

La création d'un groupe de recherche pour étudier les questions d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques dans l'enseignement spécialisé

Jean-Michel FAVRE

HEP VD, Lausanne

Les origines du groupe ddmes

À l'origine du groupe ddmes, on trouve l'intention inédite de la direction d'un institut de formation - l'institut de formation et de recherche sur l'enseignement spécialisé (IFRES) à Lausanne - d'étudier les questions de didactique et plus spécifiquement de didactique des mathématiques dans l'ES. À cette fin, l'institut en question a engagé un chercheur en didactique des mathématiques qui a été à la fois chargé de former les enseignants spécialisés en didactique des mathématiques, de mener des travaux de recherche dans l'ES et de faire « exister » et fructifier la recherche à l'intérieur même de l'IFRES. Fort de ce mandat, le chercheur est alors entré en contact avec plusieurs institutions de l'ES et a mis sur pied une collaboration qui l'a conduit à engager régulièrement des travaux aussi bien avec des élèves que des enseignants spécialisés. Au sein de l'IFRES, en plus des cours de didactique des mathématiques, il en est venu à créer et à animer un séminaire d'initiation à la recherche consacré à l'enseignement des mathématiques dans l'ES. Il a également été amené à diriger plusieurs travaux de mémoire consacrés à des questions du même ordre.

Au terme d'environ huit années d'un mode de fonctionnement qui a permis à plusieurs volées d'enseignants spécialisés d'être initiées à des questions de didactique des mathématiques dans l'ES, ce même chercheur a quitté l'IFRES, tout en maintenant les activités de recherche qu'il avait engagées dans les institutions. Deux questions d'importance se sont alors posées :

- Comment assurer la pérennité de la recherche au sein de l'IFRES ?
- Comment donner la possibilité aux enseignants spécialisés arrivés au terme de la formation de poursuivre, quand ils le souhaitent, les travaux qu'ils ont initiés lors du séminaire de recherche ou à l'occasion de la réalisation de leur mémoire ?

Un premier formateur a été engagé, en remplacement du chercheur pré-cité, et entre eux est née, en réponse à ces deux questions, l'idée de créer un groupe, composé de chercheurs, de formateurs et d'enseignants, pour continuer, tout en la dépersonnalisant, à faire vivre la recherche à l'IFRES. Le nouveau formateur n'est toutefois pas resté plus d'une année à l'IFRES et c'est à l'occasion de l'engagement d'un second formateur, en remplacement du premier, que le projet a finalement vu le jour.

Les débuts du groupe ddmes

À ses débuts, le groupe se composait de neuf membres. Certains étaient chercheurs, d'autres formateurs et d'autres encore enseignants spécialisés. Les chercheurs étaient tous également formateurs, mais les formateurs n'étaient pas tous chercheurs et pouvaient être aussi enseignants spécialisés. Les enseignants spécialisés n'étaient ni chercheurs, ni formateurs,

mais avaient toutefois été acculturés à la recherche en didactique des mathématiques, que ce soit en suivant le séminaire d'initiation à la recherche, durant la réalisation de leur mémoire ou en travaillant directement dans leur institution avec un chercheur en didactique des mathématiques.

Partant du postulat que seule la recherche était capable d'assimiler ses propres résultats, le groupe a très vite abouti à la nécessité de créer un milieu pour la recherche, au sein duquel enseignants, formateurs et chercheurs, en s'employant à décrire des faits, à s'accorder sur leur formulation, à rattacher ces faits à des problématiques et à identifier des phénomènes, s'essayeraient à la faire vivre. Le groupe s'est ainsi donné comme première tâche, de partager, pour essayer de les coordonner, les différentes expérimentations (que nous nommerons plus tard investigations ou investigations exploratoires) entreprises par les participants, que ce soit à titre d'enseignants ou de chercheurs, dans les différents lieux de l'ES où ils intervenaient. Il s'agissait en outre de formuler à leur propos, un certain nombre de questions que nous chercherions ensuite à travailler, c'est-à-dire à lier entre elles et à rattacher, quand cela était possible, à certaines problématisations déjà thématiques en didactique des mathématiques.

En guise d'exemples, voici quelques questions qui sont apparues tout au long de la première année d'activité du groupe :

- Quels repères, autres que la réussite, pour essayer de « valuer » une activité de type ouvert (du point de vue de l'enseignant) en ES ?
- Quels sont les effets produits et les difficultés engendrées par la volonté de récolter des données en situation par l'enseignant ES ?
- Comment observer l'évolution des stratégies des élèves au cours d'un jeu en ES ?
- En quoi un scénario peut-il figer la réponse d'un élève et rendre la question de la relance, déjà très subtile en ES, encore plus délicate ?
- Comment amener les élèves de l'ES à laisser des traces de leur activité et à recourir à l'écrit pour faire des mathématiques ?
- Comment concevoir en ES un dispositif qui permette aux élèves de restituer ce qu'ils ont appris ?
- Quel est (quels sont) l'enjeu (les enjeux) d'un jeu pour l'enseignant spécialisé ?
- Comment les élèves de l'ES "transportent"-ils des connaissances développées dans un jeu vers un autre contexte ?

Ces différentes questions ont donné lieu au sein du groupe à de nombreux débats au sujet de certains concepts théoriques et procédés méthodologiques développés en didactique des mathématiques et ont également été, comme on aura l'occasion de le montrer par la suite, le moteur à l'élaboration et à la réalisation de plusieurs investigations.

Le mode de fonctionnement du groupe ddmes

Très rapidement, c'est-à-dire après quatre mois de fonctionnement du groupe, l'IFRES, par la voix de son directeur, a demandé au groupe de définir les objets de ses travaux et les éventuelles retombées que la formation à l'enseignement spécialisé était susceptible d'en retirer. Nous avons ainsi été amenés à concevoir un document inédit (Conne, 1999) qui proposait une sorte de définition du groupe, décrivait son mode de fonctionnement et précisait ses rapports à la formation. Nous en relevons ici les points centraux :

1. *Le groupe établit au sein de l'IFRES (institut de formation et de recherche en enseignement spécialisé) un milieu pour la recherche en didactique des mathématiques pour l'enseignement spécialisé.*
2. *Il est animé par un chercheur et un formateur mandatés par l'IFRES et regroupe des chercheurs (rattachés ou non à l'IFRES), des formateurs et des enseignants spécialisés, en titre ou en formation.*

3. La tâche dévolue au groupe est essentiellement celle d'étudier des questions de didactique des mathématiques dans l'enseignement spécialisé, de les définir, de les formuler, de les relier à d'autres questions et de tenter d'y apporter des réponses. Le groupe se donne des moyens pour cette étude, en particulier il se dote d'un espace expérimental où il puisse mener soit des recherches, soit des investigations exploratoires de portée plus limitée, moins formelle et moins cadrée que des recherches proprement dites.

4. Le groupe est un lieu d'échanges et de débats au sujet de recherches en didactique des mathématiques dans l'enseignement spécialisé. Au cours des discussions et des recherches, et selon les nécessités, il effectuera un travail de documentation et de lecture (livres, articles, rapports de recherche etc.). Dans ce cadre, éléments théoriques et méthodologiques seront présentés, discutés, voire étudiés.

5. Les rapports entre le groupe ou chacun de ses membres avec les autres instances de l'IFRES et, en particulier, les éventuelles contributions à la formation (au travers de cours, conférences, journées à thème, etc.) seront l'objet de documents établis d'entente avec la direction de l'institut.

6. Le travail du groupe s'élabore autour d'un questionnement qui lui est propre. Le groupe assume donc les thématiques et les problématiques qu'il étudie, ainsi que les questions et les réponses qu'il y apporte. Ce point est central dans le sens où le groupe n'assume pas les questions et réponses particulières que chacun de ses membres vient à se poser, mais se concerta et se met d'accord sur une liste organisée (plus ou moins ordonnée) de questions et de réponses.

7. Il s'agit nécessairement d'un questionnement en didactique des mathématiques, c'est-à-dire qui puise ses sources dans des questions d'enseignement de cette matière, reprises et reformulées afin d'en faire des questions de recherche. Ce travail de liaison des questions d'enseignement (sous-tendant certaines actions de classe) avec un questionnement et des thématiques de recherche (qui les associe à d'autres éléments de recherche) est l'une des tâches majeures du groupe. En d'autres termes, ce que le groupe propose est de donner suite au questionnement de l'enseignant (l'enseignement) et de l'alimenter, mais dans la perspective des recherches et des thématiques retenues. Par contre, le mouvement inverse de « retour vers la réalité de la classe » n'est pas du ressort du groupe et sera laissé à discrétion de chacun, voire attribué à d'autres instances de l'IFRES.

8. Les recherches sont menées en équipe sous la responsabilité d'au moins un chercheur. Une recherche se définit explicitement dans un cadre qui comporte :

- la référence à une problématique explicite qui organise les questions qu'elle se propose d'étudier ;
- la référence à un champ théorique, ses concepts et modèles ;
- la référence à un raisonnement 'expérimental' représentant la mise en œuvre des éléments théoriques en vue de trouver les réponses aux questions abordées ;
- la référence aux moyens mis en œuvre pour « piloter » l'expérience dans l'espace expérimental (ici des classes de l'enseignement spécialisé), et en particulier la répartition des tâches dans l'équipe de recherche ;
- la référence à des méthodes de récoltes et de traitements des données.

Elle aboutit à la production de faits, met en discussion les éléments de réponse apportés, et enrichit la problématique de nouvelles questions, de nouvelles formulations de questions, ou encore de nouveaux liens entre questions.

9. Les « investigations » exploratoires regroupent quant à elles des activités expérimentales de portée bien moins lourde à assumer que des recherches. Bien qu'elles ne nécessitent pas autant de précautions, et peuvent être entreprises individuellement, il s'agit pourtant d'un enjeu majeur de ce projet. Le groupe s'attachera donc particulièrement à susciter et favoriser de tels travaux. Il est en effet essentiel que tout participant au groupe profite d'un espace

expérimental qui soit le pendant, dans son lieu de travail, du groupe de recherche ; ensuite, il est important que les membres du groupe qui ne seraient pas directement associés à telle ou telle recherche puissent s'en inspirer. D'ailleurs, toute recherche repose elle-même sur un large fond d'investigations (plus ou moins ponctuelles) qui se trouvera en retour enrichi de toutes les observations (plus ou moins fortuites) et de toutes les « mises au points » annexes qu'elle aura occasionnées.

Ce long extrait du document constitutif du groupe ddmes montre la nette volonté de chercher à distinguer, pour leur permettre de mieux coexister et de s'enrichir l'une l'autre, deux perspectives de travail que sont les investigations exploratoires et les recherches. Il s'agit en effet de pouvoir dépasser, au sein d'un groupe de recherche en voie de constitution et qui ne dispose à son origine que de très peu de moyens d'action, le débat de savoir si ce qui est produit et réalisé par le groupe est effectivement de la recherche ou au contraire n'en est pas. Rappelons que le groupe est composé à la fois de chercheurs, de formateurs et d'enseignants dont les attentes à l'égard de ce qui va s'y faire sont par nature très hétérogènes. On peut, pour s'en convaincre, citer ici celles qui ont été exprimées par les participants lors de la première réunion du groupe :

- ne pas rester seul dans son coin, pouvoir échanger autour de ce que l'on fait ou de ce que l'on a déjà fait et débattre des questions que l'on se pose et dont on n'a pourtant jamais l'occasion de parler dans les institutions
- poursuivre le travail entamé à l'occasion de la réalisation du mémoire
- se tenir au courant de ce qui se passe ailleurs, avoir accès à des lectures
- organiser et discuter des séquences d'observation (à plusieurs) en classe
- conserver un contact avec la réalité de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques
- travailler des notions mathématiques
- débattre des questions inhérentes à l'organisation de l'enseignement des mathématiques et de la mise en oeuvre des moyens d'enseignement de l'école ordinaire dans les classes ES
- éprouver la solidité de certains concepts de la didactique des mathématiques, par leur mise à l'épreuve dans l'ES
- aborder la question du langage et de la représentation d'un problème dans l'apprentissage des mathématiques dans l'ES
- rendre visible ce que l'on fait, pour donner à la recherche en didactique des mathématiques dans l'ES une place moins marginale

Il y avait donc lieu de permettre à cette hétérogénéité de pouvoir prendre place au sein du groupe, en faisant sorte que chacun de ses membres puisse se sentir partie prenante du travail qui allait s'y réaliser. La distinction entre investigations et recherches nous est ainsi apparue comme un moyen incontournable pour chercher à relever ce déficit de taille : les premières concourant à la créativité et au dynamisme du travail en cours ; les secondes à son contrôle et à sa rigueur.

Un autre point important à relever dans l'extrait de texte qui précède concerne les rapports que le groupe cherche à entretenir vis-à-vis de l'institut de formation. S'il était bien clair que c'était l'IFRES qui était à l'origine de la constitution du groupe et qui lui offrait les (maigres) moyens de son existence, il était essentiel que le groupe puisse néanmoins conserver une importante marge de manœuvre dans le choix des thématiques et des problématiques qu'il voulait étudier. Le groupe, pour se développer, ne devait pas être dirigé de l'extérieur et assujéti aux besoins immédiats de la formation. Il avait besoin d'autonomie, ne serait-ce que pour parvenir à mettre en évidence et explorer des questions dont l'institut de formation n'avait pas encore connaissance et dont elle pourrait peut-être ultérieurement reconnaître une

certaine utilité. Les retombées du travail du groupe ne devaient donc pas d'abord être envisagées pour la formation, mais bel et bien pour la recherche.

Les premières investigations du groupe ddmes

Au début de la seconde année d'existence du groupe, nous avons convenu d'organiser notre travail en cherchant à définir, autour d'une thématique particulière : la pratique du jeu pour enseigner différents contenus mathématiques dans l'ES, différentes tâches que nous comptons mettre en oeuvre dans des classes de l'ES et dont les observations réalisées serviraient ensuite de base au travail du groupe. Des discussions autour des textes de didactique des mathématiques que nous avons collectés l'année précédente (tous consignés dans un classeur disponible à l'IFRES) avaient également été souhaitées par plusieurs participants.

La première perspective a toutefois été abandonnée au profit d'une autre qui partait de l'hypothèse, discutée dans un texte intitulé : *Domaine de validité de différentes approches en didactique des mathématiques : Pouvons-nous parler d'une didactique des mathématiques de l'enseignement spécialisé ?* (Conne, 1999), que ce qui distinguait l'enseignement ordinaire (EO) de l'enseignement spécialisé (ES) allait jusqu'à affecter le contenu de l'enseignement des mathématiques qui se trouvait réalisé dans les deux systèmes (ce qui aurait pour conséquence de donner une véritable consistance aux deux dernières lettres – e et s - du nom du groupe que nous avons constitué). Partant de cette hypothèse, il s'agissait dès lors pour chaque participant d'essayer de définir des questions susceptibles de porter sa propre réflexion et de l'engager dans des investigations qu'il aurait ensuite charge de mener dans les classes où il intervenait. Les réunions du groupe devaient alors permettre, non seulement de débattre des investigations réalisées, mais également de les collecter et de les consigner, afin d'en conserver la mémoire, d'établir des liens entre elles, ainsi qu'entre les questions qui les avaient générées et ceci, en regard de l'hypothèse générale qui les englobait.

Afin d'initier cette nouvelle orientation, l'un des chercheurs du groupe a alors adressé aux enseignants spécialisés qui y participaient un certain nombre de questions que nous citons ci-dessous de manière à développer quelque peu la question de la spécificité et des rapports qu'entretiennent l'enseignement des mathématiques en ES et en EO :

1. *L'élève de l'ES est-il pensé comme étant un élève en difficulté scolaire, autrement dit est-ce la norme avec laquelle on pense ces élèves, bien que l'on sache faire des exceptions ? Dans vos classes, comment percevez vous vos élèves ? Cette perception a-t-elle un rapport avec l'institution dans laquelle vous travaillez ?*

2. *Peut-on dire que les institutions dans lesquelles vous travaillez sont des institutions paramédicales (au sens large) ? Dans ce cas, la vie scolaire en institution est-elle aussi éloignée de la vie scolaire ordinaire que l'est la vie à l'hôpital de la vie professionnelle ? Aujourd'hui on cherche à limiter le temps de séjour à l'hôpital, est-ce que la tendance est la même dans l'ES ? Doit-on dire enseignement « extra-ordinaire » plutôt qu'enseignement spécialisé ou ce dernier est-il plus simplement une sous-catégorie de l'enseignement extra-ordinaire ?*

3. *Qui est spécial dans l'ES : les élèves ou tout autant l'enseignement ? Ai-je raison d'affirmer que l'ES serait lui-même handicapé (en reflet avec les handicaps des élèves) ? Dans le même ordre d'idée, si l'on considère que l'élève ES est un élève qui ne pourrait (ou n'aurait pas pu) pas s'adapter aux conditions d'enseignement ordinaire (ne serait-ce que par son emploi du temps grevé par des thérapies ou rééducations de tout genre, ou encore par sa forte dépendance dans sa mobilité etc.), en quoi l'ES, qui essaie de s'adapter à cette inadaptation, en est-il affecté ? Cette situation n'est-elle pas propice à certains dysfonctionnements*

spécifiques dans l'ES, sortes de pathologies didactiques spécifiques à l'ES, comme il y a des pathologies didactiques spécifiques à l'école ordinaire ?

4. Que pensez-vous des « stratégies de détour » qui sont utilisées dans l'ES pour tenter de faire faire des mathématiques aux élèves ? Quelles difficultés d'enseigner par le biais des jeux rencontrez-vous dans vos classes ? Les jeux permettent-ils d'enseigner ou seulement de faire apprendre ?

5. Comment vous situez-vous vis-à-vis de la question des illusions que vous vous feriez sur vos élèves ? Avez-vous des exemples de cas où vous vous êtes posé une telle question : « Est-ce que je ne suis pas en train de m'illusionner ? » ? Et si la réponse était : « Oui, sans doute je m'illusionne. », qu'en feriez-vous ?

6. Est-ce une norme commune à l'ES et à l'EO qui vous sert de repère vis-à-vis de l'enseignement qui a lieu dans l'école ordinaire ou bien l'EO constitue-t-elle une norme en elle-même ? Lorsque vous parlez avec des collègues de l'école ordinaire n'envisagent-ils pas l'EO comme une norme, au lieu d'en faire appel à une norme commune à l'ES et à l'EO ?

Outre les débats que ces questions ont su générer au sein du groupe, elles ont été à l'origine de plusieurs investigations qui ont été conduites dans diverses classes de l'ES.

La première investigation a concerné l'utilisation de la calculette auprès des élèves d'une classe d'un centre thérapeutique de jour. Elle a cherché à apprécier l'investissement que les élèves étaient à même de faire d'un tel outil dans le cadre de tâches très ouvertes et occasionnant un grand nombre d'essais et d'erreurs relativement peu coûteux (dans le sens où c'était la calculette qui opérait à la place de l'élève) et dotées de rétroactions immédiates.

La seconde investigation s'est plus particulièrement intéressée à la création et à la mise en œuvre d'activités dans le domaine de l'espace et de la géométrie, en utilisant comme principal support le pliage et le découpage, ainsi qu'un matériel didactique souvent sous-exploité dans les classes de l'ES : les polydrons¹. Il s'agissait, par exemple, de demander aux élèves de découper un triangle, un carré, un cercle ou encore un cœur au beau milieu d'une feuille de papier, puis d'utiliser le pliage de la feuille en deux pour mieux parvenir à le faire. On essayait ainsi de jouer entre les anticipations faites lors du découpage et les démentis apportés par l'ouverture de la feuille une fois le découpage réalisé, de façon à amener les élèves à des ajustements successifs qui leur permettent progressivement d'apprendre à réussir la tâche qui leur était donnée.

Une troisième investigation est partie de l'observation d'une élève faisant preuve de grandes difficultés en mathématiques, mais qui se révélait pourtant très performante dans le cadre de divers jeux de stratégie (comme l'Awélé, par exemple). On en est ainsi venu à comparer plus spécifiquement des activités-jeux avec des activités plus scolaires pour chercher à identifier certains paramètres qui pourraient expliquer (tout au moins en partie) les performances de cette élève, comme, par exemple, le fait que dans les activités-jeux :

- le maître n'enseigne pas directement ;
- la dévolution ne procède pas de la même façon, dans le sens où l'élève peut apprendre progressivement les règles au fil du jeu ;
- il y a toujours plusieurs coups possibles et ce n'est qu'après plusieurs coups que l'élève peut en venir à savoir s'il va gagner ou perdre ;
- l'élève peut lire ses coups, leur succession et leurs effets ;
- les gains sont différents.

Enfin, une quatrième investigation est également partie de l'observation d'un élève dont les enseignants successifs se plaignaient de ne pouvoir obtenir d'informations suffisamment stables sur ce qu'il avait effectivement appris en classe. L'enseignant du groupe qui avait reçu cet élève dans sa classe s'était toutefois aperçu que ce dernier était bel et bien capable

¹ Il s'agit en fait de pièces de plastique de couleurs diverses, de formes triangulaires, carrées ou pentagonales que l'on peut emboîter les unes dans les autres pour former des polyèdres (d'où leur nom, polydrons).

d'apprendre, mais surtout quand l'enseignement dispensé dans la classe ne lui était pas directement destiné. Cette observation qui entraine de plain-pied dans les questions concernant la restitution des connaissances acquises dans les classes ES que le groupe s'était posées durant sa première année de fonctionnement (voir ci-dessus) a suffisamment retenu notre attention pour nous amener à concevoir une investigation d'une plus longue durée.

Nous avons ainsi construit, mis en œuvre, observé et analysé plusieurs séquences d'enseignement pour chercher à comprendre dans quelles conditions cet élève parvenait à investir une tâche et si nous pouvions, selon le type de tâches proposées et selon le mode d'interactions enseignant-élève et élève-élève mis en place dans la classe, quelque peu le contrôler². Nous en sommes ainsi venus à nous questionner sur le sens des stratégies que certains élèves de l'ES mettent en place (comme ici de s'investir dans une autre tâche que celle qui leur est proposée) et si celles-ci pouvaient s'interpréter comme des stratégies qui leur permettent de conserver le contrôle des situations rencontrées. Nous nous sommes également demandés en quoi le travail effectué durant cette suite de séquences nous avait permis d'opérer un déplacement nécessaire pour entrer dans le jeu l'élève et pouvoir progressivement attribuer à certains de ses gestes des indices de restitution. Cette question du « déplacement à opérer » pour créer de nouvelles attributions, voire de nouvelles illusions, nous est alors apparu comme un enjeu crucial pour l'ES, en regard du fatras d'explications pragmatiques qui souvent accompagnent et tendent à banaliser les performances réalisées par les élèves de l'ES.

Il est en outre important de relever que cette quatrième investigation marque à n'en pas douter un tournant sur le chemin qui a mené le groupe d'élèves à l'élaboration d'un projet de recherche commun. Cette investigation a en effet permis d'élaborer un travail sur une relativement longue durée (sans que l'on ne puisse encore à proprement parler de recherche), au cours duquel les réunions mensuelles du groupe ont à la fois permis l'examen des résultats produits et la conception de nouvelles expérimentations. Elle s'est concentrée spécifiquement sur une institution de l'enseignement spécialisé³ qui est devenue par la suite l'espace expérimental privilégié du groupe et dont celui-ci cherchait précisément à se doter. Elle a en outre contribué, sans que ce phénomène ne soit entièrement contrôlé par ailleurs, à réduire considérablement le nombre de membre du groupe suite aux départs successifs d'un chercheur et de quatre enseignants spécialisés, lesquels n'ont été que partiellement compensés au cours de cette année par l'arrivée d'un nouveau chercheur.

Des nouvelles investigations à l'élaboration d'un projet de recherche

La troisième année d'existence du groupe a commencé par la mise en route d'un nouveau travail d'investigation de longue durée. Fruit du renouvellement du séminaire d'initiation à la recherche qui avait lieu à l'IFRES, il a pris pour objet l'enseignement des algorithmes de calcul.

Les algorithmes de calcul constituent en effet des objets d'enseignement très sensibles dans l'ES en raison du surinvestissement⁴ dont ils font preuve, en ce sens qu'ils sont généralement

² L'ensemble de ce travail d'investigation a fait l'objet d'une rétrospective inédite (Favre, 2000) et a, conjointement à d'autres travaux menés dans l'ES par l'un des chercheurs du groupe, abouti à un texte qui discute des questions de pertes et de prises de contrôles dans l'interaction enseignant-élève dans l'ES (Conne, 2001).

³ Il s'agit de l'institution Pré-de-Vert à Rolle CH, dont la description est réalisée dans la contribution de Cange dans ces actes.

⁴ La question des investissements de savoir dans l'ES est discutée dans : *Interactions de connaissances et investissement de savoir dans l'enseignement des mathématiques en institutions et classes spécialisées* (Conne, 2003).

enseignés (surenseignés serait sans doute un terme plus exact) tout au long et jusqu'au terme de la scolarité des élèves. Nous en sommes donc venus à nous demander comment des élèves qui avaient été enseignés des algorithmes de calcul à de multiples reprises pouvaient encore ne pas les maîtriser, quels types d'erreurs ils produisaient en les réalisant et en quoi ces erreurs ressemblaient ou au contraire différaient de celles qui étaient faites par des élèves plus jeunes dans l'EO.

À cet effet, nous avons défini, en nous référant aux travaux réalisés par Brun & all. (1993, 1994), un certain nombre d'items concernant les algorithmes d'addition, de soustraction, de multiplication et de division et mené des entretiens à Pré-de-Vert auprès d'élèves dont l'âge les dispense habituellement d'un tel enseignement dans l'EO (tout au moins dans les voies qui regroupent les meilleurs élèves et où la calculatrice vient se substituer aux éventuelles lacunes techniques dont ils pourraient faire preuve). Ces entretiens ont alors montré la capacité des élèves de l'ES à faire fonctionner de multiples règles d'usage des algorithmes (dont le nombre et la variété sont assurément fonction du nombre et de la variété de celles qui leur ont été enseignées par leurs enseignants successifs), au détriment, pourrait-on dire des règles de contrôle⁵. Voici en guise d'exemple, la multiplication de 723 par 48 :

$$\begin{array}{r}
 12346832 \\
 723 \\
 \times 48 \\
 \hline
 864984024
 \end{array}$$

Procédure : $8 \times 3 = 24$, je pose 4 et je retiens 2 ; $2 + 2 = 4$, $8 \times 4 = 32$, je pose 2 et je retiens 3 ; $3 + 7 = 10$, $8 \times 10 = 80$, je pose 0 et je retiens 8 ; $8 \times 8 = 64$, je pose 64 et je retiens 6 ; $8 \times 6 = 48$, je pose 8 (sur le 6) et je retiens 4 ; $8 \times 4 = 32$, je pose 2 et je retiens 3 ; $8 \times 3 = 24$, je pose 4 et je retiens 2 ; $8 \times 2 = 16$, je pose 6 et je retiens 1 ; $8 \times 1 = 8$, je pose 8 et je m'arrête.

Ce déploiement de règles d'usage aboutit même parfois, de façon assez surprenante il est vrai, à la création de nouveaux algorithmes qui se révèlent fonctionnels pour toute une classe d'items, comme c'est le cas dans ce second exemple :

$$\begin{array}{r}
 234 \\
 57 \\
 \times 36 \\
 \hline
 2042 \\
 1. \\
 \hline
 2052
 \end{array}$$

⁵ Il ne nous est naturellement pas possible de donner ici en détail les résultats auxquels nous avons abouti, mais nous pouvons cependant mentionner que la question de l'interprétation et du travail de l'erreur dans l'ES a donné lieu à la réalisation d'un poster au colloque « Constructivismes : usages et perspectives en éducation » (Cange & Favre, 2001) et à une communication au colloque consacré à la spécificité de l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire dans le cadre du 69^e congrès de l'ACFAS à Sherbrooke (Cange & Favre, 2003).

Procédure : $6 \times 7 = 42$, je pose 2 et je retiens 4 ; $6 \times 5 = 30$, $30 + 4 = 34$, je pose 4 et je retiens 3 ; je place un point au-dessous du 2 et je poursuis : $3 \times 7 = 21$, je pose 1 (à la gauche du point) et je retiens 2 (à la gauche du 3 précédent) ; $3 \times 5 = 15$, $15 + 2 + 3 = 20$, je pose 20 (à la gauche du 42) ; $2 + 0 = 2$, je pose 2 ; $4 + 1 = 5$, je pose 5 ; $0 + 0 = 0$, je pose 0 ; $2 + 0 = 2$, je pose 2 et je m'arrête.

Nous avons également pu observer que ce déploiement de règles génère des erreurs que l'on peut qualifier d'*hybrides*, en référence à la terminologie utilisée par Brun & all pour qualifier des erreurs provenant dans l'EO à la suite de l'enseignement successif de plusieurs algorithmes de division (Brun & all, p.205). Mais ce qui change dans le cas particulier, c'est que les erreurs sont produites par l'usage de règles provenant d'algorithmes concernant des opérations différentes comme on peut le constater dans l'exemple qui suit (import de règles de la soustraction en colonnes dans l'addition) et qui est lui aussi fonctionnel :

$$\begin{array}{r} 12 \\ 37 \\ \hline 1 \quad 7 \\ \hline 39 \end{array}$$

Procédure : $2 + 7 =$, je ne peux pas ; je vais emprunter 1 au 3, je trace le 3, je note 2 et je place 1 au-dessus du 2 ; $12 + 7 = 19$, je pose 9 et je retiens 1 (à la gauche du 2 que j'ai noté précédemment) ; $1 + 2 = 3$, je pose 3 et je m'arrête.

Nous avons également pu remarquer durant ces entretiens comme il était difficile d'apprécier combien les élèves pouvaient tenir aux règles qu'ils utilisaient et quand celles-ci étaient quelque peu étayées par des savoirs relativement stables. Nous avons en effet rencontré beaucoup de difficultés à essayer de mettre les règles utilisées en contradiction en cours d'entretiens pour inviter les élèves à mieux en contrôler l'usage. En regard de comment des élèves plus jeunes s'y prennent pour exécuter un algorithme, nous avons également fait l'hypothèse que les traitements réalisés par ces élèves étaient sans doute moins dans l'action et plus thématiques. Leurs conduites en seraient alors moins mobiles, car plus réfléchies, d'où s'ensuivrait une difficulté plus grande à les faire évoluer. Nous en sommes ainsi arrivés à la conclusion (partielle) que les algorithmes de calcul constituaient pour ces élèves de l'ES une sorte de terrain miné dont il serait bon de les amener à se détacher, en leur proposant par exemple un support technique plus stable comme la calculatrice (on opère ici un premier retour sur une investigation précédente).

La venue au sein du groupe de Mme Cathy Arsenault, professeure à l'université du Québec à Rimouski, et la présentation de sa thèse intitulée « Ingénierie didactique sur les procédés de calcul d'addition et de soustraction » (1996) nous a en outre donné l'occasion de prolonger nos réflexions en nous interrogeant notamment sur comment les élèves plus jeunes parvenaient progressivement à se délester (et donc à oublier) de certaines règles d'usage pour ne conserver que celles qui allaient s'avérer fonctionnelles dans l'exécution d'un algorithme, tout en nous encourageant à poursuivre nos investigations chez des élèves de l'ES plus jeunes lorsqu'ils étaient en train d'apprendre tel ou tel algorithme de calcul pour la première fois.

Mais ce n'est pourtant pas le chemin que le groupe a finalement décidé d'emprunter pour construire un véritable projet de recherche. Intéressés par les travaux que menait un des chercheurs du groupe dans une autre institution de l'ES vaudois, nous avons finalement opté pour quitter le domaine numérique et pour nous pencher plus spécifiquement sur le domaine de l'espace et de la géométrie qui, au contraire des algorithmes de calcul, est une sorte de parent pauvre de l'enseignement des mathématiques dans l'ES (on opère ici un second retour sur une investigation précédente). Sur la base d'une vidéo réalisée dans un centre thérapeutique de jour où nous l'avons vu interagir avec deux élèves autour d'une tâche de pliage, nous nous sommes interrogés sur les supports qui pourraient être propices à la réalisation d'expériences spatiales pour des élèves de l'ES. Nous nous sommes également demandé quelles tâches et quelles questions il pourrait être intéressant de leur proposer, comment il nous serait possible de conduire des entretiens et également quelles conditions seraient nécessaires à ces supports et à ces tâches, à défaut d'un contexte culturel et social qui les légitime, pour trouver une forme de niche, au sens écologique du terme, dans l'ES. Ces nouvelles questions, assorties du fait que deux nouveaux membres, tous deux enseignants de mathématiques, l'un étant également formateur et l'autre enseignant spécialisé (ce qui a fait remonter l'effectif du groupe à sept personnes), vont marquer un second tournant dans le travail du groupe puisqu'elles vont nous amener à élaborer un projet de recherche commun.

Le projet de recherche actuel du groupe ddmes

Rappelons pour commencer que dès sa constitution, notre groupe s'est donné pour tâche d'étudier des questions de didactique des mathématiques de l'enseignement spécialisé, de les définir, de les formuler, de les relier à d'autres questions et de tenter d'y apporter des réponses.

Nous avons alors choisi de travailler spécifiquement sur l'objet "situation" selon les diverses acceptions qu'il peut prendre dans la théorie des situations de Guy Brousseau (Brousseau, 1986), dans la tradition des situations mathématiques de Gérard Charrière (SRP, Genève et groupe TFL, Vaud) et dans les travaux théoriques de François Conne à propos de la distinction savoir et connaissance (Conne, 1992). Par souci de clarté, nous en donnons ici la définition suivante :

Situation : Mise en rapport d'un individu avec un problème (défi) dans un contexte déterminé et pour la résolution duquel il mettra en œuvre une connaissance (articulée sur des savoirs) traduite (sur le plan de l'action propre à la situation) par des conduites et des stratégies (observables) (Rouchier, 1991, p.33-34).

Nous nous intéressons à l'étude des situations dans les conditions de l'enseignement spécialisé, en examinant plus particulièrement leur composante "milieu" au sens de "modélisation de la partie de l'univers à laquelle se réfère la connaissance en jeu et les interactions qu'elle détermine" (Brousseau, 1988, p.320), dans l'enseignement de la géométrie. Précisons à cet égard que l'idée d'étudier les situations par l'entremise du milieu provient directement de l'ensemble des investigations que nous présentées jusqu'ici et qu'elle en constitue certainement l'un des résultats majeurs.

En raison de l'importance prise par l'échec dans le contexte de l'ES (cf. Conne, Cange et Favre, textes précédents), nous avons en effet généralement rencontré, au cours des diverses observations que nous avons été amenés à y réaliser, de grandes difficultés à obtenir des informations sur ce que les élèves connaissaient et apprenaient en les interrogeant directement à ce propos. Nous avons même pu constater que certains d'entre eux étaient passés maîtres (si l'on peut dire) dans l'art de dissimuler ce qu'ils savaient et que la restitution de ce qu'ils avaient appris ne se faisait, le plus souvent, qu'au prix de négociations fort lourdes de la part de l'expérimentateur. Il était par conséquent difficile, pour nous qui cherchions à piloter et à

analyser des situations dans ces conditions, de pouvoir nous appuyer, comme cela se fait de manière plus classique, sur les réponses apportées par les élèves aux tâches qu'on leur soumettait et aux questions qu'on leur posait.

De ce fait, nous avons progressivement été conduits à devoir chercher des voies alternatives qui rendent mieux possible ce pilotage et cette analyse. Nous nous sommes alors interrogés sur ce qui pourrait favoriser l'émergence de restitutions indirectes - c'est-à-dire qui ne constituent pas des réponses à des demandes directes de l'expérimentateur - de la part des élèves et comment nous pourrions effectuer des tentatives de relances qui, utilisant certains effets de surprise, ne reposeraient pas uniquement sur la gradation des réussites. Et c'est ainsi que nous en sommes venus à nous intéresser plus spécifiquement au milieu, à la manière dont il peut être sollicité tant par les élèves que par l'expérimentateur, et à examiner comment ces sollicitations évoluent et se coordonnent tout au long du déroulement d'une situation.

Dans cette perspective, le milieu n'est alors plus considéré comme simple support à la réalisation d'une ou d'un seul type de tâches à charge des élèves, mais bien comme un réservoir organisé de tâches susceptibles d'apparaître dans la situation. On retrouve d'ailleurs ici l'ingrédient essentiel de la technique des situations de Gérard Charrière, dans laquelle ces diverses tâches se présentaient aux élèves, l'expérimentateur se contentant de les y encourager. Soulignons toutefois que pour notre part, nous venons à prendre en compte tout aussi bien les tâches susceptibles de se présenter aux élèves, que celles qui pourraient apparaître à l'expérimentateur. Nous pensons en effet que ce potentiel de tâches peut servir de cadre pour l'aider à piloter une situation (plutôt que de vouloir à tout prix piloter les élèves) dans les conditions particulières de l'ES, tout comme nous avons appris, au sein du groupe, à nous en servir pour procéder à son analyse. Reste que pour rendre cela possible, il est nécessaire de pouvoir se faire une idée relativement précise de la "richesse" du milieu et c'est à ce titre que nous consacrons une part importante de notre travail à son exploration.

Relevons enfin que nous nous intéressons également aux connaissances mises en œuvre par les élèves au cours de leurs interactions avec le milieu, de même qu'aux caractéristiques du milieu qui favorisent (ou au contraire défavorisent) l'appropriation des savoirs spatiaux et géométriques en jeu. Nous nous interrogeons ainsi (entre autres) sur les effets produits par la "nominalisation" des polygones, sur les fonctions didactiques de certains descripteurs formels (nombre de sommets, parallélisme des côtés, perpendicularité des diagonales, ...) et sur les divers facteurs qui participent à la constitution de l'invariance de la forme au sein de plusieurs figures semblables.

Pour accomplir ce travail, nous partons d'une activité tirée des nouveaux moyens d'enseignement des mathématiques romands dont nous examinons en groupe et *a priori* le dispositif matériel et cherchons à en délimiter et à en explorer le milieu. À cet effet, nous avons d'ailleurs été amenés à constituer une série de questions qui servent de support à cette première exploration et dont nous donnons ici quelques exemples :

- quels sont les éléments constitutifs du milieu considéré et quels sont les savoirs mathématiques dont il relève ?
- quelles sont les différentes tâches qu'il est susceptible de nous faire imaginer ?
- quels sont les effets probables ou, au contraire, les effets très inattendus qu'il est à même de générer ?
- quelles sont les relances qu'il permet d'envisager ?

Au terme de ce premier travail, nous mettons nos découvertes en commun et, à partir de celles-ci, nous définissons un canevas d'entretien.

Deux membres du groupe sont ensuite chargés de mener chacun un entretien auprès d'élèves scolarisés dans l'institution Pré-de-Vert à Rolle. L'exploration du milieu se poursuit alors au sein même des entretiens et c'est bien dans cette perspective que les expérimentateurs sont chargés de les conduire. Chaque entretien est effectivement envisagé comme une invitation à

un jeu avec le milieu afin qu'il devienne le véritable instrument des interactions que l'expérimentateur cherche à nouer avec les élèves. Il ne s'agit donc plus, pour une grande part, de questionner directement les élèves et utiliser leurs réussites ou leurs échecs pour conduire l'entretien tout en jugeant leurs performances. Mais nous cherchons plutôt à agir sur le milieu, en le modifiant et en le transformant, afin que les élèves, par leurs réponses aux sollicitations ainsi créées, en viennent à leur tour à nous enseigner et à nous surprendre de ce milieu. L'ensemble des conduites ou des stratégies observées étant alors entendues, de notre part, comme autant de réponses possibles aux potentialités et donc à la richesse du milieu.

Il est entendu que ces entretiens sont tous filmés, de manière à pouvoir être soumis à l'analyse du groupe qui, une fois réalisée, nous permet d'élaborer de nouveaux canevas qui donneront l'occasion ensuite à deux autres membres du groupe de mener deux nouveaux entretiens, filmés eux aussi. Le processus se poursuit alors de la sorte jusqu'à ce qu'entretiens et analyses nous conduisent à nous orienter vers un nouveau milieu.

Nous espérons ainsi pouvoir à terme établir un cadre opérationnel pour piloter des situations dans l'ES et étudier les caractéristiques du milieu qui favorisent le développement d'expériences et l'appropriation de connaissances spatiales et géométriques.

Conclusion et perspectives

Une présentation détaillée de la démarche menée autour d'une activité particulière et des premiers résultats qu'elle a produits fait l'objet des contributions de Del Notaro & Scheibler et de Tièche Christinat dans ces actes. Actuellement, nous poursuivons nos travaux au sujet d'une autre activité tirée des nouveaux moyens d'enseignement des mathématiques romands, laquelle invite les élèves à reproduire une croix régulière sur du papier quadrillé, la découper en quatre parties selon une marche à suivre détaillée, puis à reconstituer à l'aide des quatre parties réalisées un puzzle de forme carrée.

À terme, nous envisageons également de mettre sur pied un séminaire de formation à l'intention des enseignants spécialisés. Il s'agirait d'un lieu où nous pourrions leur raconter le travail que nous menons avec des élèves de l'ES. On pourrait également chercher à regarder avec eux dans quelle mesure et sous quelles conditions ils seraient susceptibles de s'approprier tout ou partie de notre travail pour le transposer et l'intégrer dans leur enseignement (ce qui ne va assurément pas de soi). Chercher à recentrer les enseignants sur le milieu, plutôt que sur les élèves, nous paraît chose importante voire essentielle, dans la mesure où cela pourrait contribuer à restituer une valeur *per se* à ce que produisent les élèves pour l'enseignement. Il nous semble en effet très profitable que les enseignants parviennent peu à peu à se laisser enseigner du produit de leur enseignement, ce qui, en contrepartie, pourrait peut-être conduire un jour les élèves de l'ES à pouvoir déclarer : " aujourd'hui nous avons appris beaucoup de choses à notre enseignant ".

Outre notre projet de recherche, nous souhaitons naturellement soutenir chez chaque membre du groupe, la mise en route de nouvelles investigations, selon leurs intérêts particuliers et en fonction des lieux de l'enseignement spécialisé dans lesquels ils travaillent. Il est bon de rappeler à ce sujet qu'il s'agit d'un des enjeux majeurs du groupe et que la mise en œuvre de notre projet de recherche commun ne saurait venir lui faire de l'ombre, voire le faire disparaître. En fait, on pourrait dire que le groupe se veut à la fois fédérateur et générateur de nouvelles investigations qui sont gages de sa créativité et donc de sa survie. En ce sens, il ne peut en aucun cas se définir exclusivement par un projet de recherche (aussi bien construit et ambitieux soit-il). À ce titre, nous pouvons d'ailleurs citer plusieurs orientations actuelles qui font l'objet de nouvelles investigations comme : l'utilisation du Tangram comme support à un travail sur la mesure d'aires dans l'ES, l'usage de la calculette comme outil médiateur de la relation ternaire dans l'ES, la mise sur pied d'un atelier thématique et d'un projet

d'exposition pour amener les élèves de l'ES à investir d'autres mathématiques que celles qui leur sont habituellement proposées dans les programmes.

Une autre fonction que nous cherchons à attribuer au groupe est celle de recenser les travaux d'investigation et de recherche concernant l'enseignement des mathématiques dans l'ES. Il s'agit ainsi non seulement de donner accès aux membres du groupe et aux enseignants en formation à des travaux de recherche susceptibles de les intéresser, mais également, ce qui est sans doute plus original, de permettre à des travaux produits par un institut de formation (séminaire d'initiation à la recherche ou mémoires), de pouvoir être injectés, que ce soit sous la forme d'articles, de rapports ou de comptes-rendus, dans le monde de la recherche.

Enfin, nous cherchons encore à pérenniser les contacts que nous avons déjà commencé à établir en France et au Québec avec d'autres équipes de recherche en voie de constitution ou déjà constituées qui travaillent également sur des questions de didactique des mathématiques dans l'ES, afin de pouvoir unir nos forces et constituer (toujours à terme) un réseau de recherche sur la question. Nous espérons du reste que la tenue de ce séminaire national qui lui fut entièrement consacré nous permettra d'accomplir un large pas dans cette direction que nous espérons fructueuse.

Références bibliographiques

- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en didactique des mathématiques*, vol.7/2. La Pensée Sauvage Editions, Grenoble, pp. 33-115.
- Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique, le milieu. *Recherche en didactique des mathématiques*, vol.9/3. La Pensée Sauvage Editions, Grenoble, pp.309-336.
- Brun, J., Conne F., Floris, R., Lemoyne, G., Leutenegger F. & Portugais, J. (1994). Erreurs systématiques et schèmes-algorithmes. In M.Artigue, R. Gras, C. Laborde & P. Tavnignot (Eds). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. La Pensée Sauvage, Grenoble, Colloque ARDM, pp.203-209.
- Cange Ch. & Favre J.-M. (2001). La petite boutique des erreurs. *Actes du colloque Constructivismes : usages et perspectives en éducation Vol. II*, Service de la recherche en éducation, Genève, pp. 525-528.
- Cange Ch. & Favre, J.-M. (2003). L'enseignement des mathématiques dans l'enseignement spécialisé est-il pavé de bonnes analyses d'erreurs ? *Education et francophonie*, vol. XXXI, n°2 : La spécificité de l'enseignement des mathématiques dans l'enseignement spécialisé. [Online] <http://www.acelf.ca/revue/collection.html>.
- Conne, F. (1992). Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique. *Recherche en didactique des mathématiques*, vol.12/2.3. La Pensée Sauvage Editions, Grenoble, pp.221-270.
- Conne, F. (1999a). Définition d'un groupe de recherche ddmes (didactique des mathématiques pour l'enseignement spécialisé). Document inédit. Institut de Formation et de Recherche sur l'Enseignement Spécialisé (IFRES), Lausanne.
- Conne, F. (1999b). Domaine de validité de différentes approches en didactique des mathématiques : Pouvons-nous parler d'une didactique des mathématiques de l'enseignement spécialisé ? *Actes de la Xe école d'été de didactique des mathématiques*. Houlgate, août 1999.
- Conne, F. (2000). La théorie des situations comme ouverture sur l'expérience et l'expérimentation dans le domaine des connaissances et des savoirs numériques à l'école primaire. A paraître dans les *Actes du colloque international autour de la théorie des situations didactiques*. Bordeaux, juin 2000.
- Conne, F. (2001). Pertes de contrôle et prises de contrôles dans l'interaction de connaissances. *Actes de la dixième école d'été de didactique des mathématiques*. Corps, cdrom, août 2001.

- Conne, F. (2003). Interactions de connaissances et investissement de savoir dans l'enseignement des mathématiques en institutions et classes spécialisées. *Education et francophonie*, vol. XXXI, n°2 : La spécificité de l'enseignement des mathématiques dans l'enseignement spécialisé. [Online] <http://www.acelf.ca/revue/collection.html>.
- Rouchier, A. (1991). L'institutionnalisation des savoirs dans l'enseignement des mathématiques. In *Etudes de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et informatique élémentaires : proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation*. Thèse de doctorat d'état, UFR : Sciences Fondamentales et Appliquées, Université d'Orléans, pp. 26-71.