

---

## ENSEIGNER LA GÉOMETRIE DANS L'ESPACE

---

Freddy BONAFÉ, Mireille SAUTER  
Groupe GÉOMÉTRIE, IREM de Montpellier

En collège, l'enseignement de la géométrie dans l'espace repose sur l'étude de solides simples. Cet enseignement ne peut se limiter à de simples manipulations d'objets et il se trouve rapidement confronté au problème de la représentation de ces objets et à la nécessité de codages.

Que ce soit en géométrie plane ou dans l'espace, l'élève qui cherche les solutions d'un problème procède souvent en confrontant hypothèse et démarche expérimentale. Mais alors qu'en géométrie plane l'objet peut être considéré comme objet d'étude permettant cette confrontation, il n'en est pas de même en géométrie dans l'espace car l'absence de statut propre des différentes représentations utilisées par les élèves limite la nature de cette démarche expérimentale. S'agissant du travail sur un triangle, par exemple, son dessin est l'objet d'étude, alors que ce n'est pas le cas pour un cube.

Un enseignement de la géométrie dans

l'espace ne peut avoir des chances de réussir, qu'à condition que soit mis en place dès les premières années du collège au moins *un procédé de représentation de l'espace, avec tout ce que cela comporte de savoir-faire et d'apprentissage*. Une prise de conscience sur les différences géométriques entre l'objet et sa représentation est indispensable, un élève ne pourra travailler sur le dessin d'un objet que s'il a une bonne image mentale de cet objet et aussi une parfaite connaissance des règles de représentation lui permettant de décoder ce dessin.

Notre enseignement privilégie la perspective cavalière, qui est un des procédés codifiés de représentations de l'espace (voir les aspects théoriques en fin d'article). Ce choix présente comme avantages une assez bonne restitution de la vision de l'objet, la conservation du parallélisme ainsi que celle des proportions dans chaque direction de l'espace. Les notions géométriques requises sont facilement accessibles à de jeunes élèves.

ENSEIGNER LA GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE

**Quelle progression adopter dans les classes ?**

Pour tous les solides étudiés : parallélépipèdes, prismes, cylindres, pyramides... et autres, nous adoptons une progression identique, une première phase de *manipulations avec des objets* permettant d'acquérir le vocabulaire de base, suivie d'une deuxième phase d'*apprentissage de la représentation de ces objets*.

Les fiches d'activités présentées dans cet article sont extraites d'une brochure réalisée par le groupe géométrie de l'IREM de Montpellier : *Enseigner la géométrie de l'espace, activités de la sixième à la seconde*. Les activités se situent dans les premières années du collège. La première partie de chaque fiche est destinée au professeur, suivie d'une fiche pour les élèves.

**Manipulations - Utilisations de maquettes**

Toute étude de solides commence par l'observation, la manipulation d'objets, objets de la vie courante (boîtes...) ou bien solides fabriqués par les élèves à partir de patrons que l'enseignant leur a donnés. (Cf., par exemple page 7.)

L'observation et la manipulation permettent de définir en le **montrant** le vocabulaire propre à chaque solide.

Il est indispensable que chaque élève ait fabriqué sa maquette, il l'utilisera par la suite comme objet à représenter et elle pourra toujours être outil de référence lors de remédiation.

**Représentation**

Avant tout apprentissage de représentation il semble pertinent de placer l'élève

dans une situation où il peut comparer les propriétés géométriques spatiales d'une maquette et les propriétés planes de sa représentation. Une prise de conscience des conservations ou modifications des longueurs et des angles est essentielle, c'est l'objectif de la fiche présentée page 8.

Conscient des différences géométriques entre l'objet et sa représentation, l'élève peut progressivement se construire des images mentales opérantes. Un véritable apprentissage de la perspective cavalière doit être mis en place.

Trois éléments semblent se dégager dans la constitution d'une bonne image mentale nécessaire à tout travail de géométrie dans l'espace durant cet apprentissage :

- le passage de l'objet au dessin
- le passage du dessin à l'objet
- le passage du dessin au dessin sans l'objet.

**Passage de l'objet au dessin**

L'apprentissage de tout procédé de représentation conduit à un classement des droites de l'espace correspondant à des particularités au niveau de leur représentation. Nous avons dégagé quatre catégories de droites :

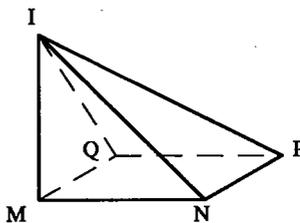
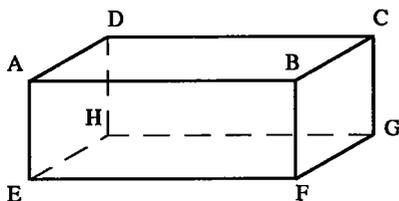
- ① - Les supports d'arêtes parallèles au plan de projection.
- ② - Les supports d'arêtes perpendiculaires au plan de projection.
- ③ - Les supports d'arêtes ni parallèles ni perpendiculaires au plan de projection.
- ④ - Les autres droites de l'espace non supports d'arêtes.

Pour expliquer ces choix, rappelons que

**Commentaires pour le professeur**

**Manipulation d'objets, codage, vocabulaire**

Les élèves ont à leur disposition un pavé droit et une pyramide tiers de cube dont les sommets sont repérés de la façon suivante :



**FICHE ÉLÈVE**

**Manipulation d'objets, codage, vocabulaire**

**Exercice 1 : Sur le pavé,**

- mesurer les longueurs des arêtes  $AB =$  ;  $AE =$  ;  $AD =$  .
- mesurer les angles  $\widehat{EAB} =$  ;  $\widehat{EAD} =$  ;  $\widehat{BAD} =$  .
- calculer les aires des faces  $ABCD :$  ;  $AEBF :$  ;  $AEHD :$  .

**Exercice 2 : Sur la pyramide,**

- mesurer les longueurs des arêtes  $IM =$  ;  $MN =$  ;  $MQ =$  ;
- $IN =$  ;  $IP =$  ;  $IQ =$  ;
- mesurer les angles  $\widehat{IMQ} =$  ;  $\widehat{IMN} =$  ;  $\widehat{IPQ} =$  ;
- calculer les aires des faces  $IMQ :$  ;  $MNPQ :$  ;  $IPQ :$  .

**Exercice 3 : Compléter :**

|                   | Pyramide | Pavé |
|-------------------|----------|------|
| Nombre de faces   |          |      |
| Nombre d'arêtes   |          |      |
| Nombre de sommets |          |      |

**Exercice 4 : Entourer les noms des faces de la pyramide :  
IPQ, MNPQ, IMP, IQP, QNI, NPMI.**

**Exercice 5 : Entourer les noms d'arêtes du pavé :  
EH, AF, CB, DH, GD, FE.**

ENSEIGNER LA GEOMETRIE DANS L'ESPACE

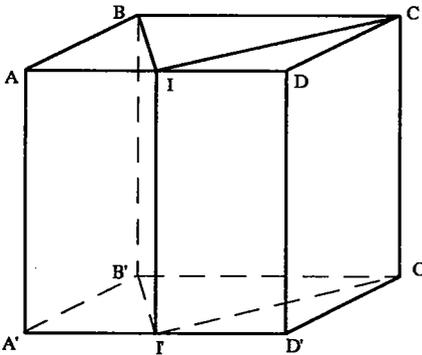
**Commentaires pour le professeur**

***Différences objet - dessin***

Les élèves ont à leur disposition une maquette de cube de 6 cm d'arête et le dessin ci dessous qui représente un cube de 6 cm d'arête en perspective cavalière ayant 30° pour angle de fuyante et 1/2 comme coefficient de réduction sur les fuyantes, ce que nous nommons PC(30,1/2). Ils doivent compléter le tableau en s'aidant de leurs instruments de mesure.

**FICHE ÉLÈVE**

**Différences objet - dessin**



|                 | Dessin | Objet |
|-----------------|--------|-------|
| AB              |        |       |
| AI              |        |       |
| AD              |        |       |
| ID              |        |       |
| IB              |        |       |
| BC              |        |       |
| IC              |        |       |
| II'             |        |       |
| $\widehat{DAI}$ |        |       |
| $\widehat{AID}$ |        |       |
| $\widehat{ADI}$ |        |       |
| $\widehat{IBC}$ |        |       |
| $\widehat{BIC}$ |        |       |
| $\widehat{BCI}$ |        |       |
| $\widehat{ICD}$ |        |       |
| $\widehat{CDI}$ |        |       |
| $\widehat{DIC}$ |        |       |
| $\widehat{BAC}$ |        |       |

dans la définition de la perspective cavalière ou des vues d'un objet (normes A.F.N.OR. NF E04108), on dispose tout d'abord cet objet dans un cube appelé "cube de référence". La disposition de l'objet n'est pas anodine dans ce cube de référence. L'image de l'objet, sur un plan parallèle à une des faces de ce cube, suivant une projection

cylindrique de direction non perpendiculaire à ce plan en est la perspective cavalière. Lorsque la projection est perpendiculaire à ce plan on obtient une vue.

Ainsi les droites des catégories ① et ② permettent la représentation du cube de référence et de tout pavé dont les faces sont

parallèles à celles de ce cube. Quant aux catégories ③ et ④ elles offrent la possibilité de représenter les autres arêtes, soit directement si elles prennent appui sur des arêtes du cube (ou pavé) de référence, soit par construction annexe dans les autres cas.

Ces différentes catégories de droites de l'espace vont devoir être rapprochées des droites que l'on peut dessiner sur une feuille et que l'on peut, elles aussi, classer en quatre catégories suivant leur direction. Pour une feuille normalement disposée devant un élève :

- ⑤ – Les parallèles aux bords latéraux de la feuille.
- ⑥ – Les parallèles aux bords supérieurs et inférieurs de la feuille.
- ⑦ – Celles ayant une direction préalablement définie et différentes des précédentes (du moins au début) et que l'on nommera fuyantes.
- ⑧ – Les autres droites.

Nous proposons donc comme travaux préparatoires à la représentation deux types d'activité. Une portant exclusivement sur les droites du plan, les notions de parallèles, perpendiculaires, ni parallèles ni perpendiculaires, obliques, obliques particulières. L'autre portant exclusivement sur les positions relatives des arêtes et faces des objets (ci-dessous et pages 10, 11).

Après ces activités préparatoires, on peut passer à la représentation d'un pavé.

Chaque élève a entre ses mains une maquette construite lors de la phase de manipulation. Après avoir proposé aux élèves de réaliser une représentation personnelle de cet objet, un débat s'instaure dans la classe à la vue des différentes productions pour un même objet, pour avoir une représentation "lisible par tous" on met ainsi en place les premières règles d'action de la perspective cavalière qui sont pour une PC(30°, 1/2) :

- choisir une face de l'objet appelée face avant, la dessiner en vraie grandeur.
- dessiner en vraie grandeur les arêtes qui sont parallèles à la face choisie.
- dessiner en vraies grandeur les angles dont les côtés sont parallèles à la face choisie.
- dessiner sur des fuyantes les arêtes qui sont perpendiculaires à la face choisie.
- dessiner en pointillés les arêtes cachées.

L'application de ces règles demande quelques compléments, en particulier concernant la position requise par l'objet pour introduire la notion d'arête cachée. D'autre part lorsque l'objet présente des arêtes ni parallèles, ni perpendiculaires au plan de projection, il peut être nécessaire d'introduire des segments auxiliaires. C'est l'objet du travail présenté page 12.

### **Commentaires pour le professeur**

#### **Techniques de tracés, notions d'oblique et de fuyante dans la feuille de dessin**

Les élèves ont à leur disposition une règle plate à bords parallèles, une équerre à 30° et un rapporteur.

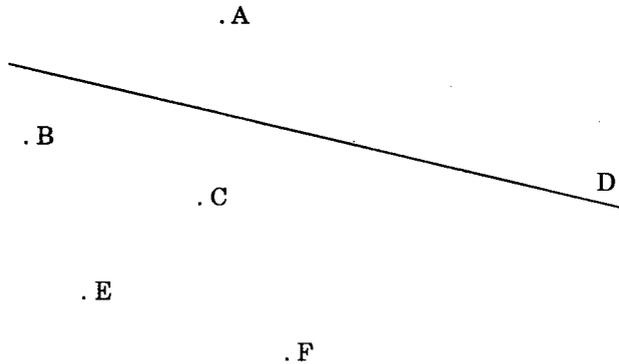
ENSEIGNER LA GEOMETRIE DANS L'ESPACE

**FICHE ÉLÈVE**

**Techniques de tracés, notions d'oblique et de fuyante dans la feuille de dessin**

Sur la figure ci-dessous, construire :

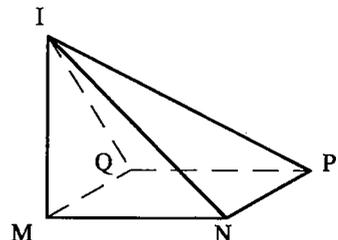
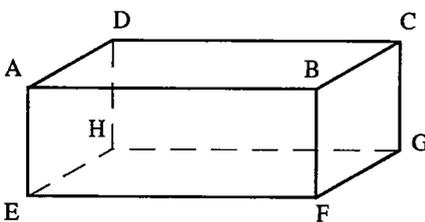
- une droite passant par A et parallèle à la droite D,
- une droite passant par A et perpendiculaire à la droite D,
- une droite parallèle au bord inférieur de la feuille et passant par B,
- une droite parallèle au bords latéraux de la feuille et passant par C,
- trois droites obliques passant par E,
- deux droites passant par F et formant un angle de  $30^\circ$  avec le bord inférieur de la feuille.



**Commentaires pour le professeur**

**Etude des positions relatives des arêtes et faces d'un pavé, d'une pyramide**

Les élèves ont à leur disposition un pavé droit et une pyramide tiers de cube dont les sommets sont repérés de la façon suivante :



**FICHE ÉLÈVE**

**Etude des positions relatives des arêtes et faces d'un pavé, d'une pyramide**

**Exercice 1 :** Dans le pavé,

- citer 3 arêtes parallèles à AB : ; à AD : ; à AE : ;
- citer 4 arêtes perpendiculaires à AB : ; à AE : ; à AD : ;

**Exercice 2 :** Dans la pyramide,

- citer toutes les arêtes perpendiculaires à MQ : ; à MN : ; à IM : ;
- citer toutes les arêtes parallèles à MQ : ; à MN : ;
- peut-on citer des arêtes parallèles à IM ? ; à IN ?
- IP ? ; à IQ ?
- peut-on citer des arêtes perpendiculaires à IN ? ; à IP ? à IQ ?

**Exercice 3 :** Compléter avec un des symboles suivants :

// pour parallèle, (pour perpendiculaire, O pour ni parallèle ni perpendiculaire.

|    |      |
|----|------|
|    | ABCD |
| AE |      |
| BC |      |
| GH |      |

**Dans le pavé**

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
|    | AEHD | ABCD | EFGH | DCGH |
| GH |      |      |      |      |

|    |     |
|----|-----|
|    | IMQ |
| MN |     |
| MQ |     |
| PI |     |

**Dans la pyramide**

|    |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|
|    | IPO | INP | IMO | IMN |
| QM |     |     |     |     |

|    |     |     |      |
|----|-----|-----|------|
|    | IPO | IPN | MNPO |
| IP |     |     |      |
| PN |     |     |      |

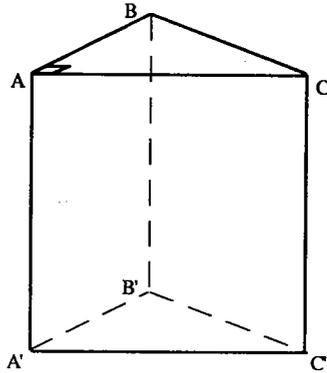
On peut remarquer que le cas des corps ronds que l'on n'a pas encore évoqué ne peut être traité de la même façon. En effet, comme on peut le voir dans la partie théorique à la fin de cet article, la représen-

tation traditionnelle d'un cylindre (de même que celle du cône) utilise une perspective cavalière à 90° contrairement aux perspectives à 30°, 45°, 60° souvent utilisées pour les prismes.

ENSEIGNER LA GEOMETRIE DANS L'ESPACE**Commentaires pour le professeur****Dépassement des règles**

Les élèves ont à leur disposition un prisme droit qui est un demi cube, les sommets sont repérés comme sur ce dessin.

Les élèves doivent répondre aux questions suivantes.

**FICHE ÉLÈVE****Dépassement des règles**

Vous disposez d'un prisme droit qui, avec celui de votre voisin, vous permet de reconstituer un cube.

**Exercice 1 :**

- Combien votre prisme a-t-il de faces?
- Quelle est la forme de chacune d'entre elles?
- Combien votre prisme a-t-il d'arêtes?

**Exercice 2 :**

Représenter le prisme dont vous disposez dans une PC(30°, 1/2) dans chacun des cas suivants :

- cas 1 : la face choisie est la face  $ABB'A'$ .
- cas 2 : la face choisie est  $ABC$ .
- cas 3 : la face choisie est  $BCC'B'$ .

L'apprentissage de cette représentation – passage de l'objet au dessin – se fait assez rapidement malgré les difficultés techniques soulevées par le tracé de l'ellipse et des tangentes à cette dernière, en particulier pour le cône. La lecture et l'interprétation du dessin d'un cylindre sont intéressantes, la fiche qui

suit (cf. page 13) montre un exemple de travail à ce sujet.

**Passage du dessin à l'objet**

Il s'agit de reconstituer un objet lorsqu'un dessin en perspective cavalière en est donné.

**Commentaires pour le professeur**

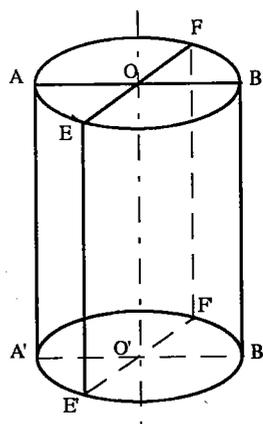
**Lecture d'un dessin de cylindre**

Chaque élève dispose d'un cylindre qu'il a précédemment construit et de la figure accompagnée du texte ci-dessous.

**FICHE ÉLÈVE**

**Lecture d'un dessin de cylindre**

Ce dessin représente un cylindre de 10 cm de hauteur et de 6 cm de diamètre. Les quadrilatères  $ABB'A'$  et  $EFF'E'$  représentent des sections verticales de ce cylindre passant par les centres  $O$  et  $O'$  des disques de base.



Regarde attentivement la figure et répond aux questions suivantes.

1°) Quelles sont les longueurs réelles des segments

$[AB], [AA'], \dots [EE']$  ?

|         |          |          |         |
|---------|----------|----------|---------|
| $AB =$  | $AA' =$  | $FE =$   | $FF' =$ |
| $OO' =$ | $A'B' =$ | $F'O' =$ | $EE' =$ |

2°) Quelle est la mesure réelle de chacun des angles suivants ?

$\hat{A}BB' = \hat{B}B'A' = \hat{F}E'E = \hat{E}E'F = \hat{O}O'B' = \hat{O}O'F =$

3°) Quelle est la nature des sections  $ABB'A'$  et  $EFF'E'$  ?

4°) Quelle est l'intersection des sections  $ABB'A'$  et  $EFF'E'$  ?

5°) Quelle est la position des génératrices  $[AA'], [EE'], [BB'], [FF']$  par rapport aux plans des disques de base ?

6°) Quelle est la position de l'axe  $(OO')$  par rapport aux plans des disques de base ?

Ce passage comporte dans un certain sens l'idée fautive de bijectivité entre objet et représentation.

En effet, la seule représentation ne permet pas de reconstituer l'objet, et la

figure de la page suivante illustre comment ce que l'on perçoit comme la perspective cavalière d'un cube sur un tableau peut être la perspective cavalière d'un tout autre objet.

ENSEIGNER LA GEOMETRIE DANS L'ESPACE

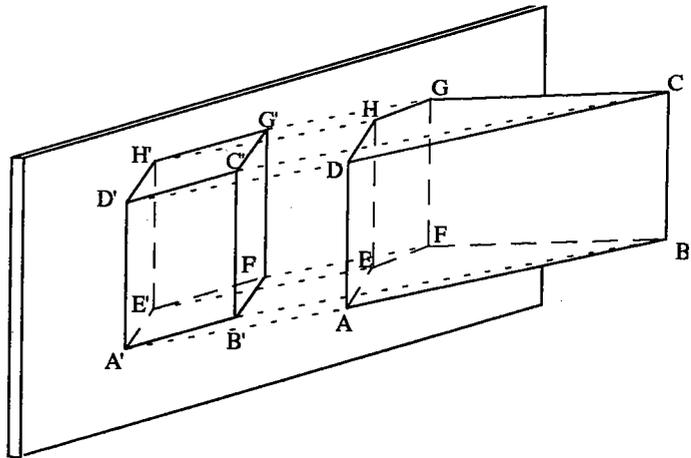
Une analyse préalable des éléments constitutifs de l'objet est donc nécessaire à toute reconstitution.

La fiche ci-dessous propose à propos du dessin d'un prisme droit dans une position particulière, un travail de reconstitution.

**Passage du dessin au dessin**

L'objet, n'étant plus présent, n'existe plus qu'en tant qu'image mentale sur laquelle toute action n'est possible qu'à travers de l'action sur le dessin. Ce travail nécessite

donc de concilier, tout en les séparant, les propriétés spatiales de l'objet et les propriétés planes du dessin (cf. page 15).



**Commentaires pour le professeur**

**Restitution d'un objet**

Les élèves ont à leur disposition le dessin et les consignes qui l'accompagnent, ainsi que le matériel nécessaire à la réalisation d'une maquette. *Dans un premier temps une analyse de l'objet à travers sa représentation a été réalisée avec les élèves.*

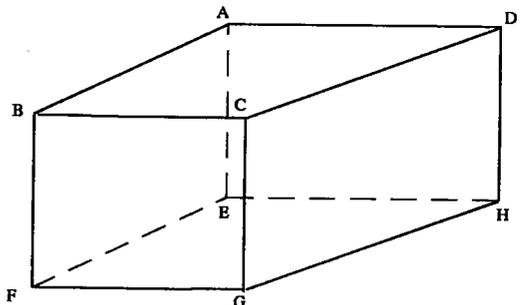
**FICHE ÉLÈVE**

**Restitution d'un objet**

Le dessin ci-contre représente en PC(30°, 1/2) un prisme droit dont la base EFGH est un trapèze rectangle  $(EF) \perp (FG)$  et  $(EF) \perp (HE)$ .

La face BFGC est la face avant de ce prisme.

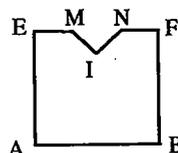
Fabriquer en carton cet objet.



**Commentaires pour le professeur**

**Dessiner sans l'objet**

Les élèves ont à leur disposition le dessin ci dessous et les consignes qui l'accompagnent. Dans un premier temps une analyse de l'objet à travers sa représentation a été réalisée. La clé de la représentation réside dans le repérage du point I qui peut se faire par exemple avec le triangle IMN rectangle et isocèle en I.

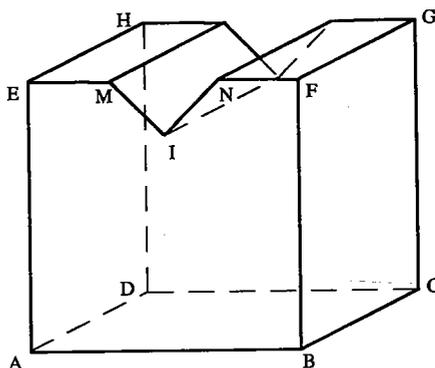


**FICHE ÉLÈVE**

**Dessiner sans l'objet**

Le dessin ci-contre représente en PC(30°, 1/2) un cube ABCDEFGH entaillé sur sa face de dessus. La face avant est ABFE.

Représenter ce même objet en PC(30°, 1/2) avec comme face avant la face EFGH.



**Compléments théoriques**

D'un point de vue technique, on dispose de six modes de représentation principaux, parfaitement codifiés, et décrits par G. AUDIBERT (1990) dans *La perspective cavalière*. Ce sont les vues, les projections axonométriques, la perspective cavalière, l'épure en géométrie descriptive, la perspective linéaire et la projection cotée.

**La perspective cavalière**

On peut définir la perspective cavalière d'un objet comme la projection de cet objet sur un plan suivant une direction oblique par rapport à ce plan. L'étude des proprié-

tés de cette projection permet alors d'établir certaines relations entre l'objet et son image, ou plutôt entre divers éléments de cet objet et leurs images.

Cette approche permet de transposer dans le contexte scolaire la notion de perspective cavalière, mais elle l'isole du cadre des activités qui sont à son origine et pour lesquelles primait la technique de représentation. De plus cette présentation de la perspective cavalière est souvent accompagnée de figures qui sont une perspective cavalière de la perspective cavalière que l'on est en train de décrire. Ce qui revient à utiliser pour mieux la définir la projection que l'on souhaite

ENSEIGNER LA GEOMETRIE DANS L'ESPACE

présenter... La figure ci-contre qui illustre cette ambiguïté est souvent accompagnée dans les manuels d'une phrase telle que : "A'B'C'D'E'F'G'H' est la projection sur le tableau du cube ABCDEFGH".

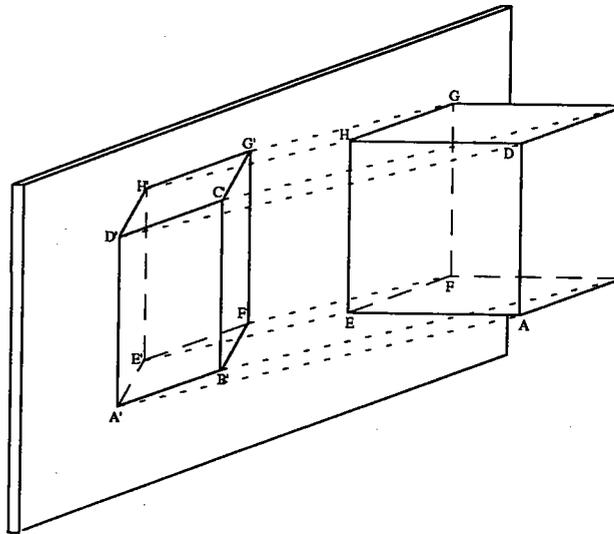
Mais où est donc *le cube* ? Qu'est-ce que A'B'C'D'E'F'G'H' ?... et ABCDEFGH ?

Il ne faut pourtant pas oublier, et l'illustration ci-dessus en est la preuve, que le but de toute perspective est de faire en sorte que la vision d'une image à deux dimensions corresponde à la vision de l'objet qu'elle représente afin de pouvoir substituer l'image à l'objet. C'est cette substitution qui conduit souvent à la confusion entre les opérations qui touchent à l'image et celles qui touchent à l'objet.

**Le cas des corps ronds**

Le cylindre, la sphère, le cône, ne peuvent être ignorés dans une réflexion globale de l'enseignement de la géométrie dans l'espace. Leur représentation en perspective cavalière soulève des difficultés de nature tout à fait différente, particulièrement celles liées au tracé de l'ellipse, au contour apparent ainsi qu'à la vision.

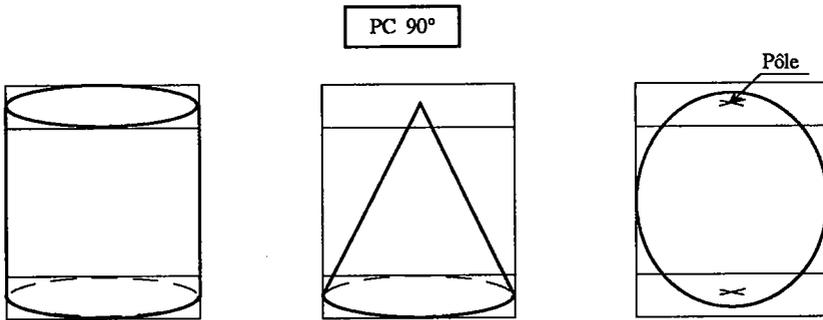
Du point de vue technique, c'est le tracé de l'ellipse qui fait difficulté (son étude est réservée aux élèves des terminales scientifiques ayant choisi l'option mathématiques). En effet, sauf dans les cas de positions singulières du type de celles illustrées ci-dessous (*page suivante*), les rayons des ellipses permettant la représentation du cylindre, de la sphère, du cône, ne



sont pas connus. On ne connaît de ces ellipses que deux rayons conjugués (pour une étude plus complète de ces questions on pourra consulter les travaux précédemment cités).

On a vu que nos règles d'actions concernant la représentation en perspective cavalière s'appuyaient exclusivement sur les arêtes des polyèdres. En effet, quel que soit le polyèdre envisagé, son contour apparent est formé exclusivement d'arêtes. Ce n'est plus tout à fait le cas lorsqu'il s'agit de représenter des corps ronds. A la notion d'arête vient parfois se substituer celle de génératrice. Mais, comme le montre la figure précédente, cette génératrice peut être en vraie grandeur (cylindre), raccourcie (cône) ou carrément absente (sphère).

En ce qui concerne la vision qui ne peut être exclue des questions de représentation, on se heurte pour les corps ronds à une profonde contradiction. En effet, si il



est possible de disposer un cylindre ou un cône de sorte qu'ils apparaissent comme le montre la figure précédente, il est bien difficile de voir un contour apparent elliptique en observant une sphère ; et inversement, la perspective cavalière d'une sphère renvoie plutôt à un ellipsoïde non sphérique.

Ces quelques observations nous imposent une certaine prudence dans l'étude des corps ronds que l'on ne peut exclure de l'enseignement pour la seule raison que leur représentation en perspective cavalière est malaisée. Les travaux de PAÏS L.C. (1991) et FAVRAT J.-F. (1995) apportent quelques éléments de réponse aux questions d'enseignement portant sur le cylindre.

Concernant le cylindre et le cône, On

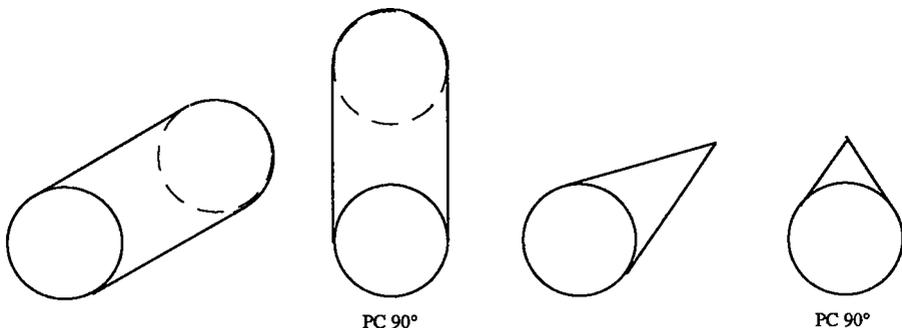
peut distinguer deux cas dans la représentation en PC : le plan de projection est parallèle à une base ou le plan est parallèle à l'axe du cylindre.

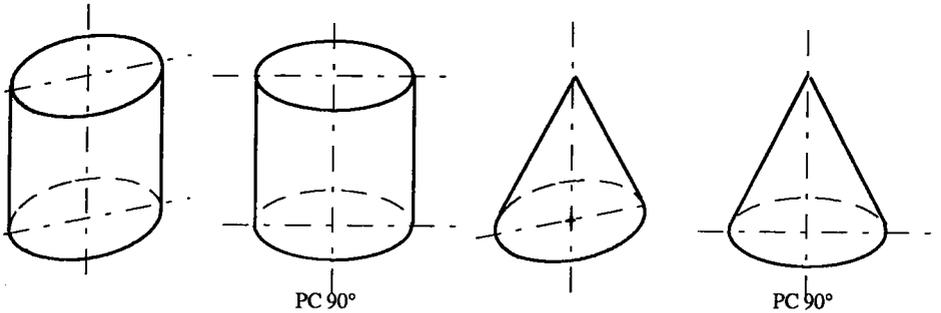
*Plan de projection parallèle à une base du cylindre ou du cône*

Les disques de base apparaissent en vraie grandeur. Les génératrices sont des fuyantes. Ces représentations illustrées ci-dessous sont peu utilisées.

*Plan de projection parallèle à l'axe du cylindre*

Les disques de bases sont représentés par des ellipses. Les génératrices ne sont en vraie grandeur que pour le cylindre. Le contour apparent dans une perspective



ENSEIGNER LA GEOMETRIE DANS L'ESPACE

cavalière différente de  $90^\circ$  présente des difficultés à cause des points de tangences des génératrices comme on peut le voir sur les figures ci-dessus.

Les représentations traditionnelles du cylindre et du cône en perspective à  $90^\circ$  sont les plus utilisées avec les élèves. Un pochoir trace ellipse facilite alors les tracés.

**BIBLIOGRAPHIE**

- AUDIBERT, G.(1985) : *Représentation de l'espace et empirisme dans le problème FIL*, Publication IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier.
- (1990) : *La perspective cavalière*, Publication N°75 de l'A.P.M.E.P.
- BONAFÉ, F. (1988) : *Quelques hypothèses et résultats sur l'enseignement de la géométrie dans l'espace à partir de l'apprentissage de la perspective cavalière*. Bulletin N°363 de l'A.P.M.E.P.
- (1991) : *La séquence P.C., suite pas à pas des travaux des élèves*. Publication IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier
- Groupe GÉOMÉTRIE de l'IREM de Montpellier (1992) : *Enseigner la géométrie de l'espace, activités de la 6<sup>e</sup> à la 2<sup>nd</sup>e*, Publication IREM-USTL, place E. Bataillon Montpellier.