

Pluralités culturelles et universalité des mathématiques :
enjeux et perspectives pour leur enseignement
et leur apprentissage

espace mathématique francophone
Alger : 10-14 Octobre 2015



QUESTIONS POSEES PAR L'ÉVALUATION D'ACTIVITÉS DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES : LE CAS PARTICULIER DU COURS DE « DÉVELOPPEMENTS EN MATHÉMATIQUES » AU CYCLE D'ORIENTATION À GENÈVE

Maud CHANUDET*

Résumé – Cette communication rend compte d'un travail ayant débuté en septembre 2014 et traitant de l'évaluation d'activités de résolution de problèmes dans le cadre d'un cours dédié spécifiquement à la démarche d'investigation au niveau du secondaire un genevois. Après avoir présenté le contexte de la recherche, nous discuterons de la narration de recherche choisie institutionnellement comme support pour l'évaluation et nous questionnerons les apprentissages visés par les activités de démarche d'investigation. Nous ferons ensuite un bref état des lieux des pratiques enseignantes dans ce cours et proposerons enfin un outil d'évaluation sommative pouvant favoriser des processus d'évaluation formative.

Mots clés : démarche d'investigation, résolution de problèmes, narration de recherche, évaluation sommative, évaluation formative

Abstract – This communication is based on a research started in September 2014 which deals with assessment of problem-solving activities in the context of a specific course about inquiry based mathematics education (IBME) in Geneva canton. We will present the context of the study, and the problem solving narration activity chosen as a means to assess students on their problem solving competences, we will question what teachers can expect students to learn about these problem-solving activities, we will make a short synthesis of teachers' practices and finally we will introduce a tool to assess with both summative and formative purposes.

Keywords: inquiry based mathematics education, problem solving, problem solving narration activity, summative assessment, formative assessment

I. INTRODUCTION

Dans le canton de Genève, au niveau du secondaire un (appelé Cycle d'Orientation et regroupant les classes de 9^e, 10^e et 11^e correspondant aux grades 7-8-9 avec des élèves ayant entre 12 et 16 ans) les Mathématiques et les Sciences de la Nature sont regroupées pour former un domaine disciplinaire du Plan d'Etude Romand (CIIP, 2010). Les « visées prioritaires » de ce domaine sont le développement de la posture scientifique et la résolution de problème. Par posture scientifique, il est entendu qu'il convient :

* DiMaGe, Université de Genève – Suisse – maud.chanudet@unige.ch

face à une situation donnée, de s'interroger, d'en analyser les caractéristiques pour en tirer les éléments essentiels, de problématiser les questions, d'émettre des hypothèses, de prendre des informations pertinentes, de tirer des conclusions et de soumettre celles-ci à l'épreuve des données initiales. (CIIP 2010, p. 11)

On peut noter que la posture scientifique telle que définie ci-dessus présente les caractéristiques de ce que certains nomment la démarche d'investigation (Dorier & Maass 2014). En mathématiques, à l'objectif institutionnel de développer ce que nous nommerons par la suite démarche d'investigation, vient s'ajouter celui de placer la résolution de problèmes au centre des activités mathématiques. Et c'est par la résolution de problèmes qu'il est convenu de développer cette démarche d'investigation.

Mais l'institution qui considère l'activité de recherche comme une partie importante de l'activité mathématique, fait le constat qu'elle n'est pas suffisamment travaillée durant les cours ordinaires de mathématiques, et qu'elle nécessite de l'être spécifiquement. En ce sens, les élèves de 10^e de la section littéraire et scientifique (LS) au « profil scientifique »¹ (S) suivent un cours intitulé « développements en mathématiques » dont l'objectif est de contribuer

au renforcement et au développement des capacités et des compétences des élèves dans les stratégies de résolution de problèmes et les activités de situations mathématiques (DIP 2012, p. 18).

Ce cours d'une période de 45 minutes qui vient s'ajouter aux cinq périodes hebdomadaires de mathématiques est souvent donné avec un effectif réduit, autour de 15 élèves, et peut ou non selon les cas, conduire à un regroupement d'élèves de différentes classes, avec éventuellement un enseignant différent de celui qui dispense les heures de mathématiques ordinaires, et qui ne sait donc pas toujours ce qui a été travaillé dans le cours commun de mathématiques. Durant cette heure hebdomadaire l'enseignant doit donc proposer des activités ne faisant pas partie du manuel officiel, ne mettant pas en jeu des savoirs nouvellement travaillés et ne visant pas l'acquisition de nouvelles connaissances disciplinaires.

Par ailleurs, selon les directives officielles, cette heure doit donner lieu à une évaluation certificative indépendante du cours ordinaire, s'appuyant sur au moins deux travaux notés pour chaque trimestre, soit environ une évaluation toutes les quatre heures d'enseignement. Les enseignants doivent donc d'une part, amener les élèves à développer des compétences relatives à la démarche d'investigation sur des temps courts d'enseignement, et d'autre part fréquemment les évaluer dans le but de certifier leurs apprentissages. On est donc face à une situation très contrainte par l'institution, ce qui va certainement avoir des effets importants pour les élèves et pour les professeurs. Nous pouvons donc nous demander comment penser l'articulation entre des évaluations certificatives et le développement de compétences relatives à la démarche d'investigation, à la résolution de problèmes. Plusieurs problèmes se posent alors : Comment donner à ces évaluations fréquentes un rôle formatif ? Que cherche-t-on à développer chez les élèves et donc à évaluer ? Sur quel support doit-on faire porter cette évaluation ?

II. LA NARRATION DE RECHERCHE COMME SUPPORT POUR L'ÉVALUATION D'ACTIVITÉS DE DÉMARCHE D'INVESTIGATION

Selon les injonctions de l'institution, cette évaluation certificative doit porter « au moins pour 2/3 sur la recherche et sa restitution - et donc pour au plus 1/3 sur les contenus. » (DIP 2012, p. 18). Un autre problème apparaît donc ici puisqu'il est nécessaire que l'enseignant ait accès

¹ Pour les classes de 10^e et 11^e les élèves sont répartis en 3 sections LS « Littéraire- Scientifique », LC « Langues et communication » ou CT « Communication et technologie ». La section LS est divisée en 3 profils : L « Latin », LV « Langues Vivantes » et S « Scientifique ».

à la partie recherche du travail de l'élève puisque c'est ce qui doit être évalué. Or comme Coppé (1998) l'a montré, entre ce que l'élève produit sur son brouillon et garde pour lui comme étant de l'ordre d'un travail privé et ce qu'il donne à voir à l'enseignant comme trace publique de son travail, il peut y avoir des différences importantes. Une des difficultés qui se pose alors est d'arriver à changer le statut de la recherche que fait l'élève, que ce dernier ne la restreigne plus au seul caractère privé de son travail mais qu'il la fasse apparaître dans la trace publique qu'il va produire, à laquelle l'enseignant aura accès. C'est pourquoi le choix² a été de faire reposer l'évaluation certificative de ce cours sur le dispositif de la narration de recherche. Cette forme de travail a été pensée par ses initiateurs comme un moyen de porter une attention particulière aux démarches de recherche des élèves et de les promouvoir. La définition retenue dans le document cantonal de liaison est la suivante (DIP 2012, p. 22) :

Il s'agit de faire raconter par l'élève lui/elle-même la suite des actions qu'il ou elle a réalisées au cours de sa recherche. Un nouveau contrat est passé avec l'enseignant-e : l'élève s'engage à raconter du mieux possible toutes les étapes de sa recherche, à décrire ses erreurs, comment lui sont venues de nouvelles idées ; en échange, l'enseignant-e s'engage à faire porter son évaluation sur ces points précis sans privilégier la solution.

L'établissement de ce nouveau contrat doit permettre à l'enseignant un accès à la partie recherche de l'activité mathématique des élèves. Cette pratique de la narration de recherche n'est pas récente et a donné lieu à des travaux en particulier dans les réseaux des IREM (Instituts de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques) et de l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public) depuis les années 70 (Bonafé & al. 2002; Chevalier 1992; Sauter 1998), mais aussi plus récemment dans certains manuels, ou encore sur le site Sésamath (<http://www.sesamath.net/>).

Selon le document cantonal, la résolution d'un problème procède d'une série d'étapes que sont l'appropriation de l'énoncé, le traitement des données et la communication des recherches et du résultat (DIP, 2012). La pratique de la narration de recherche permet donc de porter une attention particulière à l'étape « Communiquer convenablement son résultat, sa procédure ». En effet, en demandant aux élèves de rédiger une narration de leur recherche, il n'est plus seulement attendu d'eux qu'ils cherchent à résoudre le problème qui leur est posé mais aussi qu'ils racontent tout ce qui les aura menés jusqu'à une potentielle résolution. Ils doivent expliciter leur démarche, leur raisonnement, ils doivent produire un récit structuré, détailler exhaustivement toutes les étapes de leur recherche, de façon à ce que celle-ci soit intelligible pour le lecteur. Or cela n'est pas habituel en mathématiques. Comme on l'a dit précédemment, d'ordinaire, le travail de recherche est de l'ordre du travail privé de l'élève et n'est pas communiqué à autrui, n'apparaît pas dans la production que l'élève remet à l'enseignant. L'élève n'est habituellement tenu que de fournir ce qu'il estime être une « bonne réponse », une réponse correcte au problème. Il garde ainsi pour lui les pistes, les essais et les fausses routes qui ont alimenté sa recherche. Ce travail d'explication de sa recherche à autrui peut donc d'une part fournir des informations à l'enseignant quant aux processus de résolution mis en œuvre par les élèves, mais d'autre part aussi s'avérer bénéfique pour les élèves eux-mêmes au sens où cela nécessite de développer un regard réflexif sur son propre travail. L'élève doit apprendre à dire ce qu'il fait ; à se regarder faire en quelque sorte et être capable de l'écrire. Il doit « penser sa propre pensée et être observateur de lui-même. » (Bonafé & al. 2002, p. 16). Nous pensons que la dimension réflexive pouvant émerger de ce travail communicationnel peut participer au développement de compétences en résolution de problèmes chez les élèves.

² Choix fait par les Présidents de Groupe (PG) c'est-à-dire les deux enseignants élus qui représentent les enseignants de mathématiques des 20 cycles d'orientation de Genève (un peu moins de 400 enseignants de mathématiques).

Mais cela soulève d'autres questions sur la forme de cette narration et sur les critères qui vont permettre d'évaluer « une bonne narration de recherche ». Peut-on dégager des critères d'évaluation généraux, indépendants des problèmes ? En quoi et comment le travail avec les narrations de recherche participe à la construction de savoirs mathématiques et lesquels ? Que doit-on et que peut-on évaluer, en termes de savoirs, savoir-faire, compétences relatifs à la résolution de problèmes ? Si l'on se place dans le cadre de la théorie des situations didactiques, quels effets de contrat peut-on attendre de l'introduction de ce nouvel objet dans le milieu ?

III. APPRENTISSAGES VISES PAR LES ACTIVITES DE DEMARCHE D'INVESTIGATION

Les instructions officielles du cours de « développements en mathématiques » préconisent que concernant les problèmes à proposer aux élèves, le choix des enseignants se porte sur des « problèmes ouverts ». En France, ce type de problème développé par Arsac, Germain et Mante (1988) continue d'influencer fortement le travail sur la résolution de problèmes. Par la confrontation à ces « problèmes ouverts » tels que

l'énoncé est court ; l'énoncé n'induit ni la méthode ni la solution [...]; le problème se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité [...] (Arsac, Germain & Mante 1988, cité par DIP 2012, p. 21)

On vise à amener les élèves à mettre en œuvre *la* démarche scientifique. Il s'agit bien là d'une des visées annoncées du cours de « développements en mathématiques » puisque à partir d'un objectif général qui est de traiter de « stratégies de résolution de problèmes et activités de situations mathématiques » (Ibid, p. 18), le travail relatif aux stratégies de résolution vise plus précisément à contribuer « à la mise en place de la démarche scientifique [et des] règles du débat scientifique » (Ibid, p. 18). Par « la démarche scientifique », il est entendu « *essayer-conjecturer-tester-prouver* ». Mais « mettre en œuvre la démarche scientifique » peut-il être considéré comme un objectif d'apprentissage ? Une évaluation visant à tester la transférabilité de cette démarche d'un problème à l'autre serait-elle valide ? Selon Hersant (2010) il y a un paradoxe dans ces dispositifs de démarches d'investigation, de problèmes ouverts, qui associent apprentissage de la résolution de problème en mathématiques et démarche scientifique, puisque la démarche scientifique est désignée comme un objectif d'apprentissage en mathématiques sans qu'il n'y ait d'explicitation des savoirs mathématiques précis en jeu dans cette démarche. D'autres chercheurs se sont intéressés à la question des savoirs visés par les activités mettant en jeu des démarches d'investigation (Schneider 2002) et ce notamment en questionnant la place de l'expérimentation en mathématiques (Giroud 2014 ; groupe ResCo 2014). Hersant (2010) remet par ailleurs en question l'unicité de la démarche scientifique sous-entendue dans les dispositifs étudiés. Selon elle, on ne peut pas parler de démarche scientifique comme triplet (essais, conjecture, preuve) en toute généralité. Pour Gandit (2015) on peut caractériser « une pratique scientifique authentique » en considérant quatre blocs d'actions que sont « expérimenter », « généraliser », « questionner » et « communiquer ». Elle précise par ailleurs que

les savoirs en jeu sont relatifs à la validité des énoncés, la logique, la recherche mais ils sont aussi notionnels, sans que nécessairement, par rapport à un problème donné, on puisse toujours les identifier dans chacune de ces deux catégories. (Op. cité, p. 69)

Dans le cadre de ce cours, en confrontant les élèves à des activités mettant en jeu une démarche d'investigation on ne vise pas des apprentissages notionnels et conceptuels disciplinaires mais le développement de compétences (pour reprendre le terme utilisé dans les

programmes) en résolution de problèmes. Finalement, les enseignants doivent enseigner à résoudre des problèmes à travers un enseignement par le problème.

On devine combien l'évaluation des narrations de recherche peut s'avérer difficile. Les réponses des élèves sont d'une grande variété tant sur la forme que sur le fond et *la* bonne réponse n'existe pas, ce qui constitue une difficulté à la fois pour l'enseignant au moment de l'évaluation, mais aussi pour l'élève qui peut peiner à savoir ce qu'on attend de lui dans un tel travail. Dans le but de limiter la subjectivité de l'évaluation (Gérard 2008) et de donner aux élèves des éléments leur permettant de situer leur travail par rapport à ce qui est attendu, il convient de définir les qualités, les critères de réussite d'une telle production. Pour cela un travail spécifique sur la détermination des objectifs visés s'avère nécessaire puisque l'explicitation de savoirs relatifs à l'activité de recherche, de résolution de problème détachée d'enjeux d'apprentissage de savoirs notionnels reste difficile et ne fait pas consensus (Hersant 2012). La détermination de ces critères doit prendre en compte les différents aspects du travail de narration d'une recherche soit, comme le préconise Sauter (1998), la forme c'est-à-dire la narration, et le fond à savoir la recherche, mais aussi nous semble-t-il la pertinence et le bon usage des outils mathématiques mis en jeu.

Notre travail de thèse (qui débute) va consister d'une part à problématiser la question de l'évaluation des compétences en résolution de problèmes mathématiques et d'autre part à proposer des outils d'évaluation qui seront testés dans les classes.

IV. DEVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'EVALUATION SOMMATIF ET FORMATIF

Dans le but de permettre d'établir avec les élèves un contrat qui prenne également en charge la question de l'évaluation des narrations de recherche dans une visée de tendance formative, nous avons travaillé³ à la constitution d'une grille qui dégage les critères importants déterminant les qualités d'une bonne narration. Notre but est non seulement d'obtenir une grille générale pouvant être modulée pour évaluer les narrations relatives à toute activité de démarche d'investigation, mais aussi que cette grille puisse être utilisée par les élèves, et qui, distribuée en début d'année, permette de porter à la connaissance de l'élève les critères de réussite, des éléments attendus de telles productions. Ce nouvel outil doit permettre à la fois de changer de regard sur l'élève et sur ses « erreurs » et de rendre explicite ce que doivent savoir les élèves, deux éléments essentiels de l'évaluation formative (Bloom 1968 ; Black & William 1998). Cette grille est un outil qui peut donc servir à la fois lors des évaluations sommatives, comme support pour l'enseignant afin de savoir quoi observer et de s'assurer de ne rien omettre dans la production de l'élève (Allal, 2008), mais aussi un outil pouvant permettre de favoriser la mise en œuvre de processus formatifs. En effet, une information, un retour ou encore ce que certains appellent un feedback peut ainsi être apporté à l'élève relativement à l'adéquation entre sa narration de recherche et les critères de réussite définis dans la grille. Ces feedbacks sont alors des sources potentielles de régulations, c'est-à-dire qu'ils sont susceptibles de déclencher des processus d'autorégulation chez l'élève (Allal, 1999). C'est pourquoi nous pensons que cet outil d'évaluation peut se situer dans une zone d'interface entre les évaluations formative et sommative (Allal 2011 ; Harlen 2012).

Cet outil peut aussi s'avérer performant pour mettre en œuvre des formes innovantes d'évaluations pouvant favoriser les processus d'autorégulation chez l'élève. On peut ainsi penser à de l'auto-évaluation, l'élève se basant sur la grille pour évaluer son propre travail, ou

³ L'équipe ayant travaillé sur ce projet de conception d'une grille d'évaluation de narration de recherche était constituée de plus de Burgermeister Pierre-François, Coray Michel, Coutat Sylvia, Dorier Jean-Luc, Guex Jean-Pierre, Merminod Laurence et Northcott Katie.

encore à de l'évaluation entre pairs appelée aussi évaluation mutuelle, les élèves évaluant mutuellement leur travail avec la grille comme référentiel commun, ou enfin à de la co-évaluation, amenant l'élève et l'enseignant à confronter et discuter de l'évaluation que chacun aura faite du même objet, à savoir ici la narration de recherche de l'élève (Allal 1999).

Afin de constituer cette grille (annexe 1), nous nous sommes basés sur des grilles que les enseignants avaient eux-mêmes conçues en s'inspirant de diverses sources, et notamment de celle proposée sur le site Sésamath. Il est apparu d'après l'étude de ces grilles que l'attention des enseignants était majoritairement portée sur la forme, au détriment de la consistance de la narration et que les outils mathématiques et leurs usages étaient peu (voire pas du tout) pris en compte. Par ailleurs la question de l'appropriation du problème par l'élève, sa capacité à dégager les bonnes questions et les points importants, dans un langage approprié n'apparaissait que rarement. Seul éventuellement la « reformulation de l'énoncé » était évoquée comme un critère. Nous avons donc fait le choix de distinguer cinq dimensions principales pour définir les attendus d'une narration de recherche : la présentation, l'appropriation du problème, la narration (scindée en deux sous-parties), la recherche et la technique, et chacune de ces dimensions est décomposée en critères. Les cinq dimensions ont été pensées pour être applicables à toute activité de démarche d'investigation. Plus particulièrement, les trois premières (présentation, appropriation du problème et narration) peuvent être utilisées sans aménagement. Pour les deux dernières (recherche et technique), il est par contre nécessaire de moduler les critères correspondants. En effet, pour un problème donné, certains critères ne sont pas pertinents, ils ne doivent alors pas être pris en compte, et pour d'autres il convient de les préciser et de les adapter en fonction des objectifs et de pondérer leur poids dans le barème en fonction de leur importance dans le problème. En ce qui concerne les indicateurs permettant de rendre ces critères identifiables de façon concrète dans la copie de l'élève, il est laissé aux enseignants le choix de les déterminer, et ce notamment en fonction des problèmes proposés. Enfin, il n'y a bien sûr pas exhaustivité des critères que nous avons retenus et la grille est ainsi amenée à être complétée au fur et à mesure des problèmes rencontrés.

Cette grille n'est cependant que le point de départ d'un travail qui va s'amorcer avec deux enseignants dès la rentrée 2015, au sein d'une commission intitulée « Evaluation des travaux de narration de recherche » dans le cadre du cours de développement mathématiques en 10e LS et dont les objectifs sont :

- d'aider les enseignants chargés de ce cours d'évaluer des travaux nécessitant des critères spécifiques ;
- d'harmoniser les pratiques d'un cours comptabilisé comme une branche principale⁴ dans le cursus des élèves de profil LS dans le règlement du cycle d'orientation ;
- de permettre de porter à la connaissance des élèves des attentes convergentes entre cycles d'orientation sur la manière d'évaluer ce genre de travail.

Pour cela, nous allons travailler de manière collaborative avec les enseignants. En nous appuyant sur leurs expériences tirées de la confrontation de cette première grille à la réalité de la classe, nous visons l'établissement d'un outil d'évaluation valide, pertinent, fiable et efficace d'un point de vue sommatif et qui permette de favoriser les processus formatifs, notamment par le recours à de l'auto-évaluation, de l'évaluation mutuelle ou encore de la co-évaluation.

⁴ Cela signifie que ce cours est pris en compte pour l'orientation des élèves dans un des regroupements de niveau de la classe supérieure.

V. ETAT DES LIEUX DES PRATIQUES ENSEIGNANTES

Nous avons en parallèle cherché à mieux connaître les pratiques des enseignants pour la gestion de cette heure : à la fois concernant les types de problèmes proposés, la gestion de classe lors de ces activités, les modalités de travail, les types d'évaluation proposées, les critères d'évaluation utilisés. Pour cela, un questionnaire a été soumis aux enseignants dispensant ou ayant dispensé ce cours récemment. Il comprend trois thèmes principaux que sont :

- le choix des problèmes proposés : les critères pour choisir ou non un problème à soumettre aux élèves ; les savoir, savoir-faire ou compétences visés,
- l'évaluation du cours : les modalités de travail (en groupe, en individuel) ; leur fréquence ; le support (présentation orale, transparent projeté à la classe, cahier de recherche, etc.) ; le recours à d'autres formes d'évaluation (auto-évaluation, co-évaluation) ; le type de problèmes proposés en évaluation et leur lien avec ceux travaillés en classe ; les savoir, savoir-faire, compétences que les enseignants cherchent à évaluer,
- les narrations de recherche : leur recours lors de l'évaluation ; leur évaluation (utilisation de critères d'évaluation ou non) ; la communication aux élèves des critères de correction ; des exemples de critères utilisés.

L'analyse des réponses récoltées nous permet de mieux connaître les pratiques des enseignants dans le cadre du cours de développements mathématiques notamment en ce qui concerne l'évaluation, et ainsi de disposer d'un matériau sur lequel s'appuyer pour débiter le travail de la commission.

Dans cette communication nous analysons plus particulièrement les réponses recueillies à ce questionnaire afin de présenter un bref état des lieux des pratiques enseignantes déclarées dans le cadre de ce cours dédié à la démarche d'investigation selon les trois axes présentés ci-dessus.

1. A propos du choix des problèmes proposés

En ce qui concerne les critères sélectionnés pour choisir un problème, il s'avère que les plus cités par les enseignants sont l'ouverture du problème (50%⁵) ; les notions mises en jeu dans le problème (34%) ; l'adéquation entre la difficulté du problème et le niveau des élèves (34%) et la motivation suscitée chez les élèves (21%). Les choix concernant les problèmes proposés semblent donc principalement liés aux objectifs d'apprentissage et à la réussite des élèves.

2. A propos de l'évaluation

Il ressort par ailleurs que la majorité des enseignants évalue plus fréquemment que ce qui est institutionnellement requis et qu'il y a peu d'implication des élèves dans l'évaluation.

En ce qui concerne les modalités d'évaluation, 64% des enseignants ne se basent que sur des productions écrites pour évaluer les élèves. Pour les autres, ils évaluent aussi un exposé, un acétate, une présentation orale, la participation à un débat (20%) ou bien la participation, l'attitude, l'implication, le respect des consignes (21%). 30% des enseignants n'évaluent que de façon individuelle, 7% n'évaluent que des travaux en groupe, 63% évaluent avec les deux modalités. Enfin une majorité attribue une note chiffrée à chaque évaluation (63%) et presque tous les enseignants utilisent les narrations de recherche pour évaluer leurs élèves (95%).

⁵ Les pourcentages s'entendent par rapport au nombre total d'enseignants ayant répondu au questionnaire.

Les savoirs, savoir-faire, compétences qu'ils souhaitent développer chez leurs élèves sont très proches des instructions officielles sur les objectifs du cours (*mettre en œuvre la démarche scientifique ; respecter les règles du débat scientifique ; rédiger une narration de recherche ; connaître et utiliser différentes stratégies de résolution ; communiquer sa démarche, son raisonnement ; faire preuve de curiosité et d'esprit critique ; travailler en groupe*). Lorsque l'on pose la question cette fois concernant les savoirs, savoir-faire, compétences qu'ils souhaitent évaluer, on note une corrélation forte entre les deux, avec cependant quelques éléments divergents. Hormis *rédiger une narration de recherche et communiquer sa démarche* (qui sont évalués mais pas travaillés), les enseignants ont tendance à dire vouloir développer des compétences, savoirs, savoir-faire chez leurs élèves sans chercher à les évaluer par la suite. A l'inverse, beaucoup veulent développer *respecter les règles du débat* mais ne l'évaluent pas.

3. A propos des narrations de recherche

En ce qui concerne les narrations de recherche, presque tous les enseignants utilisent des critères pour évaluer les narrations de recherche, beaucoup avec des critères très détaillés (86%) qu'ils communiquent à leurs élèves (91%). Les critères d'évaluation utilisés par les enseignants et communiqués aux élèves sont par exemple : l'exhaustivité, la sincérité, la pertinence du récit ; la structure de la narration, la clarté du récit ; l'appropriation du problème ; la mise en œuvre d'une démarche scientifique (faire des essais, des conjectures ou vérifier) ; l'utilisation d'outils mathématiques. On remarque ainsi qu'il y a plus de critères communiqués aux élèves sur l'aspect narration que sur la dimension recherche.

Pour réussir une narration de recherche, les enseignants considèrent que toutes les étapes du raisonnement doivent être détaillées et justifiées ; que le contenu du récit doit être pertinent par rapport au problème cherché ; que l'élève doit s'approprier le problème, que le récit doit être clair et structuré. Finalement, tous ces éléments portent presque exclusivement sur l'aspect narration, ce qui est cohérent avec les critères d'évaluation communiqués aux élèves.

Enfin les enseignants attribuent les difficultés mettant en échec leurs élèves à la dimension narration du travail (40%) (exhaustivité du récit, argumenter, justifier) ; à l'attitude (25%) (peu d'investissement, peu de persévérance) ; à la recherche, la résolution de problème (25%) (appropriation du problème, stratégie de résolution, relance sur de nouvelles pistes).

Pour conclure, les enseignants considèrent très majoritairement qu'évaluer les narrations de recherche est plus difficile qu'une évaluation classique, que les outils qui leur sont proposés pour évaluer s'avèrent insuffisants et souhaiteraient pouvoir favoriser davantage la responsabilité de l'élève dans son évaluation, par exemple en ayant recours à des démarches d'auto-évaluation, de co-évaluation, etc. Cela encourage donc à poursuivre les travaux traitant de ces thématiques, par exemple en investiguant l'existence d'une possible zone d'interface entre évaluations sommative et formative.

REFERENCES

- Allal L. (1999) Acquisition et évaluation des compétences en situation scolaire. In Dolz J., Ollagnier E. (Eds.) *L'énigme de la compétence en éducation* (Raisons éducatives, 2, pp. 77-94) Bruxelles : De Boeck.
- Allal L. (2008) Evaluation des apprentissages. In Van Zanten A. (Ed.) *Dictionnaire de l'éducation* (pp. 311-314) Paris : Presses universitaires de France.
- Allal L. (2011, Juin) « *Assessment for learning* » *culture in the classroom... and beyond*. Communication à International Seminar on Assessment for Learning, Solstrand, Norvège.

- Arsac G., Mante M., Germain G. (1988) *Problème ouvert et situation problème*. Lyon : IREM.
- Black P., William D. (1998) Assessment and Classroom Learning, *Assessment in Education* 5(1), 7-74.
- Bloom B.-S. (1968) Learning for Mastery. *Evaluation Comment* 1(2), 1-12.
- Bonafe F., Chevalier A., Combes M.-C., Deville A., Dray L., Robert J.-P., Sauter M. (2002) *Les narrations de recherche de l'école primaire au lycée*. Montpellier : IREM & Brochure APMEP, 151.
- Chevalier A. (1992) Narration de recherche : un nouveau type d'exercice scolaire. *Petit x* 33, 71-79.
- CIIP (2010) *Plan d'Etudes Romans*. Neuchâtel, Suisse : Conférence Intercantonale de l'Instruction Publique de la Suisse romande et du Tessin. <http://www.plandetudes.ch>
- Coppé S. (1998) Composantes Privées et Publiques du Travail de l'Élève en Situation de Devoir Surveillé de Mathématiques. *Educational Studies in Mathematics* 35 (2), 129-151.
- Département de l'Instruction Publique, de la culture et du sport (DIP) (2012) *Spécificité cantonale, Mathématiques 10^e LS profil S*.
- Dorier J.-L., Maass K. (2014) Inquiry Based Mathematics Education. In Lerman S. (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 300-304). Heidelberg, New York, London: Springer Dordrecht,.
- Gandit M. (2015) L'évaluation au cours de séances d'investigation en mathématiques. In Calmettes B., Matheron Y. (Eds.) Les démarches d'investigation et leurs déclinaisons en mathématiques, physique, sciences de la vie et de la Terre. *Recherches en Éducation* 21, 67-80.
- Gérard F.-M. (2008) Les outils d'évaluation ouverts, ou la nécessité de clés de fermeture. In Baillat G., De Ketele J.-M., Paquay L., Thélot C. (Eds.) *Evaluer pour former. Outils, dispositifs et acteurs* (pp. 99-110). Bruxelles : De Boeck.
- Giroud N. (2014) Etude de la démarche expérimentale dans les situations de recherche pour la classe. In Coppé S., Haspekian M. (Eds.) *Actes du Séminaire National de Didactique des Mathématiques 2013*. IREM de Paris, Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques (ARDM), Paris, 69-84.
- Groupe ResCo. (2014) La résolution collaborative de problèmes comme modalité de la démarche d'investigation. *Repères IREM* 96, 73-96.
- Harlen W. (2012) On the relationship between assessment or formative and summative purposes. In Gardner J. (Ed.) *Assessment and learning* (2e éd.) (pp. 87-102). Londres : Sage.
- Hersant M. (2010) Empirisme et rationalité au cycle 3, vers la preuve en mathématiques. *Mémoire complémentaire pour l'Habilitation à diriger des recherches*.
- Hersant M. (2012) Recherche et résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques : une étude didactique pour identifier les savoirs et les apprentissages possibles. In Elalouf M.-L., Robert A., Belhadjin A., Bishop M.-F. (Eds.) *Les didactiques en question(s), états des lieux et perspectives pour la recherche et la formation* (pp. 192-202). Bruxelles : De Boeck.
- Sauter M. (1998) Narration de recherche : une nouvelle pratique pédagogique. *Repères IREM* 30, 9-21.
- Schneider M. (2002) Problèmes, situations-problèmes en mathématiques : un regard pluraliste. *Mathématique et Pédagogie* 137, 13-48.

ANNEXE

Dimensions	Critères	Barème
Présentation	Soin apporté au travail (propreté, écriture, ...)	/1
Appropriation du problème	Dégager les données, les inconnues et l'objet de la recherche (reformuler l'énoncé en langue naturelle et / ou en utilisant des schémas)	/2
Narration Fond	- Consistance de la narration : chaque étape comprend une entrée en matière, un développement et une conclusion	/2
- Forme	<ul style="list-style-type: none"> • Clarté de la narration (fluidité et cohérence du propos) • Articulation des étapes (pas de saut ni de trou) 	/2
Recherche	<ul style="list-style-type: none"> • Traduire le problème en langage mathématique, représenter la situation de façon mathématique • Dégager des pistes pertinentes, mettre en œuvre une méthode de résolution • Utiliser des outils, concepts, procédures mathématiques pertinents • Mettre en œuvre de façon efficace des changements de cadres, de registres ou de points de vue • Faire des conjectures plausibles • Tirer les conséquences d'une étape (valider, invalider) avant de passer éventuellement à la suivante • Interpréter le résultat mathématique en fonction du problème et évaluer sa plausibilité, sa validité dans le contexte du problème 	/5
Technique	<ul style="list-style-type: none"> • Se donner les moyens de valider ou non une conjecture • Justifier correctement toutes les étapes du raisonnement • Expliciter les statuts des énoncés mathématiques (données, observations, conjectures, résultats importés du cours, résultats argumentés, ...) • Maîtriser les outils et concepts mathématiques utilisés (calculs, graphiques, tracés géométriques, notations, unités) 	/3
	Total	/15
	Note : 1 + (Total/3)	/6

Annexe 1 - Grille d'évaluation des narrations de recherche