

Horizontalité et verticalité à l'école primaire

par VAUTREY, ALEMANNI, MARTINAND.

SOMMAIRE

- 1) Réflexion sur l'approche de ces notions à l'école primaire.
 - 2) Approche de ces notions.
 - A) en C.E. 2,
 - B) en C.M. 2,
 - C) en C.E. 1.
 - 3) Essai d'analyse des démarches.
 - 4) Evaluation.
- Annexe : fiche de tests.
-

Les programmes actuels du Cours Moyen de l'Ecole Primaire comportent des éléments de repérage dans l'espace : les notions d'horizontale et de verticale ainsi que les instruments (fil à plomb, surface libre d'un liquide au repos).

Pour aider les collègues chargés de la formation des maîtres, il est nécessaire de diffuser des documents qui s'appuient sur des expériences suffisamment étendues et approfondies d'activités dans ces domaines. Le texte qui suit a été rédigé à partir de différents essais déjà anciens dans des classes de C.E. et C.M. Il donne les résultats obtenus en explorant les idées des enfants telles qu'elles s'expriment dans la classe (elles doivent être prises en compte pour guider le travail des élèves). Il fournit des exemples de programmes d'activités et des éléments d'évaluation.

— Les classes impliquées dans cette recherche-action ont été celles de : M. et M^{me} PETIT à Dijon,

PERRIN à Mâcon,

LECHÊNES à Mâcon,

AGNEL à Rouvres,

PARIS à Othis.

— La rédaction est de M^{me} et M. VAUTREY, Professeurs d'École Normale à Mâcon (Mathématiques et Sciences physiques), et M. ALEMANNI, Inspecteur Départemental à Toulouse. Elle a été révisée par M. MARTINAND, Professeur à l'Université Paris-Sud.

— Ces travaux ont été effectués dans le cadre des travaux de la Section Sciences Ecole Élémentaire à l'I.N.R.P.

1. REFLEXIONS SUR L'APPROCHE DE CES NOTIONS A L'ECOLE ELEMENTAIRE.

La nécessité du choix de repères fixes pour se situer et situer des objets dans l'espace apparaît au cours du développement de l'enfant au niveau de l'école élémentaire. Direction verticale et plan horizontal sont des repères physiques auxquels l'enfant est viscéralement sensible : comme tout objet matériel situé dans le champ de gravité, l'homme est soumis à la pesanteur, et attitudes, postures réflexes sont déterminées par elle. Corrélativement le plan horizontal peut aussi servir de plan de référence.

Comment aborde-t-on ces notions au niveau de l'école élémentaire ?

- Soit d'une manière incidente en affirmant l'horizontalité d'une table ou la verticalité d'un mur.
- Soit par l'étude de la surface libre des liquides, plane et horizontale par définition.

D'autre part, on étudie la verticale et l'horizontale en tant que lignes-objets ou surfaces-objets. Ne serait-il pas plus normal d'étudier ces notions comme des attributs que peuvent posséder ou non lignes ou surfaces-objets ? On peut ainsi remarquer qu'une surface, pour être horizontale doit d'abord être plane, tandis qu'elle peut être verticale sans être plane (murs d'une tour cylindrique bien construite). Au contraire, une ligne peut être horizontale sans être droite, alors qu'elle est droite avant d'être verticale. Par ailleurs, il ne semble pas que la présentation classique : fil à plomb, surface d'un liquide au repos, équerre, ait un réel impact sur l'acquisition des référentiels physiques qu'elle veut faire apparaître.

Autre problème : celui de la représentation graphique des lignes horizontales et verticales. En effet, représentation et réalité sont confondues au niveau du langage et on parle de lignes horizontales et verticales sur le cahier, du bas et du haut d'une page. Or au C.P. les enfants éprouvent beaucoup de difficultés sur ces notions. Même si en grande section de maternelle on fait de nombreux exercices topologiques faisant intervenir les termes « en haut » et « en bas », en situation réelle, la représentation sur le cahier n'est pas forcément transposée par les élèves.

Au C.M.2, les maîtres peuvent constater que les cartes de géographie placées contre le tableau posent de nombreux problèmes. Par exemple, sur une carte où se trouvaient représentés l'Isère et l'Arc, le maître demanda :

— d'indiquer comment coulait l'eau ; il obtint, pour l'Arc, le dessin suivant :

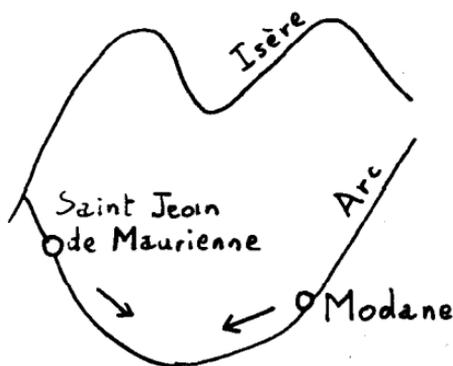


Fig. 1

— de dire quelle est la ville la plus haute, de Modane ou de Saint-Jean-de-Maurienne ; il obtint comme réponse : St-Jean-de-Maurienne.

Cette confusion est accentuée par le fait que l'enfant et même l'adulte confondent :

- * droit et horizontal (ou vertical) ;
- * plat et horizontal.

Dès lors, comment aider l'enfant dans l'appréhension de ces notions au niveau scolaire ? Est-il possible de faciliter le passage du stade de la découverte concrète au stade de l'abstraction par l'expérimentation et la réflexion au sein du groupe-classe ?

2. APPROCHE DE CES NOTIONS.

Nous avons tenté une approche de ces notions :

- d'une part au niveau d'un C.E.2 mixte de 24 élèves,
- d'autre part au niveau d'un C.M.2 mixte de 25 élèves,
- et au niveau d'un C.E.1 mixte de 24 élèves.

A) C.E.2.

Au cours d'une promenade au bord de la Saône, plusieurs enfants ont posé la question : « Pourquoi la Saône coule-t-elle vers

Lyon ? » La pente étant dans la région mâconnaise de 4 cm par kilomètre, le plan d'eau et les rives paraissent horizontales.

— E. 1 : La source est la plus haute.

— E. 2 : Quelquefois, la Saône coule vers Paris, car le vent la fait remonter.

La plupart des enfants sont d'accord pour dire que cette impression est un phénomène superficiel... et que c'est faux.

— E. 3 : L'eau coule parce que la Saône est un peu penchée.

Dans un coin de la classe, deux morceaux de chéneau de 2 m environ sont vus par des enfants.

— M. : Comment voir que l'eau va du plus haut vers le plus bas ?

— E. 1 : Avec un tuyau un peu penché, le tuyau sera la source, il y aura la source à un bout et à l'autre bout le Rhône.

On décide d'aller expérimenter à l'extérieur. Les enfants remarquent : « Si on verse l'eau au milieu, elle coule dans un sens ou dans l'autre, si on penche d'un côté ou de l'autre ». Le maître propose de changer le sens du courant. Les enfants sont choqués quand « l'eau ne va plus vers Lyon ». Un enfant remarque : « quand c'est droit, l'eau coule dans les deux sens ». Le maître introduit alors le mot : « horizontal ». Mais pour les enfants, il y a confusion entre les termes : « horizontal » et « droit ». Un enfant dit : « avec le tuyau, on peut voir si le terrain de sport est droit (employé à la place d'horizontal). On le met par terre et on verse de l'eau au milieu ».

— Le maître demande ensuite : Sait-on pourquoi la Saône va vers Lyon ? »

— E. : « La Saône est un peu penchée, l'eau descend ».

Une petite fille est profondément surprise : « On dirait qu'elle est plate, et pourtant elle est penchée. On ne le voit pas, c'est peut-être le fond qui est penché ».

Sous les schémas dessinés, un enfant écrit : « L'eau coule des deux côtés quand le tuyau est horizontal, quand il est vertical l'eau coule à droite ou à gauche », appelant « vertical » toute droite non horizontale. La notion de verticalité sera à reprendre plus tard.

2^e séance : *Horizontalité d'une droite objet, d'une surface objet.*

Le maître se fait rappeler les résultats principaux déjà découverts.

— E. 1 : La Saône coule de sa source vers Lyon.

— M. : Pourquoi ?

— E. : Elle coule du côté où le tuyau est penché. Si elle coule des deux côtés alors c'est que le tuyau est « droit ».

Le maître intervient alors pour amener les enfants à utiliser un *vocabulaire cohérent*.

— M. : Quel est le contraire de « droit » ?

Les enfants : « penché ! non, courbe ou tordu ! »

Après quelques instants de discussion, les enfants acceptent « courbe » et refusent « penché » comme contraire de « droit ».

— M. : La règle reste-t-elle droite si je change sa position ? (il le fait).

— E. : Oui ! (accord quasi unanime).

— M. : Placée ainsi, comment est la règle ? Droite ?

— E. : Horizontale.

— M. : Et si je la place ainsi ?

— E. : Oblique ou penchée.

Le maître indique qu'on peut dire aussi « non horizontale ».

— M. : Que pourrait-on mettre dans le chéneau à la place de l'eau ? Quelque chose qui bouge facilement.

Après un petit échange verbal, un élève dit : « une bille ».

— Le maître : « une bille de verre ou de papier pressé ? »

Les élèves choisissent la bille de verre : « elle roule mieux ». Et on va retrouver les observations faites avec l'eau.

— E. : On met la bille au milieu du chéneau, la bille ne roule pas. On déplace alors le chéneau de la position 1 à la position 2. La bille roule.

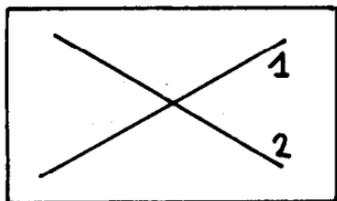


Fig. 2

Les enfants concluent que la table n'est pas horizontale. Mais que signifie pour eux le mot « horizontal » lorsqu'il s'agit d'une surface ? Et si les tests 1 et 2 avaient été positifs, auraient-ils conclu à l'horizontalité effective de la table ? Le *test de l'hor-*

zontalité d'une surface semble inabordable avec des enfants par cette voie.

— M. : Pourrait-on faire autre chose, sans utiliser le chéneau, pour voir si la table est horizontale ?

Un enfant a l'idée de placer *la bille directement sur la table*. Sur un pupitre légèrement incliné la bille placée en différents endroits roule toujours vers le même bord.

— E. : Cette table n'est pas horizontale.

Avec la table du maître, une légère pente est décelée.

— E. : C'est peut-être le plancher qui n'est pas horizontal.

Remarque intéressante, l'enfant fait une hypothèse. Mais n'y a-t-il pas dans son esprit une certaine confusion entre la propriété (non horizontale) du plateau de la table et la cause de cette position ?

L'enfant se pose peut-être la question : « Est-ce la table ou le plancher qui penche ? »

— M. : Pourrait-on essayer de remettre la table horizontale ?

— E. : Oui, avec des cales.

Aucune hésitation sur les pieds sous lesquels il faut mettre des cales. Après deux tentatives, la bille indique que la table est horizontale.

— M. : Mettez une règle sur la table horizontale.

Un enfant pose la règle.

— M. : Est-elle horizontale ?

Le maître a substitué une règle au chéneau mais ce remplacement ne pose aucune difficulté. Un enfant pose une bille contre la règle. La bille ne roule pas.

Les enfants placent la règle en 1, 2, 3... Partout, le test de la bille est positif.

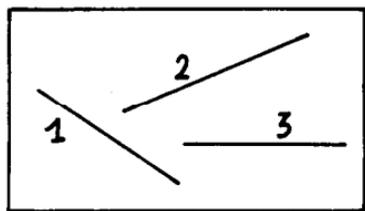


Fig. 3

— M. : Essayez de mettre sur la table horizontale une règle pas horizontale.

Les enfants font de nombreuses tentatives et n'y parviennent pas.

Un enfant au moins a compris et le manifeste.

— E. : C'est forcé. La bille placée sur la table horizontale ne roule pas, si on met une règle à côté d'elle elle ne roulera pas non plus.

Remarque très intéressante : l'enfant *ayant constaté* expérimentalement l'impossibilité (probable) de placer une règle non horizontale sur une table horizontale, l'explique par un raisonnement au niveau physique. Il remplace « probable » par « certain » et réalise l'approche d'un théorème de géométrie : *toutes les droites d'un plan horizontal sont horizontales*.

— M. : Nous allons recommencer sur une table inclinée (pupitre d'élève).

Les enfants placent la règle dans les positions 1, 2, 3... La bille placée contre la règle roule.

Les enfants concluent : « La table n'est pas horizontale ».

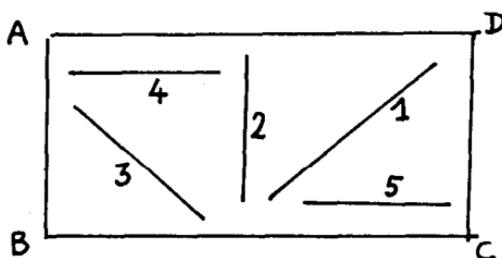


Fig. 4

— M. : Essayez de placer la règle horizontale sur la table inclinée.

Les enfants essaient, n'y parviennent pas et abandonnent. Alors le maître (à tort ou à raison ?) place la règle en 4 puis en 5 ; les enfants mettent la bille contre la règle. Et à leur grand étonnement elle ne roule pas ! Une fillette au moins a senti l'explication physique de cette constatation, et elle dit : « c'est normal, la table est penchée comme ça (elle suit de la main l'un des petits côtés AB de la table), mais elle n'est pas penchée comme ça (elle montre de la main l'un des grands côtés AD) ».

Autrement dit : « la bille peut rouler dans la direction AB mais pas dans la direction AD » ou encore : « les droites comme "AD" (approche du parallélisme) et elles seules sont horizontales ».

Remarques.

Dans un autre groupe, les enfants ont trouvé eux-mêmes qu'ils peuvent placer le chéneau horizontalement sur une table inclinée. Mais certains croyaient *a priori* qu'il n'y avait qu'une seule bonne position (2) au milieu de la table ! Quelques enfants seulement ont bien vu les choses et ont énoncé des résultats remarquables (voir précédemment).

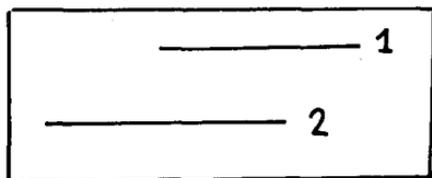


Fig. 5

3^e séance : *Horizontalité d'une surface (suite)... approche de surfaces planes. Rappels et précisions intéressantes.*

Les enfants refont le test de la bille et constatent que, si on place la bille (avec précaution) en 1, elle roule. Placée en 2, elle ne roule pas ! Surprise des enfants et du maître (ceci ne s'était pas produit la dernière fois). Le maître demande aux enfants d'expliquer ce qu'ils constatent...

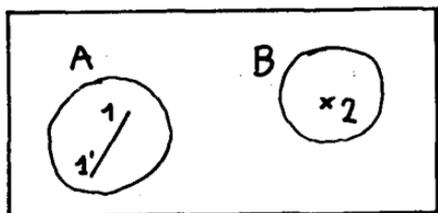


Fig. 6

- E.1. : En A (zone entourant 1,1') la bille roule, en B elle ne roule pas.
- M. : Pourquoi roule-t-elle toujours dans le même sens (1,1') ?
- E. : 1 est plus haut que 1'.
- M. : La table est-elle horizontale ici ?
- E. : Non, mais là, (il montre B) elle est horizontale.

Les enfants sont d'accord mais assez mal à l'aise : voici une table qui est à la fois horizontale et non horizontale !

- E. : La table est horizontale à un endroit et pas à l'autre. Elle est peut-être un peu gondolée, un peu courbée.
- M. : A-t-elle été bien fabriquée ?
- E. : Non, elle est pas "droite" (pour « plane »), pas « lisse » (les termes « plan » ou « gauche » n'ont pas été donnés).
- M. : Si le menuisier fabrique une table bien droite, pas gondolée du tout, sera-t-elle encore « droite » si on la place n'importe comment ?
- E. : Oui (accord général).
- M. : Sera-t-elle horizontale si on la place n'importe comment ?
- E. : Non. Pour être horizontale partout, il faut d'abord qu'elle soit bien rabotée, bien lisse, bien droite...
- E. : Mais il faut la porter d'une certaine façon.

Il semble qu'ici les enfants approchent, en les distinguant, *deux concepts* :

- * idée de surface plane, propriété que possède ou non une surface ;
- * idée d'horizontalité, qui dépend, elle, de la position de cette surface plane.

Les enfants ont dit : « La table n'est pas droite (pas plane), parce qu'ici elle est horizontale mais pas là. Elle est gondolée (gauche) ». Une table bien plane n'est-ce pas une table capable d'être horizontale en tous points ?

Liaison avec la vie pratique. Horizontalité de la surface libre d'un liquide.

Après un rappel des principales propriétés découvertes au cours des séances précédentes, le maître demande : « Pouvez-vous manger de la soupe sur une table placée ainsi ? » (il montre une table inclinée).

- E. 1 : Non, la soupe se renverserait.
- E. 2 : Je le peux si je tiens l'assiette.
- E. 3 : Même en tenant l'assiette, la soupe glisserait.
- M. : On va essayer.

Travail par groupe ; pour chaque groupe une table horizontale et une table inclinée. Une soucoupe en verre contenant de l'eau est placée sur une table horizontale, puis transportée sur la table inclinée.

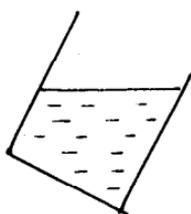


Fig. 7

- M. : Y a-t-il quelque chose d'intéressant ?
- E.1 : Il y a plus d'eau d'un côté que de l'autre.
- E.2 : L'eau va plus près du bord d'un côté.
- M. : Pourquoi ?
- E. : C'est parce qu'elle est toujours horizontale.

Les enfants réfléchissent sur ce qui vient d'être dit. Il y a accord général sauf sur l'horizontalité de l'eau. Suit une longue discussion.

- M. : Que veut dire : « L'eau reste horizontale ? »

Les enfants ont du mal à répondre. Le maître prend un verre contenant de l'eau colorée et, penchant le vase, demande d'observer ce qui change.

- E. : Le dessus de l'eau ?
- M. : Si je penche le verre, est-ce que le dessus de l'eau penche aussi ?
- E. : Oui (quasi unanimité). Un enfant vise même la surface de l'eau avec une règle, et quand le maître incline le verre, l'enfant incline la règle.

Ce n'est qu'après avoir caché le liquide, en ne laissant visible que le dessus de l'eau, que les enfants arrivent à concevoir l'horizontalité de la surface libre. La réponse attendue n'a été obtenue qu'après bien des difficultés.

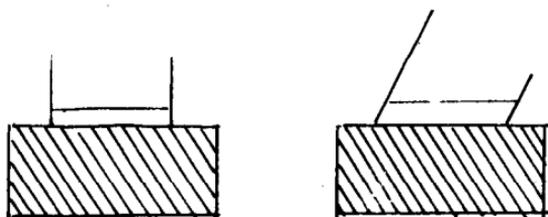


Fig. 8

Remarques.

Au cours des séances 1 et 2, les enfants :

- ont entrepris une approche intuitive de la notion d'horizontalité, avec une droite-objet (chêneau ou règle),
un plan-objet (dessus de table),

— ont mis au point une méthode simple pour tester l'horizontalité.

Au cours de la troisième séance, un certain nombre d'entre eux est parvenu à découvrir que la surface libre d'un liquide restait horizontale. Sa direction n'est pas liée à celle du récipient. C'est une découverte importante, mais elle vient à la fin du travail de recherche, et n'a pas été imposée, comme on le fait souvent pour définir *a priori* l'horizontalité.

B) C.M.2 : Etude spatiale d'un lieu proche de l'école.

Description sommaire.

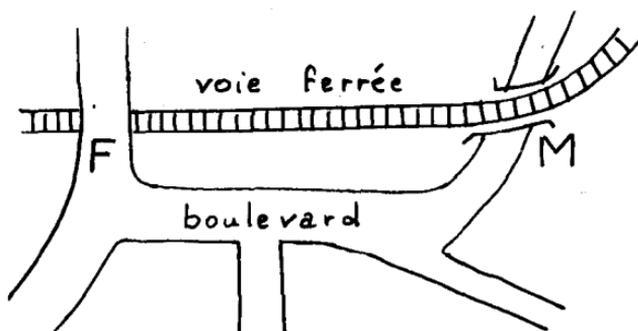


Fig. 9

La voie ferrée Paris-Lyon, à son entrée dans l'agglomération mâconnaise, est sensiblement horizontale. Elle est bordée par un boulevard en pente marquée, situé entre un passage inférieur (pont de Marbé), et un passage supérieur (pont de Flacé).

Le but de la sortie était une *observation comparée* des deux portions de voie et de route situées entre les deux ponts. Pour le maître, la présence des deux ponts (inférieur et supérieur) devait guider les enfants dans la découverte de l'horizontalité de la voie et de la pente du boulevard. Or, à son grand étonnement, à leur retour en classe, les enfants dans leur majorité concluent à l'horizontalité de la rue : « c'est droit » (confusion entre droit et horizontal) et à la pente de la voie.

Le maître propose de « faire un dessin ». Les enfants sont, bien sûr dans l'incapacité de réaliser cet exercice. Il propose alors de faire une maquette.

Construction de maquettes.

Deux groupes partent avec l'idée de pente de la voie :

- L'un n'arrive pas à trouver le matériau qui lui permettrait de réaliser cette voie en pente...
- L'autre place deux ponts (F et M) sur le même plan horizontal et la voie est très penchée.

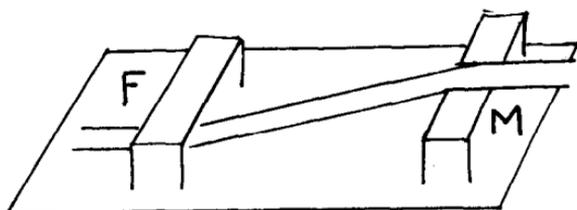


Fig. 10

Progressivement les enfants essaient de remonter le pont F. Un enfant du groupe n'est pas d'accord. Il essaie par un croquis de montrer que la route monte et que la voie est « droite ».

Le maître lui demande si c'est : « droite comme la règle » ? Après une hésitation l'enfant dira : « Elle est à la même hauteur partout ; elle ne penche ni à gauche, ni à droite... elle est horizontale ».

En fin de première séance, le maître étonné de cette représentation erronée pour la majorité des groupes décide un retour sur le terrain, et une observation plus systématique des lieux. Il fait dire : « Sur le pont de Flacé, on est au-dessus de la voie, au pont de Marbé, on est au-dessous ». Les enfants concluent à la pente de la rue.

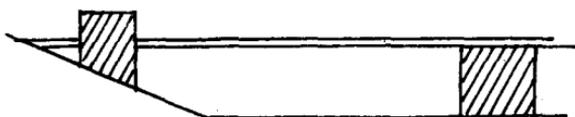


Fig. 11

Le maître fait remarquer qu'en parcourant la rue, on est tantôt au-dessus de la voie, tantôt au-dessous, et essaie de faire dire qu'il y a un point où on est au même niveau. Cette idée est difficile à appréhender.

A la question : « Dans quel sens faut-il aller pour se placer au niveau de la voie ? » les enfants hésitent beaucoup avant de répondre, sans doute à cause des obstacles qui gênent l'observation (trottoirs, barrières).

Représentations planes.

Le maître a pris beaucoup de photos lors de la sortie, et les plus caractéristiques sont affichées au tableau.

Il demande un dessin caractéristique, individuel, pour représenter le chemin suivi si on pouvait se promener sur la voie.

Un enfant refait au tableau son dessin (1), contesté et remplacé par (2). Le dessin (vue de dessus) est correct.

Une grande discussion s'instaure à propos du dessin (3) à propos duquel on va conclure :

- E.1 : Pour la rue, c'est une « *vue d'avion* ».
- E.2 : La voie ferrée est « *vue de profil* ».

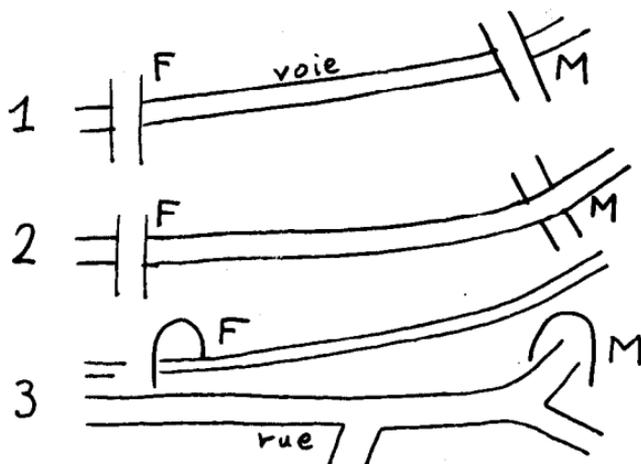


Fig. 12

Un enfant ayant représenté la voie ferrée « *vue d'avion* », le maître demande : « *peut-on voir si la voie monte, vue d'avion ?* »

Les avis sont partagés. Certains disent : « *on voit tout plat* », « *il faut être de profil* ». A tous le maître demande un dessin de la voie « *vue d'avion* ». Deux schémas sont donnés :

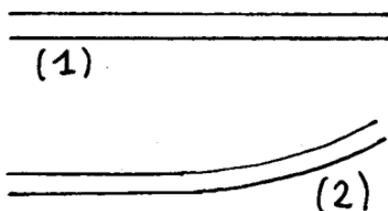


Fig. 13

Un enfant indique que la voie tourne.

- M. : Peut-on voir le virage sur une *vue d'avion* ?

Suit une discussion animée entre les partisans de (1) et de (2)

C'est alors avec des rails d'un circuit jouet qu'un enfant apporte une réponse.

— M. : La voie monte-t-elle ou descend-elle ?

— E. : Elle est droite (nouvelle confusion entre « droite » et « horizontale »).

Le maître demande alors une vue de profil de l'ensemble voie - route.

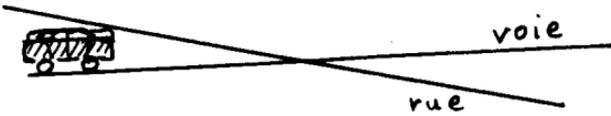


Fig. 14

— M. : Si je place une locomotive, moteur coupé sous le pont de Flacé (F) et si je desserre les freins, que peut-il se passer ?

Sur 25 réponses :

Avant	Arrière	Immobile	Pas d'avis
3	1	17	4

La même question est posée pour une voiture sur la rue.

— E. : Elle va descendre.

La réponse au test d'horizontalité lié au déplacement d'un mobile (ou plutôt à l'absence de déplacement) semble avoir été découverte immédiatement par les enfants. D'ailleurs, l'un d'eux avait signalé au début de cette activité que « pour voir si la rue descendait, il suffisait de prendre son vélo » !

Le maître suggère de prendre la règle plate et une bille pour voir si la trace de la voie sur le tableau est horizontale et celle de la route en pente, ce qui est fait. Mais certaines remarques d'enfants montrent qu'ils n'ont pas tous compris le dessin.

— E. : La route ne passe pas sur la voie.

Apparaît ici la représentation sur un même plan vertical de la route et de la voie situées sur des « plans » verticaux distincts. Cette convention paraît difficile à admettre pour des enfants.

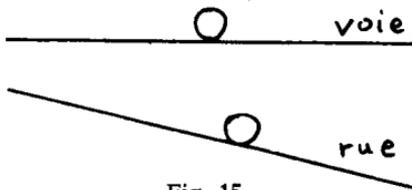


Fig. 15

A la fin de la séance, nous constatons que deux types de représentation plane ont été découverts : la vue de dessus ; la vue de profil.

L'horizontalité liée au non-déplacement d'un mobile est presque instinctivement ressentie... Mais subsiste une difficulté dans la représentation de profil, liée à la projection sur un plan unique de plans distincts. D'autre part subsiste la confusion entre « droit » et « horizontal », confusion liée certainement au langage courant.

Retour sur la représentation de profil et sur les termes « horizontal », « droit ».

— M. : Peut-on représenter la route par une ligne droite ?

18 élèves répondent « oui » sur 24.

— M. : Et la voie ferrée ?

14 « oui » ; 2 « non » ; 8 ne savent pas.

Le maître demande de refaire le croquis. 2 de ceux-ci sont reproduits au tableau. Le maître de son côté, dessine (3) les traces de la voie et de la rue sur une ardoise mobile, placée face aux enfants, et fait pivoter les représentations.

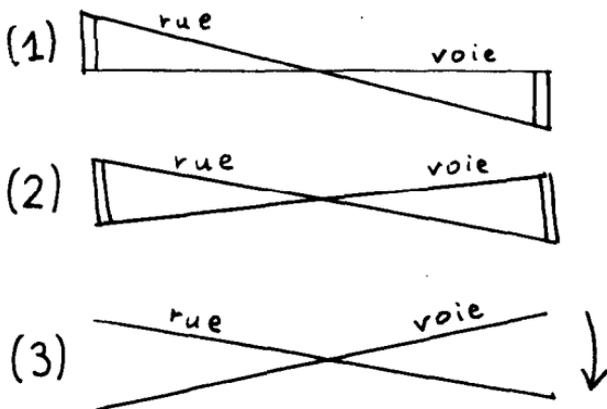


Fig. 16

— M. : Vous direz « stop » quand ce sera bien !

Danielle dit « stop » quand la voie est sensiblement horizontale.

— M. : Qui est d'accord ? (18 élèves)

Après plusieurs manipulations, les enfants admettent que lorsque la droite est horizontale (mise en évidence à l'aide d'une bille), la trace au tableau de cette règle l'est aussi.

Les enfants concluent que la voie n'est pas horizontale sur le dessin de Marceline (dessin n° 2).

Le maître demande ensuite de tracer sur le cahier une droite horizontale.

Nombreuses hésitations et même refus de certains enfants qui discutent.

Se présente, en effet, un problème difficile : *faire dissocier le réel de sa représentation*. Pour la plupart des enfants, la droite tracée sur la feuille est horizontale pour l'observateur A et verticale pour l'observateur B.

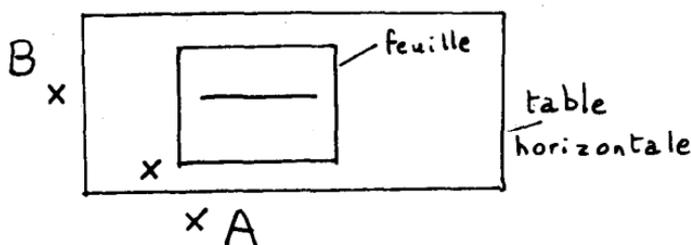


Fig. 17

Un autre problème apparaît aussi : celui du passage de la représentation sur le plan vertical du tableau à la représentation sur un plan non vertical (horizontal ou oblique), et en particulier de la représentation de la *verticale* et de l'*horizontale* sur le cahier.

Il semble que, même très jeune, l'enfant utilise spontanément comme références le bord de la feuille rectangulaire placée devant lui (dessin de maison par exemple).

Au cours de la séance suivante, le maître place sur une maquette des figurines représentant un peuplier et un poteau électrique et demande aux enfants de les placer sur le croquis de profil du cahier.

Deux enfants vont au tableau reproduire leur croquis.

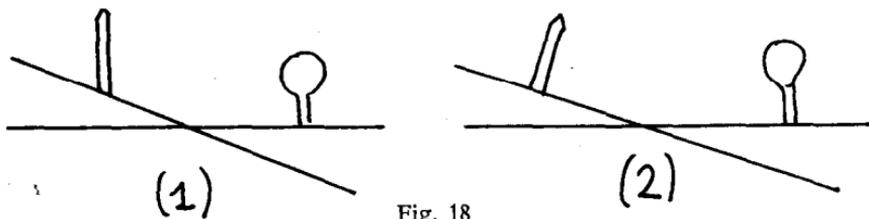


Fig. 18

— M. : Y a-t-il des points qui ne vont pas ?

Après discussion le croquis (1) est accepté comme donnant une représentation correcte.

— M. : Y a-t-il un instrument pour montrer que le poteau est vertical ?

— E.1 : On prend un niveau, on trace une ligne, on prend une équerre et on regarde si les deux lignes sont perpendiculaires (acquis antérieurs).

— M. : Y a-t-il une autre manière ?

— E.2 : On prend un fil, un poids attaché au bout et on regarde.

On fabrique un fil à plomb que le maître place devant le dessin du poteau. Le mode d'utilisation de cet instrument est alors correctement saisi.

Le maître demande de dessiner sur le cahier une ligne horizontale et une verticale.

Sur 24 enfants, 20 répondent : « On ne peut pas ».

4 l'ont fait. Parmi eux, Frédéric qui place pour cela son cahier verticalement.

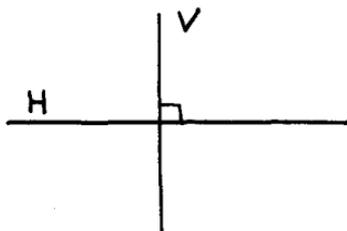


Fig. 19

Lorsque les cahiers sont à plat sur la table horizontale, on constate que les deux lignes sont horizontales, alors qu'au tableau l'horizontale est bien horizontale et la verticale verticale (fil à plomb).

— M. : Quelle différence y a-t-il entre le tableau et votre cahier ?

— E.1 : Le tableau est placé verticalement, le cahier horizontalement.

— E.2 : Les lignes verticales deviennent horizontales sur la table.

— E. : Vue de dessus, ça fera un point.

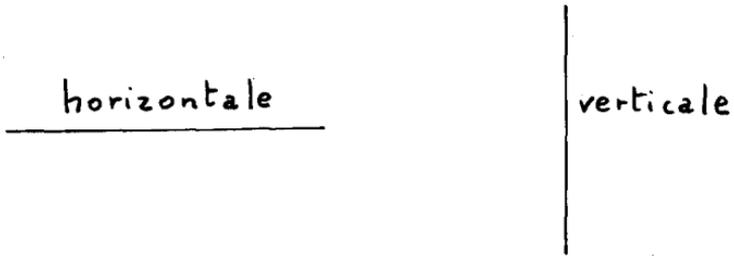


Fig. 20

— M. : On a besoin de tracer des verticales sur le cahier, comment faire ?

La plupart des enfants dessinent comme ci-après, en expli-

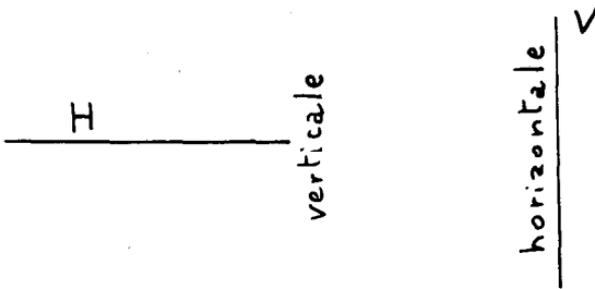


Fig. 21

quant que si l'on tourne son cahier, la verticale représentée en (1) devenait horizontale et l'horizontale (2) devenait verticale.

Cartes - plans - profils.

Les enfants dans leur ensemble paraissent capables de dissocier la réalité physique de sa représentation. Sauront-ils réinvestir cet acquis en lisant une carte, un plan, en interprétant un profil ?

— M. : Le cahier étant à plat sur la table, pouvez-vous représenter une verticale ? Un de vos camarades a fait le point, est-ce bien ?

— E. : Oui.

— E. 2 : Autrement, il faut tricher.

— E. 3 : Un point au tableau peut représenter une horizontale.

— M. : Dessine une verticale en trichant sur ta feuille.

L'enfant trace une parallèle à AB.

— M. : Et si je tourne la feuille ?

- E. : C'est pareil.
 - M. : Tracez une ligne horizontale.
 - E. : En trichant ?
 - M. : A-t-on besoin de tricher ?
 - E. : Non, toutes les lignes sur le cahier à plat sont horizontales.
 - M. : Quelle est celle que tu baptises horizontale ? Trace-la.
- Un élève trace H 1 ; un autre trace H 2 sur le même dessin.

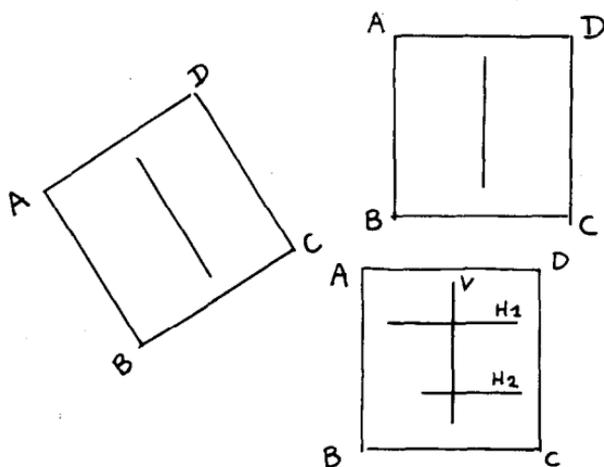


Fig. 22

- E. : H 1 et H 2 sont parallèles.
- M. : Comment peut-on les tracer ?

Les enfants disent qu'elles forment un angle droit avec la verticale tracée. L'équerre est l'instrument utilisé.

- M. : Et sur le tableau, peut-on tracer une verticale sans tricher ?
- E. : Oui, avec un fil à plomb.

Les enfants admettent que dans la classe on peut considérer les différentes verticales comme sensiblement parallèles.

Pour terminer, le maître propose l'exercice suivant :

- M. : Je suis allé en avion, j'ai vu une route comme cela. *Est-elle horizontale ?*

Le maître trace une ligne ondulée.

Réponses : Oui : 8 ; Non : 8 ; Peut-être : 8 ; Je ne sais pas : 1.

Après une discussion animée, un enfant dit : « *On n'a pas de vue de profil* ».

Résultats pour 24 élèves présents :

Exercice	A 1	A 2	B 1	B 2	C 1	C 2	D 1	D 2
Nombre de réponses exactes	22	22	23	18	24	20	21	22

Pour les questions E et F pour lesquelles on ne disposait que d'une seule vue, les réponses sont les suivantes : E, 12 enfants ont répondu qu'on ne pouvait pas savoir si elle était horizontale mais 22 l'ont dite droite. C'est l'exemple type d'une route « droite » sur une carte routière. Pour F, 20 l'ont dite non horizontale mais 9 seulement qu'on ne pouvait pas dire si elle était droite. Pour G, 19 enfants placent correctement le poteau électrique.

Remarques.

Les résultats obtenus sont bons dans l'ensemble. Les enfants ont été sensibilisés aux difficultés de la représentation plane. A chaque photo observée depuis, ils se demandent où était placé le photographe. Ils utilisent, d'autre part, l'acquis dans leurs dessins ; par exemple pour représenter la coupe de l'œil du bœuf du pont de Saint Laurent à Mâcon.

Le cheminement a été assez lent, avec de fréquents retours en arrière, mais a abouti à l'approfondissement de notions jusque-là perçues de manière imprécise et souvent mal exprimées.

C) Au C.E. 1, dessiner des mobiles.

Au cours des activités antérieures les enfants ont fabriqué, par groupes de 2,

- un mobile avec des feuilles,
- un mobile avec deux « Pères Noël ».

Instinctivement tous les groupes sans exception les ont construits avec la baguette droite (horizontale).

Au cours de cette séance, chaque groupe dispose de trois ou quatre Pères Noël et d'une baguette. On leur demande de fabriquer un mobile ayant la baguette inclinée. L'équilibre obtenu, on demande aux enfants de dessiner ce qu'ils voient. Nous obtenons deux schémas : (1) et (2) ; ces deux types de dessins sont repris au tableau et critiqués : les remarques portent sur des détails : longueur des fils, dimensions de la baguette, représentation horizontale de la baguette en (1)... Mais la représentation des fils de suspension perpendiculaires à la baguette (2) n'est relevée par aucun enfant.

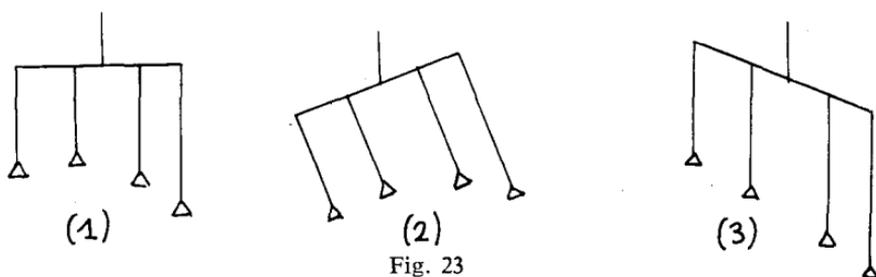


Fig. 23

Le maître pose sur son bureau le mobile de Nadine dans lequel la baguette est très inclinée et demande à tous les enfants de dessiner après l'avoir bien regardé.

On obtient 7 dessins corrects sur 24. Un de ces dessins est refait au tableau et le maître fait comparer les dessins (2) et (3). Certains enfants remarquent les différences qui apparaissent entre les deux dessins, mais si l'on modifie la position de la baguette, la verticalité des ficelles n'est pas forcément reconnue. On retrouve par ailleurs, ici aussi, la substitution du mot « vertical » par le mot « droit », et ce n'est que progressivement que l'on distingue les deux notions, en traçant divers traits dont des obliques et des courbes.

Le maître, en utilisant des ficelles tendues dans diverses directions, ou en accrochant à ces ficelles des objets pesants, arrive peu à peu à faire préciser les notions de « droit » et de « vertical » et à introduire la notion de « verticale » indiquée par le « fil à plomb ».

Remarques.

Cette approche de la notion de verticalité n'a pu se faire qu'à propos d'une étude où intervenait le poids d'un corps et sa direction d'action matérialisée par le fil de suspension. Au C.E. 1, tous les enfants perçoivent d'abord la relation entre les différents éléments de la construction faite. D'ailleurs, le premier souci de l'enfant qui construit est de placer cette baguette horizontale. Ceux qui arrivent à la représentation de la baguette inclinée maintiennent entre la baguette et les fils de suspension la relation d'orthogonalité... Et il faut faire appel à une observation plus minutieuse pour arriver à la perception de la constance de la direction des fils.

L'acquis est certainement non définitif. D'où la nécessité de reposer ces problèmes toutes les fois que l'occasion se présente.

3. ESSAI D'ANALYSE DES DEMARCHES.

Il existe des études psychologiques assez nombreuses sur les idées des enfants à propos de l'horizontalité et de la verticalité

(à commencer par celles de J. PIAGET et B. INHELDER, *La représentation de l'espace chez l'enfant*, P.U.F., 1948). Mais notre but ici est avant tout didactique : explorer des démarches qui fassent progresser les enfants vers la maîtrise des concepts.

Point de départ : l'apprentissage n'est jamais direct ; il n'est donc pas question d'étudier :

- * le fil à plomb et la direction verticale,
- * la surface libre des liquides et le plan horizontal.

Par contre, l'apprentissage intervient et est ressenti comme nécessaire par l'enfant au cours d'autres activités qu'il vit en s'impliquant :

* étude d'un milieu proche de l'école et problème de sa représentation,

* étude de l'environnement et étonnement des enfants devant la Saône qui paraît « plate » (pente de 4 cm par kilomètre), ce qui se manifeste par la question : « Pourquoi la Saône coule-t-elle vers Lyon ? »

* construction de mobiles et réflexion sur l'orientation des fils de suspension.

Au cours de ces activités, il semble se dérouler deux grandes phases :

1) Une phase de recherche libre des enfants, phase de jeu, de tâtonnement expérimental, au cours d'essais par groupes ; elle peut être unique :

- * au C.M. 2, construction d'une maquette,
- * au C.E. 1, constructions de mobiles.

Elle peut comprendre plusieurs temps : au C.E. 2, jeux avec des morceaux de chéneaux à l'intérieur ou à l'extérieur de la classe permettant de mettre en œuvre le test de l'horizontalité (bille immobile), intuitivement compris par les enfants.

2) Une intervention du maître suscitant les échanges entre maître et groupe classe et entre enfants :

- * soit au niveau du petit groupe,
- * soit au niveau du groupe classe.

Cette intervention permet :

- * de débloquer une situation :

Au C.E. 1, l'intervention du maître, après les dessins sur le tableau des montages effectués, permet, en demandant une meilleure observation, d'obtenir un schéma correct, et la découverte de la constance directionnelle des fils.

Au C.E. 2, au niveau de plusieurs groupes, l'horizontalité de la surface libre et la non-liaison entre sa position et la position du récipient n'est perçue qu'après l'intervention du maître.

* de progresser dans l'approche de la notion envisagée :

Au C.E. 2, c'est l'intervention du maître qui permet de faire progresser la réflexion des enfants de la droite-objet à la surface-objet, et qui permet de faire dissocier pour une surface les propriétés « plane » et « horizontale ».

Au C.M. 2, cette intervention permet de passer de la maquette à la représentation plane, et, pour celle-ci, à l'utilisation de deux vues (vue de dessus, vue de profil).

L'intervention du maître permet de faire préciser la notion d'horizontalité :

* dans la réalité (voie ferrée),

* dans la représentation sur plan vertical (vue de profil).

Elle permet encore à l'enfant de dissocier la réalité physique de sa représentation. Ces interventions se plaçant postérieurement aux phases de tâtonnement expérimental au cours desquelles tous les enfants se sentent concernés, permettent des discussions fructueuses conduisant à une remise en cause des représentations antérieures et à une évidente structuration de l'acquis.

4. EVALUATION.

Quelques questions tests ont été proposées aux élèves de quelques classes de différents niveaux : 1 C.P., 2 C.E. 2, 1 C.M. 1, et 2 C.M. 2. L'un des deux C.E. 2 et l'un des C.M. 2 avaient avec leur maître et la participation de deux professeurs d'E.N., réalisé une approche intuitive de l'horizontalité (voir ci-après en annexe les questionnaires utilisés).

Résultats :

Au C.P. (22 élèves) : questions 1, 2, 3.

Question 1 a :

Trois enfants dessinent « correctement » la maison, la fenêtre, la cheminée.

Neuf enfants dessinent correctement maison, fenêtre, cheminée, mais le tout est perpendiculaire à la trace du chemin.

Dix enfants dessinent comme précédemment maison et fenêtre, mais placent leur cheminée perpendiculaire au toit.

Question 1 b :

21 enfants dessinent correctement la maison et la fenêtre mais parmi eux, 9 ont dessiné la cheminée perpendiculaire au toit. 12 dessins sont donc corrects.

Question 2 :

La surface est tracée correctement par tous les enfants pour les verres 1 et 2 ; et par 19 enfants pour le verre 4. Par contre, pour le verre 3, un seul enfant dessine correctement cette surface.

Question 3 :

21 enfants ont donné des réponses correctes ; un enfant n'a pas donné de réponse pour *b* et *c*.

Au C.E. 2 (deux classes : C.E. 2 A : 23 élèves, C.E. 2 B : 24 élèves) : questions 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Question 1 a :

Elle gêne encore le tiers des élèves.

Question 2 c :

Le verre incliné arrête au moins la moitié des enfants au C.E. 2 B. La réussite est nettement supérieure au C.E. 2 A. qui a travaillé sur ce sujet.

Question 4 :

Résultats comparables dans les deux C.E. 2, sauf pour *4 d* et, à un moindre degré, pour *4 b* et *4 c* où l'on cherchait un lien entre horizontalité et mouvement. On peut donc penser à un réinvestissement de la part des enfants du C.E. 2 A de ce qu'ils ont découvert quelques semaines plus tôt.

Autres remarques.

* La question 7 n'est pas correctement posée. Il est donc difficile de tirer quoi que ce soit des résultats.

* La question 4 : « Qu'est-ce qu'une route horizontale ? » ne semble pas du niveau d'un enfant du C.E. 2. Elle a toutefois été maintenue après discussion par l'équipe afin de voir comment l'enfant formulait sa réponse.

* Les questions tests sont difficiles à construire. Elles sont liées à des représentations qui peuvent être mal comprises des enfants.

Aux C.M. 1 et C.M. 2 : questions 1 (en précisant que les chemins étaient dessinés de profil), 2, 4, 5 *bis*, 7 (enrichie de « cela dépend »), 8.

Le C.M. 2 B avait abordé les notions d'horizontalité et de verticalité au cours de l'étude citée précédemment.

Le C.M. 2 A avait abordé, plus brièvement, le même sujet en cherchant les conditions d'utilisation d'un projecteur de diapositives (horizontalité de l'axe de l'appareil, perpendicularité de l'écran).

Commentaire : On peut faire de nombreuses remarques sur les résultats.

1) Sur l'ensemble des questions :

Moins de 6 fautes	6 fautes ou plus
1 élève de C.M. 1	28 élèves de C.M. 1
18 élèves de C.M. 2 A	8 élèves de C.M. 2 A
17 élèves de C.M. 2 B	8 élèves de C.M. 2 B

A ce stade, la différence est nette entre le C.M. 1 et les 2 C.M. 2. Différence explicable sans doute par une plus grande maturité et peut-être par l'efficacité des travaux d'initiation effectués dans les deux C.M. 2.

2) Si l'on compare les deux C.M. 2 pour le même nombre d'enfants (17 et 18) ayant fait moins de 6 erreurs, la répartition est bien différente entre les C.M. 2 A et C.M. 2 B. Les résultats semblent bien nettement meilleurs au C.M. 2 B où avait lieu une initiation plus poussée.

	0 à 2 erreurs	3 à 5 erreurs
C.M. 2 A	1	17
C.M. 2 B	8	9

3) Cependant l'examen de la question de 4 a (qu'est-ce qu'une route horizontale ?) ainsi que les réponses 7 et 8 (partiellement) révèle des résultats meilleurs au C.M. 2 A qu'au C.M. 2 B. A côté de très bonnes réponses au C.M. 2 B (à la question 4 a) on trouve d'assez curieuses propositions ; par exemple : « une route horizontale est une route que l'on peut voir de dessus »... Il semble que l'étude faite en classe des représentations ait nettement gêné l'enfant. Certains au C.M. 2 B ont tenté de donner à la question 4 a une réponse réfléchie alors que ceux du C.M. 2 A ont peut-être

répondu de façon plus « instinctive ». Dans un cas, la maturation de l'acquis était sans doute insuffisante pour permettre une utilisation aisée et correcte. Dans l'autre, la réponse « spontanée » a permis de meilleurs résultats d'ensemble.

4) On peut être surpris de trouver encore des élèves au C.M. 2 (plus du tiers au C.M. 2 A et le cinquième au C.M. 2 B) qui dessinent les murs de la maison non verticaux, pour garder l'orthogonalité avec le chemin en pente. Par ailleurs, dans le verre incliné, 11 élèves dans chaque C.M. 2 (et 10 au C.M. 1) dessinent le niveau de l'eau incliné également. Les résultats ne sont pas meilleurs qu'aux Cours Élémentaires où, pourtant, l'initiation semble avoir eu des effets positifs (meilleur résultat au C.E. 2 A qu'au C.E. 2 B).

5) Des tests sur ce même sujet et une expérimentation (construction de maisons sur un terrain en pente) ont été réalisées dans des écoles de Seine-et-Marne (Rouvres et Othis) à différents niveaux. Ils confirment dans l'ensemble les conclusions des observations rapportées précédemment, en particulier : « l'orthogonalité des droites est fixée très tôt et elle prime les notions de verticale et d'horizontale ».

ANNEXE :

FICHES DE TESTS

C.P. - C.E. 2 :

(1)



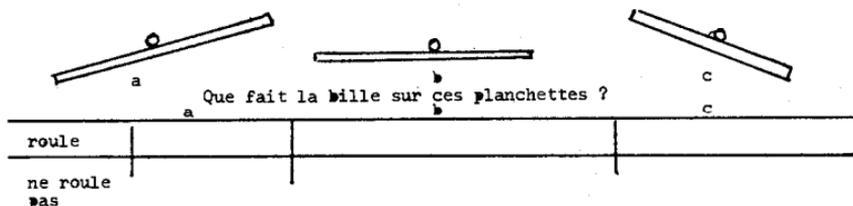
Voici 2 chemins *a* et *b* ; dessine une maison avec une cheminée et une fenêtre au bord de chacun de ces chemins.

(2)



Voici quatre verres sur une table ; on verse de l'eau dans chaque verre ; dessine le dessus de l'eau, dans chaque verre.

(3)



Marque d'une croix la bonne réponse.

C.M. 2 :

(4)

- Qu'est-ce qu'une route horizontale ? Donne un exemple si tu veux.
- Peut-il y avoir des tournants sur une route horizontale ? Oui Non Je ne sais pas.
- Comment savoir si une route est horizontale ?
- Peut-on le savoir avec un ballon ?
- Dessine une route horizontale avec un arbre au bord. Plusieurs dessins de cette route si tu veux.

(5)

- Une route peut-elle être droite et pas horizontale ? Oui Non Je ne sais pas.

(6) Voici deux routes horizontales :

_____ Dessine un poteau vertical. _____ Dessine un poteau non vertical.

(7) Quand il pleut, les gouttes d'eau tombent-elles verticalement ? Oui Non Je ne sais pas.

C.M. 1 et C.M. 2 :

Questions 1, 2, 4 et questions ci-après :

(5 bis) Une route peut-elle être :	Oui	Non	Je ne sais pas
droite et pas horizontale			
droite et horizontale			
pas droite et horizontale			
pas droite et pas horizontale .			

(mettre une croix dans la case correspondante).

(7 bis) Quand il pleut, les gouttes d'eau tombent-elles verticalement ?

- Oui.
- Non.
- Je ne sais pas.
- Cela dépend.

(entoure et explique ta réponse).

(8) Comment savoir si un parquet est horizontal ?
Comment savoir si un mur est vertical ?

Voici une portion de route sur une carte ; Paul dit qu'elle est horizontale. A-t-il raison ?

- Oui.
- Non.
- Peut-être.

(entoure ta réponse).



La Saône coule de Mâcon vers Lyon. Laquelle des deux villes est la plus haute ?

La Loire coule de Roanne vers Nevers. Laquelle des deux villes est la plus haute ?

Dessine un poteau vertical
vu de dessus

Dessine un poteau penché
vu de dessus

Dessine une route horizontale (avec des tournants si tu veux).

vue de dessus

vue de profil