

JEU DE COMMUNICATION EN GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE : UNE EXPÉRIENCE EN CE2*

Maria POLO
Université de Cagliari

Les activités présentées dans cet article se sont déroulées dans deux classes de CE2 en Mai 1986. Mesdames Duc-Jacquet et Engelstein, institutrices à l'école de Meylan ont eu la gentillesse d'ouvrir leurs classes et de mener avec Maria Polo cette expérience. A. Bessot, M. Eberhard, I. Osta ont observé et tenu une chronique du déroulement.

L'objectif de cette expérience est d'étudier les comportements spontanés d'élèves confrontés à un problème où la construction d'un système de référence ** est essentielle.

Il s'agit d'une situation de communication entre élèves n'ayant eu aucun apprentissage sur la notion de système de référence et dans laquelle le langage naturel est le seul signifiant des connaissances en jeu.

Sur le plan de l'expression écrite et orale, nous supposons que le bagage langagier des enfants de 8-9 ans (âge des enfants avec lesquels nous avons travaillé) est suffisant pour exprimer des relations topologiques et projectives, qui sont les seules relations géométriques mises en cause par la situation ; de plus, nous pensons que la nécessité de communiquer oblige à expliciter les moyens utilisés pour se repérer, et ceci nous semble une contrainte importante pour la construction de la notion de système de référence.

Cependant, les programmes relatifs à l'enseignement de la géométrie ont tendance à occulter cette contrainte et ceci, d'autant plus que l'on avance dans les niveaux de scolarité. En fait, ces programmes n'instituent jamais un enseignement explicite de la notion de système de référence et la notion même de repérage y a un statut flou. On trouve ainsi une notion mathématique ne faisant pas l'objet d'un apprentissage explicite et pourtant fondamentale, aussi bien pour un apprentissage global au niveau de l'enseignement primaire que pour l'apprentissage ultérieur des mathématiques : que l'on pense au rôle que joue la maîtrise du repérage dans l'espace pour un développement psycho-physique équilibré ou à l'intervention de systèmes de référence explicites, comme outil, pour la formation algébrique.

* Nous présentons ici une expérience qui fait partie d'un travail de recherche mené, dans le cadre des études pour le D.E.A., au sein de l'Equipe de Recherche en Didactique des Mathématiques et de l'Informatique de Grenoble.

** Un tel problème nécessite de trouver des référents et de les organiser à la fois entre eux et par rapport à l'objet que l'on veut repérer (ou localiser) : nous définirons un système de référence comme un ensemble structuré de référents par rapport auquel les relations de localisation d'un objet sont codées.

Un bref examen des programmes de l'école primaire concernant la géométrie et en particulier les notions de repère, repérage et système de référence confirme notre propos. Nous vous proposons une brève relecture de quelques parties de ces programmes (1985).

Ecole élémentaire

Introduction

(. . .) Lors de l'introduction de notions nouvelles, les élèves sont mis en situation d'apprentissage actif : ils découvrent les notions comme des réponses à des problèmes. (. . .) Résoudre des problèmes suppose la maîtrise d'un certain nombre d'outils, numériques et géométriques, et l'appropriation des méthodes. Pour cela, le maître habitue les élèves à organiser les données ; (. . .) à associer à une question posée les connaissances utiles ; à exprimer, oralement et par écrit, leurs démarches et les résultats obtenus, en essayant de les justifier.

C'est l'occasion pour l'élève de s'approprier le langage mathématique, en restant attentif aux interférences éventuelles avec la langue courante, et d'accéder à l'organisation logique des raisonnements. (. . .).

Programmes

Cours préparatoire

(. . .) Géométrie

Repérage dans l'espace (les objets par rapport à soi)

Déplacement de l'élève et construction d'itinéraires en tenant compte de contraintes.

Utilisation des quadrillages, des diagrammes, des tableaux.

Reconnaitances et organisation des formes et des figures simples : Courbes et domaines : intérieur, extérieur. Rosaces, frises, pavages, mosaïques, puzzles.

Tracés à la règle.

Cours élémentaire

(. . .) Géométrie

Repérage des cases ou des nœuds d'un quadrillage ; utilisation de ces repérages

Reproduction, description, représentation (à l'aide de procédés conventionnels) et construction d'objets géométriques (solides, surfaces, lignes) :

Manipulation et classement des objets physiques.

Utilisation des instruments : papier-calque, papier quadrillé, règle, équerre, compas, gabarit.

Mise au point des techniques de reproduction et de construction : calque, pliage, découpage, patrons de solides.

Utilisation d'un vocabulaire géométrique et d'une syntaxe logiquement articulée .

Application à des objets géométriques des transformations ponctuelles (symétrie, translation).

Cours moyen

(...) Géométrie

Reproduction, description, représentation et construction de différents objets géométriques (solides, surfaces, lignes).

Application à des objets géométriques des transformations ponctuelles (translation, rotation, symétrie) :

Utilisation des instruments : papier-calque, papier quadrillé, règle, équerre, compas, gabarit.

Mise au point des techniques de reproduction et de construction : report de distances ; reproduction, agrandissement ou réduction d'un dessin fait sur fond quadrillé ; tracé de parallèles ou de perpendiculaires.

Utilisation d'une syntaxe logiquement articulée et d'un vocabulaire géométrique : cube, arête, sommet, face, sphère, boule, triangle, losange, carré, côté, diagonale, cercle, disque.

La lecture que vous venez de faire vous a certainement permis de remarquer que le mot "système de référence" n'est jamais utilisé explicitement, mais qu'il faut le retrouver derrière des phrases telles que "**Repérage** dans l'espace (les objets par rapport à soi)" et "**Repérage** des cases ou des nœuds d'un quadrillage ; utilisation de ces repérages" et encore "Reproduction, **description**, représentation (à l'aide de procédés conventionnels) et construction d'objets géométriques".

Les mots description et représentation sont utilisés plusieurs fois, mais avec une absence totale de signification et de spécification (dans les programmes de 1985).

A la suite de ce constat nous avons construit et, ensuite expérimenté en classe, une situation finalisée par l'objectif suivant : donner un sens à des activités, prévues dans les programmes, telles que la description, la représentation et la construction d'objets géométriques.

Nous n'avons pas la prétention d'être exhaustif : notre intention est de vous donner quelques "idées" pour cette partie fondamentale et très difficile de votre travail, qui est l'interprétation en pratiques d'enseignement des prescriptions des programmes.

Organisation du jeu

Les élèves sont répartis en équipes de quatre, formées chacune de deux binômes. Le jeu est articulé en trois phases :

1 — **Phase de codage** : chaque binôme reçoit un objet, une feuille et un crayon et doit élaborer un seul message écrit et sans dessin, s'adressant à l'autre binôme de la même équipe, pour permettre aux partenaires de reconstruire l'objet.

2 — **Phase de décodage** : les binômes de chaque équipe cachent l'objet décrit, échangent entre eux le message élaboré et doivent à l'aide du message et avec des cubes unité reconstruire l'objet.

3 — **Phase de validation** : en séance collective, on compare pour chaque binôme, l'objet donné et l'objet reconstruit afin de pouvoir établir un classement des équipes.

Les élèves sont donc tour à tour émetteurs et récepteurs. L'enjeu de la tâche est le gain ou la perte selon que le message permet ou non la reconstruction de l'objet.

Les objets

Nous avons donné six objets composés chacun de onze cubes unité accrochables (chaque cube a des creux et des saillies qui permettent l'accrochage*).

Les six objets se différencient soit par leur forme (AC, AO) soit par la composition des couleurs.

Les assemblages sont nommés comme suit :

- Assemblage Côté (AC) : l'assemblage est constitué d'un cube $2 \times 2 \times 2$, d'une barre de 2 cubes et d'un cube unité respectivement accrochés sur deux faces **contiguës** du cube $2 \times 2 \times 2$;
- Assemblage Opposé (AO) : l'assemblage est constitué d'un cube $2 \times 2 \times 2$, d'une barre de 2 cubes et d'un cube unité respectivement accrochés sur deux faces **opposées**.

A partir des deux types d'objets décrits ci-dessus, on obtient, en jouant sur le nombre des couleurs, les six objets différents de la fig. 1 ci-après.

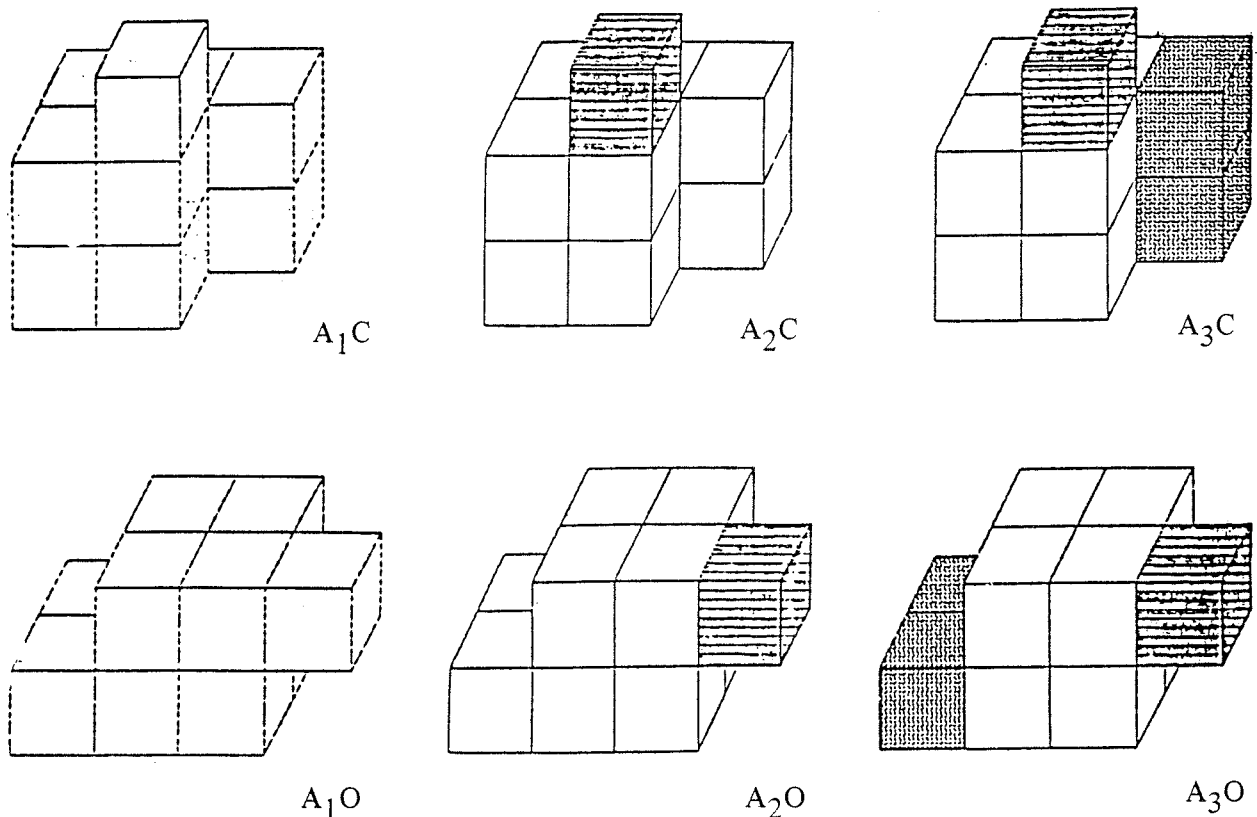


Fig. 1

* Avertissement : la lecture des paragraphes suivants peut être facilitée et plus "agréable" en même temps, le lecteur reproduit les objets décrits avec des cubes accrochables.

A1C et **A1O** sont les deux objets composés d'une seule couleur.

A2C et **A2O** sont les deux objets composés de deux couleurs : l'objet formé du cube 2x2x2 et de la barre de deux cubes est d'une seule couleur, le cube isolé est de couleur différente (par exemple, 10 cubes jaunes et un cube vert).

A3C et **A3O** sont les deux objets composés de trois couleurs : le cube 2x2x2 est d'une seule couleur, la barre de deux cubes est d'une autre couleur et le cube isolé est d'une troisième couleur (par exemple, 8 cubes jaunes, 2 rouges, 1 vert).

Déroulement de l'expérience

Avant de commencer le jeu, les élèves ont manipulé des cubes unités. M (nous écrivons M pour la maîtresse) explique le jeu puis donne oralement les consignes suivantes :

Consignes-phase 1 :

- le message ne doit comporter que des mots ;
- vous pouvez bouger et déplacer l'objet comme vous voulez mais vous ne pouvez pas le détruire
- avant de remettre la feuille avec votre message vous devez vérifier que le message est assez clair pour permettre de refaire votre objet.

Consignes-phase 2 :

- vous lisez le message et essayez de refaire l'objet
- si ce que vos camarades ont écrit vous semble insuffisant pour refaire l'objet, vous pouvez leur demander par écrit d'autres explications. Vous n'avez le droit de le faire qu'une seule fois.

Consignes-phase 3 :

- pour établir l'équipe gagnante, on prendra en considération dans l'ordre : deux constructions justes, une construction juste, la demande ou non d'autres explications, le temps employé.

Dans la partie d'explication du jeu, nous avons donné la possibilité aux élèves de poser des questions pour bien clarifier les règles et le fonctionnement du jeu.

Ils nous ont posé des questions du type :

- Est-ce qu'il faut donner la couleur ?
- Est-ce qu'il faut donner la position des creux et des saillies ?

Nous avons répondu que la couleur était l'une des informations possibles alors que la position des creux et des saillies n'était pas à prendre en considération. Nous avons rajouté : "puisque'on va faire un jeu, il ne faut pas tricher".

Ensuite nous avons donné la feuille et un objet par binôme, en respectant la contrainte suivante : deux binômes d'une même équipe ont à décrire l'un un objet AC et l'autre un objet AO.

L'expérience a débuté à neuf heures : tous les binômes ont fini d'écrire leur message avant la récréation. Les élèves travaillent tous ensemble, assis comme d'habitude. Nous avons simplement éloigné le plus possible les deux binômes d'une même équipe.

Analyse de la phase de codage

Nous avons fait travailler les élèves en binômes : nous faisons l'hypothèse que l'interaction entre les deux élèves émetteurs peut contribuer à la clarification de la tâche et à la prise en compte de la nécessité d'un codage non ambigu. Les échanges oraux qui se produisent entre les deux élèves permettent, en outre, l'extériorisation des choix, des décisions, des renoncements.

De plus, nous avons supposé, en ce qui concerne le problème du repérage, que l'interaction provoque une première prise de conscience du fait que, pour décrire un objet, il faut **fixer** un "point de vue". Cette prise de conscience est d'autant plus indispensable que les élèves ont la possibilité de prendre l'objet entre leurs mains ou de le placer sur la table dans une position quelconque.

La contrainte de ne pas détruire l'objet annule les possibilités de contrôle par la reconstruction de l'objet et oblige les élèves codeurs à anticiper, au niveau mental, la situation de décodage. Cette anticipation est fondamentale puisqu'elle nécessite une analyse des propriétés géométriques de l'objet.

Messages produits : analyse

Nous avons classé les messages élaborés par les élèves en trois types fonction du nombre de couleurs de l'assemblage : le fait que l'assemblage soit composé de 3 couleurs, 2 couleurs ou 1 couleur influence la description de l'assemblage comme nous le montrons maintenant.

1 – Les messages relatifs aux objets A3C et A3O. Structuration en sous-objets.

Dans tous ces messages, il y a individualisation de trois sous-objets : ce sont le cube 2x2x2, la barre de deux cubes et le cube isolé. Cette structuration de l'objet est tellement immédiate qu'il y a très peu d'information pour la construction de ces sous-objets.

Par exemple, dans le message de Sophie et d'Aurélien (A3C)*, la seule information concerne la construction du cube 2x2x2 ; il n'y a aucune information explicite sur la barre de deux cubes mais seulement le fait qu'ils sont collés ou non ensemble.

** Entre parenthèses vous lisez le type d'objet que le binôme a reçu en phase de codage. Les messages sont la reproduction fidèle de ceux élaborés par les élèves. Nous avons seulement indiqué en caractère gras les mots importants pour l'analyse.*

Message de Sophie et Aurélien (A3C)

*"8 rouges - 8 rouges collés ensemble.
2 bleus - 2 bleus collés aux 4 rouges.
1 jaune - 1 jaune collé aux 4 rouges.
le jaune n'est pas collé aux 2 bleus.
les 2 bleus sont collés au dessus des 8 rouges.
il y a en tout 11 cubes."*

Le cube 2x2x2 est toujours pris comme référent pour établir les relations entre sous-objets. Les élèves ont essayé d'explicitier la position de la barre de deux cubes et du cube, par rapport au cube 2x2x2. On trouve moins fréquemment des indications sur les relations entre la barre et le cube et quand il y en a, elles sont insuffisantes.

Dans la deuxième partie du message, on voit comment la seule information "n'est pas collé" (relation topologique de voisinage) est jugée suffisante pour décrire la position du cube.

Message de Vanessa et Marie Julie (A3O)

*"Un carré de huit cubes jaunes au milieu
Un petit carré rouge en haut à droite.
Deux carrés verts en bas".*

Dans ce message il y a reconnaissance des trois objets, aucune indication sur leur construction, quelques informations sur leurs relations mutuelles.

On peut supposer une certaine prise en compte du fait qu'il faut fixer la position de l'objet pour pouvoir le décrire.

Message de Laurent et Michael (A3C)

*"Il y a 11 carrés
2 bleus
8 rouges
1 jaune
les 8 rouges font un cube carré
les 2 bleus font une espèce de barre
mettre le carré rouge sur la table
mettre la barre bleue à la gauche et en bas du carré rouge
mettre sur le carré rouge le carré jaune un peu avant la barre bleue
mais en haut".*

Ce message montre clairement les différentes phases du codage et une certaine prise en compte des problèmes de décodage : les informations sont données par rapport aux positions réciproques des trois objets saisis par un observateur qui a l'objet devant lui. Le référent est le cube 2x2x2 (carré rouge).

En ce qui concerne le repérage, on note l'importance de l'utilisation des mots devant-derrrière, droite-gauche, dessus-dessous, haut-bas, etc.

Pour ces objets à trois couleurs l'utilisation d'un repérage par rapport au sujet et aux actions du sujet est moins importante que pour les autres objets à une et deux couleurs. On trouve par exemple :

"(. . .) si vous avez les deux cubes bleus le plus près de vous (. . .) le cube jaune il sera le plus loin de vous au premier étage" (message d'Alice et Paul, A3C).

Le cube 2x2x2 est presque toujours nommé carré, les autres applications sont "gros cube", "grand cube", "cube carré", "8 rouges collés ensemble". Par contre le cube unité est presque toujours appelé cube.

Cette utilisation du mot carré montre que le cube est perçu comme un ensemble de carrés qui respectent certaines relations de voisinage ; de plus le mot carré est affecté au cube surtout quand l'appréhension de la forme carrée des faces est immédiate par "l'évidence perceptive".

2 – Les messages relatifs aux objets A1C et A1O. Structuration en couches.

- Quelques-uns de ces messages ne comportent aucune structuration de l'objet.
Par exemple, considérons le message suivant :

Message de Vanessa et Stéphanie (A1O)

*"La couleur est verte. Il y a 11 petits cubes. Il y a des bosses et des trous. La forme est un peu comme un tank. C'est une forme carré. Ils sont 2 par 2 sauf 1 au début.
– les trous sont à l'intérieur les bosses sont à l'extérieur"*.

La seule structuration de l'objet qu'on peut y lire, mais qui reste implicite, est celle en barre de deux cubes. Il n'y a aucun repérage. L'attention centrée sur "trous" et "bosses" est un indice des difficultés rencontrées pour structurer l'objet ; ceci d'autant plus qu'au moment de l'explication du jeu, la maîtresse a répété plusieurs fois que les trous et les bosses n'ont aucune importance et qu'il ne faut pas donner d'informations sur leur position.

L'information sur la forme fait appel à certaines ressemblances avec des objets familiers, ce qui est une caractéristique des messages sur les objets à deux et à une couleur.

Quand il y a structuration de l'objet, il s'agit presque toujours d'une description par **couches horizontales** (le parallélépipède rectangulaire 2x3x1 et le parallélépipède à base carrée 2x2x1) dont la forme plane, "rectangle" ou "carré", est utilisée pour donner des informations sur la façon dont sont accrochés les cubes. Plus rarement, ces couches sont décrites verticalement. Dans le message de Sandrine et Sophie (A1O), par exemple, il y a la reconnaissance de deux plans horizontaux mais ce niveau n'est pas dépassé.

Message de Sandrine et Sophie (A1 O)

"couleur : vert

il y a une plaque de 6 dessus il y a une plaque de 4 avec un cube à l'extérieur de la plaque de 4".

Message de Sandrine et Sébastien (A1 O)

"La forme a 11 cubes. Les cubes sont bleus. La forme a 6 cubes en bas et 5 cubes en haut. Elle a 2 étages. Si on enlève 3 cubes ce sera un carré ; d'un côté elle ressemble à un escalier et de l'autre côté elle a un cube en trop. Le carré a deux étages. Le cube en trop est dans les 5 cubes en haut. Le cube en trop est à droite de l'escalier".

On trouve ici la reconnaissance des plans horizontaux et plusieurs informations pour leur assemblage. Le repérage s'appuie sur :

- des actions "si on enlève. . .", "en trop. . .",
- des analogies "ressemble à un escalier".

Il y a une structuration interne à l'objet relative à un plan horizontal imaginaire.

En ce qui concerne l'expression de relations entre objets, on est frappé par l'absence presque totale (par rapport aux autres messages) de l'utilisation des mots devant-derrrière, droite-gauche, dessus-dessous, haut-bas, etc.

Message de Guendaline et Rémy (A1 C)

"Il faut 11 cubes rouges. Prenez 6 cubes et faites un rectangle de deux cubes de largeur et 3 cubes de longueur puis une barre de 3 cubes de longueur et un de largeur. Accrochez la barre de trois cubes au milieu du grand rectangle et faites une barre de deux cubes et accrochez-la à gauche de la grande barre en vous débrouillant pour que le cube qui dépasse soit en haut. STOP".

C'est l'unique message comportant des informations très bien organisées pour la construction des couches. Même les dimensions sont données. La deuxième couche est "pensée" par barres et aucune information n'est négligée pour l'assemblage des barres entre elles et avec la première couche. Le repérage est entièrement interne à l'objet.

L'indication "en vous débrouillant pour que le cube qui dépasse soit en haut" nous fait supposer que l'objet est décrit dans une position fixée. L'information n'est pas explicite, car il n'y a pas prise en compte du fait que les récepteurs ne savent pas dans quelle position est vu l'objet. Pourtant, cela nous semble être un indice du fait que les codeurs veulent donner une information supplémentaire sur la position du cube isolé.

3 — Les messages relatifs aux objets A2C et A2O

Les messages relatifs aux objets A2C et A2O n'ont pas de caractéristique spécifique. Nous avons conçu ces objets comme des termes de confrontation par rapport aux deux autres types. En effet on peut remarquer que l'objet est parfois structuré en plans (comme pour A1C et A1O) et parfois structuré en sous-objets (comme pour A3C et A3O).

Par exemple, dans le message d'Antony et Marie (A2C) l'objet est structuré en une plaque 2x2x1 et en barres de deux cubes.

Message d'Antony et Marie (A2C)

*"Un carré de quatre cubes bleus
En dessous un rectangle de deux cubes bleus en largeur
deux cubes tous bleus en longueur deux cubes bleus de longueur
dépassent du côté droit.
Un cube orange dépasse en longueur du deuxième carré partant de la
gauche".*

Cette structuration est tellement centrale que des informations très simples ne sont pas données (par exemple le nombre des cubes qui forment l'objet). Le mot carré désigne aussi bien le parallélépipède à base carrée 2x2x1 qu'un cube de ce parallélépipède ou sa face.

Dans le message de Nicolas et Stéphane (A2O) l'objet est structuré en sous-objets, mais les informations sur l'individualisation et la construction des sous-objets sont insuffisantes.

Message de Nicolas et Stéphane (A2O)

*"Il y a 8 cubes jaunes qui font un carré. A la droite du carré en bas il
y a deux cubes jaunes, à la gauche du carré en haut à gauche il y a un
cube vert. Il y a 11 cubes".*

Dans les deux messages suivants, l'objet est structuré en plans. Il y a peu d'informations sur la façon dont ces plans sont formés et sur la façon de les accrocher : en bas, en haut, dessous, dessus.

Les autres informations relèvent d'un repérage qui fait appel à des référents différents :

- au sujet et à ses actions : "en regardant en face",
- à des ressemblances : "boîte d'allumette", "petite voiture avec un feu".

Message de Carole et Géraldine (A2C)

*"10 carrés rouges - 1 bleu - 6 en bas carrés rouges et 5 en haut c'est-à-dire un carré ressemblant
à un 6 - en tout onze cubes - une boîte d'allumette ouverte de 2 cubes horizontale et le carré
bleu, en regardant de face, est à droite".*

Message de Lydie et Sonia (A2O)

"Elle a un carré jaune ; elle a dix carrés verts ; en tout elle en a onze : quatre dessus ; 6 dessous les quatres. Le jaune est attaché à un des quatre de face. On dirait une petite voiture avec un feu en l'air à gauche. Il y a une bosse au milieu à gauche et en dessous du jaune ils sont tous collés les uns contre les autres".

Le message d'Alexandra et Frédéric (A2C) est le seul dans lequel on a un repère par rapport à une action imaginaire du sujet.

Message d'Alexandra et Frédéric (A2C)

*"10 cubes ;
1 cube orange et tous les autres bleus ; 2 cubes bleus en haut n'ont rien dessous et un cube orange à droite en bas, 8 autres cubes bleus carré sont attachés à un cube orange ; on compte 4 cubes en hauteur et on descend 1 cube et on place le cube orange juste après celui-ci".*

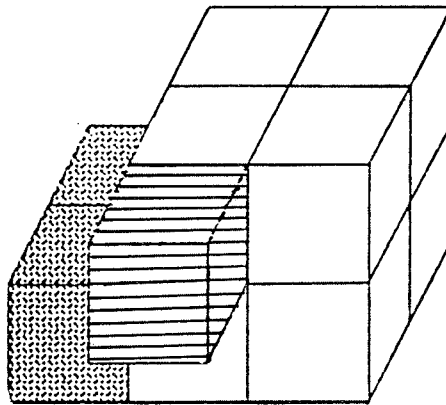
Dans la première partie du message on trouve une structuration de l'objet en trois sous-objets mais le cube 2x2x2 n'a plus le rôle de référent qu'il a dans tous les messages d'objets à trois couleurs.

La deuxième partie est redondante en ce sens que l'on retrouve des indications pour positionner le cube orange mais à partir d'un repérage interne à l'objet.

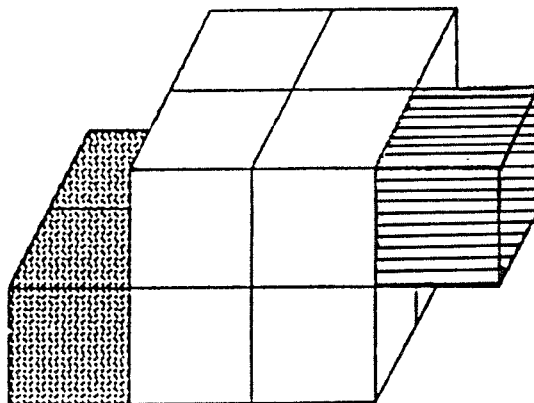
En conclusion, soulignons que dans cette phase de codage les élèves ont considéré l'objet dans une même position : en effet presque toujours, même s'il était manipulé, une position de référence restait fixée. Une analyse de toutes les positions dans lesquelles chaque objet peut être placé sur une table*, permet de déduire la position dans laquelle l'objet est considéré dans le message, même si les élèves ne l'ont jamais explicitée.

* Pour chaque objet il y a 24 positions différentes si on le considère placé sur la table et par rapport à un observateur qui ne bouge pas. Seulement 16, toutefois, donnent à l'objet une position stable.

Par exemple pour le message de Laurent et Michael, on peut supposer l'objet dans la position suivante :



Pour le message de Vanessa et Marie Julie, on peut supposer l'objet dans la position suivante :



Déroulement de la phase de décodage

Après la récréation les élèves échangent les messages et disposent de cubes pour reconstruire l'objet. Comme nous l'avons déjà dit, si le binôme code un assemblage AC, il décode un message correspondant à un assemblage AO.

Avec cette contrainte dans la distribution des objets, nous avons voulu éviter une éventuelle reconstruction de l'objet à l'aide de l'objet reçu dans la première phase. Il faut dire que l'ambiance a été, tout au long de l'expérience, celle d'un jeu ; tous ont respecté les consignes et ont reconstruit l'objet d'après les seules informations données par les messages.

Les décodeurs ont la possibilité de poser une question aux émetteurs s'ils ne comprennent pas les informations données. Cette possibilité a joué le rôle de relancer le jeu et même de favoriser son fonctionnement. Bien sûr cette seule interaction entre les binômes n'a pas été suffisante pour une évolution vers la construction d'un véritable code de communication ; autrement dit, elle n'a pas été suffisante pour éliminer les difficultés que les élèves ont rencontrées dans le décodage des messages.

Nous avons remarqué différents types d'ambiguïté dont nous vous présentons les plus significatifs. Olivier et Thomas (A1 C), Maryline et Caroline sont les deux binômes d'une même équipe ; le message élaboré par Olivier et Thomas est le suivant :

Message d'Olivier et Thomas (A1 C)

*"11 cubes bleus
6 cubes accrochés en forme triangulaire.
4 accrochés en forme de carré sur le côté des six cubes.
1 cube accroché en haut à droite des quatre cubes".*

Voici la question posée par Maryline et Caroline et la réponse données par écrit dans la même feuille :

"Comment fait-on un triangle ?"

Réponse : *"en faisant un carré et rajoutez deux carrés à la suite".*

Olivier et Thomas ont utilisé le mot triangle pour le parallélépipède rectangulaire, d'où une ambiguïté qui ne permet pas le décodage, au moins avec ce seul échange.

Message de Maryline et Caroline (A3 O)

"Huit petits carrés couleur jaune qui vont faire un grand carré jaune, à gauche du grand carré jaune deux cubes verts en arrière à droite du grand carré jaune et un carré rouge en avant et en haut".

En le lisant on peut supposer qu'elles se sont construites en phases de codage une structuration de l'objet en sous-objets où la forme "carré" a un rôle prédominant ; dans ce cas la communication est rendue difficile par les deux conceptions de l'objet.

Alexandra et Guillaume (A3C), Sandrine et Sébastien (A1O) sont deux binômes d'une autre équipe.

Alexandra et Guillaume avaient à décoder le message élaboré par Sandrine et Sébastien (A1O). Au début, ils ont deux opinions différentes et n'arrivent pas à surmonter leur différent.

Voici une partie de leur discussion :

G : 6 en bas, oui, et 5 en haut, ... c'est bien expliqué. On l'a faite leur forme

A : Oui ... seulement ... mais celui qui ... attend

G : mais seulement ce ne fait plus onze

A : mais puisqu'il y en a un en trop ... je ne comprends rien

G : s'il y en a en trop, ils auraient marqué qu'il y avait 10 cubes... c'est ce côté qui ressemble à un escalier

A : oui ... d'un côté ça forme un escalier de l'autre...

G : un cube en trop ... pour faire l'escalier !

A veut enlever le cube.

G : j'ai compris ce que c'était le cube en trop... il n'y en a pas besoin pour faire l'escalier

A : ... mais, oui

Ils écrivent alors la question suivante : " *Qu'est ce que c'est le cube en trop ?* "

Ils obtiennent la réponse suivante : " *le cube en trop est celui qui est de l'autre côté de l'escalier* ".

"De l'autre côté de l'escalier" donne une information sur la face d'accrochage du cube, face opposée à celle d'accrochage de la barre de deux cubes. Cette réponse convainc Alexandra mais n'est pas suffisante pour lever l'ambiguïté de l'information "le cube en trop". Dans l'objet reconstruit, la barre et le cube sont accrochés à la même face du cube 2x2x2, comme montre la figure 2.

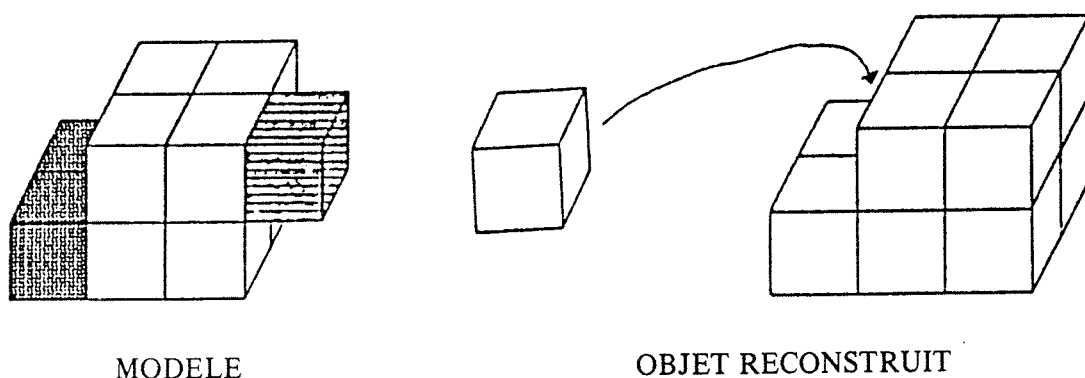


Fig. 2

Presque en même temps Sandrine et Sébastien posent un questionnement serré à Alexandra et Guillaume qui leur avaient donné le message suivant :

Message d'Alexandra et Guillaume (A3 C)

"Deux cubes verts qui se touchent ; un cube orange ; huit cubes jaunes ; les huit cubes jaunes forment un carré ; les deux cubes verts forment un rectangle qui se trouve sur deux cubes jaunes ; le cube orange est à côté de deux cubes jaunes ; en tout il y a onze cubes."

Les questions et les réponses sont les suivantes :

"Le cube orange est-il à côté du cube vert ?"

R : "Il y a un petit espace entre le cube orange et le cube vert".

"Le cube orange est-il à côté du rectangle ?"

R : "oui"

"Le cube orange est-il à droite du rectangle ou à gauche ?"

R : "Le cube orange est à gauche du rectangle"

"Le cube orange est-il en bas à côté du rectangle ?"

R : "non le cube orange est en haut à gauche du rectangle".

Les questions posées concernent toutes la position du cube orange qui, effectivement, pose les problèmes plus difficiles. L'ambiguïté relève ici du fait que Alexandra et Guillaume ont répondu aux questions sans prendre en considération la phase de reconstruction. Le questionnement a donc levé l'ambiguïté sur l'information "à côté" : l'objet reconstruit est bien un objet AC ; mais le cube orange n'est pas collé sur la face correcte, comme le montre la figure 3. Alexandra et Guillaume n'ont pas pris en considération le fait que Sandrine et Sébastien ignorent la position de l'objet au moment de sa description et l'ambiguïté sur "droite et gauche" demeure.

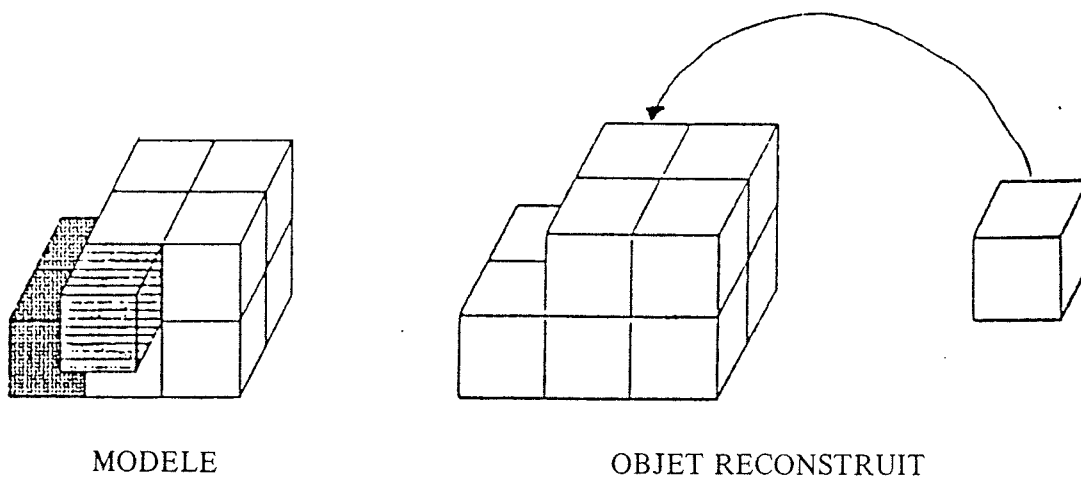


Fig. 3

Déroulement de la phase de validation

Durant cette phase, les élèves doivent décider "qui a gagné ?". Cette phase a été organisée en séance plénière et s'est déroulée en fin de matinée.

A tour de rôle, chaque équipe soumet les objets reconstruits (phase de décodage) au jugement du reste de la classe. Un élève tient dans les mains, en le faisant voir à la classe, l'objet reçu dans la phase de codage (modèle) et un autre fait voir, en même temps, l'objet correspondant reconstruit. Pour chaque couple modèle/objet reconstruit, nous avons ouvert une discussion pour établir des règles de validité permettant de classer les équipes. Ces règles ont pris corps chez les élèves au fur et à mesure de la confrontation des objets. Nous avons géré la discussion de façon à amener les élèves à fixer la position de l'objet pour pouvoir classer les erreurs.

Par exemple, si les élèves disent que la position de la barre de deux cubes est mauvaise, M place les deux objets (modèle et reconstitution) pour que la barre de ces objets soit dans la même position par rapport au cube $2 \times 2 \times 2$: ainsi on peut juger de la position erronée ou non du cube unité.

M demandait alors : *"Où est l'erreur ?"*

La réponse était immédiate : *"Le petit cube ! (ou le cube jaune, . . .)"*

A ce moment là une autre question, posée par M et liée à l'enjeu, met en discussion les règles pour classer les erreurs :

"Mais alors ! combien y en a-t-il d'erreurs ? une ou deux ? Il faut se mettre d'accord sur le nombre d'erreurs pour pouvoir établir l'équipe gagnante !"

Un débat animé a résulté de cette question : ce débat a conduit les élèves à la conviction que pour classer les erreurs il faut, avant tout, fixer la position des objets.

En conclusion, il est évident que nous ne pouvons affirmer que l'activité a conduit à un premier apprentissage de la notion de système de référence ou à l'acquisition de la capacité de construire un code de communication. Ce n'était pas l'objectif de l'expérience. Mais, si on revient aux programmes, nous pensons que cette expérience peut donner des directions de travail en classe et quelques suggestions sur les méthodes à utiliser. En fait, dans chacune des phases de l'expérience, les élèves sont *mis en situation d'apprentissage actif* et contraints par les propriétés mêmes de la situation à *exprimer, oralement et par écrit, leurs démarches et les résultats obtenus, en essayant de les justifier*.