bulletin d'information

FEVRIER 2007

LE POINT SUR LA RECHERCHE

Mathématiques

LES ELEVES ROMANDS ENTRE CONNAISSANCES ET COMPETENCES

Le rapport d'évaluation Mathéval 4P a surpris par ses résultats, moins performants que ce qui était attendu par les responsables et les professionnels de l'enseignement mathématique.

Comment expliquer cet écart ? Qu'en est-il de la progression entre 2P et 4P ? Qu'apporte l'éclairage d'une observation longitudinale in situ ?

Une étude plus qualitative laisse présager un déficit de la compétence à se représenter une situation et à donner du sens aux données d'un problème plutôt qu'un manque de connaissances et de savoirs.

Ninon Guignard, SRED Genève

Chantal Tièche Christinat, HEP Lausanne

Continuité et changement en matière d'enseignement

Les moyens d'enseignement romand des mathématiques introduits progressivement dès 1997 dans les classes ont fait l'objet de deux évaluations romandes portant sur les degrés primaires 1P-4P. Complémentaires dans leurs prises de données et dans leurs résultats, ces deux études répondent au besoin d'un suivi scientifique de l'enseignement des mathématiques et à la demande d'évaluation des compétences mathématiques des élèves. Ces deux recherches furent menées par l'IRDP (Institut de recherche et de documentation pédagogique) et un consortium romand regroupant différents centres de recherches cantonaux *, dont le SRED (Service de la recherche en éducation).

*** Institutions partenaires du consortium Mathéval :**

SREP, Service de recherche, évaluation et planification du canton de Berne, section francophone

Service de l'enseignement primaire du canton de Fribourg

SRED, Service de la recherche en éducation du canton de Genève

La section Recherche et développement de l'Institut pédagogique jurassien (JU)

OSIS-CCRS , Office de recherche et de statistique de l'enseignement du canton de Neuchâtel

URSP, Unité de recherche pour le pilotage des systèmes pédagogiques du canton de Vaud

URD, Unité de recherche et de développement du système de formation du canton du Valais

IRDP, Institut de recherche et de documentation pédagogique, Neuchâtel

Résolution de problèmes, dévolution et médiation

Les moyens d'enseignement actuels présentent, par rapport aux moyens précédents, des modifications importantes tant sur le plan didactique que sur la conception pédagogique des apprentissages. Les travaux des didacticiens français, en particulier ceux de Brousseau (1998), Charnay et Mante (1992), Vergnaud (1990) inscrivent les activités proposées dans un cadre de référence épistémologique nouveau. Les points sensibles portent ainsi sur la résolution de problèmes, qui devient l'épicentre de tout enseignement mathématique et sur la dévolution du problème à l'élève, ce qui entraîne un réaménagement des différents moments de la leçon et de la gestion didactique. Les approches pédagogiques de l'enseignement et de l'apprentissage quant à elles rappellent l'importance de la médiation verbale dans la construction sociale des connaissances. Leur application en classe nécessite un travail par groupes d'élèves et donne à la parole un aspect primordial. Cette conception de l'enseignement s'inscrit dans la continuité des apprentissages précédemment mis en place et confirme l'importance du concept de différenciation.

Le contenu mathématique curriculaire est quant à lui presque inchangé. Les aspects numériques (étude du nombre, du champ conceptuel de l'addition et de la multiplication) restent centraux, alors que les aspects liés à la mesure, à l'espace et aux formes géométriques acquièrent un poids plus important qu'auparavant.

Deux types d'évaluation

Afin d'évaluer à sa juste mesure l'introduction de ces moyens d'enseignement et ses effets sur la réussite des élèves en mathématiques, l'IRDP a mis sur pied une première recherche qui avait pour fonction de suivre l'introduction de l'innovation dans les classes.
Quatre ans après l'introduction des moyens d'enseignement dans les classes, une deuxième recherche nommée Mathéval cible les compétences des élèves à la fin du 2e et du 4e degré primaire pour établir la réussite des élèves sur différents items relevant du domaine numérique et géométrique. Un questionnaire d'accompagnement destiné aux maîtres et maîtresses permet de compléter les données obtenues, et en 4P un court questionnaire est distribué aux élèves.

Méthodologie et populations étudiées

Le suivi longitudinal

Initiée en 1998, la première étude s'est étalée sur une période de 5 ans. Les classes de deux établissements par canton ainsi que leurs enseignants ont fait l'objet d'observations bis-annuelles, planifiées avec eux. Prenant pour base un découpage scolaire en quatre périodes, la ronde des visites s'est effectuée durant la deuxième et la quatrième période, c'est-à-dire d'octobre à décembre et d'avril à juin. La première période permettait aux maîtres de connaître les élèves et de s'approprier la méthode.
Vingt-sept cohortes d'élèves suivies durant quatre années ont permis de rencontrer une soixantaine d'enseignants.

Conçue comme une étude longitudinale, cette recherche se base sur l'observation des gestes et des attitudes enseignantes et se décline par le recueil d'observations de leçons de mathématiques, d'entre-tiens et de questionnaires aux enseignants visités. Entreprise dès la première année d'introduction, elle vise également à saisir la mise en place des processus d'innovation dans les classes, d'en décrire les adaptations et d'en cerner les enjeux.

Mathéval 2P et 4P

La seconde étude, de type survey, porte sur les compétences des élèves. L'échantillon est constitué de 140 classes de 2P et de 4P. Au total, respectivement 1912 et 2252 élèves ont été testés.
En 2P, l'épreuve mathématique se compose de 18 problèmes dont 10 sont soumis à une passation individuelle et 8 à une passation collective. En 4P, le test comporte 56 items répartis dans 8 cahiers. 16 problèmes sont issus de l'enquête menée par l'IRDP en 1979, 6 problèmes sont empruntés à Mathéval 2P et 34 problèmes originaux sont représentatifs des sept modules des moyens de 4P.

Résultats : quelles compétences ?

Compétence

« A travers une compétence, un sujet mobilise, sélectionne et coordonne une série de ressources (dont certaines de ses connaissances, mais aussi une série d'autres ressources qui seraient affectives, sociales et celles reliées à la situation et à ses contraintes) pour traiter efficacement une situation. Une compétence suppose, au-delà du traitement efficace, que ce même sujet pose un regard critique sur les résultats de ce traitement qui doit être socialement acceptable. »
Jonnaert, P. (2002)

Les compétences visées

Les problèmes proposés dans Mathéval relèvent des domaines qui s'inscrivent dans le plan d'étude pour les années testées. Ils visent des champs conceptuels particuliers aussi bien que des compétences transversales. Celles-ci sont sollicitées dans des activités qui nécessitent des mises en relation entre domaines ou champs conceptuels différents. Les moyens actuels de mathématiques proposent de telles situations dans le module 1 « des problèmes pour apprendre à conduire un raisonnement ».

En 2P, les problèmes à résoudre concernent essentiellement la construction du nombre et du système numérique, le champ de l'addition, la mesure et l'espace. On trouve en sus une question de partage et, d'autre part, des problèmes nécessitant des compétences transversales, proposés sous forme collective (deux ou trois élèves) qui correspondent ainsi à la plupart des activités travaillées en classe.

En 4P, les problèmes proposés concernent les sept modules et couvrent ainsi les domaines de la numération et des champs additif et multiplicatif, de la mesure et de la géométrie. Un ensemble de questions provenant de l'évaluation romande des moyens de mathématiques des années 70 ainsi que les problèmes les plus difficiles de l'évaluation Mathéval 2P, réalisée en 2002, complètent la collection dans un but d'éclairage comparatif. Les compétences transversales sont essentiellement évaluées dans des problèmes de haut niveau et analysées dans le rapport (Evaluation des compétences en mathématiques en fin de 4e année primaire, p. 63-67) en termes de modélisation des situations complexes.

La construction du nombre

En 2P, les résultats obtenus aux activités portant sur le nombre témoignent du soin apporté par les enseignants à cette construction. Plus de deux tiers des élèves savent organiser un comptage puis dénombrer une collection importante, sont capables de reconnaître et d'attribuer une valeur positionnelle aux chiffres composant un nombre même si celui-ci va bien au-delà du champ numérique censé être maîtrisé. Ils savent aussi comparer des grands nombres et les décomposer en milliers, centaines, dizaines et unités.

En revanche, plus de la moitié des élèves de 4P ne savent pas écrire en chiffres un nombre donné en lettres dès que celui-ci dépasse le millier. Il semble que tout l'effort pour l'apprentissage du nombre effectué dans les petits degrés soit abandonné comme si la construction d'une classe supérieure de nombres aille de soi et ne nécessite pas un apprentissage spécifique. Or l'une des caractéristiques de ces moyens consiste justement à travailler la numération pour chaque nouvelle étape de la suite des nombres.
La compréhension du système décimal et de la valeur positionnelle des chiffres d'un nombre semble acquise par deux tiers environ des élèves à condition qu'il s'agisse d'un problème « concret ». Par exemple, si 65% des élèves trouvent qu'on peut remplir 12 boîtes de 100 avec 1200 craies, il ne sont plus que 27% à reconnaître que 1010 comporte 101 dizaines.

Le champ additif

Les problèmes additifs évaluent chacune des catégories requises en 2P, à savoir des compositions d'états et certaines transformations, positives ou négatives. Tous les problèmes ont reçus le même "habillage", une séance au cinéma, afin de circonvenir le plus possible la charge cognitive et représentative. La quasi-totalité des élèves (3% seulement d'échec) peut résoudre au moins partiellement ces problèmes et un élève sur deux réussit la série même dans le cas complexe de la recherche de l'état initial ; il donne du sens aux problèmes et sait additionner par calcul réfléchi ou par dessin. C'est la recherche d'un sous-ensemble complémentaire qui constitue l'activité la moins bien réussie.

Exemple de problème additif avec recherche de l'état initial (2P) :

Au cinéma

Jennifer mange des pop-corn. Dany la bouscule. 34 pop-corn tombent par terre.

Dans le carton de Jennifer, il ne reste plus que 11 pop-corn.

Combien avait-elle de pop-corn avant de se faire bousculer ?

En 4P, ce sont toutes les catégories de problèmes additifs qui sont évaluées : les compositions d'états, les transformations positives et négatives et les comparaisons.
Le détail des résultats laisse apparaître que pour la très grande majorité des élèves, le sens de l'opération à effectuer est saisie, qu'ils reconnaissent un problème additif ou soustractif même sans repère linguistique (comme l'usage des termes « reste » ou « différence »). Ils savent le traduire en écritures mathématiques et effectuer les opérations arithmétiques. Et l'on peut juger fort satisfaisante le fait qu'en 4P un élève sur deux réussisse un problème complexe tant du point de vue notionnel (comparaison négative) que sémantique.

Le champ multiplicatif

Le module relatif à ce domaine est relativement pauvre en 2P, aussi n'est-il investigué que par un seul problème. Celui-ci fait référence à la notion de division avec reste et nécessite, à ce niveau, une activité de partage et de constitution de collections équipotentes. Presque les trois quarts des élèves interrogés parviennent à la réponse attendue. Ce succès est dû au moins en partie au support graphique qui leur donne l'occasion de tâtonner.

Pour un domaine aussi vaste, Mathéval 4P s'est voulu exploratoire afin de cerner au plus près comment se construisent les diverses connaissances qui forment le champ multiplicatif.
Les résultats aux situations et aux problèmes complexes relatifs à des notions telles que la proportionnalité, les fonctions, les arrangements ou la mesure d'aires, sont relativement satisfaisants d'autant qu'elles commencent à s'ébaucher. Un bon

quart des élèves interrogés est déjà capable de mener à terme une véritable recherche et un enfant sur deux environ offre des démarches fort intéressantes même si celles-ci n'aboutissent pas forcément à la solution. Un problème en référence à la notion de division avec reste atteint un taux de réussite nettement supérieur au taux attendu, grâce à des démarches de partage, de soustractions successives ou de liste de multiples.
En revanche, le rendement de certains problèmes classiques est nettement inférieur aux attentes. Par exemple, la recherche du nombre de menus possibles, obtenu en déterminant la valeur du cardinal de l'ensemble produit de trois ensembles (produit cartésien), n'aboutit qu'une fois sur deux à cause de la prégnance de l'addition. De même, de petits problèmes multiplicatifs, directement inspirés du manuel de 4P, ne sont bien réussis que si la question porte sur le produit de facteurs ; le taux de réussite tombe de moitié lorsqu'il s'agit de trouver la valeur d'un des facteurs. Ce piètre résultat est caractéristique : l'opération inverse se construit plus tardivement, ce qui indique clairement que le champ multiplicatif s'élabore graduellement, comme tous les autres champs d'ailleurs et que, par conséquent, il doit faire l'objet d'un enseignement et d'un apprentissage ciblé dans les années suivantes.

Traces des contenus des anciens moyens de mathématiques, les diagrammes ensemblistes et surtout les arbres de classements, dichotomiques ou non, servent d'instruments à un nombre relativement élevé d'élèves. Ceux-ci y recourent essentiellement pour faciliter la résolution des problèmes relatifs à la combinatoire. Malheureusement, très peu d'entre eux savent adapter l'outil à la situation et l'on observe plutôt des fragments d'arbres sans véritable construction. C'est que ceux-ci constituent de véritables algorithmes qui fonctionnent à condition d'être bien posés. Bien que ces formes de représentations aient disparu des nouveaux moyens, il est évident que certains maîtres les présentent encore. Dans ce cas, il conviendrait d'aider les élèves à aller jusqu'au bout du problème et de favoriser la maîtrise d'un dispositif qui demeure un puissant atout de représentation.

Enfin, il ne faut pas oublier que « Sur le plan cognitif, la multiplication s'élabore parallèlement à l'addition mais, pour devenir instrumentale, elle doit se différencier de cette dernière pour que les deux opérations puissent ensuite se coordonner entre elles. On le constate, en 4P, cette différenciation commence seulement à s'opérer et pour beaucoup d'élèves, elle devrait être aidée par des situations propres à faciliter cette évolution. Les questions de Mathéval mettent bien en évidence cette difficulté et permettent de comprendre l'importance de situations problèmes assez riches pour donner du sens à ces deux grands champs conceptuels ». (Evaluation des compétences en mathématiques en fin de 4e année primaire, p. 63).

L'espace

Les résultats obtenus en 2P dans le domaine de l'espace sont nettement moins satisfaisants que ceux du domaine numérique. Sans être catastrophiques, puisqu'on peut affirmer que près de la moitié des élèves sont capables de découvrir des invariants, de se représenter des transformations, de construire un pavage grâce au repérage d'axes et de centres de symétrie et comparer des mesures, ces résultats interrogent l'enseignement et ses moyens : les activités des modules consacrés à la géométrie sont moins nombreuses et souvent abordées très tardivement dans l'année. Ce propos est toutefois à nuancer : les activités spatiales sont présentes sous formes de jeux à plusieurs joueurs et peu propices à une évaluation papier-crayon.

En revanche, en 4P, le domaine géométrique est mieux investi que le numérique. Les notions se construisent : transformations géométriques, mesure, début de différenciation aire-périmètre. Les activités proposées par les nouveaux moyens correspondent peut-être mieux au développement cognitif. Rappelons que le constat est le même en ce qui concerne les résultats de PISA en 9e : c'est en géométrie que les élèves romands, à l'instar des élèves suisses, obtiennent les meilleurs scores.
Toutefois l'analyse des réponses des élèves surprend : quasiment un élève sur deux n'est pas capable de s'exprimer en utilisant un langage conventionnel même élémentaire. De plus les relations spatiales simples ainsi les expressions concernant les positions relatives ne sont pas acquises par beaucoup d'élèves, ce qui tend à souligner l'importance que l'enseignement devrait accorder à ces acquisitions dans les premiers degrés.

Les compétences transversales

« La pensée se développe par paliers successifs, par intégration des niveaux inférieurs dans les supérieurs, ce qui veut dire que la pensée ne se développe pas de façon linéaire par addition progressive d'apprentissages localisés. La pensée s'accroît, se spécifie, se différencie, s'organise, se structure, dans la mesure où elle fonctionne. Et le fonctionnement procède de l'exercice de cette pensée aux prises avec une activité réelle, c'est-à-dire une activité qui présente des résistances. La pensée se heurte à la réalité, la façonne et est façonnée par elle. Dans cet échange interactif, l'erreur est le ferment même du progrès. » (Guignard, 1988).

En 2P, les activités de haut niveau qui concernent l'ensemble des domaines mathématiques ont été abordées par groupes de deux ou trois élèves. Dans l'ensemble, elles sont légèrement moins bien réussies que les autres problèmes mais l'on peut s'estimer satisfait : la moitié des élèves maîtrisent bien ce genre de situations et pour la plupart d'entre elles quasiment les trois quarts les résolvent au moins partiellement.

En 4P, le constat est différent. Très peu d'élèves sont capables de recherche exhaustive. La plupart donnent l'impression de ne savoir que faire de leurs connaissances et savoirs. La difficulté majeure vient d'un manque de représentation du problème. Il suffirait souvent d'un petit dessin ou d'un schéma et les savoirs seraient appliqués à bon escient. Convoi de menhirs en est une bonne illustration : beaucoup d'élèves recourent aux bonnes opérations mais se trompent dans les données faute d'en établir le sens.

Exemple de problème nécessitant des compétences transversales (4P)

Convoi de menhirs

En Gaule, on ne mesurait pas les longueurs en mètres mais en pieds.
Un convoi de menhirs constitué de 6 chariots roule sur la Via Gallia.
Les chariots ont 8 pieds de long et la distance entre chaque chariot est de 50 pieds.

Quelle est la longueur totale du convoi ?
Montre comment tu fais pour trouver.

Evolution de la 2P à la 4P : la compétence à résoudre des problèmes régresse !

Quelques problèmes ont fait l'objet d'une double passation, en 2P et en 4P. La comparaison est extrêmement intéressante. Les tâches à caractère géométrique sont nettement mieux réussies dans le degré supérieur. En revanche, les résultats dans les autres domaines sont plus mitigés : l'énigme logique et la partition numérique ne récoltent pas de différence significative et une situation problème relevant de l'addition connaît une chute du taux de réussite en 4P ! Le constat de déficience de la représentation d'un problème, signalé ci-dessus en ce qui concerne la résolution de problèmes supposant des compétences transversales, vaut aussi pour des activités plus simples ne relevant que d'un seul champ conceptuel. Cela signifie que le déficit en matière de représentation n'est pas à attribuer à la seule complexité de la tâche mais au manque d'apprentissage en ce qui concerne la résolution de problèmes.

Résultats : impact de quelques variables

Les caractéristiques des élèves, celles de l'enseignant et de la classe ont une incidence sur les résultats.

Du côté de l'élève…

Les élèves sont non seulement différents les uns des autres mais ne bénéficient pas tous du même environnement scolaire et extrascolaire.

L'âge des élèves présente un aspect paradoxal : le niveau de compétence croît avec l'âge mais plus il est âgé, moins l'élève est compétent. La principale raison de ce paradoxe est à mettre au compte du redoublement.

Le genre entraîne des différences de réussite : en 4P les compétences des garçons sont légèrement supérieures à celles des filles. En 2P, cette différence n'existe pas, et en 9e (PISA), elle est significative mais varie selon les cantons.

L'origine est aussi source de différence : les compétences mathématiques des natifs sont nettement supérieures à celles des élèves de première génération et à celles des non-natifs.

La langue maternelle constitue un facteur de différenciation. Les élèves francophones obtiennent, en moyenne, de meilleurs scores à l'échelle de compétences mathématiques que leurs camarades allophones. De la 2e à la 4e année primaire, cette différence s'amenuise légèrement.

Le niveau socio-économique influence sans conteste l'acquisition des compétences en mathématiques. Cette variable est à mettre en regard des autres facteurs de différence : par exemple, les élèves issus des milieux les plus modestes sont souvent d'origine étrangère et parlent une autre langue que le français à la maison.

Le redoublement a un effet considérable sur la variable compétences mathématiques. Le fort décalage observé entre les élèves ayant redoublé et les autres montre que les élèves en difficulté avant de doubler le sont toujours après. « Nous pouvons donc légitimement nous demander si les mesures prises au niveau organisationnel pour faire face aux différences de performances et d'aptitudes ne devraient pas être abandonnées au profit de l'extension des mesures d'individualisation de type didactique et méthodologique. » (*Evaluation des compétences* en mathématiques en fin de 4e année primaire, p. 141).

La disposition envers les mathématiques est positive puisque 80% des élèves disent apprécier cette discipline. En ce qui concerne les préférences, ce sont les élèves qui ont du goût pour la recherche et la logique qui présentent le plus de chances d'obtenir un score élevé. Les élèves faibles aiment le travail en groupe même s'ils restent un peu spectateurs et, dans la mesure où ils aimeraient quelque chose en mathématiques, leur préférence va évidemment aux algorithmes et activités de routine.
Ce facteur va beaucoup fluctuer dans la suite de leurs études et se différencier nettement suivant les cantons et les filières suivies (PISA 2003, rapport romand).

Du côté des cantons…

Les compétences mathématiques des élèves dépendent aussi du canton dans lequel ils sont scolarisés. Deux cantons obtiennent des résultats significativement inférieurs à la moyenne romande : Genève et Vaud. Fribourg, Jura et Valais obtiennent des résultats supérieurs à la moyenne romande. Berne et Neuchâtel présentent des résultats qui ne s'en différencient pas.
« Le modèle que nous avons construit permet d'identifier l'apport spécifique de chaque canton indépendamment des facteurs socio-démographiques et pourtant des différences subsistent. L'explication doit donc être cherchée ailleurs ! » (Evaluation des compétences en mathématiques en fin de 4e année primaire, p. 154).

Du côté de l'enseignant et de la classe…

La taille de la classe, l'expérience de l'enseignant et son degré d'intérêt pour les nouveaux moyens, ainsi que sa manière d'agencer les différents modules mathématiques au cours de l'année, influencent aussi les compétences des élèves de manière significative.

Dans une étude intitulée L'épistémologie des enseignants : quel impact sur les procédures des élèves en mathématiques ? (M. Delémont, 2006, p.4-5), l'auteure montre que l'effet-classe et l'effet-maître se confondent : « C'est en fonction de son expérience, de ses compétences, de ses intérêts, de sa formation et de sa conception des mathématiques et des processus d'apprentissage, que le maître sélectionne les activités qui lui conviennent et qui font sens pour lui. Chacun n'enseigne ainsi pas de la même manière, et ces différences peuvent se traduire, entre autres, dans les performances inégales des classes. » Et plus loin (p. 41) : « … il suffirait d'une adhésion partielle aux nouveaux moyens - par conviction ou application stricte - pour faire émerger chez les élèves une certaine variété de démarches et pour favoriser la verbalisation de celles-ci. »

Résultats : quelques explications

Les modèles statistiques

Pour fixer les seuils de réussite, les experts se sont aidés des documents officiels dans lesquels les objectifs à atteindre au terme de la 4e année primaire sont tous listés, et se sont montrés assez sévères dans une lecture très stricte de ces documents. Cette remarque, toutefois, n'altère pas fondamentalement la validité des résultats : les objectifs de 4e année ne sont atteints que par une minorité d'élèves.

Cette prise de vue nécessite cependant un regard critique : les différentes méthodologies utilisées offrent chacune un regard différent et particulier. Aucune ne montre tout ! La méthode statistique dite « des juges » s'intéresse aux résultats en terme d'acquis ou de non-acquis. Elle n'offre pas de grandes différenciations en ce qui concerne les démarches et les niveaux de réussite. En revanche elle cible l'écart entre, notamment, ce qui est attendu et ce qui est observé. Pour ce faire, les réponses sont considérées le plus souvent comme réussies ou échouées. Toutefois, afin de nuancer les résultats et de cerner au plus près les connaissances acquises et celles qui sont en construction, Mathéval propose une étude qualitative basée sur l'observation des démarches, ce qui permet l'inférence de leur niveau d'élaboration.

Les résultats plutôt faibles sont assez déconcertants. Toutefois l'analyse détaillée des procédures de résolution des problèmes montrent que beaucoup d'élèves disposent d'un ensemble étendu de connaissances et, surtout, qu'ils sont très astucieux, pleins d'intuition et de créativité. Face à des situations complexes, ils sont capables de saisir les données pertinentes d'un problème et s'essaient à toutes sortes de démarches très diversifiées. Ils ne renoncent pas d'emblée. Malheureusement, ces démarches n'aboutissent pas toujours à une solution adéquate.
D'autre part, beaucoup d'élèves croient que tout problème se résout par un calcul. On observe bien ce tiraillement entre une démarche originale et la volonté d'appliquer la méthode canonique, valorisée par l'entourage. De plus, les réponses au questionnaire et l'observation en classe indiquent que les enseignants délaissent le module « apprendre à conduire un raisonnement ». Malheureusement, l'abandon d'activités de raisonnement au profit de l'entraînement des techniques appauvrit l'enseignement et n'atteint même pas le but escompté.

Toutefois, nous devons constater qu'en 4P la majorité des élèves ne sait pas mener un raisonnement à son terme. Tout se passe comme si la résolution de problèmes, aspect essentiel des nouveaux moyens, offrait à de nombreux élèves l'occasion de penser, de chercher, mais pas de trouver. Nous pensons que d'autres principes didactiques importants de ces moyens n'ont pas trouvé leur place dans l'enseignement, tels la dévolution, l'utilisation de la mise en commun des différentes démarches, la validation, et l'institutionnalisation qui consiste à les mettre en rapport avec le savoir mathématique.

Les pratiques enseignantes dans le quotidien

L'étude longitudinale, en particulier l'analyse de la gestion didactique et des entretiens menés auprès des enseignants, permet de relever plusieurs paramètres qui influencent les résultats.

Les épisodes de résolution du problème tous degrés confondus n'illustrent qu'imparfaitement la phase d'action telle que décrite dans la théorie didactique. Les élèves ne se confrontent seuls, sans relance du maître, que durant un court moment de l'activité de résolution. Les enseignants soutiennent et appuient la résolution en cours par des relances et des validations, et les élèves attendent voire demandent cet appui. En phase de tests, comme Mathéval l'a proposé, les élèves ne reçoivent aucune indication de leur enseignant. Le problème leur est entièrement dévolu. Or, les résultats moyennement satisfaisants dans le domaine numérique laissent entrevoir une absence de contrôle de la réponse par l'élève, contrôle qui dans la classe semblerait essentiellement pris en charge par le maître.

La complexité à gérer la phase de mise en commun qui permet la formulation est soulignée par les enseignants aussi bien dans les questionnaires de Mathéval que lors des entretiens. Mis à part la gestion de cette phase didactique, les obstacles surgissent déjà lorsqu'il s'agit de mettre au travail les élèves en difficulté. Bien des maîtres pensent d'ailleurs que ces moyens sont inadéquats pour ces élèves qui, le plus souvent, ont de la peine à comprendre un énoncé. L'observation directe de ces élèves montre qu'en les aidant à verbaliser, avec leurs propres mots, l'accès au contenu verbal leur est plus facile. Une des caractéristiques didactiques de ce nouvel enseignement qui leur serait favorable consiste à les soumettre au même contexte que leurs camarades mais en ayant, au préalable, changé la valeur des données. Il s'agit de jouer sur les variables didactiques. Malheureusement, la plupart des enseignants semblent ignorer cette pratique, laquelle devrait probablement faire, de leur part, l'objet d'un apprentissage spécifique.

La difficulté de donner une place réelle à la transmission des savoirs se confirme dans la perception par les enseignants d'un changement de conception du métier. Plusieurs maîtres et maîtresses se considèrent transformés en animateur d'activités. Le suivi longitudinal confirme la gêne énoncée et montre que la phase d'institutionnalisation, bien que plus visible en 4P qu'en 2P, semble peu investie en fréquence et en temps par les enseignants. Rappelons que l'institutionnalisation est une phase importante de la gestion didactique qui consiste à mettre en relation les démarches des élèves et les apports de la mise en commun avec le « savoir savant », c'est-à-dire le savoir institutionnalisé.
La difficulté de prévoir le temps nécessaire à la résolution, les contraintes dues au découpage horaire ou aux organisations didactiques mises en place, l'amalgame entre phase de formulation et institutionnalisation, la réduction de la phase d'institutionnalisation à l'évaluation de la réponse proposée sont autant de facteurs explicatifs qui pourraient découler directement de la nouveauté et de l'absence de routines enseignantes.

Le dilemme de l'enseignant

L'« instinct éducatif » selon lequel réussir est important – et qui l'est dans une certaine mesure – entraîne l'adulte éducateur à faire réussir l'élève et, par conséquent croit-il, à éviter l'erreur. Or les moyens d'enseignement et la conception de l'apprentissage actuels reposent sur une théorie qui rappelle que les nouvelles connaissances et savoirs s'élaborent le plus souvent à partir des erreurs. Dès lors, enseigner paraît constituer un dilemme. Héritiers de la pédagogie de maîtrise, les enseignants sont confrontés à ce paradoxe, difficile parfois à relever, puisqu'il s'agit tout à la fois de permettre et d'encourager la réussite sans pour autant dénigrer l'erreur.

La part des représentations

On n'enseigne plus les outils de représentation comme c'était le cas dans les anciens moyens d'enseignement axés sur les mathématiques ensemblistes. Mais ne risque-t-on pas dès lors de laisser les élèves démunis pour approcher les problèmes ? Le fait qu'actuellement en 4P les élèves donnent la préférence aux conduites de calcul plutôt qu'au dessin ou aux schémas - c'est du moins ce que montrent les résultats de Mathéval 4P - entraîne deux remarques antinomiques. Soit l'on considère que le passage des représentations graphiques, telles qu'on les observait en 2P, à des formes plus abstraites se fait trop vite au détriment de la compréhension et du sens, et on consent à repenser l'enseignement quant à ce fait. Soit l'on salue cette performance mais on admet qu'elle ne saurait être déjà acquise et on repousse les exigences de réussite à plus tard, en admettant que le niveau actuel atteint par les élèves est suffisant pour le moment. En effet, on observe que beaucoup d'entre eux font preuve de démarches évoluées et diversifiées, sans toutefois parvenir à la résolution complète des situations.

La recherche en évaluation face à l'école

Les différentes analyses menées lors de ces enquêtes ont mis en évidence un certain nombre de décalages entre ce qu'on affirme faire et ce qui est réalisé. Un des exemples frappant concerne le premier module de ces moyens d'enseignement: « apprendre à conduire un raisonnement », module qui semble apprécié par l'ensemble des enseignants. Or une situation-problème nécessitant l'organisation d'informations pour trouver de nouvelles données dans un contexte non numérique relatif à une relation d'ordre n'est pas mieux réussie en 4e qu'en 2e. Au delà du discours enseignant apparaît le fait, relevé d'ailleurs dans une étude parallèle d'observation en classe, que les problèmes de type non numérique et/ou nécessitant des compétences transversales sont peu à peu abandonnés au profit des modules relatifs aux opérations.
Nous constatons aussi que certains aspects novateurs de ces nouveaux moyens comme, par exemple, l'utilisation des variables didactiques qui offre une occasion de différencier l'enseignement, ou le calcul réfléchi, ou encore l'institutionnalisation, sont à ce jour assez peu présents dans les pratiques.

Les intentions de l'enseignement en mathématiques décrites dans le plan d'étude romand soulignent l'importance de la résolution de problèmes dans l'enseignement. Celle-ci est conçue comme moyen pour permettre l'exploration de notions et de propriétés mathématiques diverses, donner du sens aux objets mathématiques, acquérir des techniques et communiquer les résultats grâce à un langage mathématique idoine. Non seulement perçue comme un instrument d'enseignement, la résolution de problèmes est également au cœur du débat portant sur les compétences et leurs évaluation. Ce contexte a pour mission de favoriser la compétence de recherche et d'activités mathématiciennes chez l'élève. En ce sens Mathéval s'inscrit dans une perspective analogue et souligne au vu des résultats obtenus que la résolution de problèmes relève d'une compétence complexe qui met en jeu prioritairement les connaissances construites par les élèves et les techniques opératoires.

Toutefois, malgré ces remarques quelque peu négatives, les nombreuses relations qui existent entre le corps enseignant, les didacticiens, les formateurs et les chercheurs, du moins en ce qui concerne l'école primaire, et qui ont déjà fortement présidé à la création des nouveaux moyens, permettent d'espérer des ajustements dont pourront bénéficier tous les acteurs de l'enseignement mathématique.

Références

Antonietti, J.-P. et alii (2003). Evaluation des compétences en mathématiques en fin de 2e année primaire : Résultats de la première phase de l'enquête Mathéval. Neuchâtel : Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDP).

Antonietti, J.-P. et alii (2005). Evaluation des compétences en mathématiques en fin de 4e année primaire : Résultats de la seconde phase de l'enquête Mathéval. Neuchâtel : Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDP).

Brousseau, G. (1998). Théorie des situations didactiques : didactique des mathématiques 1970-1990. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Charnay, R & Mante, M. (1992). De l'analyse d'erreurs en mathématiques aux dispositifs de remédiation, Repères n° 7.

Delémont, M. (2006). L'épistémologie des enseignants : quel impact sur les procédures des élèves en mathématiques ? Neuchâtel : Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDP).

Gagnebin, A., Guignard N., Jaquet, F. (1998). Apprentissage et enseignement des mathématiques. Commentaires didactiques sur les moyens d'enseignement pour les degrés 1 à 4 de l'école primaire. COROME, nouvelle édition.

Guignard, N. (1988). Si l'erreur m'était contée… Essai critique des évaluations et étude de quelques rapports entre apprentissage, recherche et évaluation. Genève : Service de la recherche pédagogique (SRP).

Jonnaert, P. (2002). Compétences et socio-constructivisme : un cadre théorique. Bruxelles : De Boeck.

Nidegger, C. ; Antonietti, J.-P. ; Guignard, N. et alii (2005). PISA 2003 : Compétences des jeunes romands. Résultats de la seconde enquête PISA auprès des élèves de 9e année. Neuchâtel : Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDP).

Tièche Christinat C., Delémont M. (2005). *Pratiques et discours. Le nouvel enseignement des mathématiques 1P-4P sous la loupe*. Neuchâtel : Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDP).

Vergnaud, G. (1990). *La théorie des champs conceptuels. Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 10. 2-3. Grenoble : La Pensée Sauvage.

IRDP
Fbg de l'Hôpital 43
Case postale 556
CH - 2002 Neuchâtel

Tél.: +41 (0)32 889 69 70
Fax: +41 (0)32 889 69 71
secretariat@irdp.ch
www.irdp.ch