

Des mathématiques expérimentales pour révéler le potentiel de tous les élèves

Thierry DIAS¹

Haute école de pédagogie de Lausanne

Résumé : L'article propose la narration de quelques situations d'apprentissage s'appuyant sur la dimension expérimentale des mathématiques (Dias, 2008) auprès d'élèves de l'enseignement spécialisé. Nous verrons notamment comment la sollicitation du geste et la variation des registres de représentations des objets géométriques sont susceptibles de révéler les connaissances et les aptitudes des élèves parfois trop rapidement catégorisés *en difficulté*. Il s'agit également de témoigner des adaptations didactiques préventives au service des enseignants qui souhaitent adopter une posture inclusive vis-à-vis des mathématiques. En enrichissant le milieu des situations d'apprentissage qu'ils dédient à leurs élèves, ces enseignants contribuent à favoriser une école capable d'accueillir et d'accompagner tout un chacun en axant notamment leurs savoirs professionnels sur la valorisation et l'étayage.

Mots-clés : Expérience - Difficultés - Géométrie - Mathématiques - Milieu - Narration - Valorisation.

Experimental mathematics to reveal students learning abilities

Summary: The paper proposes narration of a few learning situations based on the experimental dimension of mathematics (Dias, 2008) with students in special needs education. We will see how such a solicitation of gesture and variation registers of representations of geometric objects may reveal the knowledge and abilities students sometimes quickly classified "*in difficulty*". This is also evidence of preventive teaching adaptations that are serving teachers who wish to adopt an inclusive attitude towards mathematics. By enriching the environment of learning situations they dedicate their pupils, these teachers help to promote a school able to accommodate and accompany everyone.

Keywords: Difficulties - Environment - Experience - Geometry - Mathematics - Narration - Valorization.

NOTRE contribution à ces journées d'étude s'appuie essentiellement sur trois hypothèses que nous poursuivons en recherche depuis plusieurs années. Nous pensons premièrement que les savoirs professionnels des enseignants sont construits en situation, mais que leur développement n'est possible que si ces savoirs prennent appui sur les connaissances didactiques acquises en formation initiale et continue (Dias, 2008). En deuxième lieu, nos recherches concourent toutes à affirmer que le recours à la dimension expérimentale des mathématiques dans leur enseignement permet de diversifier les représentations sémiotiques propices à la production de sens de ces objets théoriques. Enfin, nous sommes certains que

1. thierry.dias@hepl.ch

c'est en enrichissant le milieu des situations d'apprentissage qu'ils dédient à leurs élèves que les enseignants contribuent à favoriser une école capable d'accueillir et d'accompagner tout un chacun.

CONTEXTE DE LA NARRATION

Nous avons conduit une série d'expérimentations didactiques dans une classe dite *de développement*. Selon les textes officiels en vigueur dans le canton de Vaud (Suisse), ces classes sont destinées aux élèves qui ne peuvent pas tirer profit de l'enseignement d'une classe primaire ou secondaire, pour lesquels un enseignement et un programme individualisés sont nécessaires, et pour lesquels des mesures d'encadrement plus spécifiques de type enseignement spécialisé ne sont pas requises. La prise en charge des enfants peut se faire sous différentes formes, mais elle vise toujours la meilleure intégration scolaire, sociale et professionnelle possible. On se situe donc ici dans un processus plus intégratif qu'inclusif, même si les objectifs assignés à ces structures sont pour partie ceux de l'inclusion : une adaptation de l'école aux besoins des élèves (et non pas le contraire), doublée d'une forte injonction faite aux équipes pour travailler de concert vers davantage d'inclusion des élèves porteurs de troubles ou présentant des difficultés d'apprentissage.

Dans les classes de développement, les objectifs d'enseignement doivent être adaptés aux aptitudes de chaque élève. Ils se rapprochent de ceux prévus par le plan d'études² des classes ordinaires, visant chaque fois que cela est possible, le « *retour vers les classes régulières* ». La classe dans laquelle se déroule l'expérimentation est fréquentée par des élèves dont les âges se situent entre 12 et 14 ans. Ils présentent tous des retards scolaires sans trouble psychologique ni autre handicap mental ou sensoriel avéré³. Ces élèves souffrent cependant de troubles associés notamment du fait de leur exclusion du cursus ordinaire pour *non-conformité* de leurs résultats scolaires. On peut donc dire que si la classe est bien incluse dans l'établissement scolaire, les élèves sont pour leur part davantage dans un processus d'intégration partielle seulement au sein des classes ordinaires.

L'objectif que nous poursuivions était de mettre ces jeunes en situation d'apprentissage mathématique et de montrer ainsi que leur potentiel à développer des compétences (savoirs, savoir-faire et savoir-être) était souvent sous-estimé. Ce sont en effet des élèves qui quittent le cursus scolaire ordinaire par décision d'orientation de l'équipe éducative en regard de résultats insuffisants par rapport à la norme scolaire. Cependant, nous sommes convaincus que les milieux didactiques permettant à ces élèves d'utiliser leur potentiel intellectuel sont inadaptés notamment en raison de la relative pauvreté⁴ des situations qui leurs sont proposées (Dias et Tièche-Christinat, 2012). Notre choix s'est donc volontairement porté sur la mise en œuvre de tâches plus complexes qui demandent aux élèves de mobiliser plusieurs types de ressources

2. En Suisse, une harmonisation des programmes est en cours et a déjà débouché sur l'établissement de plan d'études valables dans plusieurs cantons.

3. La réalité est un peu différente par rapport à cette définition standardisée puisque la relative externalisation de ses élèves dans une classe spécifique au sein d'un établissement n'est pas sans conséquence psychologique notamment du fait de la dégradation évidente de l'estime de soi.

4. Nous entendons par pauvreté une complexité insuffisante, et non pas comme un jugement de valeur.

(connaissances, capacités et attitudes) mais aussi de leur permettre une découverte des connaissances en actes (gestes, déplacements, points de vue, constructions). Avec ces expérimentations en classe, nous poursuivions trois objectifs principaux. Nous souhaitions premièrement donner à voir ce qui est fait dans des classes *invisibles* au sein des établissements ordinaires pour développer une *politique des petits pas* du quotidien. En montrant en effet quelques réalisations ordinaires et accessibles, nous engageons en quelque sorte une conversation avec des partenaires proches. Il s'agissait deuxièmement de dépasser progressivement la juxtaposition des pratiques des enseignants (contexte ordinaire/contexte spécialisé) afin de rejoindre pour partie les injonctions institutionnelles quant au travail en équipe. Enfin, notre troisième objectif consistait à proposer des situations nouvelles pour éviter les éternels recommencements (en référence à des activités redondantes dont on alimente trop souvent les élèves en difficulté).

EXPÉRIMENTER, PUIS RACONTER SES RECHERCHES

Alors que l'enseignant spécialisé titulaire de la classe de développement est à la fois titulaire d'un diplôme de mathématiques et d'un Master en enseignement spécialisé (Suisse), il n'est cependant pas vraiment reconnu dans son établissement en tant que spécialiste ni expert. Il apparaît parfois aux yeux de ses collègues comme celui qui s'occupe des élèves *qui dérangent*. Une grande partie de sa motivation dans cette expérimentation était donc de pouvoir témoigner de ses pratiques essentiellement en direction de ses collègues et de l'institution scolaire. L'idée a consisté à élaborer des situations d'expérimentation complexes en vue d'un processus de communication des découvertes, des constructions et des acquisitions de connaissances des élèves. En choisissant volontairement le domaine de la géométrie dans l'espace, nous souhaitions mettre en avant le recours aux gestes et aux techniques susceptibles de révéler des connaissances *cachées* des élèves. Les constructions géométriques en trois dimensions sont en effet peu effectuées au détriment de celles qui se situent dans le plan à l'école ordinaire. Elles sont également toujours plus spectaculaires et esthétiques, ce qui rejoignait notre objectif de communication. Le recours à la manipulation et l'expérimentation est également une thématique de recherche sur laquelle nous avons conduit plusieurs études (Dias, 2012).

Expériences autour du cube

Le cube est un objet d'étude très souvent présent dans les programmes scolaires dès le plus jeune âge. Ses propriétés spécifiques sont en effet autant de sujets mathématiques que l'on étudie très tôt dans un cursus scolaire ordinaire : le carré, l'angle droit, l'isométrie⁵. Cependant, la représentation du cube utilisée à l'école se limite bien souvent à deux cas particuliers : la construction par assemblage des six faces planes dans l'espace (développement ou patron), et le dessin en perspective dans le plan. Notre première idée était de faire appréhender aux élèves une autre

5. J'utilise ce terme d'isométrie sans faire cas de la notion de mesure mais en référence à la comparaison de grandeurs qui est au programme du cycle 1 du plan d'étude roman en Suisse et de celui du cycle 2 en France.

représentation de cet objet géométrique par le biais d'une construction originale consistant à révéler ce solide sans faire référence *a priori* à ses éléments constitutifs dans le plan. En effet, dans les deux types de représentations traditionnelles, c'est la notion de faces planes et de leur assemblage spécifique qui définit l'objet cube : on le construit et on le définit par ses six faces et un certain rapport angulaire. Le cube est également un polyèdre régulier dont la valeur épistémologique est source d'une certaine densité didactique (Dias, 2009b).

En proposant aux élèves de découper une plaque de polystyrène expansé avec une scie à fil coupeur, on situe d'emblée l'activité dans un espace à trois dimensions. C'est donc ce qui a été proposé aux élèves qui devaient, en quelque sorte, sculpter un cube de petite taille (environ 8 centimètres d'arête) à partir d'un support d'une assez grande dimension. Différentes techniques ont été utilisées par les élèves pour aboutir à une réalisation correcte des solides recherchés. Ainsi les élèves ont-ils expérimenté diverses façons d'utiliser la scie, plusieurs manières de présenter la plaque à découper, et une multitude de points de vue⁶ du scieur lors de la découpe. On peut parler ici de véritables expériences dans l'espace qui ont avéré d'étonnantes facilités des élèves dans la réalisation de la tâche demandée. En effet, sur l'ensemble des sculptures réalisées, la plus grande part étaient des reproductions très correctes du cube attendu alors que les élèves n'étaient pas des experts dans l'utilisation de la scie. Nous avons observé certains d'entre eux qui tentaient même de vérifier la précision des angles droits nécessaires démontrant ainsi une volonté de recherche de l'exactitude relativement surprenante au regard de l'appareillage technique inhabituel qui leur était confié.

Forts de ces nombreux objets élaborés, nous avons proposé une deuxième situation aux élèves consistant à rechercher des sections du cube⁷. Faire le dessin d'une *découpe* de cube relève à la fois d'une bonne maîtrise technique du tracé dans le plan, mais aussi d'un niveau de connaissance élaboré de la perspective (notion de point de fuite, représentations particulières du parallélisme et de la perpendicularité). En revanche, à condition de bénéficier d'un appareillage technologique adapté comme une scie à fil coupeur, l'exploration des possibilités de sections d'un cube en polystyrène devient un *jeu d'enfant*. On peut laisser expérimenter les élèves dans une tâche problématisée autour de la recherche de certains polygones particuliers qui résulteraient d'une coupe bien réalisée. L'activité consiste à *parier* sur la possibilité d'obtenir un triangle (rectangle, isocèle ou équilatéral), un rectangle ou pourquoi pas un pentagone ou mieux encore : un hexagone. Cette section hexagonale relativement emblématique est en effet nécessaire à la suite de nos expérimentations telles qu'elles sont rapportées par Serment (2012). Les expériences et tentatives qui mènent à cette section sont riches de découvertes. En effet, alors que la distribution des points de coupe est particulièrement régulière, ce sont les milieux de six arêtes du cube, cette section est l'une des plus énigmatiques à réaliser dans une démarche

6. Ces points de vue se matérialisent par des mouvements de tête et par des gestes permettant le déplacement par rotation de l'objet en construction.

7. Les sections du cube sont des contenus de savoirs qui apparaissent relativement tard dans les programmes, la connaissance visée portait pour nous davantage sur la reconnaissance des polygones familiers tels que le carré, quelques triangles particuliers, etc.

de type exploratoire. Il faut pour ce faire imaginer un plan de coupe qui passe par toutes les faces du cube ce qui ne relève pas d'une procédure intuitive. L'utilisation d'une scie à fil coupeur demande également une certaine maîtrise technique pour obtenir de véritables faces planes. On ne peut pas envisager de tomber *par hasard* sur l'hexagone régulier puisqu'il faut combiner une action technologique relativement complexe (les orientations simultanées du fil de coupe, du plan de coupe et du solide découpé) avec une certaine idée théorique de la disposition des points de coupes sur les arêtes du solide ou sur ses faces. Le milieu matériel a été enrichi à cette occasion d'une planche comportant les dessins de plusieurs cubes en perspective à disposition des élèves. Nous pensions que ces représentations pouvaient éventuellement servir à planifier les découpes.

Une fois encore, nous avons été agréablement surpris par les résultats des élèves. Tous les *paris* ont été tenus et l'ensemble des polygones résultant des sections du cube ont été découverts, y compris l'hexagone bien entendu. À notre grande surprise, une élève a même utilisé la planche des dessins à disposition pour y tracer dans le plan toutes les sections réalisées dans l'espace. En gratifiant même ses futurs lecteurs d'une légende parfaitement correcte mentionnant le nom de chacun des polygones tracés, polygones pourtant méconnaissables par rapport à leur représentation ordinaire puisqu'il s'agit ici d'un tracé en perspective.

D'autres phases de ces recherches autour du cube ont été rapportées par Serment (2012), elles ont mis en évidence la place déterminante du geste et de l'action dans le processus d'apprentissage. La dimension esthétique étant également souvent convoquée (les élèves manifestant régulièrement des signes clairs à ce sujet), nous pensons que sa place est nécessaire dans le milieu des situations de recherche en géométrie. Elle peut servir autant de catalyseur de l'action des élèves, qu'intervenir en cours de séance ou venir conclure un moment intense de recherche.

Communiquer ses découvertes

Au terme de cette série d'expériences, nous avons sollicité les élèves pour bâtir des narrations de leurs recherches. Le choix du média s'est porté sur YouTube, logiciel bien connu et très usité par les élèves de la classe. Cette première communication via Internet est finalement celle qui convenait le mieux à ces jeunes adolescents, car la prise de risque en termes d'exposition directe de l'individu est absente. Il s'agit en effet de mettre en ligne, donc à disposition d'un lecteur inconnu, une narration sans pour autant donner beaucoup d'information sur son auteur. À l'aide d'un logiciel produisant des diaporamas, les élèves se sont donc prêtés volontairement à l'exercice avec beaucoup de motivation. Les jeunes ayant l'habitude de regarder des séquences vues parfois par plusieurs milliers d'utilisateurs, ils ont d'ailleurs espéré un très grand nombre de visiteurs, ce qui était alors une source de motivation supplémentaire.

Nous avons volontairement laissé beaucoup de liberté dans le processus d'écriture afin de concentrer nos observations sur les connaissances mathématiques (en actes et en mots) pouvant faire surface à cette occasion. En effectuant leurs travaux en binôme, le milieu de la situation d'apprentissage proposait donc de larges espaces aux échanges oraux qui ont été très diversement investis notamment en raison des fortes disparités des compétences langagières. Cependant, hormis les débats ayant porté

sur la forme des narrations (due notamment aux nombreuses possibilités qu'offrent les logiciels de présentation), les occasions de mise en mots de connaissances mathématiques se sont révélées courtes, relativement peu denses mais néanmoins intéressantes. Nous avons pu par exemple constater que ce sont davantage les produits finis que les démarches et les problèmes rencontrés dont avaient besoin de parler les élèves. Ils souhaitaient également rendre compte de leurs surprises, de leurs découvertes et de leur plaisir à jouer avec certaines représentations des objets mathématiques. Le souhait de faire *quelque chose de joli* nous a également semblé être un élément supplémentaire à la nécessité d'investir la dimension esthétique lors des apprentissages géométriques.

CONSTRUIRE EN GRAND

Poursuivant l'objectif de travailler sur la conceptualisation du cube en élaborant son signifiant⁸, nous avons proposé une nouvelle situation de recherche aux élèves de la classe de développement. Pour cette étape, la tâche consistait à construire une nouvelle représentation du cube centré sur un autre de ses éléments constitutifs : ses arêtes. Il s'agissait de construire le polyèdre à partir de longs tubes en plastique à relier entre eux. Le choix du changement radical de dimension (voir plus loin) étant basé sur notre volonté de proposer des objets davantage portés sur la signification pour délaisser un peu la représentation. De grands objets réels stimulent plus certainement la perception par les sens avant toute intellectualisation. Nous avons également profité de la mise en œuvre de cette activité pour demander aux élèves de montrer les différentes sections du cube abordées auparavant en changeant radicalement de registre puisqu'ils devaient dès lors utiliser des ficelles tendues à l'intérieur du squelette du grand cube.

Deux enjeux nous semblent être contenus dans cette phase de la recherche : atténuer le rôle de la notion de face dans la représentation du cube, et permettre une perception plus immédiate de certaines sections du cube grâce au passage dans le meso-espace (Berthelot et Salin, 1999). En effet, les réalisations sont faites en utilisant des tubes de PVC mesurant 2 mètres qui constituent les arêtes d'un cube de 8 m³ de volume à l'intérieur duquel les élèves peuvent se déplacer et tendre des ficelles pour représenter les côtés des sections polygonales qu'ils souhaitent mettre en évidence. Ces nouvelles expériences corporelles (déplacements et gestes) dans l'espace représentent le passage progressif de l'objet réel et familier à son statut d'objet mathématique. Pour les élèves il s'agit désormais de parler différemment du cube et des sections polygonales qui ne sont plus physiquement présentes (les polygones sont *vides*). La disparition de la matière (surface ou volume plein) semble être une transition nécessaire et adaptée au profil des élèves de cette classe de développement qui montrent beaucoup de difficultés dans le processus d'abstraction. La prégnance du réel représente un obstacle qu'ils ont souvent du mal à dépasser, cette réalité étant pour eux une certitude tangible relativement rassurante.

8. Selon Vergnaud (1991) le signifiant peut se définir comme l'ensemble des formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les situations, et les procédures de traitement

Lors de l'étape consistant à élaborer quelques polygones résultants des sections du cube, de nombreuses connaissances ont été mobilisées par les élèves. Ont émergé ainsi de façon spontanée et relativement inattendue pour nous observateurs : des relations désignées par des gestes : des symétries, des parallélismes, des perpendicularités qui n'avaient pas fait l'objet d'un enseignement récent, des dénominations de certains objets comme l'*hexagone régulier* ou l'*arête* sont prononcées également de manière adéquate,

le recours à la diversité des points de vue pour observer ou décrire un même objet, des échanges argumentés autour de certaines propositions mathématiques.

Tous ces événements sont autant de surprises pour l'enseignant (Serment, 2012) qui peut évaluer à cette occasion les connaissances exhibées en actes et en mots de ses élèves. Il paraît opportun de dire ici que c'est la richesse du milieu didactique proposé aux élèves qui leur permet les allers et retours nécessaires entre objet sensible et objet théorique (Dias, 2009a). Les liens qui sont faits entre *ce qu'ils voient*, *ce qu'ils touchent* et *ce qu'ils savent* participent grandement du processus de conceptualisation à l'œuvre dans cette phase de la situation d'apprentissage. Le milieu proposé est à la fois complexe dans la tâche qu'il soumet et relativement antagoniste au sens de la théorie des situations didactiques de Brousseau. Sa richesse provient notamment de la diversité des signes et des registres de représentation des objets théoriques qui sont les enjeux de la situation.

Mettre à disposition des élèves un milieu matériel enrichi semble parfois difficile aux enseignants tant les aspects préparatoires peuvent paraître lourds. Cependant, dans le cas spécifique de l'enseignement géométrique nous avons pu constater que cette richesse matérielle était à même de fournir une variation des registres de représentations et de signification déterminante dans la construction des connaissances. Cet apport étayant, notamment pour les élèves qui semblent avoir des besoins particuliers est un élément prégnant dans notre étude du milieu spécifique de l'enseignement spécialisé. Nous pouvons ici constater que ces spécificités sont tout à fait envisageables dans le cadre d'un enseignement ordinaire qui proposerait quelques plats à la carte.

UNE VALORISATION EXPLICITE DES CONNAISSANCES ACQUISES

Révéler le potentiel des élèves passe par un moment de prise de conscience des connaissances acquises ou en cours de construction. En dehors de la série de tâches problématisées en géométrie dans l'espace, l'enseignant titulaire de la classe a souhaité profiter de l'envie manifestée par les élèves dans la première situation de communication vers l'extérieur. Il nous semble pertinent de décrire brièvement ce projet pour clore cette narration afin d'insister sur la nécessité de ce moment de valorisation explicite. Partant de la motivation des élèves à faire un pas en avant vers l'extérieur de la classe, l'enseignant leur a proposé d'élaborer des panneaux pour une exposition temporaire en dehors du collège devant le supermarché local. Il s'agissait d'exposer des affiches (au format A1) comportant des problèmes ou énigmes qui seraient proposés aux passants ainsi sollicités pour résoudre des problèmes de mathématiques. Un projet nécessitant plusieurs étapes intermédiaires :

- la recherche d'une série de problèmes parmi la littérature existante,

- la résolution de ces énigmes en classe,
- le choix des situations les plus adaptées à une résolution dans le contexte d'une exposition extérieure,
- le démarchage des collectivités publiques pour obtenir les autorisations relatives à l'exposition, mais également la recherche de sponsors pour financer le matériel de ce projet,
- le test des énigmes choisies auprès de quelques volontaires au sein du collège lors d'une exposition interne en avant-première.

Le projet ayant tenu toutes ses promesses, nous pouvons retenir quelques résultats probants suite à cette initiative de l'enseignant. Les élèves se sont sentis investis d'une tâche les propulsant provisoirement comme des experts aux yeux d'autrui. En effet, ayant eux-mêmes résolu les problèmes proposés ils se trouvaient dans une nouvelle forme de contrat didactique leur permettant notamment une reconstruction de l'image de soi ainsi qu'un juste sentiment de reconnaissance de compétence. L'accompagnement des visiteurs a également permis une prise de conscience progressive de l'importance de la démarche de résolution au détriment de la solution qui semblait finalement une préoccupation presque obsessionnelle des passants ! Même si les premières rencontres avec l'extérieur n'ont pas été faciles, le moment de l'exposition à l'intérieur de l'établissement a permis quelques rencontres importantes avec les élèves des classes ordinaires et les professeurs du collège dans un contexte gratifiant.

DES GESTES PROFESSIONNELS SPÉCIFIQUES D'ENSEIGNANT SPÉCIALISÉ ?

Interroger les pratiques professionnelles à visée inclusive nous conduit à définir quelques conditions qui se sont révélées saillantes au sein de nos expérimentations. Ce sont finalement des postures et des démarches qui ne semblent pas spécifiques à l'enseignement auprès d'une catégorie d'élèves. Elles nous paraissent parfois simplement relever du postulat d'éducabilité, de l'empathie dans la relation, et d'une recherche constante de rigueur professionnelle dans les actes d'enseignement. Deux grands axes sont pour nous présentables en termes de résultats provisoires : la mise en configuration adaptative des situations, et la recherche constante d'une valorisation explicite des connaissances des élèves.

- **Axe 1** : un professionnel capable de mettre en œuvre des situations d'apprentissages consistantes, étayées et adaptées :

- encadrées et cadrées par des enjeux de savoirs explicites pour les apprenants ;
- . significatives pour les élèves par l'utilisation de divers registres de représentation ;
- . complexes dans la diversité des ressources qu'elles sollicitent, mais fortement étayées (Bruner, 1983) pour assurer la mise en œuvre de connaissances en actes et en mots des élèves au cours de leur résolution.

Nous parlerons donc d'une forme de mise en conformité adaptative des situations d'apprentissage pour insister sur le caractère de nécessité de ces adaptations. Les apprentissages scientifiques sont fondés sur la démarche de résolution de problèmes. Nous ne discuterons pas ici de la légitimité de cette proposition, nous souhaitons seulement l'assortir de la nécessité de constitution d'un environnement spécifique

par l'enseignant. Un milieu (au sens de la didactique des mathématiques) comportant les éléments de contrôle de la réussite du processus d'apprentissage des élèves.

- **Axe 2** : un professionnel qui ancre ses savoirs professionnels sur la valorisation explicite des apprentissages en :

- . révélant le potentiel d'apprentissage de ses élèves à eux-mêmes, au groupe classe auquel ils appartiennent, à autrui ;

- . forgeant une culture scientifique exigeante, esthétique, diverse et si besoin originale.

La valorisation explicite vise à la fois la reconnaissance extérieure des apprentissages de l'individu et la construction d'une image de soi restaurée. Faire prendre conscience des progrès dans l'acquisition de compétences n'est certes pas une idée neuve une fois encore, mais ce faisant il s'agit de prendre à témoin l'élève et son entourage des réussites et des progrès possibles. Dans un contexte inclusif, ce sont des marqueurs qui peuvent améliorer la communication entre les différents partenaires éducatifs. Bâtir une culture scientifique dépasse l'objectif scolaire pour rencontrer celui de la construction individuelle et citoyenne. L'expérience exigeante de l'apprentissage dans le domaine des mathématiques doit faire l'objet d'une valorisation par les enseignants. Rigueur, organisation et engagement sont souvent subis par les élèves dans cette discipline scientifique. Le recours à la dimension esthétique, la culture de la curiosité, la pratique du débat nécessitent que leurs valeurs soient exhibées auprès des élèves.

CONCLUSION

Chacune des expérimentations menées a permis de mettre en évidence l'extraordinaire capacité d'un milieu adapté à dévoiler le potentiel des élèves à apprendre. Le pari osé qui résidait dans la complexité des différentes tâches proposées à des élèves dits *en difficultés* s'est avéré source de nombreuses satisfactions. Satisfaction de faire prendre conscience aux élèves de cette classe de leurs compétences, mais aussi satisfaction pour nous, en tant qu'éducateurs garants des conditions d'apprentissage du plus grand nombre d'élèves possible.

Qu'en est-il de l'objectivation des résultats des élèves et de leur reconnaissance dans l'environnement scolaire ? La question didactique de l'enrichissement du milieu d'une situation d'apprentissage ne s'étudie pas comme une relation implicative de type cause-conséquence. Ou dit autrement, ce n'est pas une évaluation contrôle des connaissances sur la terminologie des objets et relations géométriques dans un exercice qui permettra d'évaluer les acquisitions des élèves à l'issue de leurs expérimentations. Introduire des éléments renforçant la complexité d'un apprentissage en guise d'adaptation à des élèves en difficulté scolaire est une forme de pari osé mais néanmoins à la portée de tout enseignant. Les relations pouvant réunir les expériences individuelles et les acquisitions de connaissances sont plutôt de l'ordre de la corrélation. On a ainsi pu observer des actes, des formulations et des processus de validation au cours de séances qui peuvent témoigner des liens objectifs entre ce que vivent les élèves dans la situation et ce qu'ils apprennent. Leurs nombreuses adaptations aux obstacles rencontrés dans le milieu des situations sont autant de témoignages de leurs apprentissages. Reste alors la question de *ce qu'il en reste* pour eux qui renvoie indéfiniment à l'autre question : comment le savoir ? Pour

ce faire, peut-être s'agit-il de proposer de nouvelles tâches complexes au sein de problèmes toujours ouverts afin d'évaluer la capacité à mobiliser ces acquis.



Bibliographie

Berthelot, R. et Salin, M.-H. (1999). L'enseignement de l'espace à l'école primaire. *Grand N*, 53, 37-59.

Bruner, J. S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : Presses universitaires de France.

Dias, T. (2008). *La dimension expérimentale des mathématiques : un levier pour l'enseignement et l'apprentissage* (thèse de doctorat). Claude Bernard Lyon 1, Lyon. Récupéré de <<http://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00635724/>>

Dias, T. (2009a). L'apprentissage de la géométrie dans la scolarité obligatoire : une dialectique entre objets sensibles et objets théoriques. Dans La pensée sauvage (Ed.), *Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques*.

Dias, T. (2009b). La dimension expérimentale en mathématiques, un exemple avec la situation des polyèdres. *Grand N*, 83, 63-84.

Dias, T. et Tièche Christinat, C. (2012). *Spécificités des situations didactiques dans l'enseignement spécialisé*. Paper presented at the Espace Mathématique Francophone, Enseignement des mathématiques et contrat social, Genève.

Dias, T. (2012). *Manipuler et expérimenter en mathématiques*. Paris : Magnard.

Serment, J. (2012). Sections du cube en version géante. *Math-École*, 218, 35-39.

Vergnaud, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10 (2,3), 133-170.

Annexes

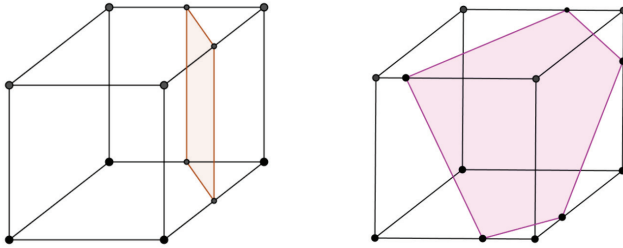


figure 1 : sections rectangulaire et pentagonale du cube

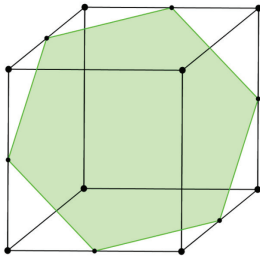


figure 2 : section hexagonale régulière du cube

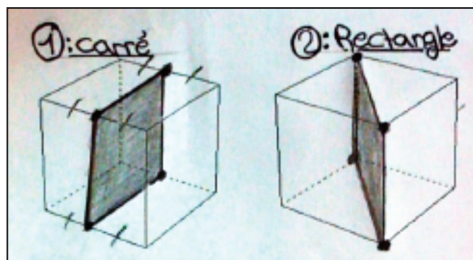


figure 3 : extrait de la catégorisation spontanée d'une élève

