peu, ils ont quelques idées:

"14,4 serait presque la moitié de 29,5"

"mais 9,2 n'est pas celle de 14,4!" "C'est 7!"

Enfin, ils voient qu'en multipliant  $L$  par le nombre de pots on obtient des nombres voisins, et concluent:

"C'est normal qu'il y ait des différences, parce que les mesures étaient délicates".

Deuxième leçon : 16 Février 1976

---

On rappelle la dernière expérience, et on évoque les sources d'erreurs: la cale est incriminée!

" Il faudrait comme un fil de fer!"

" Oui, quelque chose de très pointu!"

- "Ceci<sup>te</sup> conviendrait-il?" (on a prévu des morceaux de cornière d'aluminium)

Un essai.

" Ce n'est pas facile!"

" La planche glisse!"

Quelqu'un suggère une encoche.

(On a aussi prévu une planche où un trait de scie a été donné dans un plan vertical passant par le centre de gravité).

L'essai est fait, il est concluant.

Mais leur attention est attirée:

" Les deux côtés ne sont pas égaux!"

On mesure: il y a plusieurs centimètres d'écart!

" Pourtant, il fallait mettre la cale au milieu"

" Mais, on ne l'a pas fait en mesurant!"

- "Qu'est-ce qui est important?"

" Avoir le même poids de bois de chaque côté!"

Alors on remarque la différence de texture des deux côtés de la planche (nœuds du bois plus nombreux d'un côté)

Donc on conserve l'idée de la cornière, du trait de scie, "pas forcément au milieu"; on le pratique où il faut sur chaque planche, et on donne un morceau de cornière à chaque équipe.

Leur travail consiste à répéter seuls l'expérience de la séance précédente; voici leurs résultats:

nombre (P) de pots	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
longueur (L) (cm)	29,8	15,2	10,5	7,2	28,9	13,4	10,6		30,6	15,8	9,9	
P x L	29,8	30,4	31,5	28,8	28,9	26,8	31,8		30,6	31,6	29,7	

- "Ce sont presque les mêmes tableaux"

"Parce que les planches ont à peu près toutes la même longueur".

- "Que remarque-t-on d'autre?"

On complète par les produits P x L (3ème ligne)

- "Quel est le plus précis?"

"Celui de la 3ème équipe".

---

LES BALANCES

-----

Leçon du 1<sup>er</sup> Mars 1976

---

Le tableau de résultats a été réinscrit au tableau noir  
Les élèves le commentent et on résume:

"Quand le poids augmente, la distance à l'axe diminue"

I- Réflexions à propos d'une balance:

On présente un jouet construit à partir d'éléments. Ils remarquent les ressemblances avec le matériel des séances précédentes.

- "Donc comment deux enfants de poids très différents peuvent-ils s'en servir?"
- "Le plus gros doit se mettre plus près de l'axe".

II- Autre problème:

On reprend le matériel initial

"Les pots remplis de billes seront les unités; avec eux, vous peserez un caillou"

Ils essaient d'eux-mêmes deux pots l'un sur l'autre, avec la plus grande distance; ce n'est pas assez efficace.

"Nous ne pouvons pas peser ce caillou", concluent-ils.

Ils vérifient qu'un autre conviendra.

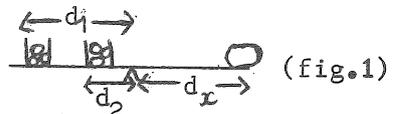
- "Vous laisserez un pot au bout de la planche, et vous déplacerez l'autre".

Après la réalisation et les mesures: (fig.1)

- "Quel est notre problème?"

"Savoir le poids de la pierre"

- "Appelons-le  $x$ "; "Voici ce que vous avez fait":



Qu'en déduisez-vous?"

"Les 2 pots ensemble sont équivalents à la pierre"

"Non, pas comme ils sont placés"

"Il faut tenir compte de la distance"

"On écrira  $(P_1 + P_2) d_1$  pour les pots"

"Non, et  $d_2$ " ?

"Alors  $(P_1 + P_2) (d_1 + d_2)$ "!

Mais une élève explique:

"On écrira  $(P_1 \times d_1) + (P_2 \times d_2)$  "

- "Et pour l'autre côté?"

" $x \times d_x$  "

- "Donc  $(P_1 \times d_1) + (P_2 \times d_2 = x \times d_x$  ; et  $x$  " ?

$$x = \frac{(P_1 \times d_1) + (P_2 \times d_2)}{d_x}$$

Ils viennent écrire au tableau:  $x \mid 1,26 ; 1,37 ; 1,78 ; 1,09$

- "En quelle unité?"

Quelqu'un répond "des grammes"; les autres ne sont pas sûrs.

- "Tu as donc pesé avec des grammes?"

Ils comprennent tous

"Mais non, avec des pots! Notre unité, c'est un pot"

- "Quelle est encore la différence avec une vraie balance?"

"La distance ne compte pas, avec les balances!"

- "Pourquoi?"

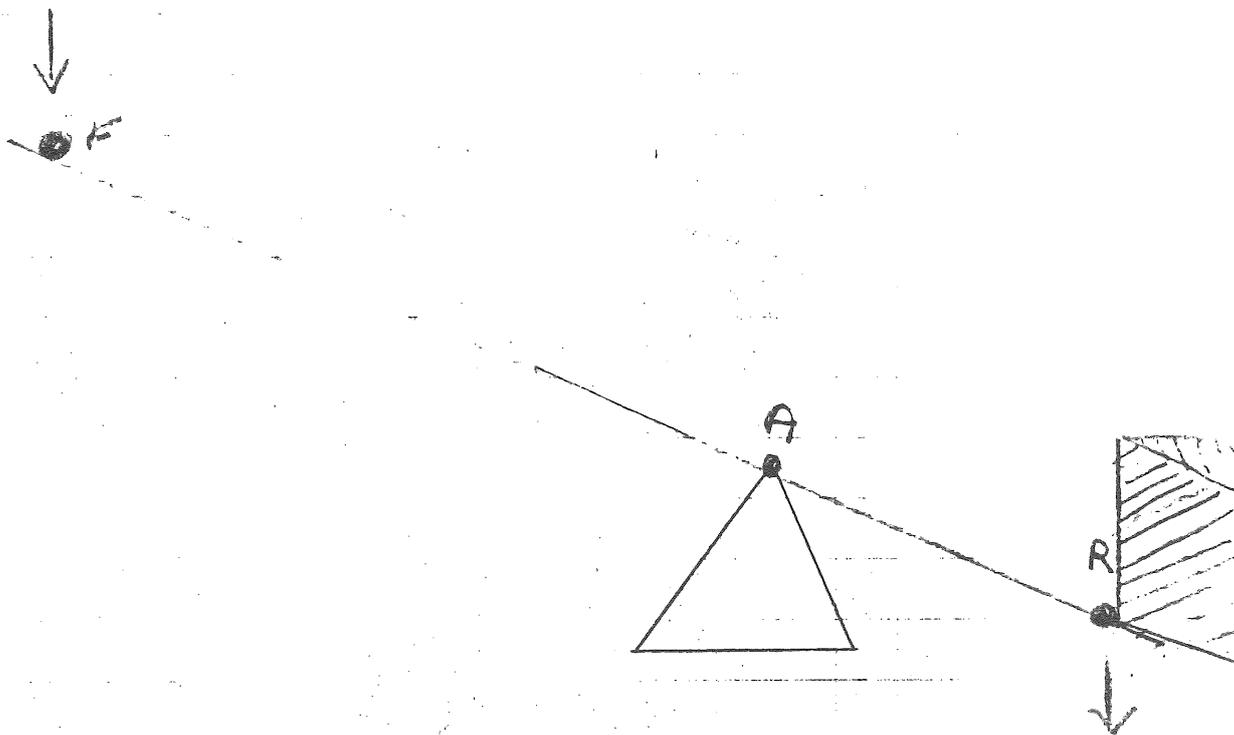
"Si, elle compte, mais c'est la même des 2 côtés!"

- "Donc, on aurait  $P_1 \times d_1 = P_2 \times d_2$  avec  $d_1 = d_2$ "

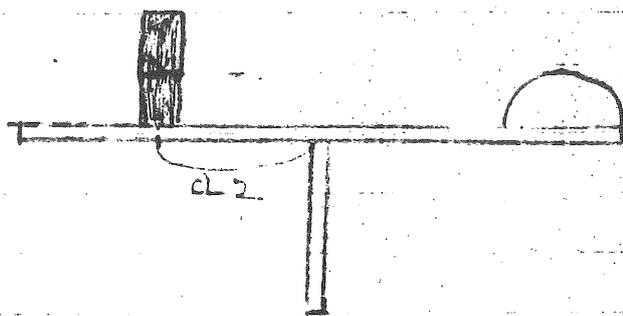
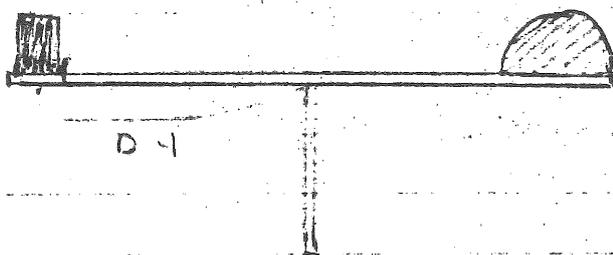
Ils sont au courant, car ils ont rencontré ce cas en exercice.

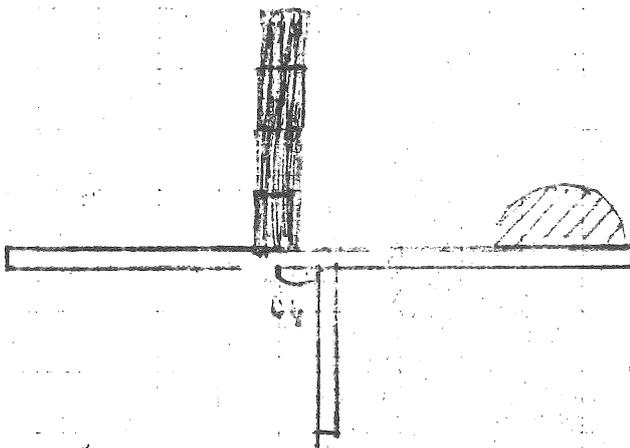
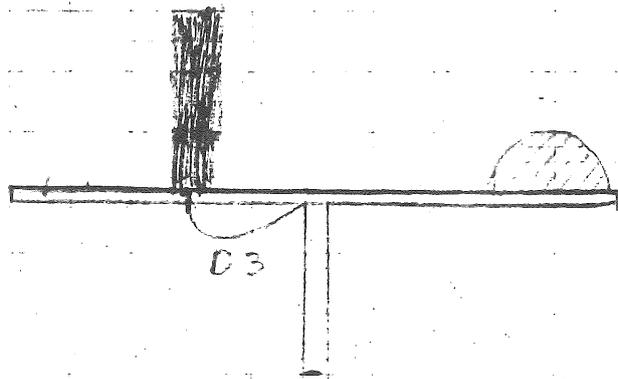
On termine la leçon en comparant oralement l'usage d'une balance et celui d'un levier.

# Les Perriers



Il faut que le point d'appui soit le plus près de la masse à soulever





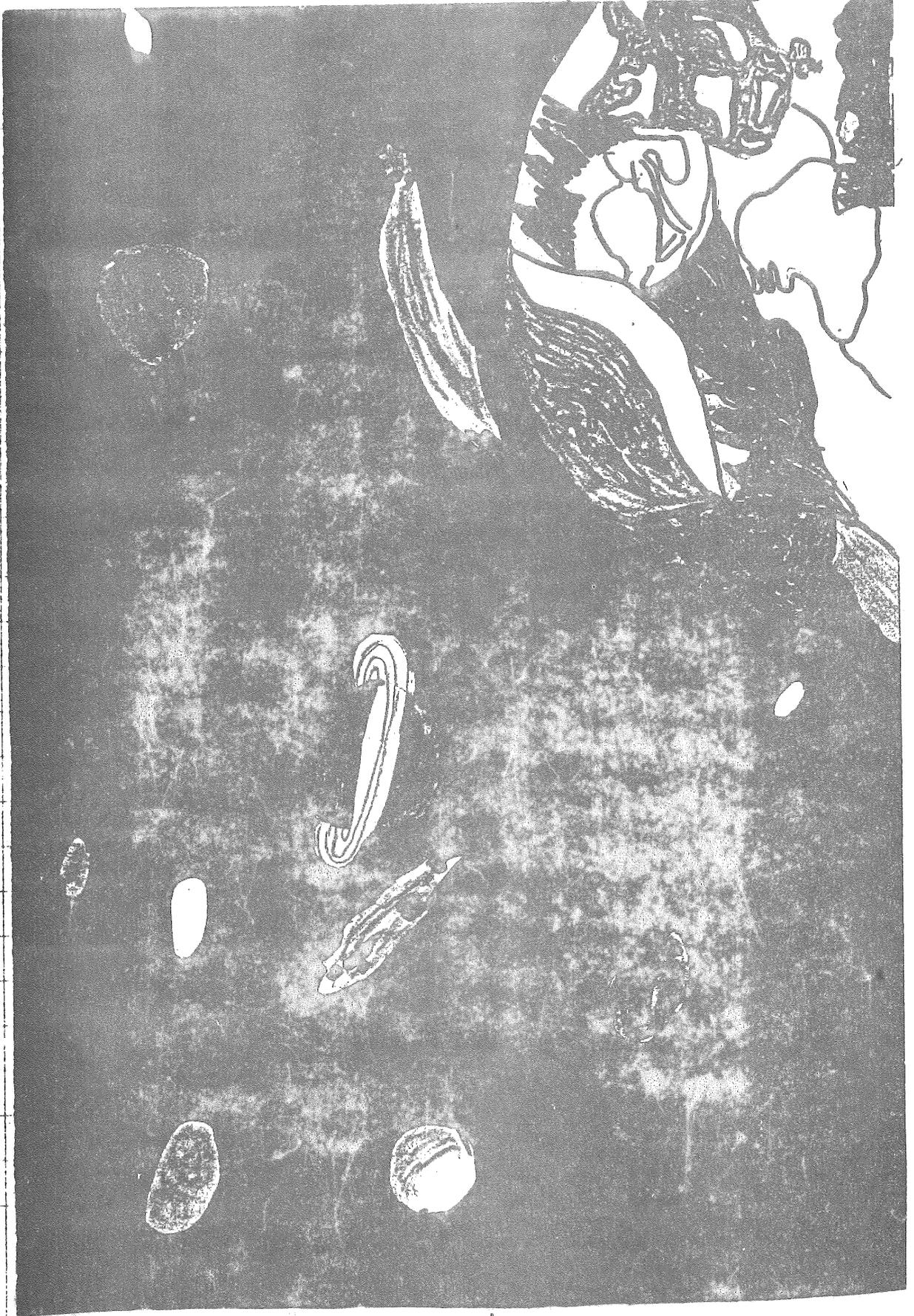
Pour faire la première expérience avec un matériel qui n'est pas très précis. (planche et cale assez large)

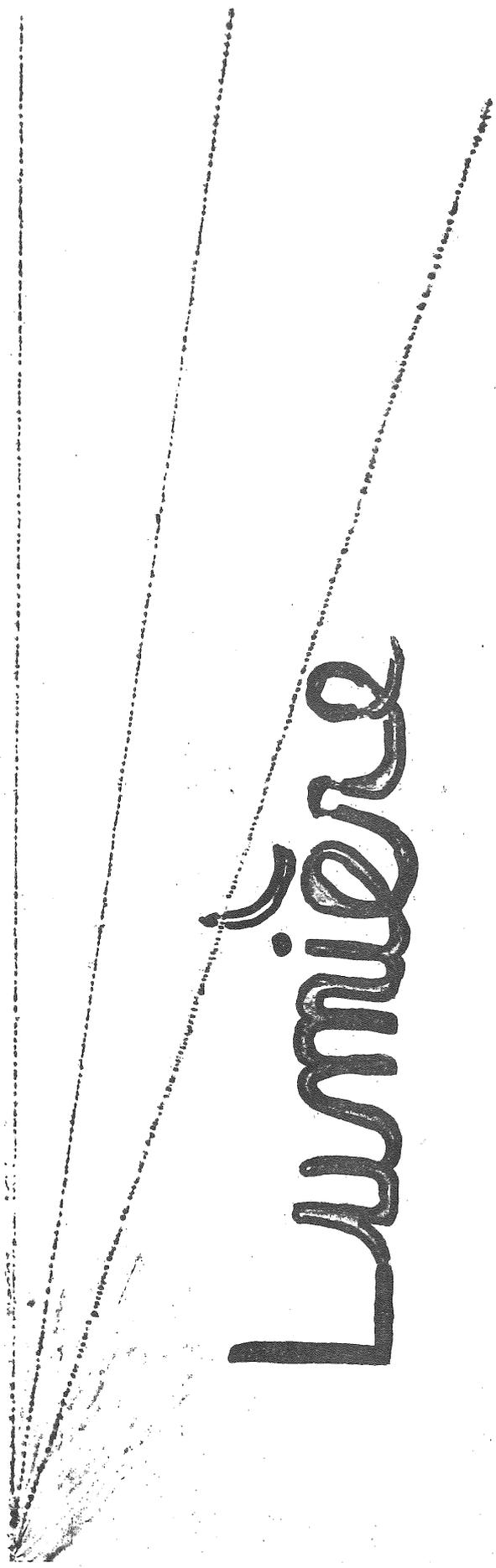
Pour la seconde expérience série de calculs nous affûtons le matériel (soit rainure dans la planche - cale triangulaire)



« Qui'on me donne un point d'appui et je  
soulève le monde. »

Archimède (287-212 avant J.ésus)





Lumière

LA LUMIERE  
-----

Première leçon: 3 Mai 1976

---

C'est une belle après-midi ensoleillée, nous sommes dans la cour; nous remarquons la position du soleil, la lumière vive qu'il nous envoie; nous allons rechercher les connaissances spontanées ou déjà acquises des élèves.

- "Et quand il pleut, nous voyons tout de même ce qui nous entoure, pourquoi?"  
"Il y a la lumière du jour" affirme simplement quelqu'un.
- "Le jour? c'est autre chose qui nous envoie de la lumière?"  
"Mais non, c'est tout de même le soleil" précise un autre, "sa lumière passe à travers les nuages".
- "Qu'est-ce que c'est la lumière?"  
"Quelque chose qui éclaire!"  
"C'est l'air éclairé par le soleil".
- "Mais vous savez déjà qu'il y a le vide entre le soleil et nous.."..  
"Alors c'est un autre gaz!"  
"Mais non, la lumière n'est pas un gaz".

La conversation s'anime de plus en plus; des réponses contiennent l'expression de "rayon lumineux", l'idée que la lumière se transmet, que la chaleur accompagne la lumière.....

- "A-t-elle une couleur?"

Ils ne sont pas d'accord; certains citent l'arc-en-ciel, mais d'autres précisent qu'il est dû aux gouttes d'eau; puis l'idée d'absorption selon la couleur se dégage de leurs commentaires.

- "Sa couleur dépend de ce qu'elle traverse".
- "Si tous les objets étaient sombres, il y aurait moins de lumière autour de nous."
- "Oui, les couleurs renvoient la lumière".

On remarque maintenant l'ombre d'un arbre:

"Quand le rayon tombe sur une feuille, il est arrêté."

"Mais il fait quand même clair, à l'ombre; il y a des rayons qui passent autour".

- "Vous me parlez donc de rayons! pouvez-vous me les montrer?"  
"C'est seulement une expression!"  
"Dans le soleil, il y a des explosions atomiques".

- "Oui, et qu'est-ce qu'elles envoient?"

Ils restent perplexes...

"Une poussière"?

On leur explique brièvement la présence de photons

"Alors les feuilles d'arbres sont des obstacles pour eux"

"Mais pas les objets transparents!..."

On observe de nouveau l'ombre de l'arbre, et un élève fait part d'une remarque:

"Avec ma main, je peux faire au sol une ombre plus ou moins grande, selon le niveau où je me place."

Son idée est reprise; il faut chercher si cela rappelle une notion vue récemment en mathématique. Tous se concentrent:

"C'est l'homothétie!"

On leur demande les analogies, leur réponse se précise peu à peu:

"Le point O, c'est le soleil; la forme, c'est la main; les traits qui partent de O, ce sont les rayons".

- "Alors, il y a un rapport entre la ligne droite et les rayons?"

"Oui, le rayon, c'est la ligne au bord de l'ombre!", et son geste désigne une génératrice du "cône d'ombre".

- "Mais la vois-tu?"

"Ah, non..."

Ils sont déçus....

- "Nous allons voir des moyens de la montrer".

Nous sommes rentrés en classe pour faire des essais.

1°) Avec le projecteur de diapositives:

Sur le tableau noir, nous observons un cercle éclairé, plus ou moins grand selon la distance .

- "Qu'y a-t-il entre le projecteur et le tableau?"

"Ce doit être comme quand il y a de la poussière dans une maison" suggère un élève.

Nous le vérifions en envoyant de la fumée... mais il faut en détromper plusieurs qui confondent les volutes de fumées et les rayons qu'ils attendent!

On convient de ne regarder que les bords:

"La lumière fait un cornet".

2°) Avec une lampe de poche, par équipe:

La lampe est munie d'un cache en papier à dessin noir, percé d'une ouverture carrée de 1cm x 1cm devant l'ampoule. Sur un gros bouchon fendu, un morceau du même papier, fendu verticalement, un autre avec une fente plus large (0,5 au lieu de 0,1 cm). On observe la trace du faisceau sur une feuille de papier blanc posée à plat:

"C'est aussi un cornet de lumière."

"Celui qu'on a avec la grande fente est plus large."

"Et ça dépend aussi des distances entre la lampe, la fente et la feuille."

Par quelques points au crayon, les élèves relèvent la trace des bords de leurs faisceaux: ils peuvent faire passer par ces points très exactement une droite avec leur règle.

- "Si on prolonge ces droites...?"

"Elles vont se rejoindre du côté de la lampe."

- "Et de l'autre?"

Ils sont unanimes:

"Elles vont à l'infini!"

- "Vous avez jusqu'à maintenant parlé de cornet; on dit plutôt un faisceau", et on évoque la lumière des phares de voitures.

- "Et comment se propage la lumière?"

"En ligne droite".

- "Nous l'avons vu pour les bords, nous allons chercher à savoir comment elle se propage à l'intérieur du faisceau."

Les équipes reprennent leur matériel, et après avoir repéré la trace du faisceau donné par la fente large, ils mettent à sa place la fente étroite: le nouveau faisceau est inclus dans le précédent. Ses bords sont encore des lignes droites:

"Alors dans un faisceau, il y en a une infinité!"

- "On les appelle des rayons lumineux."

Pour conclure, on leur fait réaliser l'expérience des 3 épingles plantées successivement (cf: "jalonnement d'un rayon lumineux")

Ils remarquent la nécessité d'observer avec un seul œil, et dans une seule direction pour voir les 2 premières pointes cachées par la 3ème

Travail complémentaire: les jours suivants, repérage de l'ombre de quelques objets dans la cour et leur évolution selon la position du soleil.

---

## LA LUMIERE

-----

Deuxième leçon: 17 Mai 1976

I -La chambre noire:

On a apporté un ancien appareil photo vide, type chambre noire, et on le montre successivement à chaque équipe, en demandant de l'observer.

- "Qui peut expliquer comment il marche?"

Ils ont déjà beaucoup d'idées sur le problème et plusieurs proposent des explications; mais finalement quelqu'un demande:

"Mais pourquoi ça reproduit le sujet?"

- "Nous allons justement chercher à comprendre pourquoi?"

On distribue à chaque équipe un rouleau de carton, du papier calque, du papier noir et un morceau de papier d'aluminium.

- "Vous allez fabriquer un dispositif pouvant lui aussi être appelé une chambre noire."

C'est vite fait dans toutes les équipes: le papier noir est découpé et roulé pour tapisser l'intérieur du tube de carton, l'aluminium et le calque sont tendus respectivement à chaque extrémité avec des élastiques.

- "Que faut-il encore?"

"Faire un trou du côté de l'aluminium"

"Oui, mais avec un cache pour ouvrir juste un peu et vite refermer."

On leur fait alors remarquer la différence entre le calque et une vraie pellicule, ce qui permet de ne pas faire de cache.

- "Nous allons trouser le papier d'aluminium avec une épingle".

Pronostic unanime:

"Mais le trou sera trop petit!"

On allume alors une bougie par équipe et on demande d'utiliser cette chambre noire ..... mais presque tous regardent à travers le trou, le calque étant du côté de la bougie!

- "Mais vers où est tourné le trou avec un appareil photo?"

"Du côté du sujet!"....., et ils comprennent leur erreur.

L'observation est maintenant correcte, tous sont très surpris de voir sur le calque l'image de la bougie aussi nettement:

"Mais elle est à l'envers!"

Ces résultats les intriguent; nous cherchons à leur faire prendre conscience des raisons de leur étonnement:

- "Regardez la bougie à travers cette vitre."

"Là, c'est normal, on la voit bien!"

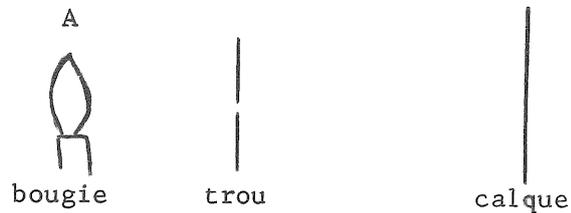
"Et elle est dans le bon sens!"

- "A travers cette feuille de papier calque maintenant."

"Ah non, c'est tout diffus."

- "Donc le très petit trou dans la feuille d'aluminium doit avoir de l'importance."

Au tableau, on commence ce dessin:



- "Que part-il de tous les points de la bougie?"

Ils savent bien:

"Des rayons lumineux."

- "Comment sont-ils?"

"Droits."

"Ah oui! je comprends!", interrompt alors une élève.

- "Explique-nous"

"Le rayon de A passe à travers le trou et arrive en bas sur le calque, mais un autre parti du bas de la bougie arrive en haut; c'est pour ça que la bougie est à l'envers sur le calque; tous les rayons se croisent."

Les autres approuvent, et ils terminent le dessin.(fig.13)

Il reste encore quelques précisions à donner.

- "Cela a-t-il une importance que les rayons soient droits?"

Ils répondent sur un ton convaincu:

"Bien sûr, sinon ils iraient n'importe où; on n'aurait jamais la même image".

"On aurait une figure tout à fait différente."

- "Et de A, part-il vraiment un seul rayon?"

"Non, il en part beaucoup, on était ébloui par dessus le tuyau de carton".

"Mais comme le trou est petit, c'est presque comme s'il n'en rentrait qu'un"

Tout de même, une élève a un dernier scrupule:

"Ça marche parce que les rayons sont droits, mais est-ce qu'on ne risque pas qu'un rayon frappe le tuyau à l'intérieur, et soit renvoyé? il irait n'importe où sur le calque."

- "C'est vrai, et justement nous avons fait quelque chose pour l'éviter."

"Ah oui, le papier noir" conclut-elle, rassurée.

## II -Les ombres:

Les équipes reprennent les lampes de poche munies de leur cache à petite ouverture rectangulaire, un "écran" est dressé face à elle à 60 cm (gros livre posé verticalement sur lequel est fixé une feuille blanche), un carré de carton de 5 cm de largeur posé sur un gros bouchon fendu y fait une ombre .

- "Faites des essais à votre idée, vous nous ferez part de vos observations."

Après 5 mn environ:

"Plus le carton est loin de la lampe, moins l'ombre est grande."

"Et s'il est tout près de la lampe, on ne sait même pas comment elle est, elle dépasse de la feuille!"

Puis plusieurs veulent donner des précisions:

"Selon comment est le carton, même en restant au même endroit, l'ombre est plus ou moins grande."

- "Peux-tu préciser?"

"Et bien, s'il est plus ou moins tourné...."

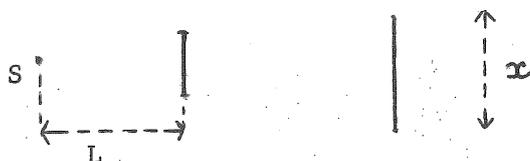
On demande aux autres équipes s'ils constatent le même résultat. On convient de faire attention de toujours avoir l'ombre la plus large possible pour chaque distance.

On leur demande après de faire une figure qui explique cette observation, avec, pour simplifier un seul point lumineux.

Ils la réalisent très vite et concluent spontanément:

"C'est une figure d'homothétie."

On leur propose enfin des mesures:



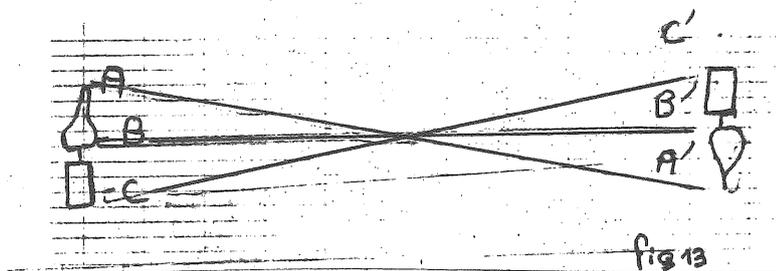
Voici les résultats d'une équipe:

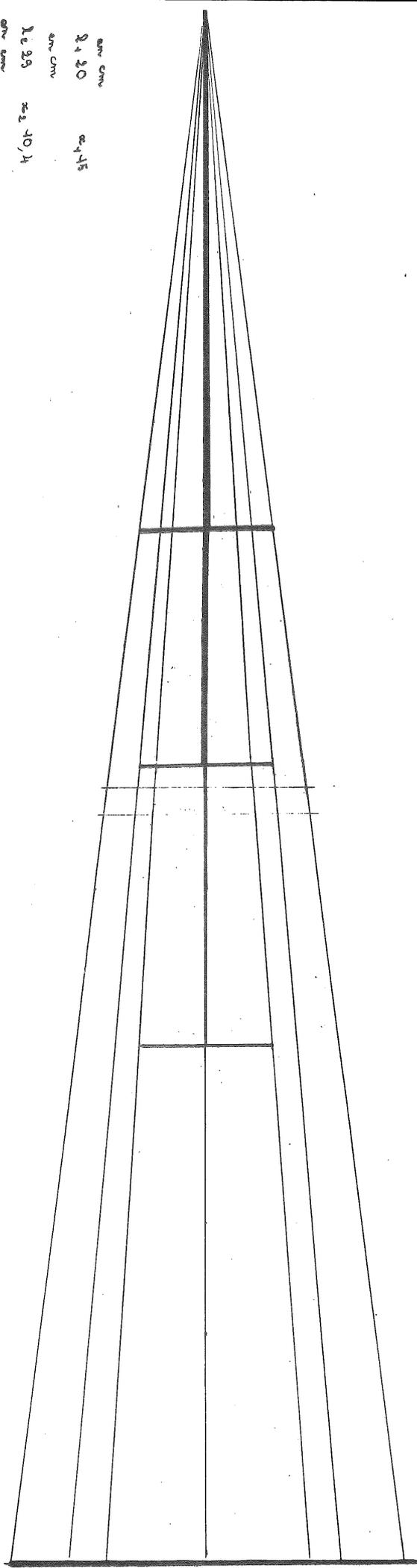
$L$ cm	20	29	44
$x$ cm	15,7	10,4	7,0

Après une discussion analogue à celle sur les leviers, ils trouvent que les nombres exprimant  $L \times x$  se ressemblent.

Cette idée est retenue et l'on propose de réaliser des constructions à l'échelle. (voir ci-dessous).

Elles permettent d'idéaliser les observations précédentes, et de vérifier qu'alors  $L \times x = \text{constante}$ .





antenna  
21.20 21.45  
antenna  
16.25 21.40, 21  
antenna  
8.20 21.28