L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés

Actes du colloque emf 2006

Des « situations recherche » pour l'apprentissage des savoirs transversaux

Denise Grenier et Charles Payan, *Laboratoire Leibniz, ERTé « Maths à Modeler », Université Joseph Fourier, Grenoble, France*

C'est la première fois que je fais une preuve !
(réflexion d'un élève de maîtrise au cours d'une activité de recherche)

Résumé

Nous sommes partis du constat largement admis que l'enseignement secondaire en France ne construit pas les savoirs mathématiques « transversaux », c'est-à-dire ceux qui correspondent à expérimenter, faire des conjectures, modéliser, définir, prouver, etc. Or, ces savoirs sont nécessaires pour faire des mathématiques, mais aussi dans les autres sciences, en particulier à l'université. Nous faisons, de plus, l'hypothèse qu'il est nécessaire de construire des situations spécifiques pour mettre en place ces savoirs transversaux. Nos travaux sur de nombreuses années nous ont permis de mettre au point des « situations recherche » remplissant ces objectifs, à différents niveaux scolaires. Ces « situations recherche » s'inspirent des problèmes de la recherche mathématique. La plupart d'entre elles présentent la caractéristique de pouvoir être dévoluées à des niveaux différents en apportant des apprentissages à chacun de ces niveaux. Nous faisons l'hypothèse que ces « situations recherche », parce qu'elles construisent des compétences nécessaires pour entrer dans une activité scientifique, pourraient permettre de réduire certaines des difficultés que l'on repère en particulier lors de la transition entre le secondaire et l'université. Dans le cadre de ce thème, nous donnerons notre définition d'une « situation recherche pour la classe », puis nous exposerons l'analyse d'une situation particulière expérimentée dans différentes institutions, en décrivant les apprentissages en jeu et les savoirs transversaux qui s'y construisent. Nous traiterons aussi de la question plus générale du « milieu » et de la gestion d'une « situation recherche ».

Position de notre proposition dans ce thème

Les questions que nous étudions depuis plusieurs années impliquent une réflexion sur les contenus, les modes d'approche et de mise en œuvre des programmes, à tous les niveaux.

Nous faisons l'hypothèse que le « saut didactique » qui semblerait caractériser la transition secondaire/post-secondaire est créé artificiellement par les choix de transposition et d'enseignement actuels et qu'il pourrait être réduit par une introduction raisonnable de « situations recherche » au secondaire et à l'université. Ces situations sont installées dans certaines institutions de l'académie de Grenoble.

De plus, nous pensons que nos « situations recherche » œuvrent autant à former de futurs mathématiciens que des utilisateurs de mathématiques, et participent plus généralement à la formation citoyenne.

Enfin, nous faisons l'hypothèse que le « saut conceptuel » relatif à des concepts mathématiques clefs dont vous parlez est un artefact institutionnel. Nos situations révèlent que ces problèmes conceptuels ne sont pas liés seulement aux niveaux scolaires.

Introduction

Dans la noosphère, les problèmes de transition entre l'enseignement secondaire et l'Université, notamment en mathématique, sont souvent repérés et discutés en termes de notions (par exemple, la continuité, l'exponentielle, ou encore le calcul matriciel). Les difficultés observées au début de l'université sur ces notions sont attribuées par les enseignants à une déficience de techniques et de technologies chez les élèves. Mais l'analyse des raisons de ces difficultés ne peut vraisemblablement se faire que dans le cadre d'une interrogation plus générale sur l'enseignement des mathématiques : pourquoi enseigner des maths, quelles maths enseigner, comment les enseigner, qu'est-ce que « faire des maths »… Et ce ne sont sans doute pas seulement des questions liées aux périodes de transition.

Il nous semble que ces difficultés peuvent être repérées et analysées dans le cadre de ce que nous appelons les « savoirs transversaux », c'est-à-dire les savoirs intervenant dans de nombreux domaines scientifiques et qui fonctionnent et se construisent dans des processus tels que : expérimentation, conjecture, argumentation, modélisation, définition, preuve, implication, structuration, décomposition/recomposition, induction. Ce sont en fait les savoirs qui sont communs à tous les chercheurs en mathématique et qui sont au centre des « situations recherche » que nous allons présenter.

Alors que le point de vue constructiviste sur l'apprentissage semble assez partagé[1], paradoxalement, la plupart des acteurs du système éducatif – élèves, enseignants, mais aussi chercheurs en didactique – ne sont qu'exceptionnellement en position de construction de savoir (par exemple de résolution de problèmes « ouverts », c'est-à-dire non résolus en mathématiques). Nous parlons ici du savoir disciplinaire qu'ils sont censés apprendre, transmettre ou dont ils étudient les conditions d'apprentissage.

Or, le savoir scientifique se construit dans le domaine de la recherche, en particulier par la résolution de questions. C'est ce qui nous a conduits à étudier les possibilités d'existence et de fonctionnement d'organisations didactiques – et mathématiques – autour de situations de recherche, autrement dit, de situations où l'élève (le groupe d'élèves) est mis en position de chercheur, c'est-à-dire en charge de résoudre et même d'élaborer de vraies questions. Ceci, non seulement en vue de résoudre les « difficultés » rencontrées, mais plus profondément de redonner du sens à l'enseignement des mathématiques. Cette approche tendrait à recentrer l'enseignement des mathématiques sur une base culturelle commune au chercheur en maths, à l'utilisateur des maths et au citoyen. Les écarts entre secondaire et Université, et aussi entre spécialiste et non spécialiste s'en trouvent ainsi réduits.

Une autre question vient alors, celle des savoirs « durables ». L'enseignement des concepts mathématiques est parfois justifié par l'apprentissage dans le même temps des savoirs transversaux. Mais nous serons sûrement d'accord sur le fait que ces savoirs « transversaux » ne sont guère plus

1 Même si actuellement, les réticences et les mises en garde deviennent de plus en plus nombreuses.

disponibles que les savoirs notionnels, même au niveau de l'université. Et on peut penser que leur acquisition pourrait se faire de façon plus «économique» en s'intéressant à des notions moins complexes.

Or, nous avons constaté que, d'une part, l'apprentissage de ces savoirs transversaux, en particulier l'argumentation et la preuve, sont des objectifs constants déclarés «essentiels» depuis plusieurs réformes de programmes dans l'enseignement secondaire en France et que, d'autre part, les propositions des manuels et les pratiques enseignantes usuelles sont très en retrait par rapport à ces objectifs (quelques éléments sont joints en annexe). Si l'on essaie de dépasser les seuls arguments de contraintes institutionnelles (le temps, surtout), on peut faire l'hypothèse qu'il y a une difficulté intrinsèque à réaliser ces objectifs en classe.

Le type de situations que nous analysons ici fonctionne depuis vingt ans dans les ateliers MATh en JEANS (Audin et Duchet, 1992). Ces situations sont étudiées d'un point de vue théorique depuis deux ans dans le groupe SiRC[2], constitué de chercheurs de différents laboratoires et d'enseignants du secondaire, dans le cadre de l'ERTé «maths à modeler». Elles sont mises en œuvre à différents niveaux, du primaire à l'Université. Précisons que, quel que soit le niveau, même si leur présentation peut varier, ce sont les mêmes situations que nous proposons.

1. Questions de la recherche

En situation de recherche, le chercheur peut, et doit, pour faire évoluer sa question, choisir lui-même le cadre de résolution, modifier les règles ou en changer, s'autoriser à redéfinir les objets ou à modifier la question posée. Il peut momentanément s'attaquer à une autre question si cela lui semble nécessaire. C'est à ce type de pratique (praxis pour la résolution d'une question) que nous souhaitons confronter l'élève. Il nous semble que cette pratique non seulement n'est pas usuelle en classe, mais plutôt interdite à l'élève la plupart du temps.

Aucune activité mathématique n'est possible sans expérimentation, conjecture, argumentation, modélisation, preuve. Même lorsqu'il s'agit de construire (en géométrie, par exemple) ou de calculer, il n'y a activité scientifique que si ces constructions ou calculs sont validés du point de vue scientifique. Or cette activité scientifique est pour nous constitutive de la construction des connaissances mathématiques.

Dans quelles mesures les organisations didactiques actuelles (programmes et manuels scolaires) et les propositions de la recherche en didactique existantes (problème ouvert, situation de débat scientifique, problème long) – sous-tendues par les théories didactiques – permettent-elles cette activité scientifique ? Notre étude de manuels nous amène à conclure que les situations d'enseignement classiques ne remplissent pas les conditions pour les apprentissages transversaux. En revanche, certaines propositions didactiques sont proches de nos «situations de recherche en classe» mais n'en présentent pas toutes les caractéristiques.

Se pose alors la question des conditions pour faire fonctionner, dans les institutions didactiques, une activité mathématique de type «situation de recherche en classe», susceptible de permettre l'apprentissage de ces savoirs transversaux. Comment se caractérisent ces situations ?

2 Situations de Recherche pour la classe. ERTé : Equipe de Recherche Technologie Education

2. Un modèle pour les « situations recherche »

Nous allons donner ici quelques critères spécifiques du modèle « situation recherche », que nous illustrerons sur un exemple, avant de préciser un peu plus le modèle, c'est-à-dire, les connaissances et les apprentissages en jeu, le milieu nécessaire et les positions des acteurs (élève et enseignant) dans une telle situation.

2.1. Critères de caractérisation

Nous reprenons ici la caractérisation que nous avons développée dans Grenier et Payan (2003).

1. Une « situation recherche » s'inscrit dans une problématique de recherche professionnelle. Elle doit être proche de questions non résolues. Nous faisons l'hypothèse que cette proximité à des questions non résolues – non seulement pour les élèves, pour l'ensemble de la classe, mais aussi pour l'enseignant, les chercheurs – va être déterminante pour le rapport que vont avoir les élèves avec la situation.
2. La question initiale est facile d'accès : la question est « facile » à comprendre. Pour que la question soit facilement identifiable par l'élève, le problème doit se situer hors des mathématiques formalisées et c'est la situation elle-même qui doit « amener » l'élève à l'intérieur des mathématiques.
3. Des stratégies initiales existent, sans que soient indispensables des prérequis spécifiques. De préférence, les connaissances scolaires nécessaires sont les plus élémentaires et les plus réduites possibles.
4. Plusieurs stratégies d'avancée dans la recherche et plusieurs développements sont possibles, aussi bien du point de vue de l'activité (construction, preuve, calcul) que du point de vue des notions mathématiques.
5. Une question résolue renvoie très souvent une nouvelle question. La situation n'a pas de « fin ». Il n'y a que des critères locaux de fin.

2.2. Une situation particulière : pavage de polyminos [3].

Cette situation, décrite brièvement dans Grenier et Payan (1998), a été expérimentée depuis plusieurs années, avec des élèves de l'école primaire et du secondaire, des étudiants jusqu'en 5e année d'université et des enseignants-stagiaires (IUFM). Elle est maintenant intégrée comme situation classique dans certains modules optionnels à l'université.

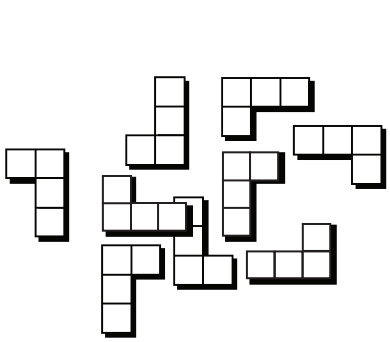
1) Le problème et sa position dans une problématique de recherche professionnelle.

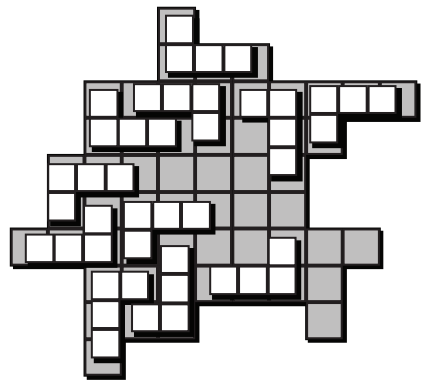
Le pavage (recouvrement sans « chevauchement » ni « débordement », d'un certain ensemble de cases) représente une classe très vaste de problèmes. Le problème de savoir si un polymino (sous ensembles de la grille carrée) est pavable par des copies d'un polymino plus petit est une question

3 D'autres situations sont décrites, en particulier sous le point de vue des savoirs en jeu, dans Grenier (1995) et Grenier et Payan (1998).

ouverte[4] qui, posée de manière générale, n'a aucune chance d'être résolue. On doit donc se restreindre par exemple à des « pavés » de petite taille ou de forme particulière, comme des rectangles.

Par exemple, la caractérisation des polyminos pavables par des polyminos aussi simples que des dominos est un problème non entièrement résolu.

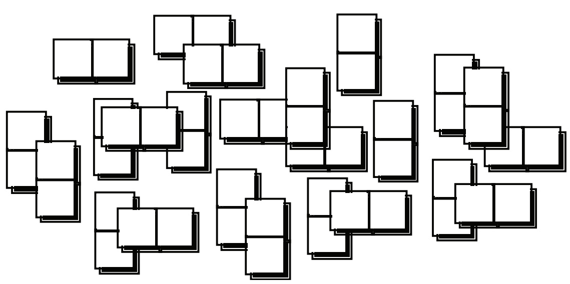


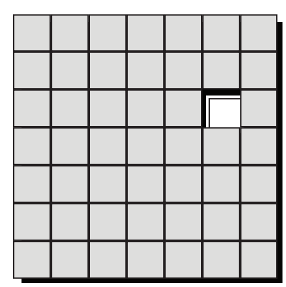


2) La question est facile d'accès.

Et elle n'est pas a priori – pour l'élève et souvent pour l'enseignant – un problème mathématique (il n'y a pas de nombres, pas de calcul, pas de géométrie familière). On se met d'accord sur un point de départ de la recherche : quels sont les pavés les plus « simples » ? – le carré formé d'une seule case, mais alors le problème devient évident ; puis ensuite, les dominos. On doit encore, au moins pour commencer, simplifier le domaine à paver : carré, rectangle ; le problème est alors assez rapidement résolu. Pour complexifier un peu, on peut enlever une case au carré.

On peut démarrer ainsi la recherche par la question : peut-on paver, à l'aide de dominos, un carré privé d'une case (la case pouvant être choisie n'importe où) ? Le problème est présenté à partir d'un exemple.



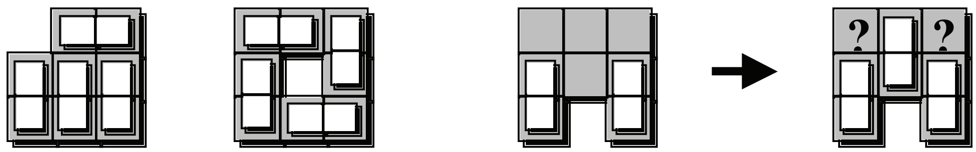


3) Des stratégies initiales existent.

Il suffit, pour commencer la résolution, d'avoir une perception de l'espace qui permette d'identifier un ensemble de cases et de comprendre ce qu'est un pavage : ces compétences sont développées à l'école maternelle. La notion de parité intervient, parce qu'il s'agit de dominos, mais elle n'est pas indispensable, et la situation est aussi un moyen de la faire émerger ou de l'approfondir.

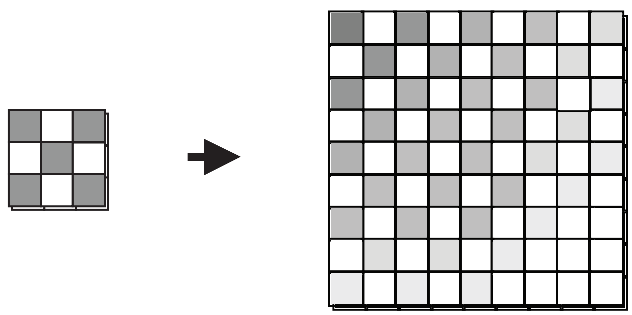
4 Au sens du problème ouvert pour le chercheur : c'est-à-dire non résolu.

La dévolution du problème est immédiate : des essais de pavage sur l'exemple de départ (ici, le carré 7×7). Suivant la stratégie adoptée et la case enlevée, on arrive ou non à paver. Ensuite si l'on veut avancer dans le problème, il est nécessaire de changer la consigne : on va travailler sur d'autres carrés plus petits (carrés 3×3 ou 5×5). Lorsqu'on ne parvient pas à paver, on peut remarquer que pour recouvrir certaines cases, on n'a pas le choix ; on obtient ainsi des preuves d'impossibilité, par « forçage ».

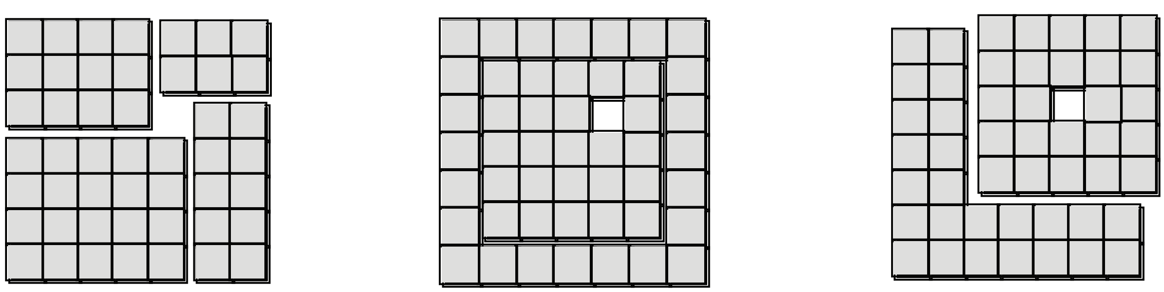


4) Il existe plusieurs stratégies d'avancée dans la recherche.

Le repérage, sur le carré 3×3 et éventuellement 5×5, des cases dont la suppression de l'une quelconque d'entre elles permet de paver (représentées en gris sur la figure), induit une conjecture plus générale.



Des preuves sur la possibilité de paver sont données par divers découpages, dont des découpages inductifs. Par exemple :

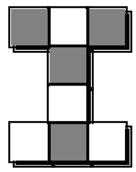


La généralisation aux rectangles est induite par la dernière stratégie (on change à nouveau la consigne). Les preuves deviennent plus simples. D'autres types de preuves sont quelquefois envisagées (preuves par cheminement liées au jeu de Taquin).

Les preuves d'impossibilité sont obtenues par structuration de l'objet, en jouant sur la forme colorée par les « bonnes » (noires) et les « mauvaises » (blanches) cases : puisqu'un domino couvre une case « noire » et une case « blanche », un polymino pavable est nécessairement « équilibré » (il contient autant de cases noires que de cases blanches dans une bicoloration « en damier »).

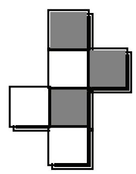
5) La situation renvoie à de nouvelles questions.

Ainsi, la phase de résolution du problème de départ (pavage de carrés privés d'une case) a soulevé « naturellement » d'autres questions. Par exemple, on a établi au passage qu'un polymino pavable par des dominos est nécessairement équilibré, et que cette condition est suffisante dans le cas de pavage de carrés avec ou sans « trou ». L'est-elle toujours ? Sinon, dans quels cas ? On peut ainsi repartir à la recherche de preuves ou de contre-exemples, tel que celui-ci, qui apparaît très souvent.



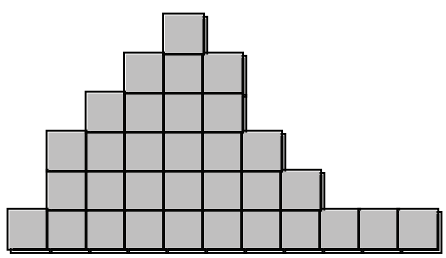
Il induit la question : est-ce le plus petit contre-exemple ?

En voici un peu plus petit ; mais peut-on prouver que c'est le plus petit ?

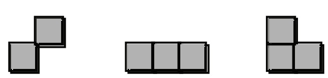


Dans ces contre-exemples, l'impossibilité de paver est due à des contraintes locales. Existe-t-il des contre-exemples sans de telles contraintes ?

À partir de cette dernière question, d'autres formes à paver peuvent être envisagées, par exemple, les polyminos « en trapèze ».



Notons que ce problème, qui a aussi été proposé par des étudiants de DEUG, a fait l'objet d'un article de recherche en mathématiques discrètes (L. Bougé, M. Cosnard, 1992)[5]. Comme prolongements de cette situation, d'autres problèmes de pavage, par d'autres pavés de base, surgissent :



2.3. Connaissances en jeu et « milieu »

Reprenons l'étude du modèle « situation recherche », en particulier sous les points de vue des connaissances en jeu et de la position des acteurs.

5 Une généralisation en dimension quelconque est actuellement l'objet d'un article soumis à publication.

L'objectif premier d'une telle situation est de produire des réponses à des questions. Les concepts mathématiques qui sont en jeu pour résoudre la question ne sont pas désignés à l'avance comme enjeux d'apprentissage et ne sont pas restreints a priori ; ils sont au service du problème et de sa résolution.

De fait, notre recherche expérimentale le confirme, il y a des apprentissages en jeu, et ce sont ceux qui sont constitutifs de toute activité de recherche mathématique : l'argumentation, l'activité de conjecturer, celle de structurer (un objet), la preuve, la modélisation, tous plus ou moins présents selon le type de « situation recherche » choisi. C'est ce qui lui donne une légitimité institutionnelle : il y a bien des apprentissages et ils font partie de ceux prévus par les programmes.

Il y a aussi des savoirs notionnels qui sont en jeu : nos analyses didactiques montrent qu'on peut rattacher chacune de ces situations à un ensemble de notions mathématiques. Elles vont constituer des « points d'ancrage notionnels » pour l'enseignant.

Cependant, le modèle adidactique semble difficile d'utilisation relativement à ces concepts ou notions mathématiques, car ceux-ci sont issus de la progression dans la résolution du problème. En effet, pour que la situation soit une situation de recherche, aucune stratégie, aucune connaissance ne doit être a priori exclue. En revanche, si l'on considère, par exemple, comme un savoir, le triplet (question, conjecture, preuve), on peut se poser la question de l'existence d'une situation fondamentale (Brousseau, TSD, p. 59) pour ce savoir et donc, l'existence de situations adidactiques associées[6]. Les éléments du triplet (question, conjecture, preuve) sont les invariants de la « situation recherche ».

Les variables associées sont des variables « de recherche » (Godot, K., thèse en cours et Godot et Grenier, 2004), au sens où elles déterminent la compréhension et l'intérêt de la question, son ouverture à de nouvelles questions, l'élargissement des stratégies de recherche, les possibilités de transformation du problème (modélisation). On ne va pas jouer sur des valeurs de variables didactiques pour bloquer ou induire une stratégie particulière ou (dé)favoriser l'utilisation d'une connaissance donnée : en effet, un chercheur va au contraire ne jamais s'interdire d'utiliser ses connaissances (et celles des autres) pour s'attaquer au problème. Par ailleurs, « l'ouverture » n'est pas une qualité en soi, elle doit être contrôlée par rapport à la dévolution et à la progression de la recherche.

Le critère de réussite pour l'élève n'est pas, comme dans les exercices usuels, la résolution de la question (que la solution soit juste ou fausse). Dans les « situations recherche », la résolution du problème est souvent partielle (résolution de cas particuliers, conjectures, preuves partielles), et la question résolue renvoie (éventuellement) à une autre question de recherche. Il peut y avoir alors élaboration d'une nouvelle stratégie si celle adoptée dans le cas particulier n'est pas généralisable (voir l'exemple du pavage de polyminos traité ici). Le problème n'est pas « fini » et on peut le prolonger de façon naturelle, il reste des conjectures à faire ou d'autres cas à étudier, de nouvelles questions… Un critère de réussite « provisoire » peut être que l'on a émis une conjecture forte, ou simplement résolu un cas particulier.

6 La recherche de situations adidactiques pour les apprentissages transversaux est en cours, en relation avec notre travail sur les « Situations de Recherche en Classe ».

Le critère de réussite pour l'enseignant est la reconnaissance d'apprentissages liés au savoir (question, conjecture, preuve).

2.4. Position des acteurs dans une « situation recherche »

Dans une « situation recherche », les acteurs (élèves et enseignants) sont dans des positions différentes de celles qu'ils ont l'habitude d'occuper dans une situation didactique classique.

L'élève est en position de chercheur car il est dans une tâche de production de quelque chose de « nouveau » : les résultats de son activité de recherche sont des conjectures, résolution de cas particuliers, des contre-exemples, des questions nouvelles, etc. Nos données expérimentales montrent que, pour l'élève, le fait de savoir qu'il cherche à résoudre un problème non résolu ou partiellement résolu, modifie le rapport qu'il a avec son activité.

L'enseignant est en double position de chercheur et de gestionnaire de la situation.

Pour le pôle recherche, sa position est plus proche de celle de l'élève que dans une situation classique, car il n'est pas nécessairement détenteur de toutes les solutions du problème. Mais il est (censé être) détenteur des savoirs transversaux et avoir des critères d'évaluation sur leur validité. C'est une position qui se révèle difficile, parce qu'il n'est pas d'usage pour un enseignant d'avoir une activité de recherche.

Dans la gestion des « situations recherche », le contrôle par l'enseignant de l'activité de l'élève se fait d'abord par rapport aux savoirs transversaux. Les notions mathématiques susceptibles d'apparaître comme des outils de résolution peuvent être fournies par l'enseignant.

Le « jeu d'obligations » entre l'élève et l'enseignant porte bien sur ces savoirs transversaux. Les règles de base associées sont celles habituelles du débat scientifique (Legrand, 1993) : une affirmation doit être argumentée, un contre-exemple est suffisant pour annuler une conjecture, des exemples ne suffisent pas à prouver, etc. Des règles moins « classiques » sont aussi en jeu, telles que celle-ci « Si une conjecture se révèle fausse, peut-on la modifier pour en faire une autre conjecture ? ». Ces règles et propriétés du débat scientifique forment des connaissances de base pour l'activité mathématique, autant que des éléments de rétroaction. Elles sont constitutives d'un milieu pour ce type de situation.

Nos expérimentations ont montré la nécessité d'une organisation didactique adéquate autour des « situations recherche », comprenant, en plus des éléments ci-dessus, des dispositifs de travail précis pour l'élève (travail individuel et de groupe, rapport de recherche à la fin de la séance ou quand une question est considérée comme résolue par le groupe d'élèves) et un dispositif d'institutionnalisation.

2.5. Pratiques de classe et « situations recherche »

Alors que les programmes les évoquent clairement, trois aspects fondamentaux des « situations recherche » sont absents des manuels et des pratiques de classe en France.

- L'« enjeu de vérité ». En classe, ce qui est à prouver est la plupart du temps annoncé comme vrai (« démontrer que… ») ; il n'y a plus d'enjeu de vérité, sauf si l'énoncé a un caractère très paradoxal (ce qui est rare !).
- L'aspect « social » de l'activité. Dans une « situation recherche », il peut y avoir un vrai enjeu social de production mathématique, même s'il est local (groupe + professeur-chercheur). Ceci est absent dans une situation didactique usuelle : seul l'élève est en situation de recherche.
- L'aspect « recherche ». Dans les manuels et les pratiques enseignantes, il est explicitement déclaré que, pour résoudre un problème et aussi pour prouver, « on ne doit utiliser que les propriétés du cours ou celles d'une liste donnée ». Cette consigne est contradictoire avec l'activité du chercheur et avec la démarche scientifique : le chercheur utilise des résultats locaux (trouvés en cours de la recherche) ou même des propriétés encore à l'état de conjectures (qui devront être prouvées ou infirmées ensuite), parce qu'elles permettent d'avancer.

Conclusions et questions

Notre recherche nous a amenés aux constats suivants.

- Les « situations recherche » modifient le rapport des élèves et des étudiants à l'activité mathématique et à la démarche scientifique ; elles sont sources d'apprentissages repérables concernant les savoirs transversaux. Nous analysons actuellement ces apprentissages.
- Les « situations recherche » nécessitent que la personne qui gère la situation ait une pratique de recherche et qu'elle soit formée à la gestion de ce type de situation. Il faut donc construire un dispositif de formation des enseignants à la gestion des « situations recherche ».[7]

Nous avons insisté au début de cet article sur le caractère « artificiel » de la spécificité des difficultés des étudiants liée aux périodes de transition, et sur le fait que les « situations recherche » pouvaient être utilisées à tous niveaux. La rédaction de cet article nous a fait prendre conscience qu'en fait, nous avions essentiellement mis en œuvre ces situations à des périodes critiques de transition pour les élèves, dans des institutions classiques ou spécifiques.

Dans des institutions classiques :

- un module optionnel en 1re année d'université, ouvert aux étudiants de toutes les filières scientifiques (« jeux combinatoires et raisonnement mathématique », Grenoble) ;
- un module pour des étudiants de Licence de lettres qui veulent devenir professeurs d'école (préparation à l'entrée dans un IUFM[8], Université Stendhal) ;
- dans la formation des moniteurs (thésards en mathématiques) dans le cadre de la formation CIES (Paris). Cette formation doit leur permettre de passer du statut d'étudiant à celui d'enseignant ou de chercheur.

7 Nous avons nous-mêmes commencé ce type de formation à l'occasion de stages de formation continue du rectorat de Grenoble.

8 IUFM : Institut Universitaire de Formation des Maîtres. CIES : Centre d'Initiation à l'Enseignement Supérieur.

Dans des institutions spécifiques :

- une option au choix de l'élève, pour des élèves qui ont quitté le système scolaire et tentent d'y revenir, le CLEPT (collège et lycée élitaire pour tous) ;
- avec des élèves relevant de deux institutions – un service de psychiatrie de l'enfant et l'Éducation Nationale (groupe Graffiti) – et en période de transition entre l'école primaire et le collège.

Références

Audin P., Duchet P. (1992) La recherche à l'école : Math.en.Jeans. *Séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique*, n° 121, p. 107-131, Grenoble 1.

Bougé L., Cosnard M. (1992) Recouvrement d'une pièce trapézoïdale par des dominos. *Note au C.R.A.S.* Paris, t. 315, Série I, p. 221-226.

Godot K., Grenier D. (2004), Situations de recherche pour la classe. Objectifs, caractéristiques pour une dévolution à l'élève, condition pour une gestion pour l'enseignant. *Actes de l'université d'été « La place des Mathématiques Vivantes dans l'enseignement »*, Août 22-27 2004, St Flour.

Grenier D., Payan Ch. (1998) Spécificités de la preuve et de la modélisation en Mathématiques Discrètes. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 18.2, p. 59 -100, Éditions La Pensée Sauvage, Grenoble.

Grenier D. (1995). Savoirs en jeu dans des problèmes de combinatoire in *Différents types de savoirs et leur articulation*, p. 235-25, Éditions La Pensée Sauvage, Grenoble.

Grenier D. et Payan, C. (2003) Situation de recherche en classe : essai de caractérisation et proposition de modélisation. *Cahiers du séminaire national de recherche en didactique des mathématiques*, Paris, 19 Octobre 2002.

Lakatos I. (1976). *Preuves et réfutations*. Paris : Hermann Éditions, 1985.

Legrand M. (1993) Débat scientifique en cours de mathématiques et spécificité de l'analyse. *Repères IREM* n° 10, p. 123-159. Topics editions.

Thèses soutenues ou en cours, liées aux « situations recherche », équipe Maths à Modeler

Cécile Ouvrier-Buffet. *« Construction de définitions/construction de concept : vers une situation fondamentale pour la construction de définition en mathématiques. »*. Étude épistémologique et didactique de la définition. Étude théorique et expérimentale auprès d'étudiants de 1re année d'université, thèse soutenue en décembre 2003.

Virginie Deloustal-Jorrand. *« Étude épistémologique et didactique de l'implication en mathématique »*. Thèse soutenue en décembre 2004.

Karine Godot. *« Situations de recherche et jeux mathématiques pour la formation et la vulgarisation »*. Soutenance prévue en décembre 2005.

Léa Cartier. *« Étude de l'introduction de la théorie des graphes dans l'enseignement de spécialité de Terminale ES (programmes 2003) »*, thèse en cours (soutenance prévue en 2007).

Michèle Gandit. *« Étude épistémologique et didactique des relations entre argumentation et preuve en mathématiques »*, thèse en cours (soutenance prévue en 2007).

Pour joindre les auteurs

Denise Grenier et Charles Payan
Laboratoire Leibnitz, Université Joseph Fourier
46 avenue Felix Viallet, 38000 Grenoble, France
Denise.Grenier@imag.fr,
Charles.Payan@imag.fr