

Modèles de milieu à l'épreuve de la contingence en enseignement spécialisé

Luca DEL NOTARO

Ecole primaire du 31-décembre, Genève

André SCHEIBLER

Etablissement secondaire d'Aigle, Aigle ; HEP VD, Lausanne

Présentation, intentions et éléments théoriques initiaux

Introduction

Un enseignement des mathématiques, pratiqué dans toutes les classes de la scolarité normale (EO), consiste traditionnellement à poser aux élèves des problèmes d'une catégorie bien précise, après leur avoir présenté ex cathedra des algorithmes de résolution concernant ces problèmes. Les élèves répondent. S'ils répondent faux, ou à côté, ils sont corrigés. L'enseignant expose les erreurs commises, met l'accent sur les pas d'algorithmes qui ont déraillé, et de nouveaux problèmes typiques sont proposés. Après un temps raisonnable, un nombre significatif d'élèves répondent correctement.

Dans un enseignement plus récent, la méthode consiste à proposer aux élèves des situations, dites situations-problèmes ou problèmes ouverts. Les élèves y investissent alors leurs connaissances, et l'hypothèse est faite que leurs interactions avec ces situations vont donner du sens au savoir qu'il faudra maîtriser pour traiter la situation. Ce savoir est alors exhibé, et les éventuels algorithmes de traitement peaufinés.

Dans les deux cas, la classe, par la voix d'au moins un des élèves, est tenue de répondre. En enseignement spécialisé (ES), l'enseignant est nettement moins assuré d'obtenir les réponses qui lui permettraient de poursuivre son enseignement, pour toutes sortes de raisons dont l'article de Jean-Michel Favre présente quelques éclaircissements. Les deux méthodes sont alors beaucoup plus aléatoires dans l'enseignement spécialisé où les élèves ne répondent pas, ou alors à côté des attentes de l'enseignant. Une réponse "à côté", ou pas de réponse du tout, l'échange pédagogique devient difficile : la situation-problème ne démarre pas, ou à peine, l'enseignant tente un retour à une méthode traditionnelle (pour qu'ils aient au moins quelques bases). Mais il faut recommencer de nombreuses fois, les enseignants s'en plaignent et ils semblent s'épuiser à négocier le maintien d'un échange didactique.

Intentions du groupe Ddmes

Notre groupe développe donc une recherche dégageant les conditions nécessaires pour faire vivre plus longtemps, le plus longtemps possible, des interactions d'élèves de l'enseignement spécialisé avec ce qu'en didactique nous nommons le milieu. Nous nommerons ci-dessous cette intention **étirement du milieu**. Cet étirement s'accompagne de facto d'un allongement du temps didactique, à mettre en relation avec ce que dit Jean-Michel Favre, dans son article¹, à propos de gestion du temps en ES.

¹ Étude des effets de deux contraintes didactiques sur l'enseignement de la multiplication dans une classe d'ES 2004.

En effet, nous pensons qu'une réponse au problème exposé ci-dessus réside dans l'activation des interactions des acteurs de la situation, élèves et enseignants. Nous allons considérer 3 jeux : jeu milieu-élève, jeu milieu-enseignant, et jeu de l'enseignant avec le jeu de l'élève, en tentant de donner à ce 3^e jeu une place particulière. Nous présenterons donc ici, dans une première partie, les éléments théoriques qui vont nous servir en quelque sorte de base de départ. Il s'agit en effet de réinterroger un certain nombre de concepts didactiques : milieu, jeu, interactions, savoir, connaissance. Dans une deuxième partie, nous présenterons notre démarche et ses expérimentations, selon sa chronologie vécue. Enfin dans une troisième partie, nous présenterons quelques incidences que notre recherche porte sur les éléments théoriques présentés en préambule, illustrés d'exemples tirés de nos expérimentations.

Éléments théoriques

Le milieu dans la théorie des situations

Nous nous référons au concept de milieu dans la théorie des situations, telles que l'a défini G. Brousseau [1986, 1990, 1997], avec les évolutions que ce concept didactique a subies. Pour simplifier, nous renvoyons le lecteur à l'article de M.H. Salin², auquel nous nous référerons nous-mêmes.

Nous relevons alors :

- « Pour que les interactions avec le milieu soient productrices de connaissances nouvelles dans un processus d'adaptation, il faut que l'élève puisse engager les connaissances dont il dispose pour tenter de contrôler ce milieu [...] » [M.H. Salin, 2003, p.114]. Si l'élève engage des connaissances qui contrôlent, ce sont des savoirs au sens de F. Conne [1992] (voir plus loin)
- le concept de milieu est ici antagoniste du sujet, comme il pourrait l'être dans un jeu qui va modéliser la situation (voir ci-dessous)
- il faudra considérer outre le double jeu élève-milieu et enseignant-milieu, le jeu de l'enseignant avec le jeu élève-milieu comme guidé par cette association de connaissances correspondantes avec le savoir visé.

Modélisation en termes de jeu

Dans la théorie des situations, l'hypothèse est faite que, dès l'étape de dévolution franchie, la situation peut se modéliser par un jeu :

- « - Le milieu matériel est un système susceptible de prendre un certain nombre d'états.
- Un ou plusieurs autres systèmes (les joueurs) sont susceptibles de modifier les états du jeu par des décisions.
- Certains états sont considérés comme meilleurs que d'autres par les joueurs en rapport avec l'enjeu du jeu.
- L'ordre dans lequel les joueurs interviennent, les états entre lesquels ils ont le choix, les conditions d'arrêt de la partie, l'état initial sont déterminés à l'avance : ce sont les règles du jeu. » [M.H. Salin, 2003, p.115]

Mais ce n'est pas ici n'importe quel jeu : il y a des règles, déterminées à l'avance. C'est ce que nous appelons plus loin un jeu rationnel. La course à vingt en est un bon exemple.

Connaissances et savoirs

Deux références sont incontournables pour définir connaissances et savoirs. Cette dualité va être le pivot central de notre recherche. La première est tirée de l'article de G. Brousseau et J.

² Actes de la Xe école d'été de didactique des mathématiques, 2001.

Centeno [1991] : « rôle de la mémoire didactique de l'enseignant », nous trouvons les définitions suivantes (note page 176) :

« Les connaissances sont les moyens transmissibles (par imitation, initiation, communication, etc.) mais non nécessairement explicites, de contrôler une situation et d'y obtenir un certain résultat conformément à une attente ou à une exigence sociale. La connaissance - ou la reconnaissance - n'est pas analysée mais exigée comme une performance relevant de la responsabilité de l'acteur.

Le savoir est le produit culturel d'une institution qui a pour objet de repérer, d'analyser et d'organiser les connaissances afin de faciliter leur communication, leur usage sous forme de connaissance ou de savoir, et la production de nouveaux savoirs. »

Il s'agit là de ce que F. Conne [1992, 1997] nomme une distinction faible de connaissance et savoir, en opposé à la distinction forte qu'il développera à partir de son article « savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique » :

« Ce qui sépare l'ordre du savoir de celui de la connaissance, c'est l'utilité : lorsque le sujet reconnaît le rôle actif d'une connaissance sur la situation, pour lui, le lien inducteur de la situation sur cette connaissance devient inversible, il sait. Une connaissance ainsi identifiée est un savoir, c'est une connaissance utile, utilisable dans le sens qu'elle permet au sujet d'agir sur la représentation ». [F. Conne, 1992].

Il faut alors considérer que « connaissance » selon la définition de G. Brousseau et J. Centeno peut correspondre à « savoir » chez F. Conne, et qu'il faut alors distinguer savoir privé et savoir institutionnel.

Différents niveaux de modèles de milieu

Isabelle Bloch [2003] met en évidence différents niveaux de modèles de milieux qui apparaissent lorsque l'on construit une situation fondamentale, qu'on la transporte dans un contexte d'enseignement, et qu'on la soumet à la contingence. Nous renvoyons le lecteur à son article, qui définit les modèles de milieu théorique épistémologie (Mi_T), de milieu a priori (Mi_A), ainsi qu'au schéma en page 131.

Ces différents niveaux nous permettent d'envisager une modélisation qui n'est pas contrainte à des savoirs et connaissances selon une distinction faible. Le modèle de milieu a priori (Mi_A) nous paraît en cohérence d'une part avec cet étirement du milieu que nous cherchons à définir et d'autre part à la distinction forte de savoir et connaissance.

Interactions cognitives et interactions de connaissance

Comme nous l'avons déjà évoqué, la présence de l'enseignant dans la situation didactique entraîne la considération d'au moins deux jeux sujet -milieu, qui interfèrent, donc de différents types d'interactions.

« L'activité cognitive est interaction. L'individu source de l'interaction en est le sujet, et les choses avec lesquelles il interagit en sont les objets. Les choses ne sont jamais présentes toutes seules et les objets sont inter-reliés dans et par les interactions cognitives. On peut parler de milieu pour désigner ces ensembles d'objets. Parler de milieu est donc relatif à une (des) interactions cognitives. Dans les systèmes que je considère, je distingue deux niveaux selon que j'inclus ou non dans ces milieux un ou d'autres sujets partenaires. Il y a interaction de connaissances (et plus seulement interaction cognitive) lorsque le milieu considéré contient non seulement des objets mais encore plus d'un sujet, et donc des interactions cognitives diverses. Je m'intéresse aux connaissances qui ont les mathématiques pour contenus, c'est-à-dire à des connaissances que je puisse reconnaître comme liées à certains savoirs mathématiques institués. Cette condition me place donc de facto dans le cadre de l'étude des interactions de connaissances, ne serait-ce que celles entretenues par le sujet observateur et

l'objet de son observation - ce dernier étant au minimum une interaction cognitive, mais la plupart du temps, il est lui-même déjà une interaction de connaissances." [François Conne 2003].

Nous sommes ici dans le cadre d'une distinction forte connaissance - savoir, ici connaissance englobe savoir.

Jeu de tâches

Une activité officielle de la méthodologie étant choisie, nous procédons à la description d'un milieu expérimental sous forme d'un jeu de tâches. Nous entendons par tâche non pas un objet d'enseignement mais un instrument d'animation du milieu. La tâche fait parler le milieu. Nous voulons en quelque sorte nous déprendre d'une aliénation trop précoce à un savoir mathématique lié à Mi_T ou à ses succédanés tirés de Mi_A . Nous ne sommes plus liés, dans un premier temps, à une compétence associée à l'objet de savoir ou l'objet d'enseignement, pour nous attacher plutôt au potentiel du milieu que nos tâches alimentent, attentifs à ce qui dans la contingence sera susceptible de l'animer encore plus. Il ne faudrait pas croire cependant que toute intention d'enseignement disparaisse à un quelconque instant de nos expérimentations. Les analyses a posteriori démontrent d'ailleurs le contraire. Tout jeu de tâches s'analyse en un réseau solidement cohérent, avec un dénominateur commun parfaitement identifiable.

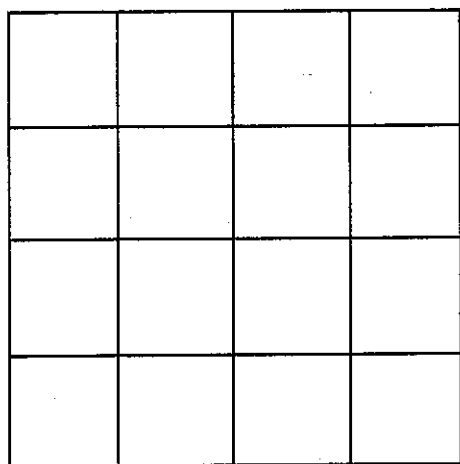
Expérimentations

Choix d'une activité

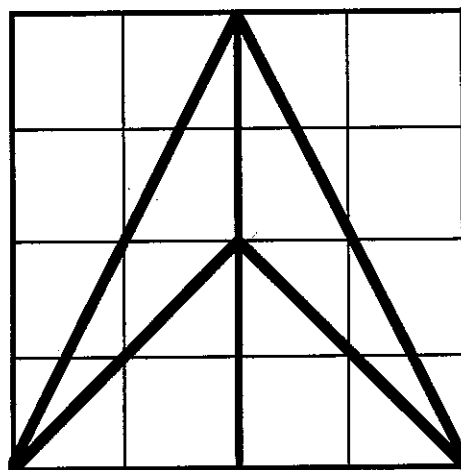
Notre choix s'est porté sur une activité de géométrie de 5P de Suisse romande [Mathématiques 5^e année, livre de l'élève, M. Chastellain et F. Jaquet]. La voici :

Puzzle

À fabriquer



Un carré de carton de 8 cm de côté, quadrillé recto-verso de 2 cm en 2 cm.



Le même carré, découpé en six triangles

Juxtapose deux triangles, ou davantage, pour former le plus grand nombre possible de quadrilatères différents.

Dessine sur une feuille quadrillée les quadrilatères obtenus.

Du point de vue de la recherche, nous essayerons de montrer comment, à partir de cette activité géométrique, nous avons créé un jeu de tâches pour pouvoir interroger le milieu tel

qu'il apparaît dans les interactions avec les élèves et, bien entendu avec nous, les expérimentateurs. Il apparaîtra dans les pages qui suivent une sorte d'historique de cette création.

Si les tâches choisies permettent bel et bien de créer les interactions que les auteurs de la méthodologie ont souhaitées, pour que les élèves rencontrent les concepts et les propriétés des objets mathématiques visés, vous aurez compris que ce n'est pas notre seule intention. En effet nous souhaitons surtout faire vivre le milieu, l'étirer le plus loin possible, mieux : exploiter toutes les possibilités de lancer les élèves dans un champ d'investigation lorsque leurs interactions en éclairent tout à coup, comme par un effet de surprise³, une entrée. Nous n'hésiterons pas nous-mêmes à provoquer ce genre de surprise. Nous nous présentons donc comme des expérimentateurs, dans la mesure où nous ne voulons pas conduire les élèves selon un axe bien déterminé, vraisemblablement celui que le méthodologue a imaginé et qui généralement ferme l'activité, mais les inviter à poursuivre leurs propres cheminements, en leur proposant tâches après tâches, celle qui à cet instant ouvre une piste de réflexion, surprend une production, contredit une affirmation. Si lors de ces expériences nous n'avons pas mission d'enseigner tel point du programme, il ne faudrait pas croire cependant que de telles intentions sont abandonnées. La situation choisie, tirée des moyens officiels, est la même pour tous les élèves et les défis aussi. Mais nous allons de notre côté tout faire pour les maintenir vivaces le plus longtemps possible. Nous ne voulons pas aboutir, mais maintenir un jeu élève - milieu.

Pourquoi l'activité « puzzle » ? Dans le domaine géométrique, elle apparaissait comme très porteuse, à en croire les auteurs, qui n'hésitaient pas à affirmer : « *Les six pièces de ce puzzle permettent de constituer une collection de quadrilatères, parmi lesquels on retiendra ceux qui ont un ou plusieurs axes de symétrie, des côtés parallèles, des côtés isométriques, des angles droits. En exploitant cette activité, on arrive à couvrir tous les objectifs de la partie « Surfaces » du thème* » [Mathématiques 5^e année, méthodologie - commentaires, p.184]. Nous avons ainsi décidé de mettre à l'épreuve cette richesse invoquée dans le cadre de l'enseignement spécialisé. Il est utile de rappeler que le secteur de l'enseignement spécialisé romand ne dispose pas de moyens de mathématiques spécifiques ; l'enseignement de cette matière repose sur l'emprunt de moyens en dotation à l'enseignement ordinaire.

Mais quels rapports avons-nous nous-mêmes à l'activité ? Son analyse nous a conduit à questionner dans un premier temps la pertinence d'une démarche combinatoire. Fallait-il proposer une recherche de toutes les combinaisons possibles avec les six pièces du puzzle ? Ou plutôt favoriser un travail sur les potentialités invoquées par la méthodologie ? La première option focalise sur une recherche assez fastidieuse, qui nous semblait porter préjudice à notre intention d'étirement du milieu. Nous avons plutôt choisi de nous laisser surprendre par les effets d'un milieu élargi. D'autre part choisir la démarche combinatoire nous faisait quitter le domaine géométrique. Notre premier exercice a été donc de jouer au puzzle. Avec un matériel simple (des photocopies des triangles) nous nous sommes amusées à faire des puzzles. Ce fut pour nous une première occasion de mettre en scène notre propre rapport à l'activité. Ces essais naïfs ont permis toutefois de faire deux constats de taille : premièrement que ce type de matériel (les formes triangulaires du puzzle) précipite le sujet dans l'action (rapidité avec laquelle les chercheurs ont voulu toucher le matériel pour faire des quadrilatères) et qu'il est difficile, dans un premier temps, de ne pas faire des quadrilatères « simples », c'est-à-dire des quadrilatères avec les deux pièces isométriques. Ce deuxième constat en particulier nous a conduit à préparer des tâches permettant aux élèves de rechercher des quadrilatères « inattendus », « rares » voire « bizarres » de même qu'il nous a semblé

³ « Jouer la surprise » F. Conne 2004 (à paraître).

déterminant de permettre aux élèves de rechercher des quadrilatères formés de 3, 4, 5, voire 6 triangles.

Les conditions d'expérimentation

Le matériel

Un essai préalable avec quelques élèves de l'enseignement spécialisé nous a conduit à apporter des modifications matérielles et procédurales par rapport au descriptif de "puzzle". En particulier nous avons reproduit un puzzle en carton dur et coloré de dimensions doubles (16 cm) de celles qui sont proposées dans la méthodologie, le matériel et la taille permettant une manipulation plus aisée ainsi qu'un visionnement facilité des séquences vidéo.

Nous avons aussi décidé de supprimer le quadrillage du puzzle ainsi que les feuilles quadrillées sur lesquelles (selon la méthodologie) les élèves auraient dû reproduire les quadrilatères trouvés. À ce propos dans le livre du maître, on peut lire à la page 181 : *'Ce support facilite le report, d'autant plus que les pièces du puzzle sont elles-mêmes quadrillées. C'est un choix de la variable didactique « type de papier » déterminé par les compétences d'un élève de cinquième en dessin géométrique. (Plus tard, il deviendra capable de reporter ses quadrilatères sur papier blanc) »* (p. 181, LM).

Pour éviter des expérimentations trop axées sur les démarches de reproduction et de dessin des quadrilatères, peu pertinentes pour cette étude sur les potentialités du milieu, nous avons décidé de supprimer toutes formes de quadrillages. Les dessins demandés seront réalisés sur du papier blanc non quadrillé.

Un entretien

Un expérimentateur rencontre un ou deux élèves de l'établissement, l'autre observe et surveille la caméra. Il peut parfois également intervenir.

Les élèves choisis quittent leur classe pendant environ 45 minutes pour se rendre dans une salle inoccupée et aménagée pour les besoins de la recherche. Tout le matériel nécessaire, du crayon aux pièces du puzzle, leur est fourni. La caméra filme les faits et gestes des élèves interrogés, enregistre les échanges verbaux.

Il y aura 3 séances contenant 5 entretiens. Des extraits de ces entretiens sont présentés dans la 3^e partie de cet article.

Les chercheurs peuvent ainsi procéder à l'exploration du milieu et ceci selon des options préalablement discutées au sein de l'équipe de recherche et présentées ci-dessus. Par exemple une tâche axée sur la nominalisation des quadrilatères viendra se confronter à des tâches de jeu où la transformation répond plus aux besoins d'une organisation interne du milieu qu'au formalisme géométrique des quadrilatères.

Si l'analyse préalable des tâches, avec un canevas conséquent, est essentielle pour mettre en place le milieu, il en va de même pour ce que le milieu renvoie par l'intermédiaire de l'élève. Une séance avec des élèves peut ainsi prendre une tout autre tournure par rapport à ce qui a été décidé préalablement dans le groupe si le chercheur considère que l'élément observé constitue un objet sensible du milieu et donc méritant d'être investi *hic et nunc*, et ceci en faisant appel à ses propres connaissances et à son propre rapport à l'objet considéré. Le projet établi par les analyses préalables doit se conjuguer avec des « signaux » inattendus du milieu. Autrement dit encore : le pilote est actif, il y a interaction de connaissance entre lui et l'élève. Dans ce sens, la spécificité de chaque chercheur viendra marquer de manière plus ou moins forte cette dichotomie.

Déroulement des entretiens

Notre expérimentation a porté sur 5 entretiens, effectués en 3 séances (2 + 2 + 1). Nous les désignerons de la manière suivante : EF-1, EG-1, EF-2, EG'-2, EF-3. Nous utilisons la même désignation que dans l'article de Chantal Tièche Christinat, dans le présent numéro, avec quelques précisions supplémentaires : F désigne un groupe de filles : F1, F2 et F3, G et G' deux groupes de garçons : G1 - G2, G3 - G4. Les expérimentateurs seront désignés par AS, JM, LDN, et FC.

Jeu de tâches pour les premiers entretiens

Trois tâches marquent une phase introductive :

1. Demander à un élève de former des quadrilatères en juxtaposant des pièces du « puzzle », un deuxième élève dessine les quadrilatères trouvés par le premier. Les élèves sont invités à nommer les figures trouvées (c'est quasiment la même donnée que celle de la méthodologie).
2. Demander ensuite de construire des quadrilatères « rares » ou qui n'ont « pas de nom ».
3. Lancer un jeu type « Tangram » : chaque élève réalise un puzzle-quadrilatère de son choix, en dessine le contour sur une feuille, et l'autre élève doit retrouver l'assemblage des pièces. Le meilleur cas sera proposé au groupe d'élèves suivant.

Le lecteur comprendra que les descriptions ci-dessus ne sont pas mot pour mot les énoncés lanceurs de tâches. Chaque expérimentateur va choisir l'instant et les mots qui lui paraîtront les plus adéquats.

Parallèlement à la démarche graphique relative au dessin des quadrilatères, les tâches proposées visent les effets de la nominalisation des quadrilatères. Particulièrement lors du premier entretien, nous souhaitons jouer avec cette contrainte pour observer ce que cela produirait chez les élèves de l'enseignement spécialisé. Y a-t-il un vocabulaire permettant d'identifier les formes géométriques trouvées? Et surtout, quelle est la portée de ce vocabulaire dans l'analyse que les élèves font de leurs propres productions ? L'article de Chantal Tièche, dans la présente publication, étudie ce point.

Dans le prolongement d'une tâche de nominalisation, nous voulons aussi savoir quel est le sort réservé aux formes figuratives (vitre, terrain, pointe de lance, etc.) et si, pour les élèves interrogés, il y a des quadrilatères qui, par exemple, n'ont « pas de nom ». Toutes ces tâches ont pour but de questionner un des objectifs majeurs du chapitre consacré à l'enseignement de « surface », soit le classement de celles-ci, ici des quadrilatères, selon leurs propriétés.

Avec la notion de rareté, nous voulons pousser les limites d'une construction « classique » et attendue des quadrilatères, c'est-à-dire de ces quadrilatères « simples » formé de deux pièces très souvent isométriques. Pousser les élèves vers une construction de quadrilatères « rares » ou « difficiles » est une façon d'étirer le milieu. C'est une sorte d'engagement à « oser ». Il s'agit encore une fois d'étirer le milieu, de l'ouvrir, de ne pas filtrer les interactions selon les catégories du savoir attendu. L'idée de « difficile » est certes relative ; nous considérons cependant comme critère formellement établi le fait que pour nos élèves, le nombre de pièces utilisées définit la difficulté du quadrilatère.

Des premiers entretiens à la deuxième série d'entretiens

Visionner la vidéo, commenter, sont des démarches incontournables de notre dispositif pour penser, créer, modifier et varier les tâches susceptibles d'étirer le milieu. Cela enrichit le bagage de chaque expérimentateur, pour mieux l'armer à improviser dans les entretiens futurs. Trois constats vont alors orienter les tâches futures. Le premier concerne la redondance des quadrilatères cherchés par les élèves. En effet, les productions de ces derniers ont fait état de peu de pièces utilisées, peu de systématique dans les essais, peu de régulations par rapport

aux erreurs et bien évidemment peu de diversité dans les quadrilatères. Il y a bien là des limites que notre étirement de milieu devrait ébranler. Ce sera l'objectif des deux nouvelles tâches ci-dessous.

Le deuxième constat est une critique à la démarche de nominalisation. Nous avons constaté que la nominalisation des quadrilatères jouait « contre » l'étirement du milieu. Peu de variétés de nominalisations et peu d'efficacité de cette dernière sur l'analyse des productions nous ont amené à abandonner cette voie de recherche dans les entretiens suivants.

De même que (et c'est le troisième constat) c'est en prenant conscience que la partie consacrée au dessin était trop importante dans la situation, que nous l'avons allégée. Elle ne joue semble-t-il pas de rôle de mémoire pour les élèves, ce qui paraît être un manque sérieux à leurs nombreuses manipulations : les pièces bougent beaucoup dans leurs doigts mais rien ne leur permet de fixer quoi que ce soit plus de quelques secondes.

Les entretiens suivants se concentreront donc autour de trois tâches majeures suivantes :

1. Faire un inventaire de quadrilatères avec 2, 3, 4 pièces du puzzle, en évitant cette fois-ci de les nommer
2. Présenter aux élèves la production d'un groupe précédent, en les invitant à poursuivre
3. Jeu : à partir d'un triangle quelconque du puzzle, rajouter une nouvelle pièce pour former un nouveau quadrilatère, puis rajouter une nouvelle pièce pour former un nouveau quadrilatère, et ainsi de suite jusqu'à l'épuisement des 6 pièces ; celui qui ne réussit pas, ou se trompe, passe son tour. Nous désignerons ci-dessous ce jeu par jeu Domino.

Les deux premières tâches ont comme objectif, nous l'avons dit, une plus grande variété de quadrilatères, par une production systématique, en se dégageant de toute nominalisation, et en laissant les élèves se surprendre eux-mêmes par d'autres productions.

La dernière tâche se présente sous forme de jeu, le jeu Domino. Comme pour d'autres jeux mathématiques, l'aspect de défi nous semble déterminant d'autant plus que dans nos hypothèses, les deux joueurs engagés dans la partie devraient pouvoir « ouvrir » la tâche et donc produire plus de quadrilatères. Nous distinguons à ce moment deux catégories de tâches :

* les tâches à valeur ontologique (tâches en tant que telles, où l'existence et la spécificité se repose sur l'analyse de l'objet et de sa définition) où l'expérimentateur vise à travailler les figures en tant qu'objet en soi, avec leurs noms, leurs propriétés et leurs descripteurs formels. Par exemple : demander à un élève de former des quadrilatères en juxtaposant des pièces du "puzzle", demander de construire des quadrilatères qui n'ont "pas de nom" ou "rares", demander de nommer les quadrilatères, demander de dessiner les formes obtenues.

* les tâches de transformation qui, elles, répondent aux besoins d'une organisation interne du milieu. Avec ces tâches, il ne s'agit plus d'étudier les quadrilatères en faisant appel à des références externes au milieu (règles, définitions), mais plutôt de chercher à l'interne (c'est-à-dire en explorant le milieu) les éléments du questionnement sur les quadrilatères et leurs transformations, le résultat de ce travail permettant une organisation des interactions élève-milieu. Exemple : le jeu Domino.

De la 2^e à la 3^e série d'entretiens

En visionnant la 2^e série d'entretiens, nous retenons les critères suivants pour de futures tâches :

- la prise en compte totale ou partielle des pièces du puzzle pour la construction des quadrilatères
- les éventuelles traces de systématique (on utilise ici le terme de systématique en tant qu'ensemble de données ou de méthodes érigé en système) dans les actions des élèves, donc des traces de connaissances utiles

- le type de manipulations exercées sur les pièces du puzzle et notamment les retournements (ou non) des triangles
- le vocabulaire (géométrique ou non) employé (nous rappelons tout particulièrement certains questionnements en termes de pointes, côtés, coins, bords, sommets, ...)
- l'usage des propriétés de certains quadrilatères pour les produire (par exemple le losange)
- la diversité et la rareté des quadrilatères constitués.

À ce propos, nous avons porté une attention toute particulière aux effets du jeu Domino, pour constater que c'est bien celui-ci qui produisait la plus grande diversité dans la construction des quadrilatères. C'est sur la base de ce constat que nous décidons de poursuivre notre étirement du milieu, en exploitant l'idée du jeu, et en étant attentifs aux questions suivantes :

- des connaissances géométriques formelles apparaissent-elles dans les interactions des élèves ?
- quels sont les processus de sémiotisation ?
- chez certains élèves observés, le nombre de côtés ne paraît pas être considéré comme un descripteur stable des polygones-quadrilatères ; cela va-t-il se confirmer ?

Le jeu Domino sera proposé aux deux filles interrogées au début de notre travail. Une 3^e fille sera introduite dans l'entretien, les deux premières étant chargées de l'informer. Les expérimentateurs peuvent-ils s'attendre à une même diversité de production de quadrilatères, ou plus encore, s'ils ont en mémoire des interactions des précédents entretiens et tout particulièrement ceux du premier entretien avec ces filles ?

Arrêt de l'expérimentation

L'analyse du cinquième entretien nous permet d'attester que le jeu a reproduit les effets attendus : une plus grande production de quadrilatères. Les montages provoqués par le jeu Domino peuvent même se poursuivre par l'adjonction de nouvelles pièces, par la reprise d'une nouvelle série de triangles (jeu Domino avec 2X6pièces), et l'on peut même proposer de démonter les productions, ce qui fait apparaître de nouveaux quadrilatères. Le milieu est alors source de nombreuses interactions : quadrilatères inattendus, nominalisations. Lors du dernier entretien, une des filles devient incollable en reconnaissance de polygones quadrilatères. Nous n'en déduisons pas cependant que toutes les difficultés rencontrées à stabiliser de tels critères de reconnaissance sont levées.

Nous pouvons dire qu'il y a eu étirement du milieu, dans le sens où les interactions élève - milieu ne se sont pas taries, et qu'il y a eu production de connaissances utiles selon les expérimentateurs. Plusieurs questions pourraient alors être posées : Ces connaissances utiles sont-elles les savoirs visés par les méthodologues ? Y a-t-il clivage ? L'expérimentateur est-il professeur ? C'est bien de cela que nous voulons débattre dans la troisième partie de cet article.

Nous décidons de ne pas poursuivre nos expérimentations au-delà de ce 5^e entretien. Le matériel récolté est suffisamment riche pour notre analyse, à ce jour non encore épuisée. Nous ne souhaitons pas non plus lasser les élèves, nos visites régulières semblent les intéresser : ils seraient certainement preneurs de nouvelles activités.

Résultats expérimentaux et incidences théoriques

Des expérimentations

Dévolution et potentialités du milieu

Les premières tâches proposées aux élèves sont quasiment les mêmes que celles qui sont prévues par la méthodologie, qui en expose les objectifs :

« Les élèves qui entre en cinquième année ont déjà de nombreuses connaissances de géométrie [...]. Ces connaissances ont des statuts qui peuvent varier sensiblement de l'une à l'autre. Certaines sont des expériences concrètes, d'autres sont des perceptions visuelles, d'autres sont du domaine de la langue utilisée pour décrire des figures.... Certaines de ces connaissances sont plus élaborées mentalement et s'apparentent déjà aux concepts de la géométrie, abstraits et indépendants de leurs modèles physiques. Il y a un travail permanent à développer pour passer du monde réel à celui des concepts géométriques ». (Méthodologie, p. 179)

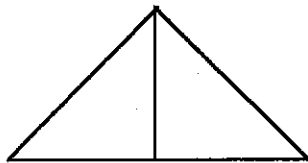
« Puzzle » s'inscrit, selon les auteurs, dans ce travail. On lit en effet plus loin : « toutes les activités du thème sont conçues pour permettre à l'élève le passage de ses expériences concrètes vécues dans son espace sensible aux notions géométriques qu'il en abstrait ». (méthodologie p. 181).

Dès le lancement de l'activité, l'expérimentateur peut constater que les productions n'affluent pas, que le jeu « puzzle » n'a pas été explicité et que son rapport à « quadrilatères » est loin d'être évident (deux pièces doivent-elles se toucher ? se toucher comment ? faut-il prendre toutes les pièces ? Est-ce d'un assemblage, dont le contour a la forme d'un quadrilatère, qu'il s'agit ?).

Extrait 1, de EF-1

L'expérimentateur A : "le jeu consiste à faire des quadrilatères en utilisant 2 pièces du puzzle, ou plus, en prenant au choix 2 pièces ou plus".

Les élèves choisissent deux pièces, les assemblent très rapidement :



"Dès que vous en avez fait un, vous me dites, dès que c'est un quadrilatère".

Les élèves font de nombreuses manipulations, en utilisant plusieurs pièces, comme s'il fallait toutes les utiliser.

A : "Vous pouvez prendre que deux pièces, vous n'êtes pas obligées de toutes les prendre".

Nous pourrions considérer que la phase dévolution n'est pas jouée. Mais en fait, le lancement du milieu objectif va immédiatement éclairer deux champs, interdépendants. Nous nommerons le premier champ « nominalisation ».

Extrait 2, de EF-1

Après plusieurs manipulations, les élèves s'arrêtent sur



A : "Pensez-vous que c'est un quadrilatère" - « non, c'est 2 triangles » - "il faut voir la forme complète. C'est un quadrilatère ?" - "non, c'est un losange" - "et un losange, c'est un quadrilatère ?" - "non" - "mais c'est quoi un quadrilatère ?" - (silence) - A : "quadri, ça

veut dire 4 ; un quadrilatère a 4 côtés. Celui-là, a-t-il 4 côtés?" - "oui" (les élèves comptent) - "alors c'en est un, on le dessine".

Le dessin est réalisé par les élèves en suivant le chablon de la production avec un feutre. "A-t-il un nom particulier?" - "oui, losange" - "on l'écrit, et on continue".

La nominalisation n'a pas fait l'objet d'un accord entre expérimentateur et élèves, ni d'une vérification ; donner une définition de quadrilatère n'aura pas beaucoup d'impact, les élèves ne pourront pas saisir le sens de deux noms pour un même objet, quadrilatère et losange par exemple. Cette question est ici cruciale, et s'articule avec la nature des objets que les élèves considèrent. Ces objets ne sont pas les mêmes que ceux de l'expérimentateur, il faut bien passer par une phase de nominalisation pour poursuivre l'échange. C'est notamment ce que développe l'article de Chantal Tièche Christinat dans le présent numéro. D'autres effets du champ « nominalisation » sont visibles dans l'extrait 3.

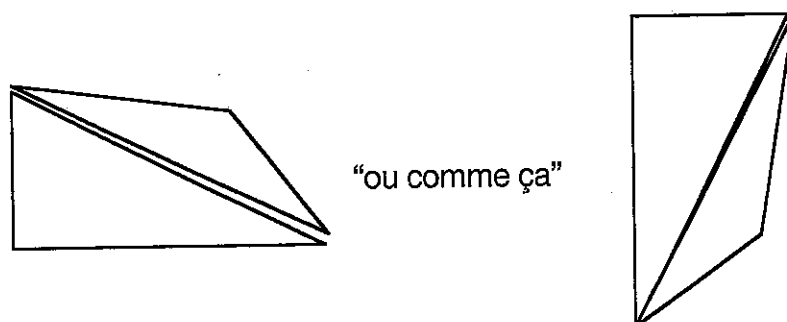
Nous nommerons le second champ « formes ». Il est ici le représentant des objets considérés par les élèves. La tâche consistant à demander de produire un quadrilatère « rare », voici la production des élèves :

Extrait 3, de EF-1

10' A : "maintenant, vous allez faire un quadrilatère rare, un spécial qui n'a pas de nom, vous pouvez l'inventer".

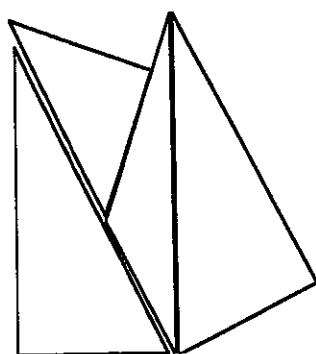
Une élève propose une "coque de bateau" qu'elle dessine d'abord à la règle. A : "mais est-ce un puzzle? Essayez de faire un quadrilatère rare avec ces pièces-là".

12' Une élève utilise plusieurs pièces, sans proposer quelque chose qui lui convient, et revient à deux pièces. Elle propose :



"Est-ce un quadrilatère rare?" - "C'est un terrain de foot, ou une fenêtre si tu le mets comme ça, ou une porte penchée" - "cherchez-en encore un spécial"

16' Une élève s'arrête sur une proposition curieuse :



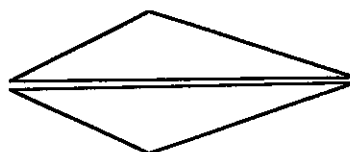
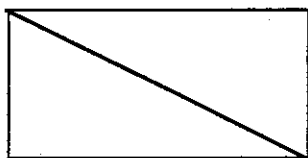
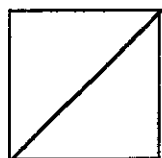
“Est-ce un quadrilatère ?” - “y a quatre côtés (en comptant certaines pointes) » - “Qu’est-ce qu’un côté?” - “ça, c’est un côté (en désignant un sommet)” - l’autre élève: “non, ça c’est une pointe”. A: “On peut compter aussi les sommets. Comptage de pointes (5) et de creux.

Pour l’expérimentateur, une nouvelle catégorie d’objets, considérée par les élèves, fait son apparition : les représentations schématiques en perspective d’objets situés dans l’espace (terrain de foot., fenêtre, porte penchée) ; il pourrait s’agir d’objets plans, mais la porte penchée pourrait être un contre-exemple. « Coque de bateau » pose question : il y a évocation d’une image pour répondre à la demande de quadrilatère rare, sans support visuel (ni dessin, ni puzzle). Réciproquement, les objets déjà présents (puzzles) appellent des images comme terrain de foot. ou fenêtre. Les expériences des élèves (interactions cognitives) associent ici images, objets, et noms.

Nous constatons qu’en amont de la définition de quadrilatère, les élèves ne peuvent pas se référer à des savoirs géométriques fondamentaux. Qu’est-ce qu’un côté ? un sommet ? Or tout l’enjeu de l’activité est là : il faut d’abord identifier des polygones (point - sommet, segment - côté, ligne polygonale, polygone), donc des côtés et des sommets, puis les compter, pour identifier des quadrilatères. Mais à ce stade, il n’est pas encore possible de savoir où se situe exactement l’obstacle. Les signes montrés par le milieu (pièces de carton assemblées dans un jeu puzzle) ne sont peut-être pas des signes d’objets géométriques abstraits. Il y a des noms, il y a des formes. Mais ces objets sont là, manipulés par les élèves. C’est le champ « formes » dont nous parlons ci-dessus, étroitement mêlé au champ « nominalisation ». Nous considérons alors que la phase dévolution est faite dès les toutes premières minutes (ce concept a d’ailleurs tendance à se minimaliser pour nous) et nous allons proposer des tâches qui donnent corps aux objets présents. C’est étirer le milieu, dont les potentialités sont mises à jour. C’est aussi étirer le temps, comme le développe Jean-Michel Favre dans son article.

Faire parler le milieu

Dans l’entretien suivant, JM, qui vient d’assister au premier entretien, propose aux deux élèves G1 et G2 le même lancement. Très rapidement, ils produisent 3 assemblages :

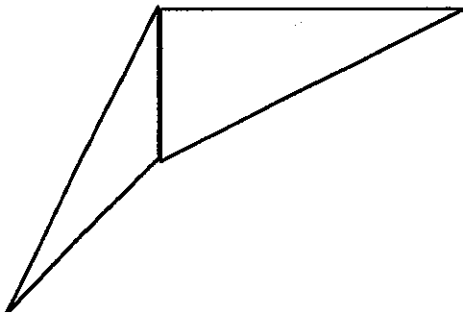


Ce sont des productions attendues : des assemblages de paires de pièces isométriques. Puis le rythme chute brusquement. Il y a alors demande de dénomination par JM qui va manipuler ces configurations et réitérer la demande. Il s’ensuit un débat sur les dénominations carré et losange.

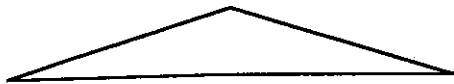
L’expérimentateur va alors systématiquement saisir des interactions d’élèves pour faire parler le milieu. Et c’est bien ce dernier qui, ainsi étiré, va produire de nouvelles interactions de connaissances. Dans l’extrait suivant, le milieu a ainsi produit de quoi débattre de ce qu’est un sommet, sans pour autant qu’une distinction claire entre ce qui est nommé côté et ce qui est nommé sommet puisse être assurée.

Extrait 4, de EG-1

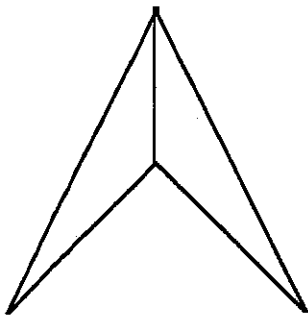
L'élève G2 produit :



Il vérifie en comptant les sommets, qu'il nomme côté, et en comptant le sommet concave. Mais G1, qui est chargé de dessiner schématiquement les productions de son camarade, a dessiné à main levée :

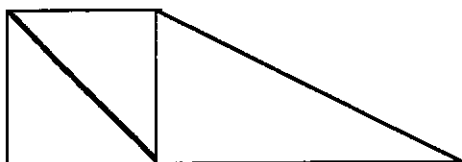


"on dirait un triangle". Un débat s'instaure entre les deux élèves. G1 : "celui-là, ça compte pas, c'est comme si c'était un trait (en désignant le sommet concave)". G2 se rallie à ce point de vue. JM propose alors :



Les élèves le refusent comme quadrilatère. JM : "est-ce un triangle alors ?" L'un répond oui, l'autre non. G1 : "c'est un triangle déformé".

Autre production :



Les élèves comptent les sommets (toujours appelés côtés). "Celui-là, on le compte pas, parce que ça va tout droit". JM : "alors, on le prend ou pas on le prend" - "comment l'appeliez-vous un losange-triangle" - JM : "et alors celui-là (revenant à sa précédente proposition), on le prend non car ici (sommet concave), c'est pas un côté".

Cet extrait montre également une production de connaissance du milieu de type nominalisation. « Losange – triangle » proposé par les élèves signe une véritable découverte de leur part : ils ont inventé un nouveau quadrilatère, qu'il faut donc désigner de façon originale et non banale. Elle reprend les noms des objets utilisés, losange et triangle. « Triangle déformé » a le même statut. Cela désigne un non-triangle qui n'est pas non plus reconnu comme un quadrilatère. On peut également observer dans l'extrait ci-dessus les étroites interdépendances entre champ « nominalisation » et champ « formes ». Un cinquième extrait présente un exemple de production du milieu, toujours obtenue par interaction de l'expérimentateur sur une interaction élève-milieu, qui va permettre une ouverture sur une procédure de reconnaissance d'un losange, par comparaison de longueurs de côtés, la comparaison étant réalisée expérimentalement par la juxtaposition de pièces.

Extrait 5, de EG-1

Pour la première fois, un des élèves produit un puzzle avec les 6 pièces. Il s'agit du carré proposé par la méthodologie (voir 2.1), avec ses triangles, configuration qui ne leur avait jamais été présentée. On peut penser que l'élève a fait appel à quelques souvenirs du jeu « Tangram » qui est utilisé dans l'école.

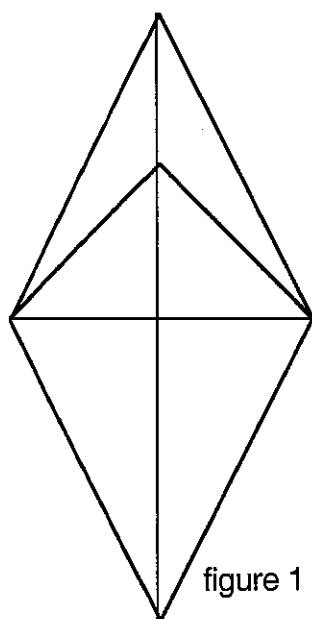


figure 1

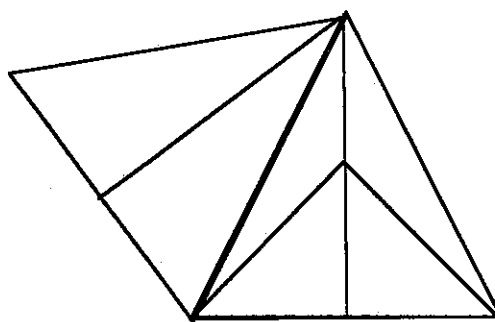


figure 2

JM : « faites alors un losange en bougeant deux pièces ». Les élèves produisent la figure 1 :

Nouveau débat à propos de losange. "Il a quatre côtés pareils". JM : "tu peux montrer ?" À nouveau, ce sont les angles qui sont montrés par paires. G1 prend alors A et le juxtapose à B, grand côté contre grand côté. Manipulation reprise par JM, puis par G2, qui produit la figure 2.

JM : "eh t'as vu ce que tu as fait ? c'est un losange ça ? et l'autre vous pouvez refaire ? l'un, l'autre ? vous pouvez vérifier ?"

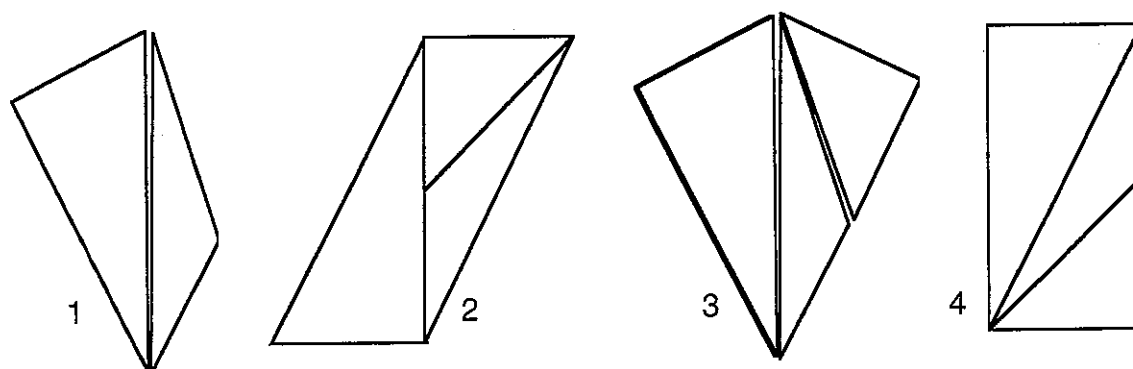
Les élèves mesurent alors les côtés des deux productions. Ils rejettent alors la deuxième en tant que losange, car "ça, c'est plus long que ça".

Jeu et improvisation

Comme nous l'avons déjà dit, le jeu de tâches est élaboré à partir d'une analyse a priori et du visionnement des vidéos. Mais il ne sera que le cadre dans lequel va se tenir l'expérimentateur, pour piloter l'activité. Nous entendons d'ailleurs par pilotage le jeu de l'expérimentateur avec les interactions élève - milieu. Le lancement de l'activité sera une des tâches prévues du jeu, mais il peut arriver, à peine quelques secondes plus tard, que ces interactions offrent à l'expérimentateur l'opportunité d'une nouvelle tâche. Il s'agit d'explorer un éventuel nouveau méandre du milieu, comme par exemple ici une recherche concernant l'aire des quadrilatères produits, ou du moins une certaine relation d'ordre :

Extrait 6, de EF-2

Les élèves ont reçu comme consigne de produire des quadrilatères avec 2 pièces du puzzle, puis avec 3 pièces. Vont être produits :



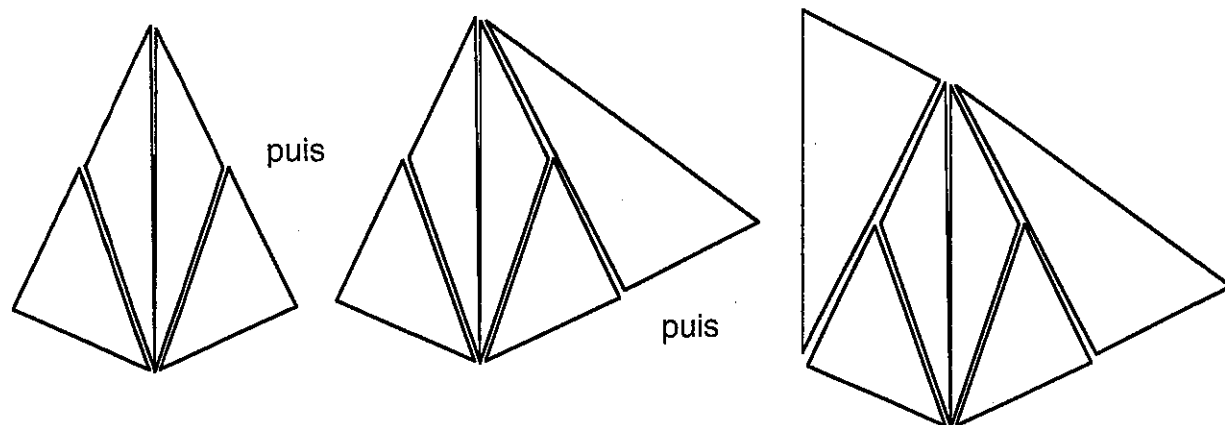
LDN (à propos du 2) : "est-ce un quadrilatère ?" – F1 : "oui" – F2 : "c'est à peu près le même que (1) - FC sort le (1) - "c'est le même (retourne la feuille), regardez, si on le met comme ça, c'est le même". FC : "dessine-le à côté, pour voir". Elle dessine (2) et (1) l'un à côté de l'autre. LDN montrant sur le dessin : "est-ce que ça (2), c'est la même chose que ça (1)?" - "non, celui-là est plus gros que celui-là". LDN, alors que le (4) vient d'être produit : « c'est le même que le 2 ? » Vérification, cette fois par superposition : "non, c'est pas le même".

(1), (2) et (4) sont nommés par F1 et F2 le petit, le grand, le moyen. LDN : "comment tu fais pour expliquer cela si on découpe,..." - "allez-y, découpez".

Des tâches improvisées visent un effet de relance, qui s'appuie sur une interaction élève - milieu. Il peut s'agir de provoquer une contradiction à une production ou une affirmation d'un élève, ou de jouer simplement sur un effet de surprise. L'expérimentateur va observer « ce que ça donne » pour relancer encore, abandonner cette voie, reprendre une tâche du jeu convenu. Dans l'extrait suivant, le jeu Domino a été proposé, et les élèves en jouent une deuxième partie. La pose de la règle, effectuée par FC, s'inscrit comme une nouvelle tâche du jeu de tâches prévu. Elle surprend les élèves, et provoque des interactions de connaissances, formellement identifiables au moins chez l'élève F2, qui sera par la suite incollable sur l'identification d'un polygone quadrilatère. Ses exclamations (oh ! tu peux jouer comme ça - ah, lui joue la règle) sont signes d'interactions cognitives, qui pourraient indiquer que F2 opérait depuis un certain temps déjà une sorte de contrôle virtuel sur les polygones produits, pour les identifier comme quadrilatère ou non.

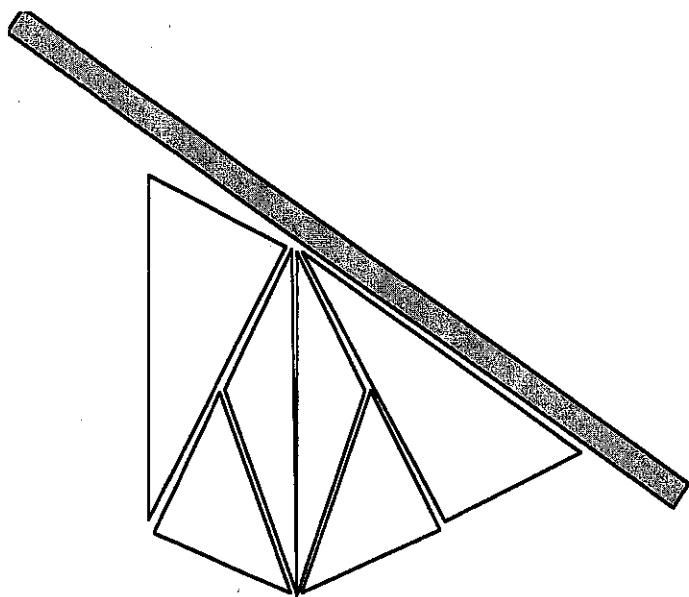
Extrait 7, de EF-3

Une deuxième partie du jeu Domino est en cours. Les coups suivants ont été joués à tour de rôle par F1 et F2, avec à chaque étape de minutieux comptages de « bords » et/ou de



« pointes ».

JM à F1 qui vient de poser la dernière pièce : “est-ce un quadrilatère oui” - “génial !” F2 : “oh, tu peux jouer comme ça ?!” FC pose une règle le long du puzzle, après avoir demandé de vérifier encore si l’on avait un quadrilatère (la règle met en évidence un angle convexe de 170°).



F2 : “ah, lui joue la règle !” FC : “c’est quoi la règle ?” F1 : “ça compte pas”.

Incidences théoriques

Modèles de milieux

La mise en place du jeu de tâches, tel que nous l’avons défini plus haut, correspond parfaitement au modèle de milieu a priori (Mi_A) défini par I. Bloch. « Ce modèle n’est pas de

nature empirique, mais plutôt expérimentale ». Soumis à la contingence, il évolue en permanence, de manière continue et en temps réel, sous l'effet des tâches improvisées, elles-mêmes associées à la lecture qu'en fait l'expérimentateur des interactions élèves-milieu. L'étirement du milieu (Mi_E) n'a pas de modèle a priori, une nouvelle analyse (pour nous marquée par le visionnement de la vidéo) génère un nouveau jeu de tâches, soit un nouveau Mi_A (voir le schéma de I. Bloch). Cet étirement du milieu porte cependant un nouveau regard sur un certain nombre de concepts centraux de la théorie des situations. Un clivage net va se jouer à propos de connaissance et savoir, ou savoir privé et savoir institutionnel.

Expérimentateur et professeur

« Il s'agit donc d'associer au savoir les connaissances correspondantes, sources de décisions à l'intérieur de la situation, et de déterminer quelle(s) situation(s) représente(nt) le savoir visé » (MH. Salin, 2003). Cette association, l'adidactique, est dévolue au professeur, chargé d'instituer, à partir des interactions sujet-milieu, les connaissances qui lui seront utiles pour le savoir à enseigner. Les objets pointés dans son pilotage sont alors sur le versant de l'institution, celui de la situation fondamentale en tant que celle qui déclare le savoir visé comme signifié de l'instrument optimal de résolution de la situation. L'expérimentateur est sur un autre versant, sans pour autant que son rôle de professeur en soit diminué : celui des objets auxquels les interactions élève-milieu donnent corps, signes de connaissances des élèves, et d'étirement du milieu. La distinction faible connaissance - savoir est liée à un savoir culturel, qui devient savoir à enseigner moyennant une situation fondamentale. Il y a mise en exergue, par l'institution, de connaissances comme moyens transmissibles de contrôle d'une situation. La distinction forte est nettement du côté de l'élève : ce sont ses connaissances utiles au sens de F. Conne [1992] qui, dans un milieu étiré, alimentent le jeu de l'expérimentateur.

Modélisation par une théorie des jeux

Dans la théorie des situations, le milieu est qualifié d'antagoniste du sujet, et il peut être modélisé en termes de jeu. Mais le jeu dont il est question est un jeu rationnel, normatif et prédictif, comme par exemple la course à 20, où chaque coup est mesurable en 0 ou 1 dans Mi_A par le joueur à qui ce jeu-ci est dévolu. Cela confère à cette dévolution-là une certaine épaisseur. Porter notre attention en amont nous impose une analyse des multiples interactions effectives : telle interaction de l'élève entraîne une interaction de l'expérimentateur, signe de connaissances de ce dernier dans une modélisation de ses savoirs. Sa relance dénote d'une hypothèse didactique qu'il pose sur le modèle qu'il prête à l'élève. Et ainsi de suite. S'il y a un jeu, c'est celui - pouvons-nous dire non rationnel ? - de l'élève, qui fait l'objet de notre étude. Maintenir ce jeu est alors pour nous synonyme d'étirement du milieu.

Sémiotique du milieu

Comment allons-nous donc porter un regard de chercheur sur le jeu de l'expérimentateur avec les interactions élève - milieu ? Tout est signe ! À plusieurs reprises dans notre article, nous avons dit : « faire parler le milieu », « voir ce que ça donne ». Des interactions cognitives et des interactions de connaissances se manifestent en signes, actes des élèves sur le milieu, perçus par l'expérimentateur. Il interprète ces signes selon un modèle, le sien, et peut produire une hypothèse à propos de ce que pourrait être le modèle de l'élève. Tester cette hypothèse consiste alors en un acte sur le milieu : faire parler le milieu. Et le processus va se poursuivre jusqu'à ce que, par de nouveaux signes, l'expérimentateur puisse décider que son hypothèse est infirmée ou confirmée, afin qu'élève et expérimentateur « parlent de la même chose ». Les

actes s'enchaînent donc en signes triadiques, cet enchaînement étant le caractère propre de la sémiotique de CS Pierce, qui nous paraît être bonne candidate pour répondre à notre attente.

Références bibliographiques

- Berthelot R., La notion de milieu. Actes de la XIIe école d'été de DDM, 2003.
- Bloch I., Différents niveaux de modèles de milieu dans la théorie des situations. Actes de la XIIe école d'été de DDM, 2003.
- Brousseau G., Fondements et méthode de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 7/2, La Pensée Sauvage, 1986
- Brousseau G., Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 9/3, La Pensée Sauvage, 1990.
- Brousseau G., J. Centeno. Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant, *Recherches en didactique des mathématiques*. Vol. 11/2.3, La Pensée Sauvage, 1991.
- Brousseau G., (à paraître). Théorie des situations didactiques. Premières journées de didactique des mathématiques de Montréal, 1997.
- Chastellain M. & Jaquet F., Mathématiques 5e année, méthodologie - commentaires, et livre de l'élève. COROME, 2001.
- Conne F., Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 12/2.3, La Pensée Sauvage, 1992.
- Conne F., Faire des maths, faire faire des maths et regarder ce que ça donne. In *Le cognitif en didactique des mathématiques*, G. Lemoyne et F. Conne eds., Presses de l'université de Montréal, 1999.
- Conne F., Interactions de connaissances et investissements de savoir. Actes de la XIIe école d'été de DDM, 2003.
- Favre J.M., Etude des effets de deux contraintes didactiques sur l'enseignement de la multiplication dans une classe d'enseignement spécialisé. Présente publication, 2004.
- Salin M.H., Repères sur l'évolution du concept de milieu en théorie des situations. Actes de la XIe école d'été de DDM, 2001.
- Tièche Christinat C., De l'usage des mots comme révélateur de la progression des milieux dans les expérimentations puzzle et quadrilatère. Présente publication, 2004.