

## Qu'est-ce qu'ils ont dans la tête ?

---

Nos élèves entrent en 6<sup>me</sup>, souvent pleins de curiosité pour les expériences de Physique que nous leur proposons. Mais que savent-ils au départ ? Que vont-ils retenir de cette trop brève initiation d'une année ? Qu'est-ce qui passe, qui passe mal, qui ne passe pas ?

Une petite équipe de l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble, aidée par l'Union des Physiciens, a cherché à donner quelques éléments de réponse à ces questions.

Après deux années de préexpérimentation (1977-1979), un questionnaire a été mis au point à Grenoble, portant sur les 3 parties du programme de Physique en 6<sup>me</sup>. Par l'intermédiaire de l'Union des Physiciens, des contacts ont été pris avec une trentaine de professeurs, en particulier dans l'Académie de Lille, en vue de l'utilisation du document dans des classes de sixième.

- Le questionnaire comporte 27 questions réparties en 2 groupes de 5 pages aérées et illustrées ; les 5 premières pages « A » sont distribuées les unes après les autres au cours de la 1<sup>re</sup> séance de l'année scolaire, introduites par une expérience ; les 5 autres pages « B », au cours de la 2<sup>me</sup> séance.

- En fin d'année, le même questionnaire est présenté aux enfants dans les mêmes conditions en vue de comparer leurs performances avant la sixième et après.

- L'équipe de Grenoble a reçu les dossiers de 62 classes au début de l'année scolaire 1979-1980 provenant de 25 établissements (18 de l'Académie de Lille, 3 de Strasbourg, 1 de Nantes, 1 de Grenoble, 1 de Versailles, 1 de Limoges) représentant 1 304 élèves.

- Elle a reçu les questionnaires de fin d'année de 49 classes (sur 62) représentant 1 041 élèves.

Le dépouillement de cette masse de documents (23 400 pages) est en cours ; la méthode de travail et les résultats feront l'objet de publications ultérieures mais dès maintenant, il paraît intéressant de montrer, en dehors des résultats statistiques, quelles informations peut fournir ce genre d'enquête.

Dans la page A 2 du questionnaire, reproduite ci-après, figure une question (7) dont la mise au point a été assez délicate.

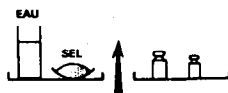
A 2

NOM

PRENOM

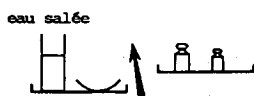
6

Tu réalises la pesée représentée ci-contre :  
Puis tu mets le sel dans l'eau et tu reposes  
sur la balance les deux récipients.



REGARDE CES TROIS DESSINS ET  
ENTOURE LE DESSIN QUI TE SEMBLE JUSTE

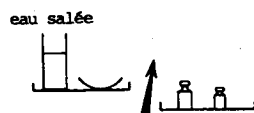
Sur le premier, l'eau salée est plus lourde  
que l'eau plus le sel :



Sur le second, l'eau salée est aussi lourde  
que l'eau plus le sel :



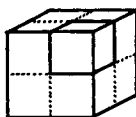
Sur le troisième, l'eau salée est moins lourde  
que l'eau plus le sel :



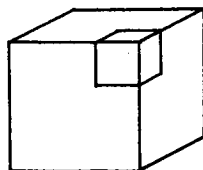
7



Le cube n° 1  
a 1 cm de côté.  
Il a un volume  
de  $1 \text{ cm}^3$



Le cube n° 2  
a 2 cm de côté.  
Il a un volume  
de  $8 \text{ cm}^3$



Le cube n° 3 a 3 cm de côté.  
Quel est son volume ?

ECRIS TA REPONSE : .....  $\text{cm}^3$

EXPLIQUE COMMENT TU AS FAIT TON CALCUL :

8

La pression de l'air dans les pneus est-elle  $\left\{ \begin{array}{l} \text{plus faible} \\ \text{plus forte} \end{array} \right\}$  que la pression  
atmosphérique ?

ENTOURE LA BONNE REPONSE

COMMENT PEUT-ON LE MONTRER ?

Rédaction et présentation ont été retouchées jusqu'à ce que nous soyons assurés que les enfants comprennent le problème posé. Une étude détaillée des réponses a été faite sur 20 classes, c'est-à-dire sur près de 400 enfants entrant en 6<sup>me</sup>.

Les résultats bruts sont les suivants :

|                                                                                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| • sans réponse .....                                                              | 22 % |
| • je ne sais pas .....                                                            | 6 %  |
| • 12 cm <sup>3</sup> .....                                                        | 20 % |
| • 27 cm <sup>3</sup> .....                                                        | 15 % |
| • 18 cm <sup>3</sup> .....                                                        | 10 % |
| • 9 cm <sup>3</sup> .....                                                         | 7 %  |
| • 16 cm <sup>3</sup> .....                                                        | 6 %  |
| • 15 cm <sup>3</sup> .....                                                        | 4 %  |
| • autres (81, 72, 64, 62, 54, 47, 36, 32, 30, 24, 21, 20, 19, 17, 10, 6, 3) ..... | 10 % |

Première constatation : 1 enfant sur 6, environ, entrant en 6<sup>me</sup> donne l'expression correcte du volume d'un cube de 3 cm de côté

Mais il convient de ne pas se contenter d'un constat déprimant et il est intéressant de rechercher la stratégie employée par les enfants pour répondre à la question *telle qu'elle leur était posée* (on peut penser que les réponses auraient été sensiblement différentes si on avait demandé en une ligne et sans dessins : quel est le volume d'un cube de 3 cm de côté ?)

Examinons donc les explications de quelques-uns des enfants...

**... qui répondent 12 cm<sup>3</sup> :**

« Un cube a 3 cm de côté, il y a 4 côtés  $3 \times 4 = 12$  »,

« J'ai multiplié 3 cm par 4 parce que le cube a 4 côtés ».

Il s'agit donc d'une confusion volume périmètre traduite le plus souvent par la simple indication «  $3 \times 4 = 12$  » mais, dans certains cas, le dessin a induit une stratégie de récurrence qu'on retrouve aussi plus loin :

«  $1 + 8 = 9 \text{ cm}^3 + 3 \text{ cm} = 12 \text{ cm}^3$  »,

«  $1 : 1 = 1 \quad 8 : 2 = 4 \quad 12 : 4 = 3$  ».

**... qui répondent 27 cm<sup>3</sup> :**

Dans la plupart des cas, les commentaires sont sans mystère :

«  $3 \times 3 \times 3 = 27 \text{ cm}^3$  », «  $(3 \times 3) \times 3 = 27$  »,

mais parfois apparaît un décompte par plaques explicité :

« On peut mettre 9 petits carrés dans le grand »,

« Sur une face du carré, on peut mettre 9 carrés de 1 cm »,

« Je multiplie par 3 parce que c'est la longueur d'une arête »,  
ou encore un décompte direct :

« Parce qu'on voit le petit cube, alors on compte à peu près »,  
enfin, certains esprits originaux font appel à la récurrence :

«  $(1 \text{ cm}^3 + 8 \text{ cm}^3) \times 3 = 27 \text{ cm}^3$  »,

« J'ai pris le volume du cube n° 1 et le V du cube n° 2 puis multiplier par 3 cm de côté du cube n° 3 ».

**... qui répondent 18 cm<sup>3</sup> :**

S'agit-il d'erreur de perspective ?

« Il y a 9 petits cubes par côté  $9 + 9 = 18$  »,

« Sur un côté, on met 9 cubes alors  $9 \times 2$  »,

de calculs au hasard ?

« En faisant une multiplication », « j'ai fait  $6 \times 3 = 18 \text{ cm}^3$  »,  
ou d'une inspiration de sourcier ?

« Avec un petite raigle ».

**... qui répondent 9 cm<sup>3</sup> :**

Là se dégagent clairement deux approches, la confusion surface-volume :

«  $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} = 9 \text{ cm}^3$  », « j'ai multiplié le côté par lui-même »,

et la récurrence :

« J'ai ajouté  $1 \text{ cm}^3 + 8 \text{ cm}^3$  », « j'ai additionné les deux cubes » ;

dans un autre cas, un élève confirme son résultat en utilisant les deux méthodes :

«  $8 \text{ cm}^3 + 1 \text{ cm}^3 = 9 \text{ cm}^3$  ou  $3 \times 3 = 9 \text{ cm}^3$  ».

**... qui répondent 16 cm<sup>3</sup> :**

« J'ai regardé le cube  $8 \text{ cm}^3$ , regardé l'autre et j'ai trouvé qu'on pouvait mettre deux fois le cube »,

« Je pense que c'est 16, je ne sais pas l'expliquer »,

d'autres commentaires analogues témoignent d'une intuition peu argumentée ; le nombre 16 aurait-il une connotation cubique ? Mais certaines explications prennent appui avec les bonheurs divers sur la récurrence :

« Le cube n° 1 fait  $1 \text{ cm}^3$  et le cube n° 2 qui fait  $1 \text{ cm}$  de plus fait  $8 \text{ cm}^3$ , donc le n° 3 qui fait un  $\text{cm}$  de plus doit faire le double »,

« Pour 2 on a rajouté 7 au n° 1, pour 3 on rajoute 8 au n° 2 »,

« Du 1<sup>er</sup> au 2<sup>me</sup> cube, on a augmenté de 8 donc du 2<sup>me</sup> au 3<sup>me</sup> on augmente de 8 ».

**... qui répondent  $15 \text{ cm}^3$  :**

Les partisans de  $15 \text{ cm}^3$  ont presque tous procédé par récurrence :

« 1 jusqu'à 8, il a  $7 + 8 = 15 \text{ cm}^3$  », «  $8 - 1 = 7$ ,  $8 + 7 = 15$  »,

«  $8 - 1 = 7$ ,  $7 + 7 = 14 + 1 = 15$  ».

**... qui répondent autre chose.**

De même, dans les autres réponses, on découvre souvent un mode logique de raisonnement s'appuyant :

- sur un décompte direct :

«  $23 \text{ cm}^3$  : j'ai compté le nombre de  $\text{cm}^3$  »,

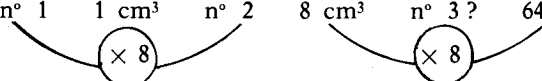
«  $21 \text{ cm}^3$  : en comptant combien de fois on peut mettre  $1 \text{ cm}^3$  »,

- sur une confusion entre grandeurs linéaires, surfaces et volumes :

«  $24 \text{ cm}^3$  : 8 côtés  $\times 3 \text{ cm}$  »,

«  $36 \text{ cm}^3$  : j'ai multiplié  $(3 \times 3)$  et on multiplie ensuite par 4 »,

- sur une récurrence :

«  $64 \text{ cm}^3$  : n° 1     $1 \text{ cm}^3$     n° 2     $8 \text{ cm}^3$     n° 3 ?     $64 \text{ cm}^3$ ,  


- sur des calculs arbitraires.

Comme souvent en recherche pédagogique, à côté de l'objectif précis d'un projet — en l'occurrence évaluer l'impact de l'enseignement des sciences physiques en 6<sup>me</sup> — des pistes se découvrent qui méritent d'être suivies à des fins pratiques immédiates.

Suivons le cube !

3

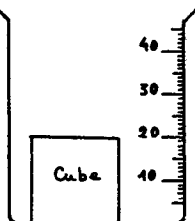
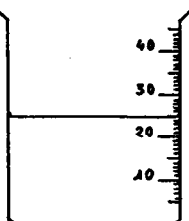
NOM

PRENOM

Ce verre mesureur est gradué en millilitre : ml

Il contient 25 ml d'eau

Ce cube de 2 cm de côté a un volume de  $8 \text{ cm}^3$



Un volume de  $1 \text{ cm}^3$  est égal à un volume de 1 ml.

On met le cube dans le verre mesureur qui contient 25 ml d'eau. Le niveau de l'eau monte.

INDIQUE LE NOUVEAU NIVEAU DE L'EAU SUR LE DEUXIEME DESSIN

1) Les difficultés rencontrées en Physique à propos de la masse volumique sont en général attribuées à la complexité d'une notion composée; ne faut-il pas, plus simplement, prendre conscience de l'insuffisante maîtrise de la seule notion de volume et entraîner les élèves dès l'école primaire à manipuler plus systématiquement longueurs, surfaces et volumes ?

2) En 6<sup>me</sup>, les élèves utilisent le plus souvent avec aisance les éprouvettes et verres gradués (notre étude confirme cette observation par les réponses obtenues à la question 9).

Ne convient-il pas de s'interroger sur les avantages et inconvénients d'appareils qui traduisent les volumes en échelles linéaires ? Comment exploiter les avantages et limiter les inconvénients ?

3) Plus généralement, les réponses inexactes sont révélatrices de modes de pensée parfaitement valables mais inadaptés au problème posé; peut-on valoriser ces modes de pensée en précisant leur champ d'efficacité et leurs limites. Il n'est pas évident que l'élève qui récite  $3 \times 3 \times 3 = 27 \text{ cm}^3$  ait un esprit plus scientifique que ce petit bonhomme qui explique maladroitement qu'il a trouvé 19 cubes de  $1 \text{ cm}^3$  dans le cube n° 3. Regardez bien ! Si le cube n° 3 est formé de cubes n° 1 juxtaposés, on ne peut voir que 19 petits cubes dans le dessin en perspective.

D'autres éléments du questionnaire font déjà l'objet d'une étude autonome en même temps que se poursuit le dépouillement de l'ensemble. L'information est riche car les enfants ont répondu avec bonne volonté mais son exploitation est très délicate : nous ne maîtrisons pas les conditions exactes de sa production. Nous avons cependant le sentiment de découvrir un peu, avec prudence, ce que, par rapport au programme de Sciences physiques, les élèves de 6<sup>me</sup> ont dans la tête.

A. KAHANE,

*Professeur  
à l'Université Scientifique et Médicale  
de Grenoble.*

---