INTÉRÊTS ET LIMITES POUR LA FORMATION D'UNE SITUATION D'HOMOLOGIE : SITUATION DE COMMUNICATION SUR UN SOLIDE. CONDITIONS POUR UN TRANSFERT DANS LA CLASSE

Annette Braconne-Michoux
Formatrice IUFM Lyon, site de Saint Etienne, Université Lyon 1
Groupe école collège IREM de Lyon
annette.braconne-michoux@iufm.univ-lyon1.fr
Hélène Zucchetta
Formatrice IUFM Lyon, site du Rhône, Université Lyon 1
Groupe école collège IREM de Lyon
helene.zucchetta@iufm.univ-lyon1.fr

Résumé

A partir de la description d'une situation vécue lors de l'atelier (tant du point de vue des « enseignants » que de celui des « élèves »), un questionnement sur la formation est proposé : quels sont les éléments de la situation qui relèvent de l'homologie (qui peuvent être repris sans distorsion aucune lors de leur implémentation en classe) et quels sont ceux qui demandent une transposition (annoncée, décrite par le formateur IUFM) ? Quelles sont les variables didactiques en jeu lors de la transposition d'une situation de formation à une situation de classe ? Quels peuvent être les éléments de synthèse pédagogique, didactique et mathématique que la situation permet d'aborder en formation ? Quels sont les apports théoriques, didactiques ou pédagogiques qui pourraient être faits à la suite de cette situation et sa transposition par les maîtres en classe, dans un contexte de formation initiale ou continue ?
En s'appuyant sur les échanges entre les participants à l'atelier, des éléments de réponses aux questions posées sont apportés.

I - INTRODUCTION ET PRÉSENTATION DE L'ATELIER

Le groupe école collège de l'IREM de Lyon conçoit des formations « clés en main » adaptables à différents publics (formateurs, conseillers pédagogiques, stage REP, liaison école-collège, formation T1-T2, FC 2nd degré collège…). Ces formations sont construites généralement à partir d'une situation problème à faire vivre aux stagiaires pour questionner les modalités de sa mise en œuvre éventuelle dans une classe. Cela nous a conduit à travailler sur la gestion de classe et en particulier le rôle du maître dans la phase de recherche et la phase de mise en commun. Pour ce faire, après avoir vécu une situation en tant qu'apprenant, le stagiaire est amené à s'interroger sur :

- les aides à apporter aux élèves,
- la gestion de l'activité et les interventions du maître,
- l'utilisation des productions des élèves et donc leur rôle en vue d'en débattre et d'en tirer une synthèse…

La question de la validation est aussi un point important à aborder en formation.
Ainsi, dans des modalités similaires, pendant le temps de l'atelier, nous avions l'ambition d'apporter le questionnement suivant : à quelles conditions les démarches impliquées dans la situation proposée sont-elles transférables en classe et en formation ? Quels sont les éléments de la situation qui relèvent de l'homologie (qui peuvent être repris sans distorsion aucune lors de leur implémentation en classe) et quels sont ceux qui demandent une transposition (annoncée, décrite par le formateur IUFM) ? Quelles

sont les variables didactiques en jeu lors de la transposition d'une situation de formation à une situation de classe ? Quels peuvent être les éléments de synthèse pédagogique, didactique et mathématique que la situation permet d'aborder en formation ?
Dans cet atelier, nous nous proposons, dans un premier temps, de faire vivre une situation bien connue : « le solide caché » et de faire réfléchir les participants sur leur vécu. Dans un deuxième temps, nous posons la question aux formateurs des apports théoriques, didactiques ou pédagogiques qui pourraient être faits à la suite de cette situation et sa transposition par les maîtres en classe, dans un contexte de formation initiale ou continue.

Dans cet article nous décrirons dans un premier temps, l'activité et le déroulement de l'atelier et dans un deuxième temps, nous reviendrons sur nos choix, sur les limites de l'homologie et la transposition nécessaire dans le cadre d'une formation.

II - DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ, DE SON DÉROULEMENT ET DU VÉCU DES PARTICIPANTS

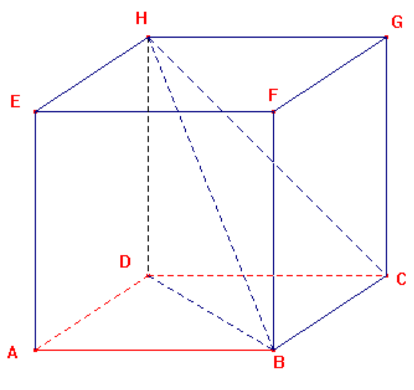
Dans cette partie, nous décrirons en détails nos objectifs pour le premier temps de l'atelier, le déroulement tel que nous l'avions prévu puis ce qui s'est effectivement passé pendant l'atelier.

1 Description de l'activité

L'activité est proposée aux participants à l'atelier dans les conditions où elle est mise en œuvre dans le contexte de la formation ou en classe de cycle 3 : deux des participants deviennent « animateurs » et ont en charge la gestion de la situation à partir d'un canevas, comme s'il s'agissait d'une situation « clé en main », les autres participants deviennent « élève » ou « stagiaire ».

La situation choisie et bien connue du « solide caché » (jeu du « qui est-ce ? ») consiste à faire deviner les caractéristiques d'un solide que les « élèves » ne voient pas et à leur demander d'en faire un patron. Les « élèves » posent des questions auxquelles un « animateur » ne répond que par « oui » ou « non ».

Le solide choisi dans l'atelier est le tétraèdre HBCD où H, B, C et D sont quatre sommets d'un cube : la base BCD est la moitié d'une face du cube et la hauteur correspondante [HD] est l'arête du cube perpendiculaire à la diagonale [BD] de la face du cube (voir dessin ci-dessous). Ce tétraèdre sera nommé « pyramide-sixième de cube[1] ».



[1] On obtient cette pyramide à partir de la « pyramide tiers-cube » (dont la base est une face d'un cube et la hauteur une arête du cube) et on sectionne suivant un plan perpendiculaire à la base suivant sa diagonale. En fait, on obtient deux « pyramides-sixième de cube » symétriques par rapport à ce plan.

2 Mise en œuvre de l'activité (Déroulement et consignes)

Deux participants « enseignants » ou « animateurs » sont désignés pour mener la séance : c'est-à-dire gérer les phases de présentation, les phases de recherche, le temps, les mises en commun qui suivent et la synthèse finale. (Ils disposent d'environ une heure pour mener à bien l'ensemble de l'activité).

Un seul « enseignant » met la situation en œuvre comme elle pourrait l'être dans une classe de cycle 3, avec un autre solide. Est fournie aux « enseignants » une fiche de préparation (voir annexe 1) qu'ils ne sont pas obligés de suivre à la lettre. La consigne suivante, présente dans la fiche de préparation, est donnée oralement par l' « enseignant »:

Consigne : « *Dans cette boîte un solide est caché. Vous allez devoir* ***construire à main levée*** *un patron de ce solide (règle et ciseaux interdits), puis le construire en vraie grandeur. Pour cela vous pourrez poser des questions auxquelles l'enseignant ne répondra que par « oui » ou par « non ».*

Une précision au déroulement est aussi apportée : dès qu'ils pensent que c'est possible parce qu'ils ont suffisamment d'informations, les stagiaires « élèves » par groupes de 2 doivent produire un patron à main levée du solide caché, sur une feuille A3.

Pendant que les meneurs de séance prennent connaissance du solide (à l'extérieur de la salle), les autres participants « élèves » commencent à préparer individuellement des questions.

Nos prévisions de déroulement :

Une première mise en commun autour des productions à main levée vise à valider les patrons : l'« enseignant » a toute liberté dans la gestion du débat autour des productions de patrons. Cette gestion sera analysée dans un deuxième temps de l'article.

Quand « l'enseignant » juge que les informations indispensables ont été données et que le débat autour de la validation des patrons à main levée peut être clos, les affiches sont décrochées et « l'enseignant » demande à chaque groupe, de produire un patron du solide en grandeur réelle, toujours sans modèle du solide réel mais en sachant que le côté [HD] mesure 6 cm. Pour la phase de construction en vraie grandeur, des aides possibles sont suggérées dans la fiche de préparation.

Elles sont de plusieurs types et l'enseignant peut les fournir, ou non, aux « élèves » :

- faces du solide préalablement découpées qu'il peut distribuer en totalité ou en partie, à la demande ou non des stagiaires ;
- patrons à main levée validés au cours de la mise en commun ;
- description des faces avec leurs dimensions (toutes ou partiellement données) ;
- dessin en perspective de la pyramide dans le cube (voir schéma ci-dessus) ;
- indication sur la forme du solide (1/6 du cube : tétraèdre inscrit dans un cube qui a pour sommet un sommet du cube et pour base la moitié d'une face du cube).

La pertinence des aides et de leur utilisation sera analysée dans le deuxième temps.

La validation des productions de patrons en vraie grandeur peut se faire par comparaison du solide construit avec la pyramide contenue dans la boîte.

La conclusion est laissée à l'initiative de l' « animateur ». La validation des productions est suivie d'une éventuelle synthèse.

Nous avions prévu que le second « animateur » observe en s'interdisant toute intervention et qu'il repère :

- La nature des interventions de son collègue ou des « élèves »,
- La nature des aides apportées par l' « enseignant » et les difficultés ou blocages auxquels ces aides sont peut-être des réponses.

Durant l'atelier nous avons préféré laisser plus de liberté au 2ème « animateur » tout en lui précisant qu'il était plutôt observateur.

3 Déroulement effectif et vécu des participants

Pour nous permettre de savoir comment les participants à l'atelier ont vécu les différentes phases de la situation, deux questionnaires différents sont distribués aux participants : un pour les « animateurs » et un pour les « élèves » (voir annexe n°2). Lors d'un débat, nous reprenons les réponses de l' « animateur » puis celles de l'observateur qui donnent leur point de vue sur les différents temps de l'activité (questions ; patron à main levée, débat autour des patrons, construction du patron en vraie grandeur ; validation des patrons), les autres participants complètent. Notre intention, en tant que responsables de l'atelier, est de faire en sorte que le groupe reste centré sur la gestion de cette séance, sur les choix faits par l'animateur (interventions orales en particulier) et leurs incidences sur la tâche et l'activité des « élèves ».

3.1 Le vécu et les réactions des « animateurs »

Le témoignage des animateurs est important et précis. En dépit du fait qu'ils aient eu dans les mains le solide en vraie grandeur, ils ont été surpris par le solide choisi et, l'identification de ses caractéristiques géométriques n'a pas été rapide ni assurée. En particulier, le fait que les quatre faces soient des triangles rectangles dont deux sont aussi des triangles isocèles a été difficile à appréhender. Ils ont eu aussi beaucoup de difficultés à repérer les quatre angles droits et à retrouver le cube dont le solide représente 1/6 du volume. La fiche de préparation qui donnait aussi une vue en perspective de la pyramide dans le cube a permis de lever certains doutes et de voir qu'une seule mesure allait pouvoir être donnée pour construire le patron en vraie grandeur. Bien que les deux volontaires « animateurs » aient déjà proposé ce genre de situation à leurs étudiants en IUFM, une inquiétude est apparue concernant le temps et la difficulté pour les « élèves » à trouver les informations nécessaires et suffisantes. Ils diront avoir été surpris de la rapide convergence dans l'identification des caractéristiques du solide et de la difficulté à noter au tableau l'ensemble des questions sans reformuler pour aller plus vite.

Nous avions prévu que le second « animateur » observe en s'interdisant toute intervention.

En fait, durant l'atelier, l'un a été plutôt « animateur » pendant que l'autre a noté au tableau les questions et la réponse correspondante. Cette répartition des rôles n'était pas prévue dans la fiche de préparation fournie mais cela devait certainement correspondre à des habitudes de la prise en charge de la gestion des informations.

La deuxième question posée[2] par un « élève » : « s'il y a N sommets, y a-t-il (N-1) sommets coplanaires ? » a déstabilisé à la fois les « animateurs » et les autres participants, car bien que correspondant à une pyramide, elle n'était pas attendue sous cette forme (elle ne fait pas partie des questions habituelles). Il s'est révélé parfois délicat de ne répondre que par « oui » ou par « non » à certaines questions ; certaines d'entre elles étant même indécidables. Des questions ont dû être précisées. Par exemple, la question « est-ce que les triangles sont superposables ? » (sous-entendu « tous ») est devenue « est-ce qu'il y a des triangles superposables ? » puis « est-ce que les 4 faces sont superposables ? ». La question « y-a-t-il des triangles rectangles ? » ayant obtenu une réponse positive, a été suivie de la question « Est-ce exactement 3 (puis 2) triangles rectangles ? » qui admet une réponse négative. La précision de la question a donc été ici déterminante. En effet, la même question posée avec « au moins » au lieu de « exactement », aurait donnée lieu à une réponse positive. La nécessité de la précision dans la formulation a surpris les « apprenants » qui ont formulé deux autres questions sur la nature des faces (triangles isocèles et existence d'une face non triangulaire) avant de reprendre la question « Est-ce qu'il y a 4 triangles rectangles ? ».

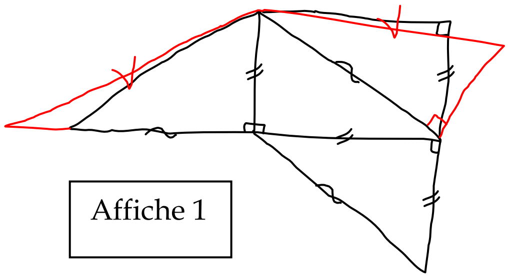
Un autre moment délicat pour les « animateurs » a été celui où ils ont pris la décision d'arrêter la période de questions : les participants avaient-ils un nombre suffisant d'informations pour élaborer un patron de solide ? En effet, chaque participant ayant préparé des questions en fonction de sa procédure d'élaboration du patron, certains n'ont pas pu utiliser avec pertinence certaines des réponses données. Pour autant, il a fallu arrêter le temps des questions, à la fois parce que les informations nécessaires

[2] La liste des questions et des réponses est en annexe 3

étaient déjà données (certaines étant redondantes) mais aussi pour ne pas déborder du temps alloué à l'atelier.

L'observation des « apprenants » en train de dessiner les patrons à main levée s'est révélée importante dans la mesure où, pour chaque groupe, il a fallu décider d'intervenir ou non. Les animateurs ont plutôt eu tendance à ne pas intervenir. Mais dans chaque groupe, des questions se sont posé~~es~~ et les animateurs y ont en général répondu. Des demandes de temps supplémentaire pour continuer à chercher ont permis aux « enseignants » de remarquer des réticences chez les « élèves » à produire une solution incomplète ou invalidée. Peut-être l'une des plus grandes difficultés des participants a consisté à trouver comment assembler les triangles et où placer les angles droits. Bien que la règle et les ciseaux aient été interdits, un binôme a découpé grossièrement des triangles rectangles pour essayer de les assembler dans l'espace. On peut conjecturer que dans un groupe d'étudiants d'IUFM ou de professeurs des écoles ou dans une classe de cycle 3, les réticences seraient moindres parce que les étudiants ou des élèves ne contrôleraient pas aussi rigoureusement leur production. L'homologie dans la formation trouve là une de ses limites : la durée de recherche dépend de cette opiniâtreté des « élèves » du jour. Le déroulement de l'activité et le choix de l'objet ne seraient pas forcément les mêmes que durant l'atelier.

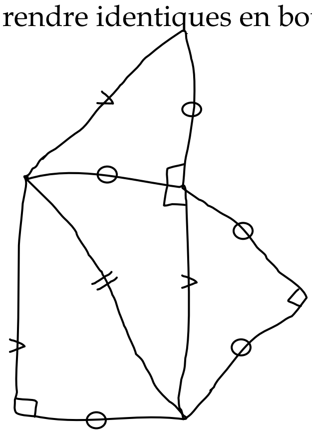
La gestion du débat sur les productions des participants n'a pas été simple non plus : certains patrons[3] justes avaient des aspects tellement différents que tous les participants (« élèves » ou « animateurs ») ont contribué à leur validation. La première affiche a été déclarée d'emblée erronée par ses auteurs.



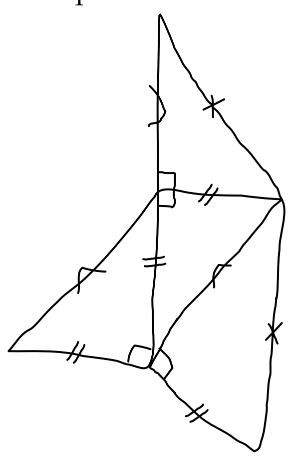
Affiche 1

A la demande de justification de l' « animateur », le binôme a donné deux raisons : ce ne sont pas les bons triangles car les triangles sont tous superposables et quand on relève les angles droits, cela ne se rejoint pas en un sommet. Cela a été aussi repris par le deuxième binôme qui dit « imaginer les cercles dans l'espace pour voir si les sommets des triangles se rejoignent dans l'espace ». Un apport important de l' « enseignant » a porté sur la trajectoire d'un point du patron, candidat à être un sommet de la pyramide dont la projection sur le plan est une droite perpendiculaire au côté opposé. Cet apport ~~a~~ certainement permis de valider ou invalider plus facilement certaines propositions de patrons. L'autre « animateur » a fait part de sa difficulté à valider ou invalider les patrons proposés par les élèves et par conséquent de la nécessité d'une analyse a priori du solide avec une préparation de tous les patrons possibles. À la 3è affiche, s'est posée la question de la comparaison des deux patrons des affiches 2 et 3 et de savoir comment les rendre identiques en bougeant une des faces.

Affiche 2



Affiche 3



[3] Les patrons produits sont en annexe 4 dans l'ordre de leur présentation. Les corrections ont été apportées en rouge.

La comparaison a été rendue difficile par la présence de codages différents sur les deux patrons. Les triangles ont été numérotés au moment de la mise en commun pour faciliter la comparaison. Un essai de retournement de la feuille a aussi été fait pour mettre un triangle isocèle rectangle dans la même position sur les deux patrons, en vue de repérer les autres faces par rapport à ce triangle. En fait, on obtient deux pyramides distinctes mais symétriques selon le sens dans lequel on plie le patron. En utilisant la transparence de la feuille, on peut repérer la pertinence d'un patron, à une symétrie près. A l'opposé les invalidations ont été faciles à gérer : chacun ayant compris où était l'erreur dans le dessin du patron. Le nombre limité de participants (et leur personnalité) n'a pas permis de mettre en évidence les difficultés de distribution de la parole au sein d'une classe.

Avant la réalisation du patron en vraie grandeur, les « animateurs » ont décroché les affiches du tableau. Un groupe a demandé à récupérer son affiche pour reprendre son patron en tenant compte des corrections apportées lors du débat. Dans la plupart des autres groupes, les « étudiants » avaient gardé des traces des ébauches de leurs dessins et ont pu aborder la construction sans difficulté. A part l'affiche avec le patron à main levée (pour ne pas refaire de mémoire la même chose), aucune des aides prévues n'a été sollicitée ni proposée. Cette phase s'est déroulée très rapidement et a plutôt été l'occasion de voir enfin le solide, les difficultés de construction du patron ayant été surmontées.

3.2 Le vécu et les réactions des « élèves »

La dévolution du problème a été très rapide ; les « élèves » se sont organisés pour préparer des questions de façon à identifier rapidement le solide à partir d'une seule information : il s'agit d'un polyèdre. Les questions ont évidemment porté sur le nombre et la nature des faces. Les précisions relatives au nombre exact de faces triangulaires, superposables ou à leur nombre minimum étaient révélatrices du fait que les connaissances mathématiques des participants sont bien supérieures à celles de la plupart des étudiants de M1 ou M2 ou des enseignants en formation continue, ou encore des élèves de l'école primaire. Les réponses aux questions ont été notées au tableau, ce qui a été déclaré avoir été très utile par les participants (malgré une certaine redondance pour trouver le nombre de chaque face). Les « élèves » ont eu des difficultés à formuler leurs questions pour obtenir une réponse exploitable et ont pris conscience de la précision à laquelle ils étaient contraints. Ce point peut être mis en avant dans une formation d'étudiants souvent peu conscients des difficultés de formulation par les élèves.

Chaque participant a pris note des réponses aux questions et des commentaires faits par les animateurs, en particulier, à propos des questions sans réponses ou pour lesquelles les animateurs n'avaient pas de réponse immédiate. Certains « élèves » se sont sentis frustrés quand l'ordre leur a été donné de dessiner le patron à main levée ; ils auraient aimé poser d'autres questions pour conforter l'idée qu'ils se faisaient du solide en question. Une synthèse s'est faite un peu en aparté entre un « élève » et un des « animateurs » sous la forme de conclusion : « c'est un solide dont les quatre faces sont des triangles rectangles et deux d'entre eux sont aussi isocèles ». L'animateur a fait le choix d'acquiescer sans reprendre pour l'ensemble du groupe, ni l'écrire au tableau et cela n'a pas été diffusé dans le groupe. Le dessin du patron s'est effectué en binôme et en collaboration étroite entre les deux membres. La préoccupation a été de faire un dessin qui soit compatible avec toutes les informations données : 4 triangles rectangles dont deux sont isocèles. Les discussions dans les groupes ont porté sur l'organisation des faces les unes par rapport aux autres avec des productions identifiées d'emblée comme fausses par leurs producteurs. Pour la plupart des « élèves », il a été difficile de sortir de la première représentation qu'ils s'étaient faite, en particulier changer la position des angles droits ou trouver comment placer les deux triangles isocèles et rectangles. Quelques-uns ont élaboré une représentation en perspective du solide et cette représentation a facilité le passage au patron.

Chaque binôme ayant produit au moins un patron, la confrontation d'affiches a été un moment important pour tous les participants. Pour ceux qui savaient que leur production était fausse, la discussion avec l'ensemble des participants a permis d'identifier et de corriger les erreurs. Pour ceux qui avaient des productions exactes, il a été intéressant de repérer en quoi ces productions d'aspects très différents étaient toutes des patrons du même solide. Les critères mathématiques nécessaires à la validation de ces productions exactes témoignent du fait que leurs analyses ne sauraient être transférées telles quelles dans une classe de cycle 3. Des gestes de «levage de sommet» ont accompagné cette discussion, en particulier pour montrer que deux points du soi-disant patron ne pouvaient correspondre à un sommet du solide. La justification s'appuyait sur la rotation dans l'espace autour de l'axe porté par le côté commun des deux triangles et sur le déplacement de chaque point dans un plan perpendiculaire à cet axe. Ces mots introduits par l'animateur, en particulier le plan perpendiculaire, ont permis de modéliser les gestes correspondants à ce passage du plan à l'espace. Certains « élèves » ont trouvé que le débat avait été un peu long. La difficulté due aux différents codages utilisés sur les dessins ou à des longueurs non respectées a été soulignée souvent comme ne facilitant pas la comparaison des patrons ; chaque participant se retrouvant en position de juger d'un patron comme un nouvel objet à valider ou invalider.

Le dessin du patron en vraie grandeur (à partir d'une arête de cube de 6 cm) n'a pas posé de problème particulier. En effet chaque groupe avait gardé son brouillon de dessin à main levée et noté les corrections à y apporter le cas échéant. Seul un groupe a demandé à récupérer son affiche corrigée pour faire le dessin du patron en vraie grandeur. La mise en commun des patrons ayant été très approfondie, les participants ont déclaré que le dessin du patron en vraie grandeur les a confortés dans leurs conceptions et leur a permis de voir à quoi ressemblait ce solide qui leur avait posé tant de problèmes à imaginer. Les validations des dessins se sont faites par pliage et construction du solide. Comme chaque participant avait construit sa pyramide, nous avons expliqué comment à partir de la « pyramide-tiers-cube » nous avions choisi de construire cette « pyramide-sixième-du-cube ». Nous avons fait remarquer qu'il faut trois pyramides identiques et trois autres symétriques obtenues en pliant le patron dans l'autre sens (ce qui revient à faire un patron symétrique du premier).[4]

En situation de classe ou en situation de formation avec un public moins particulier que celui de formateurs, la réalisation du patron est souvent difficile même après la mise en commun et ceci permet d'interroger le rôle de cette mise en commun. Souvent une aide mais pas forcément pour tous et non nécessairement la même, permet aussi d'interroger les conditions de la réussite mais aussi de justifier la nécessité d'apport d'autres aides différenciées. Ici la situation d'homologie n'a pas rendu le réel de la situation transposée en classe ou en formation. Dans la problématique de notre article, cela nous parait être important à souligner car nous nous sommes trouvés dans une situation plutôt d'homologie contrairement à d'autres situations de formation avec des professeurs de mathématiques où il est vrai que pour la mise en commun le temps accordé avait été moindre et le but assigné différent.

3.3 Discussion autour des réponses aux questionnaires

La mise en commun des patrons à main levée a été jugée très importante par tous les participants ; pour autant, tous ont convenu de la grande difficulté à valider ces patrons. Cette validation aboutie, la réalisation en vraie grandeur du patron n'avait plus autant d'enjeu mais seulement un rôle de vérification du patron et de visualisation du solide.

D'autres commentaires ont été faits :

- l'identification du solide en termes de description ne garantit pas que l'on sache répondre avec assurance à toutes les questions,
- il est délicat de décider du moment où les informations sont suffisantes pour que les élèves se lancent dans un premier dessin,
- la validation des patrons à main levée a été rendue aussi difficile car les codages choisis n'étaient pas les mêmes et cela a compliqué la comparaison.

[4] Nous avons essayé de savoir s'il y a une définition d'un patron qui indiquerait dans quel sens plier mais pour l'instant nous n'avons pas trouvé de réponse à cette question (à part les codages en origami de plis-montagne et plis-vallée mais non utilisés usuellement dans les patrons).

Selon le solide choisi, il n'est pas rare que la gestion des productions des élèves pose un problème du point de vue mathématique et que l'enseignant ait des difficultés dans les validations de certaines. La gestion des productions d'élève peut aussi poser problème d'un point de vue pédagogique quand il s'agit de distribuer la parole dans la classe et d'organiser les débats sur les productions. Un piège serait de distribuer la parole pour aller systématiquement d'une production fausse ou inaboutie vers la production la plus proche d'une production experte. Quand il reste des propositions fausses ou inabouties à étudier alors qu'une solution experte a été validée, l'enseignant peut demander à la classe ou aux auteurs des productions concernées, de préciser en quoi ces productions sont fausses ou inabouties et comment on pourrait les corriger.

3.4 Aides à la représentation

Nous avions prévu des aides qui n'ont pas du tout (ou presque) été demandées. Cette question nous intéressait particulièrement lors de la conception de l'atelier, par conséquent nous avons relancé les participants sur ce qui les avait aidés. Une intervention de l' « animateur », au moment de la fabrication du patron à main levée a été décisive pour un groupe : « c'est vous qui avez mis les angles droits, là ? ». En effet, plusieurs binômes peinaient à placer les quatre angles droits et à sortir d'une représentation en trièdre (s'appuyant sur trois arêtes d'un cube de même sommet). Avec des étudiants de niveau M1 et M2, prévoir des aides pourrait s'avérer essentiel, en particulier dans un contexte de différenciation. Le rôle des aides est aussi un élément de distinction entre transposition et homologie.

III - ANALYSE DES PRINCIPALES VARIABLES ET EXPLICITATION DE NOS CHOIX

Peix et Tisseron (2005) relatant une recherche par une formation sur le problème ouvert, mettent en garde :

> *Si la description des dispositifs et de leurs modalités de gestion fournit des techniques enrichissant l'outillage pédagogique de l'enseignant, le problème de la formation est de permettre l'intégration d'attitudes et de compétences nouvelles qu'implique une complexification des rôles à tenir par les enseignants au sein de ces nouvelles tâches.*
>
> *Cette évolution ne va pas de soi : beaucoup d'enseignants de mathématiques ont encore du mal à intégrer des problèmes de recherche dans leur pratique usuelle d'enseignement […]*
>
> *[…] l'expérimentation de problèmes ouverts est l'occasion de poser des questions génératrices de la pratique professionnelle (Chevallard) à travers son utilisation comme lieu de travail (observation, mise en œuvre et/ou construction) de gestes et savoirs professionnels génériques et occasion de retour réflexif sur la pratique.*

Ils dressent ensuite :

> *une liste de gestes et/ou connaissances professionnels travaillés dans la situation problème ouvert et décontextualisables :*
>
> *Sur la notion de situation*
>
> > • *importance fondamentale de l'analyse a priori pour structurer avant, piloter pendant, analyser après ;*
> >
> > • *passer de l'observation de l'élève à l'observation des effets d'un dispositif spécifié sur les comportements et connaissances ;*
> >
> > • *notion de situation comme organisation théorique structurée, cohérente et finalisée ;*
> >
> > • *mise en cohérence entre objectifs, types de tâches, dispositif, rôles et attitudes du maître, effets produits ;*
> >
> > • *rôle du milieu, dévolution, implication et travail autonome.*
>
> *Sur le rapport au savoir*

- *travail sur des variables du rapport au savoir de l'élève, sur ses capacités suivant la situation ;*
- *travail sur les rapports aux mathématiques et à l'erreur (de l'élève et aussi du professeur).*

Sur les modalités d'intervention et les dimensions en jeu

- *aides versus médiation, respect de positions ;*
- *rôle du débat, argumentation, rapport à l'erreur versus attitudes et valeurs sociales.*

Sur des aspects techniques des modalités de conclusion

- *modalités de la validation ;*
- *gestion de phases de conclusion.*

La reconnaissance du caractère générique des gestes professionnels que le problème ouvert permet d'expérimenter doit aussi passer par une situation de formation appropriée. Il s'agit de permettre la construction de schèmes dont la signification est donnée par les transformations qu'ils permettent sur les formes d'activités et d'interactions enseignant-élève.

Bien que notre situation ne soit pas un problème de recherche, ni un problème ouvert, mais plutôt une situation complexe, nous nous sommes aidées de l'analyse de ce type de situations pour effectuer nos choix.

Ainsi, nous allons examiner les différentes variables didactiques et pédagogiques que sont la forme du solide, l'organisation de l'activité et sa synthèse, et le rôle des aides qui sont des éléments qui nous semblent a priori importants de reprendre dans une formation.

1 Choix du solide

Suivant les publics en formation, le solide choisi peut être différent : avec un public de Professeurs des Écoles ou de Conseillers Pédagogiques nous choisissons en général une « pyramide-tiers-cube » (pyramide ayant comme base une face d'un cube et le sommet étant un autre sommet du cube). Avec des enseignants de mathématiques notre choix se porte plutôt sur la « pyramide-sixième du cube » moins connue. Dans les deux cas l'assemblage des quatre triangles rectangles pour en faire un patron de la pyramide n'est pas évident si on ne connaît pas les dimensions ou si on ne se représente pas le solide dans le cube. Pour autant le solide à proposer ne doit pas être trop familier des stagiaires sinon le travail de recherche sur le nombre et la nature des faces, le nombre d'arêtes, de sommets, etc. ne serait pas un véritable défi.

Notre choix de solide pour la situation n'est généralement pas le même que celui qui sera fait par l'enseignant dans sa classe et ce point doit être discuté en particulier dans le cas de la « pyramide-tiers-cube » que des enseignants pourraient utiliser avec des élèves de cycle 3.

2 Choix de l'organisation de l'activité

Nous avons choisi de solliciter deux « animateurs » parmi les participants à l'atelier et de leur donner une fiche de préparation indiquant les différentes phases de la situation et les aides possibles. Cela nous a permis de voir l'importance et le temps donnés par les « animateurs » à la réalisation et à la confrontation des patrons à main levée. Au cours de l'atelier, le temps de familiarisation avec le solide et la fiche de préparation pour les deux « animateurs » a été le même que celui pendant lequel les « élèves » ont préparé leurs questions. Celles-ci étaient donc déjà assez abouties et leurs auteurs avaient souvent des attentes assez grandes liées à la description du solide caché. La même activité pourrait être menée de façon individuelle où l'enseignant répond aux questions de l'élève jusqu'à ce que ce dernier juge qu'il a suffisamment d'informations pour envisager le dessin du patron à main levée. Dans ce cas une gestion de classe par binôme permettrait de limiter le nombre de questions.

Le patron est d'abord demandé à main levée pour retarder la validation par découpage et pliage et donner un enjeu à la mise en commun. Celle-ci a pour but de remettre à jour les critères de réussite d'un patron pour permettre aux « élèves » d'améliorer leurs représentations du solide et, par conséquent, constitue aussi une aide à la représentation de l'image mentale du solide (la construction du patron à main levée est une tâche surajoutée au problème de base qui serait de construire le même solide que celui qui est dans la boîte). Le dessin à main levée permet aussi de contrôler le rôle de chaque information donnée au tableau. Nous avons vu dans certains groupes, des participants en difficulté avec la gestion de toutes les informations. On peut penser que celles-ci étaient en contradiction avec le solide auquel ils pensaient a priori et qu'ils se sont retrouvés en conflit avec ce qu'ils savaient et ce qu'ils avaient imaginé.

Les modalités de mise en œuvre sont aussi des éléments qui ont une influence sur les réponses proposées par les élèves : la production du patron à main levée par groupe de deux plutôt qu'en individuel a été source de discussions qui ont enrichi le débat qui a suivi sur la validation des différents patrons. Les affiches A3 sur lesquelles les « apprenants » avaient dessiné les patrons à main levée ont été étudiées, commentées et corrigées dans un ordre aléatoire. Ceci a permis entre autres de constater que deux patrons d'aspects très différents étaient exacts : le solide associé à chacun de ces patrons apparaissant dans des conditions différentes pour chacun des participants. Les six « pyramides-sixième-de-cube » ne sont pas toutes identiques, elles sont symétriques deux à deux et cela se retrouve dans le patron car il a fallu un retournement de la feuille pour mieux reconnaître deux patrons presque superposables.

Une construction directe du patron aux instruments inciterait les « élèves » à le valider directement par pliage et retirerait l'enjeu des échanges. Il est important de noter que tous les participants avaient gardé une trace écrite de leur dessin et l'ont annotée au fur et à mesure du débat.

3 Rôle des aides

La seule aide qui ait été demandée par l'un des participants a été de reprendre son affiche dans la mesure où les erreurs qu'elle contenait avaient été annotées et donc corrigées.

Nous avions imaginé diverses formes d'aides à la construction du patron en vraie grandeur :

- une description ou une représentation en perspective,
- des aides à la construction du patron : deux ou quatre faces à assembler,
- une description d'un patron.

Elles se sont révélées quasi inutiles dans le cadre de cet atelier. L'expérience montre que dans le contexte d'une autre formation, il en va tout autrement, en particulier si on réduit le temps de la mise en commun et le nombre d'affiches examinées, mais aussi si on interdit tout brouillon au moment de la production du patron à main levée. Nous n'avons donc pas pu aborder le problème de l'adéquation de l'aide à apporter à un étudiant ou un stagiaire en fonction de ses besoins. Mais, cela peut indiquer des directions de travail pour les étudiants Professeur des Ecoles : tant qu'on n'a pas fait la séance une fois, il est difficile de savoir quelles aides pourraient être utiles.

Un type d'aide qui a été plus efficace que nous le pensions : un commentaire fait à un groupe au cours de sa recherche à main levée a été entendu et pris en compte par d'autres groupes. Le commentaire portait sur l'organisation des triangles rectangles les uns par rapport aux autres : « êtes-vous certains que les angles droits sont là ? » le doute s'est installé et les « élèves » ont imaginé que les triangles rectangles n'étaient peut-être pas disposés de manière à former un trièdre droit.

4 Choix des objectifs et de la synthèse

Notre choix de ne pas donner d'objectifs à l'activité dans la fiche de préparation laissait une liberté aux « animateurs » concernant la synthèse possible de l'activité. Nous pensions que celle-ci pouvait porter sur des points plutôt notionnels comme :

- les critères de réussite d'un patron (nécessité d'égalité des longueurs des arêtes qui se correspondent par pliage, bon positionnement des faces, pas de chevauchement…). Il s'agit d'un retour sur ces critères.
- les difficultés rencontrées ;

sur des points plutôt méthodologiques comme :

- les raisons de demandes d'aide ;
- l'éventuelle insuffisance de prise de notes ou d'implication dans la mise en commun ;

sur des points plutôt métacognitifs comme :

- les éléments aidant à la résolution dans le déroulement de la situation (replacer la mise en commun comme première aide dont l'efficacité est conditionnée par la participation effective des apprenants),
- les éléments de stratégies de résolution de problème retenus.

La synthèse des « animateurs » est apparue dans la phase de mise en commun pour valider ou non un patron : elle portait plutôt sur des points notionnels.

Une activité comme celle-ci peut être exploitée avec des objectifs de formation très variables et ce sont ces objectifs qui déterminent la synthèse que l'on peut faire.

IV - IMPLICATION PROFESSIONNELLE : HOMOLOGIE OU TRANSPOSITION ?

Cette partie vise à se poser la question du point de vue de la formation : homologie ou transposition ?

A partir du vécu de chaque participant, on se propose maintenant de repérer les objets de formation dont cette activité peut être une illustration ou un exemple. La question qui se pose au formateur IUFM est de savoir jusqu'à quel point ses interventions relèvent soit de l'homologie (le formé devenu enseignant pourra reproduire la situation sans qu'aucune distorsion d'aucune sorte n'apparaisse), soit de la transposition.

Pour se projeter dans la réalisation de cette situation dans des formations diverses, un nouveau questionnement est lancé dans le deuxième temps de l'atelier :

Selon les publics auxquels la situation est proposée quels sont les objets de formation (pédagogique, didactique et mathématique) que l'on peut traiter ? Quels objectifs peuvent être visés, pour quelle évolution des pratiques des enseignants et quels éléments issus de la didactique peut-on introduire ?

À quelles conditions les démarches impliquées dans la situation proposée sont-elles transférables en classe et en formation ? Quelles sont les variables didactiques en jeu lors de la transposition d'une situation de formation à une situation de classe ?

Ce deuxième temps a été un peu court pour permettre l'organisation par groupes de discussion telle que nous l'avions prévu et par conséquent le questionnement est loin d'être abouti tant du point de vue théorique que pratique.

A priori, nous pensions que différents points associés à cette activité pourraient aider à distinguer l'homologie de la transposition, en s'appuyant sur les échanges. En particulier des apports ou discussions à la suite de l'activité pourraient porter sur :

- la mise en œuvre de la situation et en particulier la mise en commun, la gestion de classe,
- les variables didactiques,
- la différenciation, les aides,
- les différents types de problèmes de géométrie : représenter, décrire, construire …

Pour avoir des éléments de réponses, il est sans doute pertinent de rappeler les distinctions à faire entre les situations d'homologie et les situations de transpositions, telles que Houdement et Kuzniak ont pu les proposer.

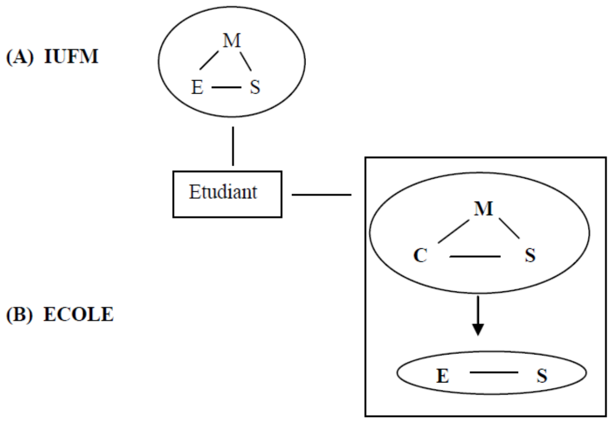
1 Définitions

Houdement-Kuzniak (1996) ont dégagé quatre stratégies de formation des enseignants :

- les *stratégies culturelles* qui privilégient l'accroissement des connaissances des étudiants dans un domaine précis sans préjuger de la mise en œuvre opérée dans les classes [par les mêmes étudiants devenus enseignants]
- les *stratégies basées sur la monstration* qui privilégient la transmission d'un modèle par l'observation de sa mise en œuvre dans les classes
- les *stratégies basées sur l'homologie* [qui sont aussi des stratégies basées] sur l'imitation mais une imitation complexe et transposée par l'étudiant. […] Les formateurs enseignent conformément à leur conception de ce que doit être l'enseignement à l'école élémentaire.
- les *stratégies basées sur la transposition* se différencient des précédentes par l'insistance qu'elles accordent à la transmission d'un savoir de référence. Elles prennent en compte la professionnalisation des étudiants à la différence des [stratégies culturelles] uniquement fixées sur les connaissances mathématiques.

Dans l'atelier nous nous sommes essentiellement centrés sur les temps d'homologie et de transposition. Quels temps dans le déroulement de l'activité relèvent de l'homologie ? Quels temps demandent à l'enseignant une part de transposition ? Comment le formateur IUFM peut-il anticiper ou annoncer la transposition que l'enseignant devra opérer devant ses élèves ?

Kuzniak (Chantilly 1994) avait déjà évoqué ce problème du double milieu : d'une part un milieu A, l'IUFM, où se situe la formation des enseignants et d'autre par un milieu B, l'école, où l'étudiant devient enseignant.

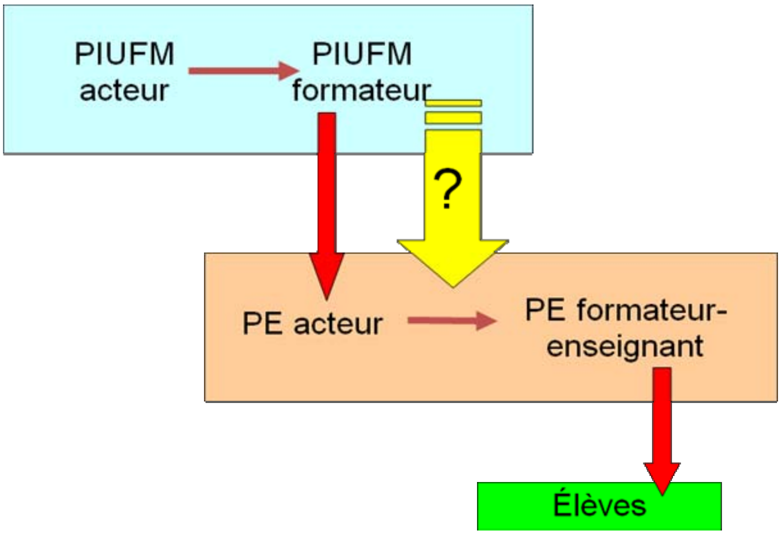


D'un système didactique à l'autre, la même personne change de rôle (l'étudiant E du milieu A devient maître du milieu B). Quels sont alors les éléments de la situation vécue en formation (en tant qu'étudiant) qu'elle peut reproduire à l'identique et sans distorsion en tant qu'enseignant ? Quels sont ceux pour lesquels il doit y avoir une part de transposition ? Qui prend en charge cette transposition ?

Le schéma ci-dessous reprend la situation vécue au cours de l'atelier où les PIUFM (professeurs d'IUFM) participants se sont dans un premier temps approprié la situation. De participants (acteurs de la situation) ils allaient devenir formateurs en proposant cette situation du solide caché à leurs étudiants.

Mais pouvaient-ils proposer la même situation ? Dans les mêmes conditions ? Leurs étudiants acteurs de la situation, vont devenir enseignants à leur tour. Comment vont-ils pouvoir proposer une telle situation à leurs élèves de cycle 3 ? Quelles précautions le PIUFM doit-il prendre en proposant une telle activité à ses étudiants ? Nous rajoutons un niveau supplémentaire au schéma précédent qui pourrait être « formateur de formateurs », en plus de « formateur d'étudiants ou stagiaires enseignants » et « enseignant à des élèves ».

Nous avons essayé de schématiser en mettant l'accent sur les interventions où le formateur doit porter son attention pour permettre au mieux au formé de changer de rôle.



2 L'homologie

La question de l'homologie dans les différents contextes de formation se pose sans doute à nouveau aujourd'hui dans la mesure où l'accès au métier d'enseignant a drastiquement changé sur certains lieux de formation. Et, pour reprendre les mots de Kuzniak (1994), il n'est pas rare de voir le formateur IUFM

> … choisir de transmettre sa forme préférée d'enseignement en la mettant lui-même en œuvre dans son enseignement à ses étudiants. Nous avons introduit le terme d'homologie pour désigner les stratégies où le professeur utilise (ou tente d'utiliser) un mode de transmission identique à celui qu'il souhaite voir utiliser par ses étudiants lorsque ceux-ci enseignent dans des classes élémentaires.

Dans les conclusions du colloque de Bombannes (1979), à propos de l'enseignement de la géométrie, en 1994, Kuzniak retenait :

> On pourra simuler un apprentissage aves les F.P. (étudiants) et le reprendre avec les élèves de l'école primaire. Il importe que la situation se transfère facilement.

Kuzniak poursuit en ces termes :

> Ainsi les stratégies d'homologie se trouvent être bien définies par deux types de ressemblance :
>
> - *La ressemblance des démarches pédagogiques qui doit permettre d'assurer la cohérence entre le discours et les actes du formateur,*
>
> - *La ressemblance des situations proposées aux enfants et aux étudiants.*
>
> […]

> En fait le choix des situations dépendra de l'appréciation par le formateur [IUFM] des difficultés liées à la notion abordée. On peut ici formuler deux hypothèses (…)
>
> - *H1 : une situation simple permet une prise de conscience nette de la démarche pédagogique suivie, mais en contrepartie elle risque d'infantiliser l'étudiant et/ou de provoquer son rejet.*
> - *H2 : une situation plus complexe transmet un savoir mathématique non trivial aux étudiants, mais la nouveauté de ce savoir peut occulter la démarche suivie.*
>
> Les stratégies basées sur l'homologie supposent implicitement que le transfert opéré par l'étudiant n'est pas problématique. (p. 17)

Prenant en compte le fait que le niveau de connaissances et de compétences en mathématiques des étudiants en formation professeurs des écoles est généralement plutôt fragile, les stratégies de formation basées sur l'homologie « *tentent de montrer que chaque étudiant peut avec des moyens limités mener une activité mathématique, le primat étant donné à l'approche pédagogique.* » Ainsi l'étudiant a un ressenti qu'il peut apparenter à celui de ses futurs élèves et appréhender la complexité de la situation qu'il pourrait mettre en œuvre. Mais ces stratégies semblent atteindre rapidement leurs limites si l'on ne prend pas en compte la part de transposition inhérente au phénomène selon que la même situation est vécue dans un contexte de formation ou dans un contexte de classe élémentaire. Dans le contexte des stratégies d'homologie, cette part de transposition semble aller d'elle-même voire n'est pas évoquée. Ceci est source de simplifications que Kuzniak appelle la « dénaturation simplificatrice ». En effet, Kuzniak a remarqué que :

> Les étudiants opèrent une simplification qui leur permet de préparer des séances que leur savoir mathématique suffira à dominer.
>
> Il y a dénaturation à partir du moment où la simplification transforme la nature du savoir mis en jeu ou modifie radicalement les démarches pédagogiques initiales. (p. 17)

La question se pose donc aujourd'hui comme hier de savoir pour quelles situations, jusqu'à quel point et dans quelles conditions les stratégies de formation de type homologie sont pertinentes. Nous avons pu constater au cours de l'atelier que les participants étaient d'autant plus productifs que la situation ne mettait pas en jeu d'apprentissage mathématique et que tous maîtrisaient les mathématiques nécessaires à la résolution du problème. On peut donc penser que, du point de vue des connaissances mathématiques, les PIUFM participant à l'atelier ont vécu cette situation comme relevant de l'homologie. Dans la mesure où les « animateurs » ont reconnu que certaines décisions avaient été difficiles à prendre : quand arrêter le temps de questions ? Comment décider qu'un patron est juste ou non ? etc., on peut penser qu'avant de la proposer à leurs étudiants, ils devront y réfléchir à nouveau, se l'approprier et éventuellement l'adapter. On a bien vu qu'une telle situation est riche d'éléments de formation et qu'il est indispensable que le formateur précise quels sont les objets de formation qu'il vise pour que le réinvestissement de la situation ne subisse qu'un minimum de dénaturation.

Kuzniak (1994) avait déjà des soucis qui redeviennent d'actualité dans le nouveau contexte de la formation initiale des enseignants :

> Ensuite, elles sont sensibles à toute réduction de la durée de la formation car la mise en action des étudiants suppose un temps de formation non négligeable. Et enfin, le développement de la recherche pédagogique et didactique fournit le cadre théorique nécessaire à d'autres conceptions de la formation des enseignants plus axées sur la transposition. (p. 18)

Quelle transposition reste à la charge du formateur IUFM ?

3 Les transpositions

A propos des stratégies de transposition, Houdement-Kuzniak (1996) insistent sur le fait qu'il est

> … important de préciser les savoirs retenus et les modes de transposition mis au point. De plus les stratégies de transposition, très dépendantes de savoirs non figés, sont des stratégies en évolution et d'une certaine façon, des stratégies transitoires susceptibles de se transformer si le processus de transposition s'achève.

D'une part Houdement-Kuzniak distinguent

> … deux niveaux de transposition.
>
> Le premier concerne le passage du savoir savant de référence au savoir enseigné par les formateurs. Il s'agit ici du processus standard de transposition didactique.
>
> Le second niveau concerne le passage de ce savoir enseigné au savoir appliqué par les étudiants. Il prend en compte le phénomène de transfert et d'adaptation opéré par les étudiants.
>
> Les stratégies les plus complexes envisagent les deux niveaux de transposition. » (p. 18)

Houdement-Kuzniak distinguent aussi

> … deux catégories de stratégies établies sur deux corpus de savoirs, non spécifiquement mathématiques et différents : un corpus « pédagogique » et un corpus « didactique »

L'ouvrage de référence de corpus pédagogique est la collection ERMEL, tous les savoirs présentés peuvent être mis en œuvre dans les classes de l'école élémentaire. A l'opposé,

> Le corpus didactique théorise davantage les phénomènes d'enseignement et n'a pas pour préoccupation première une application dans les classes. L'effort de transposition effectué par les formateurs est donc plus important. Ce corpus didactique donne lieu à deux grands types de transmission qui reposent sur la dialectique outil/objet.
>
> La didactique, *objet* d'enseignement ou la didactique, *outil* pour le futur enseignant

Dans le premier cas, on peut trouver le cours magistral sur la didactique ou des stratégies basées sur l'homologie, enrichies par la didactique. Une illustration étant la séquence à propos de la boîte du « pâtissier » telle que décrite par Houdement, Peltier (1991) et dans laquelle, les formateurs terminent par une institutionnalisation didactique.

Dans le second cas, le formateur peut proposer aux étudiants d'analyser des séances ou les aider à construire des séquences dans le « *projet ambitieux qui vise à fonder une pratique du métier d'enseignant de type didactique* ».

D'après Houdement-Kuzniak,

> dans les stratégies de transposition, le formateur retrouve une plus grande liberté pédagogique puisque l'enjeu essentiel est la transmission d'un savoir professionnel de référence.(p. 309)

Mais cet avantage est contrebalancé par deux difficultés non négligeables :

> Dans l'approche pédagogique …, il nous est apparu que le formateur devait avoir une expérience professionnelle de la formation des maîtres qui lui donne le savoir empirique nécessaire pour gérer les situations de discussion avec les étudiants, fréquentes dans ce modèle. L'approche didactique, si elle peut éventuellement dispenser le formateur de ce savoir empirique, nécessite en revanche un investissement en tant que chercheur dans le domaine de la didactique des mathématiques (p. 309)

Au cours de l'atelier, nous n'avons pas été confrontées au premier niveau de transposition : les participants étant eux-mêmes experts en mathématiques. En revanche la question a bien été soulevée de savoir ce que, de cette situation d'enseignement, les PIUFM allaient retenir ou mettre en avant, transposer avant de la proposer à leurs étudiants. Ceci est sans doute d'autant plus nécessaire que les étudiants PE (M1 et M2) sont rarement face aux élèves (peu de stages) avant d'être nommés stagiaires et n'ont pas la possibilité de prendre de distance ou de recul par rapport à ce qui leur a été proposé en formation.

4 Cette activité au regard de l'homologie et de la transposition :

Au cours de l'atelier et de la brève discussion qui s'en est suivie, nous avons retrouvé tous les arguments développés par Houdement-Kuzniak.

Où y a-t-il homologie ? Qu'est-ce que les étudiants peuvent reprendre à l'identique ?

Où y a-t-il transposition ? Que doivent-ils changer, modifier, supprimer, ajouter ? Peuvent-ils prendre en charge ces modifications ? Doit-on, en tant que PIUFM, les guider, suggérer certaines modifications ou adaptations ? Dans quelles conditions ? etc.

Du côté de l'homologie, nous pourrions dire que, dans sa forme, la situation proposée avec sa règle du jeu du « solide caché » et les 5 étapes de son déroulement sont directement utilisables en classe (plutôt en CM2) par l'étudiant devenu professeur des écoles :

- un groupe de deux élèves repèrent les caractéristiques du solide pendant que le reste de la classe par groupes de deux, cherche à retrouver le solide ;
- les élèves posent leurs questions jusqu'à être capables de dessiner un patron ;
- les élèves dessinent à main levée une proposition du patron du solide ;
- les élèves débattent des propositions ;
- les élèves construisent le patron et vérifient par pliage.

Du côté de la transposition on trouve les mêmes rubriques avec un contenu mathématique, pédagogique ou didactique :

- le choix du solide adapté aux connaissances des élèves de cycle 3, suffisamment complexe pour que la description des faces soit un facteur de discrimination entre les solides connus ;
- la gestion des questions posées par les élèves et les réponses données par les élèves qui connaissent le solide : faut-il les écrire au tableau ? Laisser chaque groupe d'élèves noter ses propres réponses ? Qui décide que le temps des questions est terminé ?
- la gestion du débat sur la pertinence des patrons. Les élèves de cycle 3 ont-ils les connaissances suffisantes pour apprécier deux patrons d'aspects différents d'un même solide ? Est-ce qu'un patron peut rester indécidable ?
- la construction du solide. Quelles aides apporter aux élèves en difficulté ?

Dans les différents types de formation où nous avons utilisé cette situation, les objectifs n'étaient pas les mêmes suivant le public.

L'activité du « solide caché » pratiquée dans les classes d'école primaire indique qu'il s'agit de deviner un solide mais les conditions et la consigne donnée peuvent être très variables. Par exemple, si l'objectif est de « reconnaître un solide parmi d'autres visibles », il peut s'agir de discriminer par un jeu de questions-réponses ou une description fournie, un solide parmi les solides présents. Cela nécessite un choix de solides qui ne se différencieraient pas seulement par leur nombre de faces, d'arêtes et de sommets mais aussi par la nature des faces.

Dans un contexte de formation initiale, la question se pose toujours de savoir à quel moment et sous quelle forme le PIUFM intervient pour répondre aux diverses questions qui précèdent, et comment il gère la transposition de la situation. Selon les objectifs de formation qu'il se donne, le PIUFM privilégiera d'intervenir immédiatement ou de façon différée.

Avec des étudiants qui préparent le concours, cela a été l'occasion de faire de la géométrie dans l'espace tout en gardant un temps pour évoquer le « jeu du portrait », les variables didactiques (et pédagogiques) : les choix possibles de solides à l'école primaire, les difficultés de gestion des questions, les différents déroulements de l'activité comme celui où tous les solides sont visibles, manipulables ou pas, l'organisation en groupes ou en individuel, … le choix des personnes qui doivent deviner et celles (ou celui) qui donnent les réponses est aussi important : on peut par exemple faire sortir deux élèves qui devront deviner le solide choisi parmi un lot par la classe avec l'enseignant et les réponses aux questions sont faites sur l'ardoise par les autres élèves : cela nécessite une bonne étude et connaissance du solide par l'ensemble des élèves et cela permet aussi de repérer des questions ambigües comme celles où il n'était pas précisé si c'était « exactement » ou « au moins » un nombre de faces.

Avec un public connaissant plus la pratique de classe, cela permet de discuter de la mise en commun et de son rôle qui pourrait être ici de relancer l'activité en cas de blocage et de permettre une meilleure vision des patrons et en particulier d'éliminer des patrons faux sans forcément aller jusqu'à étudier des patrons justes. Suite à cette première mise en commun, des aides peuvent être apportées de différentes natures comme un dessin en perspective (dans le cube ou pas), deux faces différentes sur les quatre.

V - CONCLUSION

Il semble que les participants à cet atelier ont apprécié cette répartition en deux temps : l'action puis la réflexion sur l'action. Les échanges au demeurant fort riches, ont permis de mettre en évidence les différents phases d'une telle situation et l'utilité de chacune d'entre elles. Le caractère homologique ou de transposition de chacune de ces phases a été lui aussi discuté. Il est indéniable que les participants à l'atelier avaient un niveau de connaissances mathématiques tel que les aides que nous avions imaginées n'ont pas été utilisées. Néanmoins en situation de formation initiale, par exemple, où les connaissances des étudiants sont plus faibles, de telles aides seront nécessaires. A cette occasion, le formateur pourra mettre en évidence à la fois l'importance dans la préparation d'une séance de mathématique, de l'anticipation des difficultés des élèves et la différenciation que l'on peut mettre en place dans la classe pour favoriser les apprentissages de tous les élèves. La comparaison de la situation « clé en main » vécue en formation, avec d'autres propositions extraites de manuels ou trouvées sur Internet permettra aussi aux étudiants de Master de se poser des questions relatives à une mise en œuvre en classe. Cependant, le caractère homologique de ce type d'activités reste limité en situation de formation initiale : il ne s'applique partiellement qu'aux étudiants qui jouent le rôle de l'enseignant ; les autres, ceux qui jouent le rôle des élèves, ont certes l'opportunité d'appréhender les difficultés que leurs futurs élèves peuvent rencontrer mais ils risquent de ne pas percevoir toute la complexité de la gestion d'une telle situation en tant qu'enseignant. Dans la formation, le débat qui suit l'action n'est pas seulement important pour l'aspect mathématique mais il doit mettre en évidence le vécu de tous les participants dans le rôle joué par chacun. Ces témoignages permettent de prendre conscience des éléments qui relèveraient de l'homologie comme le déroulement de la séance et ceux qui relèveraient de la transposition comme les choix à effectuer dans une préparation pour la classe (choix du solide, aides, différenciation, …).

Toute situation d'homologie ne permet d'avoir qu'un aperçu de ce que pourrait être le déroulement de la même situation reprise ou transposée en classe ou dans un groupe en formation. Du fait même du statut des participants, certaines réactions au milieu n'apparaissent pas. Ainsi, l'expérimentation et l'échange de témoignages sont alors les seuls moyens de pointer d'autres aspects importants de la situation que les stagiaires n'ont pas vécus.

La situation vécue par les participants à l'atelier a bien été une source de réflexion (et de formation). Aussi nous pouvons être confiantes que cette même situation pourra être reproduite sans distorsion à l'IUFM avec les étudiants parce que ces formateurs ont eux-mêmes une très bonne maîtrise théorique de l'enseignement que ce soit du point de vue mathématique, didactique ou pédagogique.

Il semble que dans la plupart des situations de formation où les stagiaires sont acteurs de leur propre formation, il y ait toujours une part d'homologie (« je ferai ça dans ma classe ») mais celle-ci doit être nuancée par l'information donnée par le formateur (transposition). Dans cet atelier, nous avons manqué un peu de temps pour discuter des conditions de transfert dans la classe. Cependant, il nous semble que le choix d'une situation d'homologie doit être pensé pour permettre d'apporter des éléments didactiques et pédagogiques et même de les provoquer : les choix du formateur dans l'organisation de sa formation sont essentiels (par exemple réduire le temps de recherche pour amener des demandes d'aides). Dans le contexte de la formation des enseignants en Master, il nous semble important que les formateurs explorent ce questionnement que nous avons esquissé dans cet atelier.

VI - BIBLIOGRAPHIE

ERMEL Apprentissages géométriques et résolution de problèmes.

FÉNICHEL M., PAUVERT M., PFAFF N. (2004) *Donner du sens aux mathématiques, Tome 1 Espace et géométrie*. Bordas.

Groupe IREM Lille (2000). *Travaux géométriques* - *Apprendre à résoudre des problèmes*. SCéREN CRDP Nord Pas de Calais.

GOSSET H, TAVEAU C. (2010) Activités géométriques autour des solides Cycle 3. CRDP Paris.

HOUDEMENT & PELTIER (1992) LE SOLIDE CACHÉ. IN *LA BOITE DU PATISSIER*. IREM DE ROUEN.

HOUDEMENT C., KUZNIAK A. (1996), Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques* **Vol.16 (3)**, Grenoble : la Pensée Sauvage.

HOUDEMENT, C. (2003) : Autour des stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques. *Carnets de route de la COPIRELEM, T.3 ; pp. 23- 33.*

KUZNIAK A. (1994). Les stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Actes du XXIème COPIRELEM*, Chantilly.

KUZNIAK A. (2003). Les stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Carnets de route de la COPIRELEM. T. 3, p. 7-22.*

PEIX A, PLANCHETTE P, ZUCCHETTA JF (2001) Analyse d'une formation en mathématiques en licence de sciences de l'éducation. T. 1 et 2. IREM de Lyon.

PEIX A, TISSERON C (2005) Penser la formation avec des concepts issus de la didactique. *Actes du XXXIIe Colloque COPIRELEM, Strasbourg.*

VII - ANNEXES

1 Annexe 1 Fiche de préparation fournie à l'animateur (« professeur »)

Pyramide 1/6 de cube

Avertissement : aucune information relative à cette activité et à sa fiche de préparation ne doit être communiquée aux autres participants de l'atelier

Temps de la mise en œuvre de la situation 1H15 maximum

Consigne :

« Un solide est enfermé dans cette boîte. Vous allez devoir construire à main levée (la règle est interdite, ciseau aussi) un patron de ce solide[5]. Pour cela vous pourrez poser des questions auxquelles je ne répondrai que par « oui » ou par « non ». Quand vous estimerez avoir assez d'informations, par deux, vous ferez une affiche du patron à main levée suffisamment grande pour être visible par tous.

Après une mise en commun des affiches, vous construirez un patron en vraie grandeur de ce solide. »

Quelques indications pour la gestion de la situation :

1° Phase de questionnement

Dans le cas d'une question où il ne serait pas possible de répondre par « Oui » ou « Non », faire préciser la question.

Les informations récoltées pourront être écrites au tableau.

2° Réalisation d'un patron à main levée

Dès qu'ils pensent que c'est possible les participants par groupe de 2 sont invités à produire un patron à main levée et au feutre sur une feuille A3 (patron suffisamment grand pour pouvoir être vu du fond de salle).

3° Première mise en commun

Les patrons produits à main levée sont affichés au tableau, mis en débat et validés. Une sélection d'affiches peut être envisagée. L'enseignant, ne fait pas référence à une éventuelle prise de notes par les élèves durant cette phase, celle-ci est laissée à leur initiative.

4° Réalisation d'un patron avec les instruments de géométrie

Les affiches sont ensuite décrochées.

Les « élèves » doivent alors construire l'objet en vraie grandeur avec les instruments de géométrie, mais sans modèle.

L'enseignant observe les élèves.

---

[5] Le patron est d'abord demandé à main levée pour retarder la validation par découpage et pliage et donner un enjeu à la mise en commun. Celle-ci a pour but de remettre à jour les critères de réussite d'un patron pour permettre aux « élèves » d'améliorer leurs représentations du solide.

Une construction directe du patron aux instruments inciterait les « élèves » à le valider directement par pliage et retirerait l'enjeu des échanges.

En fonction des difficultés ou blocages qu'il observe, l'enseignant décide d'apporter une aide au groupe, choisie parmi celles listées en page suivante ou une autre aide à son initiative.

5° Validation des solides construits

Par comparaison à la pyramide cachée

6° Conclusion

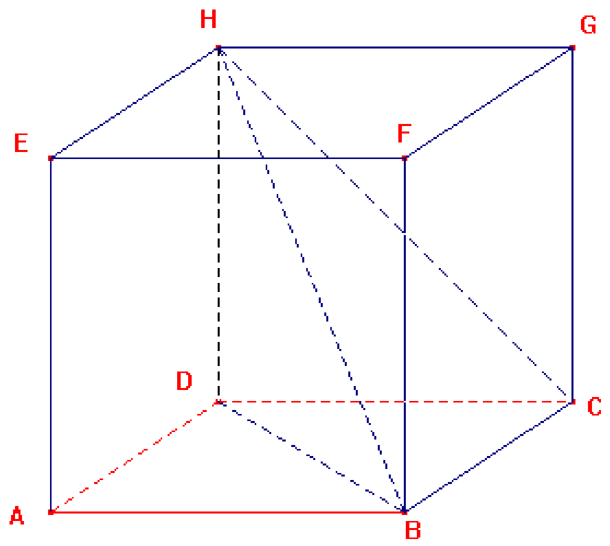
La synthèse est laissée à l'initiative de l'animateur. Elle peut pointer les obstacles, les difficultés rencontrées durant la phase de construction instrumentée….

Aides possibles :

1) Redonner une des affiches (patrons à main levée qui ont été validés).

2) Les quatre faces découpées de la pyramide ou seulement deux d'entre elles.

3) La figure en perspective :



4) Indication :

1/6 du cube : tétraèdre inscrit dans un cube qui a pour sommet un sommet du cube et pour base la moitié d'une face du cube.

5) Les triangles formant un des patrons s'assemblent sous forme d'un parallélogramme.

6) La description des faces avec leurs dimensions (toutes ou partiellement données).

Pour ceux qui ont trouvé un patron : leur en demander un autre (par exemple prenant moins de place sur la feuille) Retour texte

2 Annexe 2 : Retour sur l'activité : Consigne pour les apprenants

En tant qu'« élève » vous allez essayer de revenir sur votre vécu de la situation.

1. *Dans chacune des différentes phases :*
   Qu'est-ce qui vous été utile à la réalisation de la tâche ?
   Qu'est-ce ce qui vous a posé difficulté ?

Phase de questionnement initial :

Phase de construction du patron à main levée :

Phase de mise en commun de ces patrons :

Phase de réalisation du solide :

2. *Dans la phase de réalisation du patron.*
   Quelles aides éventuelles avez-vous reçues ?
   Vous ont-elles été utiles ? En quoi ?

Retour sur l'activité : Consigne pour les animateurs

En tant qu'animateur ou observateur vous allez essayer de revenir sur votre vécu de cette activité.

1. *Pour chacune des différentes phases :*
   - *Qu'est-ce ce qui vous a surpris ou posé difficulté ?*
   - *Si c'était à refaire, que modifieriez-vous ?*

Phase de questionnement initial :

Phase de construction du patron à main levée :

Phase de mise en commun de ces patrons :

Phase de réalisation du patron :

- *Quels ont été vos critères pour décider d'apporter une aide et décider du choix de cette aide ?*

Retour texte

3 Annexe 3 : Notes au tableau des questions et des réponses

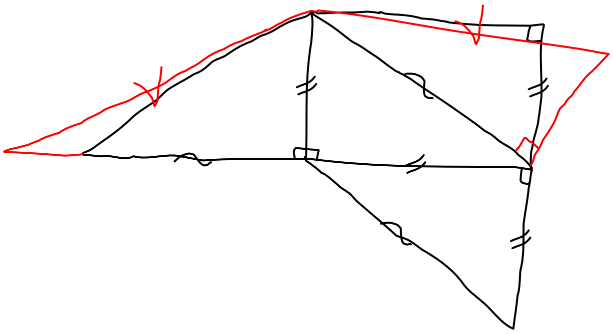
Questions	Réponses
Faces toutes des polygones	Oui
N sommets (N-1) sommets coplanaires	Oui
Compétences BO	Oui
Solide convexe	Oui
5 triangles	Non
4 triangles	Oui
Triangles superposables	Oui
4 faces superposables	Non
1 face rectangulaire	Oui
Triangles équilatéraux	Non
Triangles rectangles	Oui
3 exactement triangles rectangles	Non
2 exactement triangles rectangles	Non
Triangles isocèles	Oui
Existe une face non triangulaire	Non
4 triangles rectangles	Oui
4 triangles rectangles sont-ils isocèles ?	Non
3 triangles isocèles	Non
3 triangles superposables	Non
2 superposables	Oui
Superposables 2 à 2	Oui
2 triangles rectangles isocèles	Oui
2 triangles rectangles	Oui
Superposables 2 à 2	Oui

Le raisonnement et la conclusion donnés par un participant ne sont pas notés au tableau : 2 triangles rectangles isocèles et 2 triangles rectangles non isocèles.

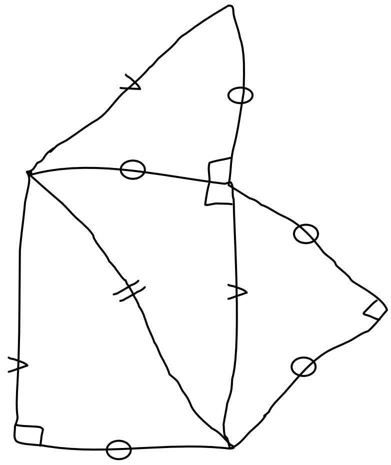
Retour texte

4 Annexe 4 : Affiches des patrons à main levée

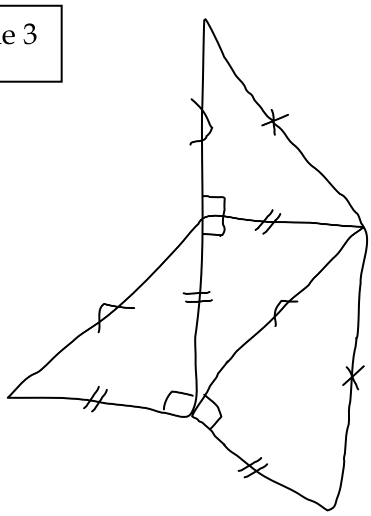
Affiche 1



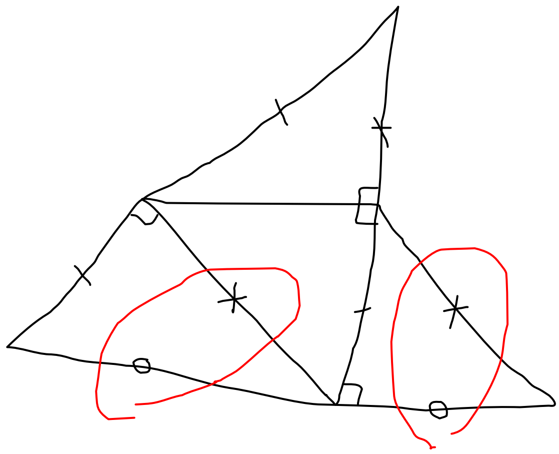
Affiche 2



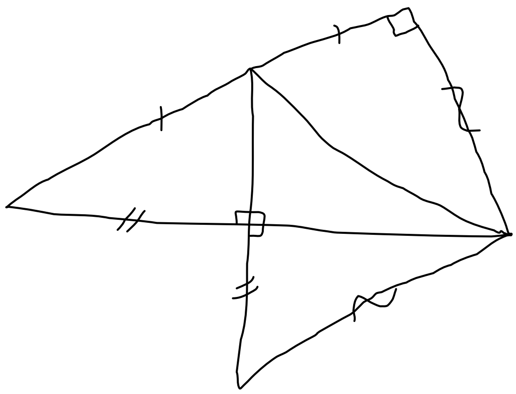
Affiche 3

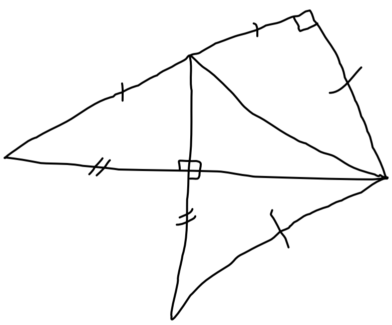


Affiche 4

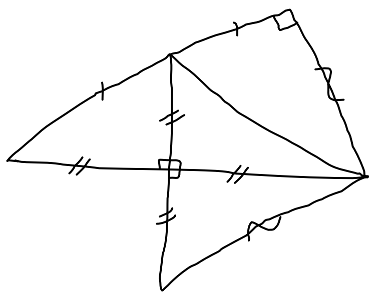


Affiche 5





NON



NON

Retour texte