



# Mise au point d'un instrument d'analyse de l'évolution des représentations du problème pendant la résolution de problèmes de mécanique en groupes

## An analysis tool for following the problem representation elaborated by pupils working in small groups

**Andrée DUMAS-CARRÉ**

IUFM d'Aix-Marseille et CIRADE Université de Provence  
32 rue Eugène Cas  
13004 Marseille, France.

**Leonidas GOMATOS**

Associé au GDSE P7  
Institut de Formation Professionnelle de Sparte  
Leoforos Gythiou  
23100 Sparte, Grèce.

### **Résumé**

*La résolution de problèmes est un des grands axes de recherche de la didactique des sciences. Or, on ne trouve que relativement peu de travaux sur la résolution en groupes. Les difficultés méthodologiques d'approche et*

*d'analyse de telles activités doivent avoir contribué à ce que le champ ci-dessus soit peu exploré. Dans cet article nous décrivons la mise au point d'un instrument d'analyse qui nous a servi dans le but de suivre l'évolution des représentations du problème construites par des élèves au cours de la résolution en groupes de problèmes de mécanique et nous discutons sur ses possibilités et ses limites.*

**Mots clés :** *méthodologie, analyse, représentations du problème, résolution, groupe.*

### **Abstract**

*Problem solving is one of the main research axes in science education. However, one can find only few works on group problem solving. The methodological difficulties of approach and analysis of such activities must have contributed to the fact that this field is not well explored. In this paper we describe the construction of an instrument of analysis that helped us in following up the evolution of students' problem representations during group problem solving in mechanics and we investigate its possibilities and its limits.*

**Key words :** *instrument, analysis, problem solving, group, problem representation.*

### **Resumen**

*Ahora, la resolución de problemas esta una de las mas importantes orientaciones de las investigaciones en didactica de la ciencias. Pues, existant relativamente poco trabajos sobre la resolución de problemas en pequenos grupos. Las dificultades metodologicas para observar y analizar estan, seguramente, responsables de eso. En este articulo vamos a presentar un instrumento establecido para analizar y para seguir la evolucion de la « representacion del problema » que los estudiantes construyen durante la resolución de problemas de mecanica. Despues, discutimos de sus posibilidades y de sus limitaciones*

**Palabras claves :** *instrumento, analisis, resolución de problemas, grupo, representacion del problema.*

## **1. DES ACTIVITÉS DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES EN GROUPES**

Les activités de résolution de problèmes, que ce soit dans la classe ou dans le travail à la maison, occupent une grande partie du temps de

l'enseignement des sciences physiques. Elles sont aussi l'objet de nombreuses recherches en didactique des sciences physiques. Les problèmes étudiés par ces recherches sont de deux types (Goffard, 1990) :

- d'une part, des recherches visant à mettre au point des techniques et à enseigner des procédés de résolution pour des problèmes classiques, comme ceux que l'on trouve dans les manuels scolaires,
- d'autre part, des recherches qui explorent la possibilité d'utiliser des problèmes pour faire apprendre les concepts de physique aux élèves, en redéfinissant les problèmes eux-mêmes ainsi que les rôles respectifs du maître et des élèves.

Nous nous situons dans ce deuxième courant. Nous suivons de près des élèves qui résolvent des problèmes ouverts dans un environnement particulier, caractérisé par le fait que les élèves résolvent en petits groupes de trois ou quatre.

Pourquoi des problèmes ouverts et pourquoi en petits groupes ? Ces choix s'appuient à la fois sur un courant actuel de recherches en matière de résolution de problèmes de physique et sur les théories actuelles de la psychologie cognitive.



Figure 1 : **Changement de référence**

Prenons d'abord la littérature de recherche concernant la résolution de problèmes de physique. Certains chercheurs (Gil Perez & Martinez Torregrossa, 1983, 1987) ont proposé un changement de la référence servant à analyser les activités des élèves (figure 1).

Ce changement, fondé sur une analyse épistémologique et didactique, conduit à définir de nouvelles activités pour les élèves dans la classe, activités qui doivent être homologues à ce qui est essentiel et déterminant dans le travail du chercheur scientifique.

Ceci conduit à modifier le type des tâches traitées : pour un chercheur scientifique il s'agit de problèmes ouverts. Une autre modification est liée au caractère social du travail ; un chercheur scientifique participe à des groupes de recherche (il est très rare, en physique, qu'un chercheur travaille seul) ; cela fait partie de la recherche que de communiquer ses idées et ses résultats de telle façon qu'ils puissent être discutés. Pour être cohérent avec la pratique de référence « chercheur scientifique » il faut donc modifier le type des tâches proposées aux élèves et prévoir des activités de travail en commun dans la classe.

Du côté de la psychologie cognitive : selon un point de vue constructiviste des apprentissages, les connaissances ne se transmettent pas tout élaborées. Les connaissances d'un individu résultent d'un processus de construction personnelle. Le processus de construction des connaissances passe par l'expérimentation avec les objets et avec l'environnement. Ce point de vue néglige l'aspect social de l'environnement. Cette non prise en compte, repérée dans la psychologie cognitive et dans l'œuvre de Piaget, a été critiquée par le courant de la psychologie sociale du développement cognitif (Mugny, 1985). Dans leurs travaux, les représentants de ce courant marquent le passage d'une psychologie bipolaire (sujet-objet) à une psychologie tripolaire (sujet-autrui-objet). Les fondateurs de la psychologie sociale génétique s'inspirent largement des travaux de Vygotsky. Selon Vygotsky « *un processus interpersonnel se transforme en un processus intrapersonnel* » puisque « *chaque fonction apparaît deux fois dans le développement culturel de l'enfant : d'abord entre individus (interpsychologique) et, ensuite, dans l'enfant (intrappsychologique)* » (Vygotsky, 1978, p.18). Le même auteur critiquant le livre de Piaget « *Le langage et la pensée chez l'enfant* » (Piaget, 1989) souligne : « *la vraie direction du développement de la pensée ne va pas de l'individuel au social, mais du social à l'individuel* » (Vygotsky, 1985, p. 21).

L'interaction sociale est donc génératrice du progrès cognitif ; deux mécanismes ont été spécialement étudiés : le conflit sociocognitif (Mugny, 1985) et la coopération pure (Amigues, 1988).

Les recherches sur la résolution collective des problèmes en sciences présentent une orientation différente de celles menées par la psychologie sociale. Dans ces dernières on trouve souvent un effort de mise en relation de l'efficacité du groupe avec des paramètres tels que la structure du groupe, le leadership, la compétitivité (Faucheux & Moscovici, 1960 ; Georgeas, 1986). Dans ces recherches, l'efficacité est mesurée facilement grâce au caractère fermé des tâches proposées. Pour la résolution de problèmes en sciences l'« *efficacité* » est plus compliquée à définir et à mesurer. Bien qu'on trouve des recherches sur le thème esquissé plus haut (Gayford, 1992), les tendances actuelles sont plutôt soit d'analyser les énoncés des élèves durant la résolution collective (Amigues, 1988 ; Kempa & Ayob, 1991) soit de porter une attention spéciale à la préparation et la mise en place de séances d'apprentissage qui comportent des phases de résolution collective et des phases de discussion collective des propositions des différents groupes (Dumas-Carré & Goffard, 1993, 1997).

Nous nous intéressons particulièrement à la **représentation du problème** que se font les élèves. Cette notion occupe une place centrale dans les recherches en résolution de problèmes. La représentation du problème est une analyse de la situation physique. Cette analyse n'est pas

en termes mathématiques, elle est plutôt qualitative. De plus elle n'est pas statique, elle évolue chez l'individu tout au long de la résolution. Élaborer la représentation d'un problème ou d'une situation c'est « traduire » ; c'est passer d'une description en termes d'événements à une description impliquant les concepts de la physique.

La phase d'élaboration de la représentation du problème est supposée exister chez l'expert mais être absente chez le novice pour certains auteurs (Larkin & Reif, 1979). Par contre chez d'autres auteurs (Chi et al., 1982) elle est considérée comme présente, même chez les novices. Quel que soit le résolveur, sa complétude et sa qualité jouent un rôle déterminant pour la résolution du problème.

La question que nous posons est la suivante :

« Comment évoluent les représentations du problème que se font les élèves engagés dans un travail de résolution de problèmes en groupes ? »

## 2. TYPE DE MATÉRIEL RECUEILLI

Nous avons conçu une expérimentation afin de répondre à cette question. Pour ce faire il est indispensable de procéder à une analyse fine, qualitative des interactions verbales aussi bien entre élèves qu'entre élèves et professeur.

L'expérience a lieu dans une classe de seconde d'un lycée à Athènes durant toute l'année scolaire 1991-92 (Gomatos, 1996). L'un de nous était chargé des cours de sciences physiques dans cette classe. Il procédait à deux types de séances : des cours de présentation des concepts et des lois et des séances, plus nombreuses, de résolution de problèmes. Ces problèmes ont été, dans leur quasi-totalité, des problèmes ouverts. Voici certains exemples d'énoncés.

### « **Le cube** »

*Quelle est la force minimale qu'il faut exercer pour tenir un cube en bois contre le mur ?*

### « **Objet sur un plan incliné** »

*Nous plaçons un objet  $\Sigma$  sur une surface inclinée d'un angle  $\phi$  par rapport à l'horizontale et nous le laissons libre. Prévoir sa situation cinétique à partir du moment où il est lâché.*



Il est évident que de tels problèmes ne sont pas aussi ouverts que ceux des chercheurs scientifiques. Mais il existe une ouverture en ce qui concerne certaines conditions (de fonctionnement ou initiales), il est à la charge des élèves de les préciser, en ce qui concerne les données (il n'y en a pas du tout ou il en manque certaines) et en ce qui concerne la modélisation (plusieurs sont possibles ; par exemple pour le contact entre le plan incliné et l'objet, il peut ne pas y avoir de frottement ou il peut exister différents types de frottements), c'est aux élèves de choisir et de préciser quelle modélisation ils adoptent. De plus cette ouverture est pertinente par rapport à ce que nous cherchons car elle met les élèves en situation d'exprimer, de rendre publiques leurs représentations de la situation.

L'avancement de la résolution n'est ni facile ni synchrone dans tous les groupes. Des difficultés pour préciser la situation à étudier, des retours en arrière etc. sont très souvent remarqués. Le professeur n'est pas absent par rapport à tous ces événements, il écoute au maximum les discussions au sein des groupes ; il ne répond aux questions que posent les élèves que par de nouvelles questions qui peuvent conduire leur investigation. **Il évite de proposer des chemins plus courts ou d'effectuer des corrections.** En effet, il s'agit, pour les élèves, de phases de recherche qui, même si elles paraissent longues, sont indispensables (dans le modèle d'activités cognitives de résolution de problèmes que nous avons retenu). Elles sont indispensables pour la mobilisation cognitive des élèves et pour la construction des connaissances.

Les séances sont enregistrées sur magnétophone. Pendant les phases de travail en petits groupes le magnétophone est placé sur la table du groupe concerné et enregistre toute la discussion ; ensuite, pendant les phases de discussion de classe, toutes les interventions (du professeur et de tous les élèves) sont enregistrées. Le magnétophone est accueilli avec une certaine hésitation au début. Aux questions des élèves sur la raison de la présence du magnétophone nous répondons que, de cette façon, nous pourrions dépister leurs difficultés et que ceci n'a rien à voir avec une quelconque évaluation. Chemin faisant la présence du magnétophone n'impressionne plus les élèves. Ceux-ci nous donnent l'impression de se comporter naturellement, comme en témoignent les passages où ils ne font aucun effort pour dissimuler leurs discussions hors sujet.

Les séances sont par la suite transcrites intégralement<sup>1</sup>. Ces transcriptions sont faites dans un format particulier : une colonne est réservée aux énoncés de chaque élève tandis que la colonne de gauche accueille le temps écoulé depuis le début de la discussion du groupe (voir l'annexe 1). Cette forme présente des avantages concernant l'exploitation du matériel. On peut suivre aisément, simultanément, l'avancement du groupe et l'avancement de chaque élève séparément.

Le lecteur peut se faire une idée de ces discussions en groupes en lisant la transcription d'une partie d'une séance présentée dans l'annexe 1. Le problème que résolvent ces élèves est le « PLAN INCLINÉ » cité plus haut. Dans cette séance les élèves ont travaillé en groupes d'abord puis ils ont donné une réponse individuelle, par écrit, à la fin. Dans sa réponse écrite, après le travail de groupe, une des filles de l'équipe, V, prévoit que le mouvement du corps sera décéléré et ceci est donné comme prévision globale sans tenir compte des différentes phases du mouvement. Prévision bizarre du point de vue de l'expert que nous essayerons d'éclairer un peu à partir de la transcription. Dans l'annexe 1 (14 min < t < 15 min) nous retrouvons la prévision erronée de V :

*« Accéléré non. Il est décéléré »*

mais en allant un peu plus haut (12 min < t < 13 min) nous trouvons une idée qui peut éclairer un peu ce que V prévoit :

*« À un certain instant sa vitesse deviendra zéro, n'est-ce pas ? »*

Il est intéressant de voir comment cette idée, cette conception de V que le corps doit s'arrêter dans tous les cas, l'amène à changer d'avis (elle a auparavant déclaré que le corps, dans le cas sans frottement, aurait un mouvement accéléré). Ceci est aussi la source d'une confrontation entre R et V (t = 15 min) qui aboutit à ce que R accepte aussi la prévision de V :

*« Donc il sera décéléré ».*

Par contre C n'est pas déstabilisé, de plus, il est le seul à avoir explicitement fait un découpage en différentes phases de mouvement.

Prenons un autre exemple qui montre l'influence d'une intervention du professeur. Il s'agit de la séance « UN GROS MONSIEUR SUR LA LUNE ». À la 21<sup>e</sup> minute de la discussion, L, une des filles, dit au professeur de la part du groupe :

*« Non parce que la masse de la Terre est plus grande que celle de la Lune, ce qui conduit à ce que la force d'attraction qu'exerce la Terre sur l'homme est plus grande que la force d'attraction qu'exerce la Lune sur l'homme. »*

Le professeur essaye de rappeler aux élèves la loi de l'attraction universelle :

*« Elle nous dit alors que la force d'attraction entre deux corps dépend de leurs masses mais aussi de la distance entre eux. »*

L réagit immédiatement :

*« Mais attends... Si la distance de la Lune... De l'homme et de la Lune, la distance diffère de la distance sur la Terre, de sorte que, comment*

*l'expliquer, de sorte que la Terre exerce d'un côté une plus grande force d'attraction du fait qu'elle est une plus grande surface, mais en même temps elle se trouve à un rayon plus petit avec l'homme que sur la Lune. Comment va-t-on calculer alors ? »*

Le souci de L de prendre en compte un deuxième paramètre est apparent. Une discussion s'amorce autour de cette idée. Les élèves n'en sortent pas. Ils finissent par prétendre que ce deuxième paramètre joue dans le même sens que la masse quant à la détermination de la force d'attraction ! L'essentiel est pourtant qu'ils se soient intéressés à cette question et qu'il y ait eu un « écho » à l'intervention du professeur.

### 3. MISE AU POINT D'UN INSTRUMENT D'ANALYSE

Pour systématiser toutes ces observations nous avons mis au point un ensemble de grilles d'analyse, un instrument de suivi de l'évolution de la représentation du problème que se font les élèves.

#### 3.1. Les représentations intermédiaires du groupe PROPHY

La proposition du groupe PROPHY<sup>2</sup> (Caillot & Dumas-Carré, 1987) a été centrale dans la construction de notre instrument. Le groupe, s'appuyant sur le présupposé de l'importance critique de la représentation du problème pour la résolution de celui-ci, propose des *représentations intermédiaires* et met au point des *aides métacognitives* pour guider l'élaboration de chacune d'elles.

Une représentation intermédiaire se situe entre la description verbale de l'énoncé, qui comporte principalement des objets et des événements, et la description formelle en termes de concepts physiques quantitatifs. Chacune des représentations intermédiaires proposées par le groupe ne prend en compte qu'un seul aspect de la situation à la fois, un seul type de descripteur soit une seule grandeur physique. Chaque fois que ceci est possible, la représentation intermédiaire est faite au moyen de concepts intermédiaires, par exemple en termes d'interactions (concept semi-quantitatif et précurseur de celui de force) et non pas en termes de forces.

Nous pouvons repérer dans l'approche de PROPHY un double mouvement

– analytique d'abord car, par la focalisation sur un seul descripteur à chaque étape, on procède à un « éclatement » de la situation, à une réduction de la difficulté de l'élaboration et ceci permet un repérage fin des difficultés des élèves ;

– synthétique, par la suite, car ces représentations intermédiaires ne restent pas isolées mais sont articulées dans un schéma unique. Il s'agit là d'une **structuration** des représentations isolées dans laquelle tous les descripteurs apparaissent ensemble et reliés.

Les quatre représentations intermédiaires proposées par le groupe sont, la représentation temporelle ensuite complétée en représentation spatio-temporelle, la représentation cinétique et le diagramme objets-interactions.

La représentation temporelle consiste en un repérage des instants caractéristiques du déroulement du phénomène (elle ne concerne donc pas les problèmes de statique). Une fois les instants repérés, le phénomène est découpé en phases (la durée entre deux instants caractéristiques).

La représentation spatio-temporelle consiste à associer les configurations spatiales des différents objets aux instants caractéristiques et pendant les phases.

La représentation cinétique résulte d'une analyse des mouvements. Il est demandé aux élèves de repérer les objets qui sont au repos et ceux qui sont en mouvement ; de repérer les objets qui « bougent ensemble » (analyse des contraintes de la situation) ; de repérer, autant que faire se peut à ce niveau de description préalable, les vitesses constantes et les vitesses variables.

La représentation interactionnelle consiste à dessiner tous les objets présents dans la situation décrite par le problème et les interactions entre ceux-ci, en différenciant (par un code graphique) les interactions de contact des interactions à distance. Cette représentation intermédiaire privilégie l'emploi du concept d'interaction au lieu de celui de force car il présente certains avantages : il n'exige pas la définition préalable d'un système, comme c'est le cas pour la force, et il fait apparaître la symétrie des interactions.

Ces représentations sont partielles par rapport aux descripteurs mais complètes par rapport à l'évolution, au déroulement dans le temps du phénomène. Une représentation partielle est composée de plusieurs éléments.

Les productions de représentations intermédiaires des élèves sont concrétisées dans la *bande dessinée*. La figure 2 donne un exemple de bande dessinée et précise les codes du Diagramme Objets Interactions (appelé DOI dans la suite) (extrait de Dumas-Carré & Goffard, 1993)

Étudions le système suivant :

Deux blocs A de masse  $m_A$  et B de masse  $m_B$  sont reliés par un fil. Ce fil est inextensible et sa masse est négligeable devant  $m_A$  et  $m_B$ .

Le bloc A est sur une table horizontale et le contact est sans frottement. Le fil passe par une poulie parfaite (sans frottement et de masse négligeable) fixée à l'extrémité de la table. Le bloc B pend au bout du fil.

À l'instant désigné par  $t_1$ , le bloc B touche le sol. Déterminer l'accélération du bloc A pour  $t < t_1$  et  $t > t_1$

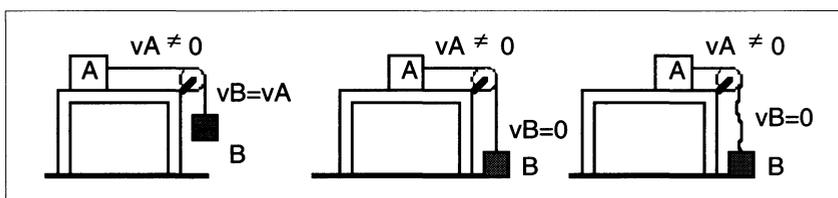
**Représentation temporelle**

$t < t_1$

$t = t_1$

$t > t_1$

**Représentation spatio-temporelle et cinétique**



**Diagrammes Objets Interactions Associés<sup>4</sup>**

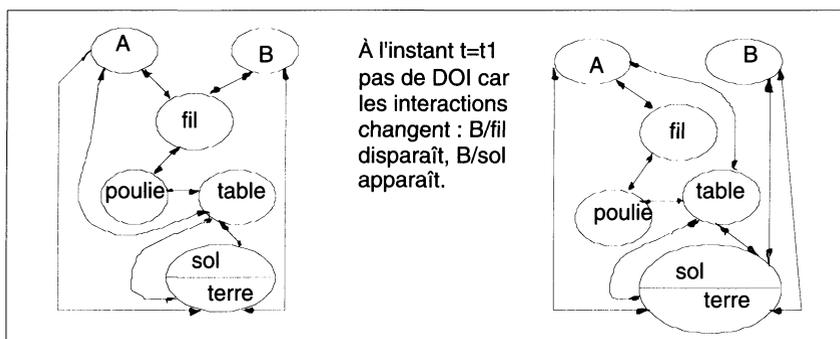


Figure 2 : La bande dessinée de la situation

Les propositions du groupe PROPHY ont été essayées dans des classes de lycée et ont été positivement évaluées (Dumas-Carré, 1987).

### 3.2. Suivi de l'élaboration de la représentation

Nous cherchons à caractériser comment, pour chaque élève et pour l'ensemble du groupe, évolue la représentation du problème. Dans la transcription de la discussion de groupe nous retenons, pour chaque élève, les énoncés « porteurs d'information sur sa représentation du problème » c'est-à-dire presque tous les énoncés sauf ceux complètement hors sujet (par exemple quand ils parlent du fonctionnement du magnétophone) ou ceux de pur traitement mathématique en fin de résolution (nous considérons qu'alors la représentation n'évolue plus et que l'activité intellectuelle des élèves est d'un autre ordre). Pour cela nous définissons différentes dimensions de l'évolution de la représentation en utilisant le découpage en descripteurs différents du groupe PROPHY.

Un axe d'analyse est l'axe **partialité-globalité**. Pour les problèmes de mécanique considérés, la représentation concerne quatre descripteurs différents : Espace (E), Temps (T), Interactions (I), Mouvements (MV). Chaque énoncé d'élève peut constituer un élément de l'une des représentations partielles (se référant à un seul descripteur à un seul instant ou pour une seule phase). Par exemple, pour le problème du plan incliné, un élève qui parle de la force exercée par le plan sur l'objet pendant la descente (une seule phase considérée, un seul descripteur envisagé ; c'est un élément de la représentation partielle concernant les interactions). Un énoncé d'élève peut aussi comporter plusieurs de ces éléments de représentations partielles (référence à plusieurs descripteurs ou au même descripteur à des instants différents) en les juxtaposant ou en les articulant.

Élaborer une représentation globale qualitative du problème passe par la mise en place des représentations partielles. L'apparition, pour la première fois, chez un élève donné, d'un élément nouveau d'une représentation partielle sera qualifiée de **développement** de la représentation.

Mais ni les éléments de représentations partielles ni même les représentations partielles complètes seules ne suffisent pour construire la représentation globale. Il faut qu'un mouvement « synthétique » s'effectue aussi, de façon que les représentations partielles s'articulent. Ceci sera qualifié de **structuration** de la représentation que se fait l'élève. Nous parlerons de structuration chaque fois que, dans un même énoncé, un élève utilisera plusieurs descripteurs différents ou le même descripteur à des instants différents<sup>5</sup>.

Un élève peut expliciter plusieurs fois le même élément de la représentation qu'il se fait du problème. Il s'agit de répétitions qui ne constituent pas un développement. Parfois ce même élément peut concerner deux cas, deux modélisations différentes de la situation étudiée. Par exemple, pour le problème du plan incliné, un élève parle de la force plan/corps dans un cas sans frottements et il parle plus loin de la force plan/corps dans un cas avec frottements. Dans les deux cas il s'agit du même élément de la représentation interactionnelle mais chacune de ces forces concerne une modélisation différente. Nous dénommons ce cas là **changement de modélisation**. Il se peut aussi que ce même élément de la représentation de l'élève soit exprimé à un niveau de formulation différent. Dans ce cas nous parlons de **changement de registre de formulation**<sup>6</sup>. Finalement il arrive qu'un élément de la représentation de l'élève soit exprimé de façon telle qu'il contredise un énoncé précédent du même élève. Nous parlons dans ce cas de **remplacement** de cet élément par un nouvel élément.

En résumé notre analyse de l'évolution de la représentation d'un élève consistera à catégoriser chaque énoncé porteur d'information sur la représentation dans l'une des cinq catégories définies ci-dessus **développement, structuration, changement de modélisation, changement de registre de formulation** ou **remplacement**.

Pour suivre l'évolution de la représentation du problème nous allons utiliser les catégories élaborées au paragraphe précédent. Mais pour cela il est nécessaire de décrire et caractériser davantage chaque élément de représentation ainsi que son contexte d'apparition. Nous avons donc procédé à un recueil systématique des informations concernant la représentation du problème que se fait chaque élève au moyen de grilles d'analyse<sup>7</sup> dans lesquelles les catégories précédentes figurent en colonne 4, les autres colonnes décrivant et caractérisant le contexte (voir la forme de ces grilles en annexe 2).

Dans la colonne de gauche nous notons le temps.

Dans la colonne suivante nous écrivons intégralement les phrases porteuses d'information sur la représentation du problème que se fait l'élève concerné ; ce sont les données brutes sur lesquelles nous allons travailler. La seule différence entre la transcription et cette colonne est la suppression de ce qui ne concerne pas la représentation du problème et la partition élève par élève. Chaque phrase est numérotée de façon à pouvoir y faire référence vite et sans ambiguïté.

### 3.2.1. Colonne « *descripteur* »

Dans cette colonne nous extrayons l'information « physique » : de quel(s) descripteur(s) est-il question ? Ceci est nécessaire pour faire la différence entre un simple développement et une structuration.

Notre grille est celle décrite par le groupe PROPHY : TEMPS (T), ESPACE (E), INTERACTIONS (I), MOUVEMENT (MV). Si l'énoncé étudié comporte des références à deux descripteurs, nous notons les deux par exemple MV+E ou T+MV etc.

### 3.2.2. Colonne « *contextualisation* »

La « contextualisation » constitue notre réécriture de ce que l'élève a dit, à savoir ce que nous inférons de la phrase correspondante écrite dans la deuxième colonne. C'est une reprise résumée et synthétisée de l'énoncé correspondant de l'élève<sup>9</sup>.

Cette réécriture implique une certaine interprétation de notre part que nous essayons de minimiser à chaque fois en restant au plus près de ce qu'a dit l'élève et en validant par ce qui est dit ensuite. Cette réécriture (bien que dangereuse, en ce sens qu'elle introduit une part d'interprétation) est nécessaire compte tenu du caractère « verbal » (phrases mal construites et incomplètes) des données brutes. Étant plusieurs analystes nous avons besoin de nous mettre d'accord sur ce que nous allions interpréter, cette phase de synthèse/réécriture servait à cela.

### 3.2.3. Colonne « *type d'approche* »

Nous distinguons deux types d'approche de l'élève quant à ce qu'il exprime. Soit il évoque simplement un objet sans proposer quoi que ce soit concernant cet objet (qualité, propriété, valeur etc), soit il parle d'un objet particulier en exprimant une proposition à son sujet. Par conséquent, dans cette colonne, nous caractérisons les énoncés recensés selon deux qualifications :

– des propositions (**PR**) ; il s'agit d'un énoncé qui révèle une idée de l'élève, par exemple : « *il ira vers le bas* » (R), « *Alors... ceci est perpendiculaire* » (C) ;

– des références (**RF**) ; il s'agit des énoncés qui dévoilent le point d'intérêt de l'élève au moment de l'énoncé mais rien de plus (exemple, lors de la séance des DISQUES TOURNANTS un garçon dit « *C'est S que nous avons appelé la distance* » ce qui montre que le point d'intérêt concerne la distance entre les deux disques mais ne dit rien de plus).

Toute proposition est aussi une référence mais une référence n'est qu'une simple référence. Cette caractérisation nous a semblé importante car, vis à vis de l'avancement de la construction de la représentation du problème ces deux approches ne jouent pas le même rôle. Seules les propositions sont efficaces pour l'élaboration. Les références (pour tous les problèmes et pour tous les élèves) sont beaucoup plus nombreuses que les propositions.

### **3.2.4. Colonne « type d'évolution de la représentation »**

Dans cette colonne nous retrouvons les catégories élaborées précédemment qui caractérisent la façon dont la représentation évolue, élève par élève, que nous codons respectivement DEV pour développement, STR pour structuration, CRF pour changement de registre de formulation, CDM pour changement de modélisation et RPL pour remplacement.

Enfin, dans cette grille, nous allons aussi tenter d'analyser les interactions entre élèves, les effets que certaines déclarations d'un élève donné (ou du professeur) peuvent avoir sur l'évolution de la pensée des autres. Pour cela, nous notons, éventuellement, dans une dernière colonne les influences de ce qui a précédé sur l'énoncé de l'élève. En ce qui concerne les influences deux points sont à rapporter : la personne qui est à l'origine de l'influence et le type d'influence. Nous caractérisons pour la suite deux types d'influence :

- même référence (MR) ; l'élève est amené à penser à un élément sous l'influence d'un autre élève sans nécessairement adopter son point de vue. Il y a, en quelque sorte, entraînement vers une même focalisation ;
- même idée (MI) ; l'élève adopte l'idée d'un autre [R par exemple a adopté l'idée de V (que le mouvement sera décéléré), dans la partie de la discussion présentée auparavant ].

Comme pour la caractérisation précédente celle-ci ne concerne pas un énoncé pris isolément : c'est une interprétation qui prend en compte toutes les interventions qui ont précédé, de la part des autres élèves du groupe et aussi du professeur.

Le lecteur trouvera en annexe 3 les catégorisations des énoncés d'une élève (V) effectuées en employant l'instrument d'analyse mis au point. Ces énoncés proviennent de la partie de la séance du PLAN INCLINÉ que nous présentons dans l'annexe 1.

## 4. LES RÉSULTATS OBTENUS

Nous avons déclaré vouloir suivre l'évolution de la représentation construite par les élèves en groupe. Ceci s'appuie sur l'hypothèse qu'il y a effectivement une évolution c'est-à-dire que, pour chaque nouvelle intervention, il existe un minimum de prise en compte de ce qui a précédé ; la conversation entre les élèves doit présenter un minimum de continuité, de fluidité, ne pas être un enchaînement de déclarations isolées et personnelles.

### 4.1. Continuité de la construction

À la simple lecture des transcriptions on constate que la conversation est effectivement fluide, les interventions des différents élèves s'enchaînent sans rupture, sans longs silences, sans efforts apparents pour maintenir le contact et que tous les élèves du groupe y sont impliqués.

Pour juger de la continuité, c'est-à-dire du fait que, en intervenant au temps *t*, un élève prend en compte ce qui a précédé, c'est la dernière colonne : « influence » de la grille d'analyse qui va être exploitée en utilisant d'une part la différence faite pour caractériser un énoncé entre proposition et référence et, d'autre part, la différence faite à propos des influences entre « même idée » et « même référence ».

Les tableaux 2, 3 et 4, correspondent à trois séances différentes. Ils sont constitués de la façon suivante :

- dans la colonne **I** est reporté le nombre total d'énoncés de l'élève concerné ;
- dans la colonne **II** est noté le nombre d'énoncés « influencés » : ceux qui sont en continuité avec un énoncé précédent d'un autre élève ;
- la colonne **III** donne le nombre d'énoncés qui peuvent être caractérisés comme proposition ;
- la colonne **IV** donne le nombre de propositions que l'on peut considérer comme « influencées » ;
- enfin, la colonne **V** donne le nombre de propositions « influencées » et qualifiées de « Même Idée » c'est-à-dire le nombre d'énoncés de l'élève concerné reprenant une proposition déjà énoncée par un autre élève.

Les colonnes suivantes présentent en pourcentages :

- le rapport énoncés « influencés »/énoncés totaux qui donne une idée globale de la continuité ;
- le rapport propositions « influencées »/propositions totales qui donne une idée de l'importance des influences sur ce qui participe efficacement à l'élaboration de la représentation (les propositions) ;
- le rapport propositions « influencées » même idée/propositions totales qui donne une idée de l'efficacité de ces influences (celles qui entraînent l'adhésion).

ÉLÈVE	I	II	III	IV	V	II/I	IV/III	V/III
M	7	2	6	2	0	28,5 %	33,3 %	0
Ch	8	5	5	4	1	62,5 %	80 %	20 %
A	7	3	6	3	2	43 %	50 %	33 %
J	4	3	4	3	0	75 %	75 %	0
ÉQUIPE	26	13	21	12	3	50 %	57 %	14 %

Tableau 1 : Séance « LES DISQUES TOURNANTS »

Le lecteur peut remarquer le faible nombre d'énoncés porteurs d'informations par élève et par séance. Ceci est dû au fait que souvent les énoncés ne sont pas entiers, ils sont coupés (interruption par un camarade ou phrase non finie) de telle façon que nous ne pouvons pas leur attribuer un sens bien déterminé. On trouve aussi des phrases qui ne sont pas bien articulées d'un point de vue syntaxique et dont l'interprétation est risquée. De telles phrases n'ont pas été recensées. De plus nous rappelons que nous ne recensons ici que ce qui se réfère aux descripteurs choisis. Les phrases portant sur la stratégie ou sur l'organisation du travail de l'équipe n'apparaissent donc pas dans les tableaux.

ÉLÈVE	I	II	III	IV	V	II/I	IV/III	V/III
S	11	7	4	2	0	64 %	50 %	0
C	23	12	19	12	4	52 %	63 %	21 %
R	17	11	15	11	4	65 %	73 %	27 %
V	9	5	7	4	0	56 %	57 %	0
ÉQUIPE	60	35	45	29	8	58 %	64 %	18 %

Tableau 2 : Séance « PLAN INCLINÉ »

ÉLÈVE	I	II	III	IV	V	II/I	IV/III	V/III
J	7	4	7	4	1	57 %	57 %	14 %
I	2	2	2	2	0	100 %	100 %	0
L	9	7	9	7	2	78 %	78 %	22 %
A	4	1	4	1	0	25 %	25 %	0
ÉQUIPE	22	14	22	14	3	64 %	64 %	14 %

Tableau 3 : Séance « UN GROS MONSIEUR SUR LA LUNE »

La lecture des tableaux montre que le pourcentage des énoncés et des propositions « influencées », tous élèves confondus, va de 50 % à 64 %. Cela signifie que plus de la moitié des énoncés des élèves se situent dans la continuité d'énoncés précédents. On peut aussi remarquer qu'il y a, à chaque séance, un élève moins « influencé » que les autres (M, C et A). On peut l'interpréter en disant que cet élève est celui qui dans le groupe est le « meneur » : c'est lui qui fait progresser la représentation en faisant des propositions nouvelles. Mais son pourcentage de propositions « influencées » n'est jamais inférieur à 25 % ce qui montre qu'il écoute les autres et reste présent dans la discussion. Le pourcentage de **propositions « influencées » même idée/propositions** est généralement assez faible. On peut interpréter en disant que les élèves discutent du même objet (la représentation du problème) mais qu'ils ne se rallient pas facilement à un point de vue unique. Malgré le nombre élevé des influences il est rare qu'elles débouchent sur l'adoption de l'idée d'un autre.

Cette première analyse va dans le sens de notre hypothèse selon laquelle il y a effectivement évolution de la représentation du problème et construction commune de la part des élèves travaillant en groupes.

## 4.2. Les remplacements

Poursuivons un peu plus l'analyse concernant l'adoption d'idées venant d'un autre. Notre grille d'analyse nous permet de repérer les **REMPACEMENTS** dans la colonne **type d'évolution de la représentation**. Nous rappelons que nous recensons là toute opinion qui en contredit une autre, du même élève, sur le même sujet, exprimée auparavant. Qu'est-ce qui a pu conduire à ce remplacement ? La dernière colonne du tableau **INFLUENCE** nous fournit des informations sur l'origine possible de ce remplacement.

Les tableaux qui suivent décrivent combien de fois nous rencontrons des remplacements, indépendamment de leur origine (la colonne **P** accueille le nombre de propositions et la colonne **R** celui des remplacements).

ÉLÈVE	P	R	R/P
M	6	1	16 %
Ch	5	0	0
A	6	0	0
J	4	0	0
TOTAL	21	1	4,7 %

**Tableau 4 : Remplacements dans la séance « LES DISQUES TOURNANTS »**

ÉLÈVE	P	R	R/P
S	4	0	0
C	19	2	10,5 %
R	15	3	20 %
V	7	0	0
TOTAL	45	5	11 %

**Tableau 5 : Remplacements dans la séance « PLAN INCLINÉ »**

ÉLÈVE	P	R	R/P
J	7	1	14 %
I	2	0	0
L	9	2	22 %
A	4	0	0
TOTAL	22	3	13,6 %

**Tableau 6 : Remplacements dans la séance « UN GROS MONSIEUR SUR LA LUNE »**

On voit que le pourcentage de remplacements est bas, un signe de plus montrant que, malgré les influences, les élèves ne changent que rarement d'avis.

Nous avons cherché les origines des neuf remplacements qui apparaissent dans les tableaux ci-dessus. Nous avons constaté que, pour six d'entre eux, l'élève a adopté l'idée d'un autre, camarade ou professeur. Un, parmi les trois autres, est un changement personnel de conception de la situation, sans influence extérieure (V, PLAN INCLINÉ), que nous avons décrit plus haut. Pour les deux autres remplacements, nous n'avons pas pu trouver une origine claire dans la transcription.

### 4.3. Les développements et les structurations

Si on remarque des influences tout au long de la discussion et si cette multitude d'expressions aide le développement de la représentation comme nous l'avons déjà montré, ceci n'est pas, pour autant, suffisant pour que les élèves accèdent aux structurations décisives qu'exige chaque tâche. Prenons ici la séance « PLAN INCLINÉ ».

Cette séance est très riche en évolutions. De fait, on ne peut pas nier qu'il y ait, dans cette séance, des structurations au niveau individuel et des influences bénéfiques. Pourtant certaines des actions décisives (des structurations pertinentes et des changements de niveaux de formulation) n'ont pas été entreprises. Les élèves considèrent deux cas différents, sans et avec les frottements, ce qui est indispensable car les forces exercées sur le corps changent d'un cas à l'autre, mais ces élèves n'arrivent pas à relier inventaire des forces et type de mouvement<sup>9</sup>. Dans notre cas la situation de départ est connue, le corps est immobile, la prévision peut donc être faite à partir de l'inventaire des forces. Or, cette idée que c'est l'inventaire des forces qui peut nous donner les réponses dans chaque cas, n'est ni énoncée ni discutée. Seule V aborde partiellement cette idée lorsqu'elle compare T (force de frottement) et  $B_x$  (composante du poids sur un axe parallèle à la surface inclinée) pour décider si le corps va bouger dans le cas « avec frottements ». À aucun moment, ni pendant la discussion ni dans les produits finaux<sup>10</sup>, n'est évoquée la liaison entre l'inventaire des forces et le type de mouvement. Suivons la discussion suivante entre C, R et V :

C	R	V
Oh là ! Mais on n'a pas du tout examiné si le corps bouge dans ces cas ou non.		
	Mais il le dit qu'il bouge.	
		C'est notre question C, s'il bouge ou pas.
		Il est laissé libre, il est laissé libre le corps. Je veux dire qu'il bouge.
	Oui, nous allons tout simplement noter les forces.	

La discussion montre que les élèves parlent de deux choses distinctes, comme si l'inventaire des forces n'avait rien à voir avec la prévision

du mouvement du corps et avec le type du mouvement. L'absence de cette formulation physique, l'absence d'un découpage temporel dans la représentation que V se fait du problème, ainsi que la présence de la forte conception que le corps doit s'arrêter quoi qu'il arrive, conduisent V à cette prévision aberrante que le mouvement sera décéléré. Les mêmes causes conduisent à ce que l'argumentation de V finisse par être convaincante, ce qui nous donne la prévision « décéléré » dans les produits finaux de trois élèves sur quatre. Il ne s'agit pas ici de continuer la recherche des filiations entre les propositions des élèves mais de constater que les représentations des élèves n'ont que partiellement évolué pendant la discussion de groupe. Il y a peu de structurations et très peu d'entre elles sont au niveau formel. L'évolution se limite essentiellement à la dimension du développement.

Il faut noter qu'une comparaison purement quantitative entre développements et structurations ne suffit pas à éclairer cet aspect du travail en groupe. En effet, dans l'analyse faite ici, les différentes structurations sont considérées toutes de la même façon. Or, comme nous l'avons déjà dit, il existe des structurations de nature et d'ampleur différentes et qui ne jouent pas le même rôle par rapport à la résolution. Ce qui est absent ce sont les structurations « décisives », nécessaires pour résoudre le problème comme nous l'avons analysé auparavant. Cette absence des structurations entre les représentations partielles concernant différents descripteurs (comme on le voit très clairement dans le problème du plan incliné où mouvement et somme des forces ne sont jamais mis en relation) est révélatrice de difficultés conceptuelles et du fait que les connaissances de ce domaine ne sont pas encore complètement construites. Une analyse du type de celle décrite ici permet de situer finement ces difficultés, cet instrument peut donc servir au diagnostic pour mettre en place des remédiations efficaces.

## 5. DISCUSSION

Notre expérimentation va dans le sens de l'hypothèse selon laquelle le travail en groupes peut être un moyen efficace d'apprentissage et que **la construction en commun est possible**. En effet nous avons constaté :

– une grande continuité dans la pensée des élèves ; il est clair que les interventions des élèves ne sont pas « n'importe quoi », elles s'enchaînent et tiennent compte de ce qui a été dit précédemment. Idées nouvelles, pensées antérieures du même élève et interventions des autres sont les éléments des enchaînements de pensée qui se forment ;

– une multitude d'influences à l'intérieur du groupe ; ceci prouve que les interventions d'autrui ne « tombent pas dans le vide » ; il y a écoute

des autres, élément nécessaire pour que le travail en groupes puisse être efficace et riche en ce qui concerne l'apprentissage.

La continuité dans la pensée des élèves indique qu'il est possible d'intervenir efficacement pendant l'élaboration de la représentation du problème puisque les idées émises par les autres sont prises en compte. De telles interventions – destinées à aider les élèves à bien se représenter des points précis de la situation ou à mettre en relation des éléments déjà construits – pourraient avoir des conséquences décisives sur les chemins suivis par la suite, par l'élève concerné et par le groupe. De telles interventions sont à la charge du professeur. Bien les maîtriser exigerait, d'une part, une préparation détaillée de chaque tâche à proposer (Dumas-Carré & Goffard, 1997) comportant une liste de prévisions à propos des difficultés et des erreurs que les élèves sont susceptibles de rencontrer ou de commettre (s'appuyant sur la connaissance des préconceptions) et, d'autre part, un souci permanent de prise d'informations sur l'état d'avancement de la représentation, durant la résolution collective. C'est là que notre grille pourrait servir d'outil de prise d'informations.

Du point de vue de l'évaluation, l'étude des séances de résolution collective, telle que nous l'avons menée, permet de mettre en évidence les points sensibles, les points de difficulté, d'instabilité ou de fragilité, par l'étude des remplacements et des manques de structurations. C'est donc un instrument de diagnostic permettant de déterminer ce qui est bien acquis et ce sur quoi il faudra retravailler avec les élèves.

Reste à affiner à l'intérieur de la catégorie « structuration ». En effet, nous avons considéré comme « structuration » toute évocation de deux éléments différents de représentation dans une même intervention. Or, existent des structurations d'ampleur et de nature différentes. Certaines sont locales, d'autres plus globales ; certaines concernent un même descripteur considéré pour différents instants de l'évolution (par exemple la comparaison des forces pendant la descente et sur le plan horizontal pour le problème « PLAN INCLINÉ »), d'autres concernent plusieurs descripteurs au même instant ou pour la même phase (par exemple la mise en relation des forces et de la variation de la vitesse pendant la descente, toujours pour le problème « PLAN INCLINÉ ») ; il faudrait analyser plus finement les différences de nature et de statut de ces différentes structurations pour les relier aux difficultés des élèves et pouvoir, ensuite, concevoir des aides spécifiques. Selon les situations étudiées, certaines structurations sont plus « décisives » (pour une bonne résolution) que d'autres ; cet aspect devrait faire partie de l'analyse de la tâche, préalable à son utilisation en classe. La grille d'analyse présentée dans cet article a permis de révéler l'importance des structurations dans l'élaboration de la représentation, les difficultés des élèves à ce sujet et, ainsi, d'ouvrir un champ de questions nouvelles à ce sujet.

Finalement une des limites dans notre approche méthodologique est qu'elle ne prend en compte que ce qui a été verbalisé ; il peut exister des évolutions et/ou des influences fortes qui restent non dites. Mais là nous ne voyons pas comment on pourrait y accéder !

## NOTES

1. Les séances se déroulent en grec ; une première transcription en grec est établie puis traduite en français. La traduction de ce type de corpus est très difficile, en effet, les phrases mal construites ou non terminées y sont nombreuses. Pour rester au plus près de la signification initiale, le traducteur (L. GomatOS) a parfois choisi un presque « mot à mot » qui donne des constructions que l'on ne trouverait pas chez des élèves s'exprimant en français.

2. Le groupe PROPHY est un groupe de recherche qui, au bout d'un projet de quatre ans, a mis au point un enseignement d'une méthodologie de résolution de problèmes (au lycée, pour la mécanique) s'appuyant sur des représentations intermédiaires du problème.

3. Ce problème n'est pas un problème « ouvert », tout y est précisé. Ceci est dû au fait qu'il s'agissait d'une autre recherche (antérieure) ne s'appuyant pas sur les mêmes présupposés.

4. Pour le deuxième DOI l'interaction entre le bloc A et le fil ne pourra être reconnue comme nulle qu'après un certain traitement du problème, donc, à ce niveau de description initial, nous la laissons figurer.

5. Il existe des structurations d'ampleurs différentes et d'importances différentes pour l'élaboration de la représentation globale. Nous avons retenu ce critère simple pour sa pertinence par rapport à nos analyses. Cette notion de structuration pourrait être affinée en sous-catégories pour donner une description plus fine de l'évolution de la représentation.

6. Nous considérons deux registres de formulation :

– une formulation concrète, événementielle, exprimée en termes d'objets et d'événements ;

– une formulation physico-mathématique, exprimée en termes de concepts et de lois physiques.

7. Une grille par élève et par problème.

8. Par exemple dans la séance « LES DISQUES TOURNANTS » (énoncé en annexe 4), tout au début de la séance, un des garçons dit : « *La balle ne va pas frapper au même point* » nous en inférons que

l'argument qu'il veut rendre explicite est « *Les deux trous ne se trouvent pas sur une droite parallèle à l'axe* ». Ceci est soutenu par l'énoncé suivant du même garçon « *Mon vieux, lorsqu'elle frappe ici, elle va tarder la balle... ne va-t-elle pas tarder en plus ?* »

9. En fait, nous pouvons prévoir exactement la situation cinétique d'un corps si nous connaissons sa situation cinétique initiale et les forces qu'il subit.

10. Les élèves ont rédigé, après leur travail en groupes, une réponse individuelle, un produit final individuel.

## BIBLIOGRAPHIE

- AMIGUES R. (1988). Peer interaction in solving physics problems : sociocognitive confrontation and metacognitive aspects. *Journal of Experimental Child Psychology*, n° 45, pp. 141-158.
- CAILLOT M. & DUMAS-CARRÉ A. (1987). PROPHY : un enseignement d'une méthode de résolution de problèmes de physique. *Collection des rapports de recherche INRP*, n° 12, pp. 199-244.
- CHI M.T.H., GLASER R. & REES E. (1982). Expertise in problem solving. In R.J. Sternberg (Éd.), *Advances in the psychology of human intelligence*, vol. 1. Hillsdale, Erlbaum.
- DUMAS-CARRÉ A. (1987). *La résolution de problèmes en physique au lycée ; le procédural : apprentissage et évaluation*. Thèse d'État, Université Paris 7.
- DUMAS-CARRÉ A. & GOFFARD M. (1993). Des activités de résolution de problèmes pour l'apprentissage. *Les sciences de l'éducation*, n° 4-5, pp. 9-32.
- DUMAS-CARRÉ A. & GOFFARD M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique*. Paris, A. Colin.
- FAUCHEUX C. & MOSCOVICI S. (1960). Études sur la créativité des groupes : tâche, structure de communication et réussite. *Bulletin du centre d'études et de recherches psychologiques*, n° 9, pp. 11-12.
- GAYFORD C. (1992). Patterns of groupe behaviour in open-ended problem solving in science classes of 15 years old students in England. *International Journal of Science Education*, vol. 14, n° 1, pp. 41-49.
- GEORGAS J. (1986). Cooperative, Competitive, and Individualistic Goal Structures With Seventh-Grade Greek Children : Problem Solving Effectiveness and Group Interactions. *The Journal of Social Psychology*, n° 126 (2), pp. 227-236.
- GIL PEREZ D. & MARTINEZ TORREGROSSA J. (1983). A model of problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, vol. 5, n° 4, pp. 447-455.
- GIL PEREZ D. & MARTINEZ TORREGROSSA J. (1987). La résolution de problèmes comme activité de recherche. Un instrument de changement conceptuel et méthodologique. *Petit X*, n° 14-15, pp 25-38.
- GOFFARD M. (1990). *Modes de Travail Pédagogique et Résolution de Problèmes de Physique*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- GOMATOS L. (1996). *Résolution de problèmes de physique en petits groupes : Apports et difficultés*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.

KEMPA R.F. & AYOB A. (1991). Learning interactions in group work in science. *International Journal of Science Education*, vol. 13, n° 3, pp. 341-354.

LARKIN J. & REIF F. (1979). Understanding and teaching problem-solving in physics. *European Journal of Science Education*, vol. 1, n° 2, pp. 191-203.

MUGNY G. (1985). *Psychologie sociale du développement cognitif*. Berne, Peter Lang.

PIAGET J. (1989). *Le langage et la pensée chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé.

VYGOTSKY L.S. (1978). *Mind in society : the development of higher psychological process*. Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press.

VYGOTSKY L.S. (1985). *Pensée et langage*. Paris, Éditions Sociales.

## Annexe 1

S	CS	R	V
Ça dépend de. (suite inaudible)			
	Rectiligne, uniformément accéléré. Uniformément accéléré		
*(professeur) Pour quelles raisons ?			
		Pourquoi uniformément accéléré ?	
12 min	Peu à peu il va développer de la vitesse.		Parce que... il ira en descendant donc sa vitesse ira en changeant.
		Mais est-il un avion pour développer ? C'est un corps ! Je crois que le mouvement sera rectiligne uniforme.	
	Moi aussi. Rectiligne... non... rectiligne uniforme accéléré.		
* Rectiligne uniforme...tu veux dire à vitesse constante ?			
		Oui.	
	Uniforme accéléré		
			À un certain instant sa vitesse deviendra zéro, n'est-ce pas ?
	Uniforme accéléré. Voyons le deuxième cas. Uniforme accéléré. Je le déclare.		

	Rectiligne uniforme.				Beh, oui ! Puisque sa vitesse change. Qu'est-ce qui change ? La vitesse.
<i>Discussions inaudibles</i>					
				Non il peut aller à vitesse constante.	
<i>13 min Discussions - Plaisanteries</i>					
14 min		Voyons, que va-t-il faire dans le deuxième cas ?			
				Pourquoi est-il rectiligne uniformément accéléré ?	
<i>*Avez vous conclu ?</i>					
		Il est rectiligne uniforme accéléré.			
				Monsieur est-il rectiligne uniformément accéléré ?	
					Accéléré non. Il est décéléré.
		Non pas décéléré, tant qu'il roule.			
					Eh oui, mais à un certain instant sa vitesse <u>  </u> nulle.
				N'importe quelle...	
		Non			
				Mais quel que soit son mouvement, Vicky, il va s'arrêter à un certain moment.	



## Annexe 2

FORME DES TABLEAUX

**SÉANCE :**

**ÉLÈVE :**

(Les énoncés d'élèves recueillis dans des tableaux comme celui-ci ont été exprimés durant la discussion du groupe)

min	ÉNONCÉ PORTEUR D'INFORMATION	DESCR.	CONTEXTUALISATION	APP	EV	INFLUENCE

## Annexe 3

UN EXEMPLE

**SÉANCE : PLAN INCLINÉ**

**ÉLÈVE : V**

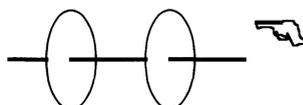
(Énoncés de V porteurs d'information parmi ce qu'elle a dit dans la partie de la discussion présentée dans l'annexe 1)

12	3. Parce que... il ira en descendant donc sa vitesse ira en changeant.	MV+E+T	Puisqu'il descend, sa vitesse doit changer (va augmenter)	PR	STR	R (MR)
12,5	4. À un certain instant sa vitesse deviendra zéro, n'est-ce pas ?	T + MV	Elle considère qu'à un certain instant la vitesse du corps deviendra nulle.	PR	STR	
14,5	5. Accélééré non. Il est décélééré.	MV	Elle prévoit que le mouvement sera décélééré.	PR 3	RPL	R (MS)

## ANNEXE 4

### LES DISQUES TOURNANTS

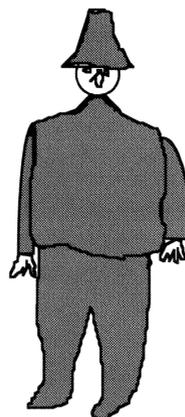
Les deux disques tournent à la même vitesse angulaire autour du même axe, comme le montre la figure. La balle traverse les deux disques. Peut-on, à l'aide de cette manipulation, calculer la vitesse de la balle ?



### UN GROS MONSIEUR SUR LA LUNE

Supposez que vous vous trouviez sur la surface de la lune, et que l'un de vos compagnons est le monsieur de la photo.

- Vous imaginez-vous qu'il serait également difficile que sur la terre de le soulever au-dessus du sol ?
- Vous imaginez-vous qu'il serait également difficile que sur la terre de le mettre en mouvement en le poussant avec vos mains, s'il vous arrive d'être fâché contre lui ? Justifier vos réponses.



Cet article a été reçu le 12/03/98 et accepté le 18/03/99.