

DISCOURS NOOSPHERIEN DANS LE CHAMP DE L'ADAPTATION SCOLAIRE AU QUEBEC : CERTAINS EXEMPLES DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Gustavo **BARALLOBRES**

GEMAS, Université de Québec à Montréal et Laboratoire CeDS
(Cultures et Diffusion des Savoirs, EA-7440), Bordeaux

barallobres.gustavo@uqam.ca

Laurie **Bergeron**

Université de Québec à Montréal, GEMAS

bergeron.laurie.2@uqam.ca

Résumé

Un mode de régulation du système éducatif au Québec centré sur l'évaluation et la performance affecte particulièrement le champ de l'adaptation scolaire. Nous analyserons l'évolution de certains des modèles dominants dans ce champ (psycho-médical, neuro-éducatif) et les difficultés des modèles didactiques à évoluer à l'intérieur de ce contexte institutionnel. L'analyse des documents officiels et des ouvrages pédagogiques concernant la question des difficultés d'abstraction en mathématiques permettra d'illustrer la manière dont les différents discours institutionnels influencent les pratiques d'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire.

Mots clés : difficultés d'apprentissage, pratiques efficaces, inhibition, didactique des mathématiques

I. INTRODUCTION

Depuis la parution de la politique de l'adaptation scolaire (MELS, 1999), le ministère de l'Éducation du Québec propose que la réussite des élèves en difficulté d'apprentissage soit envisagée différemment selon leurs capacités. Dès lors, celle-ci est définie de façon plus large : « la réussite c'est l'obtention de résultats observables, mesurables et reconnus qui rendent compte de l'évolution de l'élève, des progrès continus enregistrés » (MELS, 1999, p. 17). Malgré tout, la réussite se concrétise et se mesure finalement par l'obtention du diplôme d'études

secondaires (DES) ou de formation professionnelle (MELS, 2006a). Dans sa lutte contre le décrochage, le ministère de l'Éducation a instauré des voies d'action visant un taux de diplomation de 90 % dès 2030 (MEES, 2017) : interventions et accompagnement des élèves en difficultés pour les mener à l'obtention d'un diplôme ou d'une qualification ; efforts « sincères » (MELS, 1999, p.18) que doivent fournir les différents acteurs pour favoriser cette augmentation, etc. Nos analyses des différentes politiques et programmes ministériels (MELS, 1999 ; MELS, 2006b ; MEES, 2017, dans Bergeron, 2017) montrent que les actions proposées centrées sur la performance du système éducatif ne font aucunement référence à la « nature » des apprentissages envisagés : il s'agit plutôt de réussite à différents types d'examens puisque ce sont les bulletins ainsi que les résultats aux épreuves standardisées les indicateurs de performance des écoles (Cowley, 2014 ; MEES, 2016).

Malgré la mise en place depuis bientôt 30 ans de programmes et de mesures pour assurer l'accès à la classe ordinaire, la prévention des difficultés et le succès pour tous, il semblerait que les élèves identifiés « en difficulté » cheminant en classe spéciale soient moins nombreux à obtenir un diplôme que leurs pairs intégrés en classe ordinaire et que le taux d'intégration de ces élèves n'augmente pas (MELS, 2006a). À ce sujet, une analyse des cheminements d'élèves en difficulté montre que les élèves débutant leur secondaire en classe ordinaire sont plus nombreux à obtenir un diplôme que ceux qui le débutent dans une classe de cheminement particulier (MELS, 2006a) : un élève en difficulté d'apprentissage qui débute sa scolarité au secondaire en classe ordinaire à 12 ans aurait 5 fois plus de chance d'obtenir un diplôme qu'un élève de même profile qui le débute en classe de cheminement particulier. La classe de cheminement particulier a pour objectif d'aider les élèves ayant des difficultés à rattraper leur retard et vise à réintégrer les élèves au secteur régulier ; cependant, seulement la moitié des élèves commençant leur secondaire dans ce type de classe accède à la classe ordinaire et 68 % des élèves de 12 ans qui débutent leur secondaire en classe ordinaire arrivent à s'y maintenir.

Les injonctions ministérielles demandent aux enseignants de favoriser la réussite de tous et d'adapter leur enseignement en fonction des besoins et des capacités de chaque élève. Les politiques concernant l'adaptation scolaire au Québec (MELS, 1999) reposent sur une approche individualisée visant l'identification et la catégorisation des élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation et d'apprentissage (EHDA), grandement inspirée du modèle biomédical, faisant en sorte que l'on identifie chez ceux-ci un problème et ses manifestations, tout en tentant d'en expliquer les origines possiblement biologiques pour finalement prescrire un « traitement » pour les « guérir ». Pour chaque trouble et handicap est attribué un code de difficulté qui définit les conditions pour le diagnostic ainsi que les limitations et manifestations sur le plan scolaire qui y sont liées (MELS, 2007). Outre les différents troubles et handicaps définis, une autre catégorie d'élève est incluse chez les EHDA : il s'agit des élèves en difficulté d'apprentissage. À l'inverse des troubles et des handicaps, la définition des élèves en difficulté d'apprentissage ne s'appuie pas sur des modèles médicaux. L'élève en difficultés d'apprentissage est défini comme (MELS, 2007, p.24):

Celui dont l'analyse de sa situation démontre que les mesures de remédiation mises en place, par l'enseignante ou l'enseignant ou par les autres intervenantes ou intervenants durant une période significative, n'ont pas permis à l'élève de progresser suffisamment dans ses apprentissages pour lui permettre d'atteindre les exigences minimales de réussite du cycle en langue d'enseignement et en mathématique conformément au Programme de formation de l'école québécoise.

Il faut remarquer qu'aucune précision n'est donnée sur la période de temps minimale pour attester qu'un élève est en difficulté d'apprentissage.

Bien que la définition d'élève en difficulté ne s'inscrit pas dans un modèle médical, le traitement des difficultés et l'enseignement proposé s'inspirent fortement de ces modèles. En conséquence, la formation initiale et continue des intervenants de ce domaine (enseignants et orthopédagogues) repose en sa majorité sur une approche psychologique au sein duquel les difficultés sont généralement interprétées comme étant associées à des dysfonctionnements cognitifs des élèves et les pratiques d'enseignement sont conçues comme des processus génériques non déterminés par la spécificité des savoirs à transmettre (Bergeron, 2017). Bien que les contenus varient d'une université à l'autre, Martinez (1999) soulevait qu'une grande partie de la formation des maîtres en enseignement en adaptation scolaire portait sur des contenus provenant de la psychologie cognitive. Il n'est alors pas étonnant que les tâches et préoccupations des enseignants en activité se situent plus sur le plan des difficultés des élèves que sur celui des contenus à enseigner (Giroux, 1999). D'ailleurs, l'apport de la didactique dans le cursus en enseignement en adaptation scolaire et sociale est souvent remis en question (Giroux, 1999).

De par son approche systémique, la didactique des mathématiques propose une analyse des problèmes concernant les élèves en difficulté qui tient compte des éléments tels que des phénomènes spécifiques d'enseignement/apprentissages ainsi que des conditions didactiques et non didactiques inhérentes aux situations d'enseignement (Roiné, 2005, 2009 ; Sarrazy et Roiné, 2006 ; Giroux, 2013 ; Perrin-Glorian, 1993 ; Salin, 2007 ; Bloch et Salin, 2004). Les travaux dans l'espace francophone ont montré que les élèves de l'adaptation scolaire ne vivent pas le même historique scolaire que ceux des classes ordinaires (Barallobres, 2017 ; Bloch et Salin, 2004 ; Conne, 2003 ; Conne, Favre et Giroux, 2006 ; Favre, 1997 ; Giroux, 2013 ; Toullec-Théry, 2006 ; Roiné, 2009, 2010). Ils ont constaté, entre autres, qu'il y a une prévalence de la règle au détriment de la compréhension, ce qui conduit à une pré-algorithmisation des savoirs en jeu (Bloch et Salin, 2004 ; Giroux, René de Cotret, 2001) et un surinvestissement de certains savoirs identifiés comme emblématiques (les algorithmes de calcul) au profit d'autres savoirs (la géométrie, par exemple) (Conne, 2003 ; Conne, Favre et Giroux, 2006). Enfin, pour rendre accessibles les savoirs aux élèves et surmonter les difficultés et en tenant compte des stratégies promues récemment mentionnées, les enseignants vont bien souvent morceler les tâches et en choisir certaines qui sont axées sur des contenus en lien avec la vie quotidienne, visant ainsi la concrétisation des savoirs (Barallobres, 2009 ; Giroux, 2013 ; Roiné, 2010). Plusieurs de ces phénomènes didactiques découlent de l'échec potentiel anticipé par les enseignants (Favre, 2003) et du système qui les amène à modifier leurs pratiques (Roiné, 2014). Une logique d'adaptation (Giroux, 2013) semble s'installer dans ces classes, conséquence, entre autres, d'injonctions largement promues qui visent la réponse aux besoins de chaque élève et qui finalement,

contribuent à un amoindrissement des savoirs. Ces phénomènes font en sorte que les élèves en difficulté d'apprentissage vivent un parcours différencié, appauvri et inégalitaire de par les propositions didactiques et les interactions stigmatisantes qui font partie de leur cheminement au sein de l'institution scolaire (Roiné, 2009, 2010, 2015).

La centration sur les caractéristiques des élèves, l'illusion de transparence des savoirs sous laquelle la psychologie cognitive construit ses propos, ainsi que la centration sur la réussite scolaire comme indicatif du progrès et des apprentissages amènent à un inversement épistémologique (Bardini, 2003) ou historique (Chevallard, 2009) faisant en sorte que l'enseignement des mathématiques auprès des élèves « en difficulté » se réduit à la présentation des règles avant la présentation de problèmes. Cette inversion pourrait être interprétée comme une résultante de l'influence des modèles pédagogiques adaptés favorisant un enseignement explicite des « concepts » (Bergeron, 2017). En voulant agir sur les processus cognitifs des élèves, la situation didactique par laquelle l'élève interagit avec le milieu dans le but d'acquérir un savoir spécifique est négligée (Giroux, 2014 ; Sarrazy, 2002 ; Roiné, 2009). Les enseignants deviennent ainsi « aveugles aux conditions didactiques nécessaires pour permettre aux élèves la compréhension de l'usage des savoirs mathématiques enseignés » (Roiné, 2009, p.255).

Notre analyse porte sur l'évolution de certains modèles dominants dans le champ de l'adaptation scolaire (psycho-médical, neuro-éducatif) et les difficultés pour l'approche didactique à évoluer à l'intérieur d'un contexte institutionnel où un cadre mentaliste prévaut. L'analyse des documents officiels et des ouvrages pédagogiques concernant la question des difficultés d'abstraction permettra d'illustrer la manière dont les différents discours institutionnels et pédagogiques influencent et pénètrent les pratiques d'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire.

II. ÉVOLUTION HISTORIQUE DU CHAMP DE L'ADAPTATION SCOLAIRE AU QUÉBEC

Par l'entremise d'une analyse sociohistorique, Gonçalves et Lessard (2013) identifient deux caractéristiques essentielles dans l'évolution du champ de l'adaptation scolaire au Québec :

- Premièrement, un changement dans le mode de régulation du système éducatif attribuant une part importante du pouvoir à des acteurs externes (évaluations et comparaisons nationales et internationales des systèmes éducatifs en contexte maintenant concurrentiel) et visant le rehaussement de la performance des institutions scolaires, ce qui renouvelle une tension propre au champ de l'adaptation scolaire entre équité et inclusion ;

- Deuxièmement, la persistance tout au long de la structuration du champ des médecins, psychologues et psychiatres, légitimée par la promotion, explicite ou implicite, des approches psycho-médicales dans le traitement des difficultés d'apprentissage.

Ils soulignent trois périodes importantes : 1963-1977, 1978-1994 et 1995-2010. La première période réfère à la démocratisation de l'éducation ainsi qu'à la mise en place du champ de l'adaptation scolaire, la deuxième correspond à la normalisation du système en réponse au courant de l'inclusion scolaire et finalement, la dernière (et encore actuelle) est caractérisée par la différenciation pédagogique et donc, une dénormalisation du champ de l'adaptation scolaire.

La démocratisation de l'éducation mise en place au cours des années soixante fait en sorte qu'un nombre important d'élèves en difficulté est pris en charge par le système scolaire par le biais de la création de classes spéciales, de la formation des professionnels dédiés à cette population et de la mise en place de dispositifs d'identification fondés sur des savoirs issus de la psychologie et la médecine. Les élèves handicapés et en difficulté d'apprentissage sont identifiés à partir de diagnostics d'orientation clinique et l'organisation des dispositifs de remédiation se réalise en général en dehors de la classe ordinaire. Dès lors, la formation des nouveaux professionnels à l'université est inspirée par la psychologie et appuyée sur une approche psychomédicale et clinique, ce qui implique une moindre place aux savoirs disciplinaires et didactiques dans la formation desdits professionnels.

À partir de 1978, le modèle psychomédical est fortement critiqué pour sa tendance à marginaliser les élèves identifiés en difficultés (Gonçalves et Lessard, 2013). Dès lors, est mise en place, une approche systémique inspirée de la pédagogie différenciée centrée sur les besoins spécifiques des élèves où on vise l'intégration. Des dispositifs mixtes sont donc mis en place (à l'intérieur et à l'extérieur de la classe) visant le retour des élèves en difficulté aux classes ordinaires. Dès lors, le rôle des professionnels de l'adaptation scolaire est davantage centré sur le soutien des enseignants du système régulier. Ce changement est accompagné d'un mouvement international qui fait la promotion des politiques éducatives d'intégration qui rapidement demande une intégration pleine en classe ordinaire afin d'assurer un parcours scolaire le plus normal possible. Au Québec, cet idéal d'intégration est mis en difficulté par l'émergence de deux tensions : d'une part, le droit de scolarisation des élèves en difficulté semble menacer celui des autres élèves (le manque de services appropriés surcharge les enseignants) et, d'autre part, la multiplication de professionnels de l'adaptation scolaire à l'intérieur de la classe est vue comme une menace par les enseignants. Sans compter que même au sein de ce paradigme d'intégration, les syndicats réclament des diagnostics de meilleure qualité nécessaires au suivi de l'élève et à la détermination des ressources appropriées pour orienter les interventions.

Un contexte international promouvant la production de « résultats mesurables » dans le but de distinguer « ce qui marche » et « ce qui ne marche pas » marque le passage à l'étape actuelle, en renouvelant une tension propre au champ de l'adaptation scolaire entre inclusion, équité et performance du système éducatif. Cette période est fortement inspirée des méthodes de la médecine pour organiser les dispositifs d'intervention auprès des élèves HDAA. En effet, l'intervention comprend le dépistage précoce des difficultés via l'évaluation diagnostique et

l'élaboration d'un plan d'intervention (caractérisé par l'action à court terme, facilitant ainsi l'évaluation de l'efficacité de l'intervention). L'évaluation de la réussite éducative et de la qualité des services, en vue de reddition de comptes (ibid, 2013), devient la norme dans les modes de régulation du système éducatif où l'approche client est désormais prégnante. Dans ce contexte, les paramètres fondamentaux du système de financement de l'aide scolaire reposent sur les diagnostics basés sur des savoirs psycho-médicaux. Si bien les programmes universitaires incorporent des contenus didactiques dans la formation des intervenants en adaptation scolaire, les contenus psychologiques occupent une place bien plus importante.

Dans cette période, la légitimité des politiques éducatives est fondée sur une conception de la science caractérisée par la production de savoirs validés empiriquement de manière « objective », où la méthode des essais contrôlés randomisés constitue l'étalon or permettant d'instituer un discours de vérité. Le champ de l'adaptation scolaire plaide pour un système éducatif fondé sur des données probantes qui permettraient de montrer « scientifiquement » l'efficacité des interventions ainsi que sur une formation des enseignants basée sur la recherche. Dans la recherche d'efficacité et de gestion prévisionnelle de risques, la médecine et la psychologie bénéficient d'une légitimation sociale, d'où leur rôle référentiel (Gonçalves et Lessard, 2013).

III. LES PRATIQUES EFFICACES INSPIREES DE L'APPROCHE PSYCHO-MEDICALE ET LES DONNEES PROBANTES

Fonder les politiques éducatives en adaptation scolaire sur des savoirs validés empiriquement de manière « objective » semble être aujourd'hui une norme incontestable : qui pourrait s'opposer au fait qu'un volume important de données expérimentales supposément solides permette d'attribuer un statut particulier aux résultats des recherches et favoriser donc la prise impartiale de décisions, par la distinction entre ce qui « marche » et ce qui « ne marche pas »? La question du pluralisme interprétatif n'est qu'une affaire de nostalgiques : la vraie science n'avance que dans une seule direction (rappelons qu'Habermas avait nommé cela « la prétention positiviste à l'universalité », consistant à définir un modèle unitaire de scientificité universel, celui de la Science). Ainsi, la production de savoirs en éducation est fortement contrainte par des questions méthodologiques : c'est la méthode qui détermine ce qui est susceptible d'être un objet de recherche scientifique et non les questions et les problèmes qui émergent du champ spécifique. La fiabilité de l'outil (l'arsenal) méthodologique établit une hiérarchie entre les différents types de recherches, au-delà de la nature spécifique des objets caractéristiques de l'éducation.

Dans une analyse historique sur le développement des politiques de la preuve dans le domaine de l'éducation, Normand (2015) montre que leur émergence est associée à l'activisme de la droite américaine promouvant la sortie d'un modèle éducatif inspiré d'une politique de solidarité collective par le remplacement à paradigme à caractère économique (imputabilité des secteurs publics) basé sur l'optimisation de ressources et sur l'efficacité dans le traitement de problèmes

éducatifs. Normand (2006) qualifie cette démarche comme une entreprise réduction de complexité du système scolaire afin de la rendre gérable comme appui aux décisions politiques et orientées par la recherche de réponses à court terme (guidés par l'urgence décisionnelle imposée par les courts mandats). Dès lors, toute question de valeur éducative est évacuée, car elle est difficilement objectivable et mesurable.

Sur la base de certaines études mettant en rapport les retards scolaires et le décrochage au secondaire, Bissonette, Richard, Gauthier et Bouchard (2010) soutiennent la nécessité de privilégier des interventions précoces dans la scolarité des élèves via l'identification des pratiques pédagogiques les plus susceptibles d'améliorer la performance scolaire de ceux dont les probabilités de décrocher sont élevées (pratiques efficaces basées sur des données probantes). Ces idéologues des « pratiques efficaces » -dispositifs issus de la recherche de « haute qualité » permettant d'améliorer les résultats scolaires des élèves dans un contexte d'enseignement - ne définissent toutefois pas la notion de « pratique. Ce qui se dégage de leurs écrits réfère à l'application d'un ensemble de règles, de techniques et des prescriptions permettant d'effectuer une activité ; une formation adéquate des enseignants basée sur des recherches de « haute qualité » (donnée évidemment par les éminents chercheurs œuvrant dans le domaine des pratiques efficaces, pour éviter des distorsions) garantirait alors l'efficacité de leurs actions. Il existerait donc des pratiques connues des chercheurs en éducation représentants de la Science à mobiliser dans toutes les classes, pour tous les élèves, quel que soit l'ordre d'enseignement, la discipline enseignée, le savoir concerné, le contexte organisationnel, culturel, social et économique local et global. L'enseignant n'aurait ainsi qu'à puiser dans ce réservoir de bonnes pratiques, à les adapter quelque peu à la situation pour enfin constater une amélioration de la performance des élèves aux examens ministériels ou aux tests internationaux. Ces résultats correspondent à ce que les sciences de la gestion qualifient d'outputs (en gestion, les outputs sont des résultats à court terme, tangibles, permettant de mesurer l'état du système) (MEES, 2017).

Cette conception de pratique d'enseignement évacue toute dimension culturelle et sociale recouvrant les intentions, les représentations, les idéologies et présuppose que l'apprentissage est le produit prévisible d'un enseignement basé sur des gestes identifiables et explicables et que les actions effectives des acteurs engagés dans la relation éducative (en particulier, celles des élèves) et les arrière-plans culturels et sociaux ne jouent qu'un rôle secondaire.

Sous cette hypothèse, l'agir de l'élève n'aurait pas d'impact sur l'action de l'enseignant et sur les apprentissages obtenus, ce qui va à l'encontre de plusieurs recherches sur l'analyse des pratiques d'enseignement des mathématiques (Mercier, 1985 ; Brousseau, 1990). Jean Brun (2008) montre bien que les élèves ne sont pas seulement soumis à des contrôles externes venus des interventions organisées à dessein pour provoquer des apprentissages, mais qu'ils exercent des contrôles internes par l'intermédiaire des schèmes. Cette notion de pratique présume aussi que l'accumulation de ces micro-résultats serait garante d'un apprentissage à haute valeur ajoutée, que d'autres actions de l'enseignant que celles prévues par les dispositifs d'enseignement étudiés n'influencent pas les apprentissages des élèves -ce qui s'oppose à des résultats de recherches concernant l'obsolescence des situations didactiques- et que la reproduction d'une pratique d'enseignement n'a pas d'effets sur les résultats obtenus et sur les significations des objets de

savoirs élaborés -ce qui va à l'encontre aussi des résultats obtenus en didactique des mathématiques (Arsac et Mante, 1988; Artigue, 1989; Brousseau, 1990; Mercier, 1985). Il est important de remarquer que ces présupposés non explicités, guidant les observations réalisées et les données recueillies, ne sont pas validés empiriquement. La prétendue « objectivité » des résultats de recherche est teintée, dès le début, par des supposés épistémologiques qui sont le produit d'accords intersubjectifs ne pouvant être validés empiriquement.

C'est la prétention d'indépendance d'une subjectivité trop humaine qui rendrait les pratiques efficaces transférables et reproductibles. Pourtant, une dissociation explicite de la pratique enseignante et du sujet praticien (sujet épistémique, rationnel, mais également sujet désirant) relève d'une entreprise de rationalisation et de technicisation de l'enseignement qui, au terme de cette logique, pourrait même proposer de décharger les humains de tâche même d'enseigner - d'instruire, de former et d'éduquer- (Grossmann, 2009). Il convient de signaler que cette conception de pratique ne fait pas l'unanimité dans le domaine de l'éducation ; Beillerot (2003), par exemple, considère que si bien la pratique inclut l'idée de l'application, elle dépasse le niveau du « faire » et des gestes des acteurs impliqués :

La pratique est tout à la fois la règle d'action (technique, morale, religieuse) et son exercice ou sa mise en œuvre. C'est la double dimension de la notion de pratique qui la rend précieuse : d'un côté, les gestes, les conduites, les langages ; de l'autre, à travers les règles, ce sont les objectifs, les stratégies, les idéologies qui sont invoqués. Les pratiques ont donc pour nous une réalité sociale, elles transforment la matière ou agissent sur des êtres humains, elles renvoient au travail au sens large. (p.23)

D'ailleurs, Hammersley (2002) montre bien que les pratiques d'enseignement sont soumises à une diversité de jugements en situation, en conséquence, non réductibles strictement à l'application de règles prédéfinie tout comme d'autres travaux sur l'obsolescence des situations didactiques (Brousseau, 1989), sur les phénomènes de variabilité didactique (Massetot et Robert, 2007), de mémoire didactique (Brousseau et Centeno, 1991) et sur la reproductibilité de situations didactiques (Artigue, 1989, Arsac et Mante, 1988) en rendent compte. Les jugements des praticiens s'inscrivent dans des contraintes de nature diverse ainsi que dans des temporalités multiples, et ils se situent à la base des ajustements permanents des actions, par le biais des interprétations in situ, dans l'urgence de la pratique (Bourdieu, 1980). Presque tous les auteurs mentionnés s'accordent sur le fait que les « savoir-faire » du praticien s'élaborent dans l'action.

1. Mais, qu'est-ce que la recherche de « haute qualité » fondant les pratiques efficaces ?

En se basant sur une classification proposée par Ellis et Fouts (1993), Bisonnette et al. (2010) distinguent trois types de recherches. Celles de niveau 1, de types descriptif (qualitatif, quantitatif ou corrélationnel) ayant par but de décrire un phénomène ou d'observer une corrélation possible entre deux variables. Ces recherches ne permettent en aucun cas d'établir des liens de cause effet ou de vérifier des hypothèses. Dans les recherches de niveau 2, un modèle, théorie ou hypothèse, élaborés à partir des recherches du type 1, font l'objet d'une mise à l'épreuve en salle de classe à l'aide de groupes expérimentaux et témoins (contrôles). Il s'agit de

mesurer statistiquement les effets sur la performance scolaire des élèves des stratégies pédagogiques élaborées dans le contexte d'un cadre théorique explicite ou implicite. Selon les auteurs, ces recherches permettraient d'établir une relation de cause à effet entre deux ou plusieurs variables. Enfin, les recherches de niveau 3 visent à évaluer les effets des interventions pédagogiques recommandées à partir des résultats obtenus par des études de niveau 2, à large échelle dans des contextes de plus grande envergure. Le degré de validité interne est moins élevé que celles de niveau 2 en raison des difficultés inhérentes au contrôle des variables. Cependant, le degré de validité externe serait supérieur, compte tenu de la taille de l'échantillon et des contextes à l'intérieur desquels de telles études sont réalisées. Selon Gauthier (2006), pour répondre aux questions concernant l'efficacité d'une intervention, les études de niveaux 2 et 3 seraient les plus appropriées. Pour Bissonnette et ses collègues (2010), il en va même d'un impératif éthique et moral quant au choix des pratiques d'enseignement afin d'éviter de gaspiller de larges sommes d'argent (et non de causer préjudice à des élèves).

La méthode privilégiée dans les recherches de niveau 2 met l'accent sur une forme d'objectivité et de neutralité procédurale et repose sur un modèle de rationalité instrumentale au sein duquel la neutralité, la transparence et l'objectivité des décisions sont garanties par un usage systématique de règles de procédure et des méthodes rigoureuses (Saussez et Lessard, 2009). La notion de « donnée probante » apparaît comme une figure fondamentale dans la caractérisation de cette méthode. En ce qui concerne particulièrement l'objectivité, les « **données objectives** » sont définies comme étant celles que tout évaluateur identifierait et interpréterait de façon similaire » (traduction libre de l'International Reading Association, p. 18). On voit bien que si « tout » évaluateur identifie et interprète les données de façon similaire, soit les données « parlent » d'elles-mêmes et imposent aux chercheurs la lecture à réaliser (ce qui nous plonge avec violence dans un empirisme naïf que peu de chercheurs seraient disposés à soutenir), soit il existe un consensus autour des critères d'interprétation (un paradigme dominant, un seul cadre interprétatif) permettant, par exemple, de définir ce que serait un « lecteur compétent » ou ce que signifierait « connaître les fractions », ce qui est loin d'être le cas en éducation. En l'absence d'un tel accord interne, les indicateurs en question sont définis en fonction des références externes (tests standardisés, tests internationaux). La question n'est que déplacée : dans la quête obsessionnelle et illusoire d'impartialité, les tests sont modelés et produits à l'image de l'objectivité que l'on cherche à établir. L'objectivité défendue par le paradigme des données probantes n'est pas indépendante des présupposés épistémologiques que nous avons déjà mentionnés ; d'autres présupposés ne sont pas questionnés et sont même cachés derrière la méthodologie adoptée. Par exemple, la discussion autour de la question « qu'est-ce que savoir lire ? » est complètement évacuée et elle est remplacée par la formulation d'items mesurables ou par l'adoption en vrac des évaluations ministérielles ou internationales laissant ainsi entrevoir cette question comme étant réglée et faisant consensus.

On pourrait répliquer nos arguments en affirmant que les données probantes sont celles que tout évaluateur partageant les mêmes théories identifierait et interpréterait de façon similaire. Cependant, comment vérifie-t-on le partage d'une théorie ? De plus, le fait d'appartenir à un même paradigme ne garantit pas une « interprétation similaire », puisqu'évidemment l'interprétation de chaque chercheur ne découle pas « mécaniquement » de l'usage de la théorie.

Notre analyse n'implique aucunement un glissement vers un relativisme qui nierait toute question de validité ; il s'agit principalement d'attirer l'attention sur le fait que l'objectivité n'est qu'une forme d'intersubjectivité interne propre à des modes de production de connaissances d'une communauté de chercheurs partageant un certain cadre théorique :

On ne saurait « dé-subjectiviser » la connaissance humaine qu'en présupposant une connaissance-étalon comme le Savoir absolu. Il y a dans le scientisme positiviste comme l'assurance d'un pathos de vérité scientifique qui prend parfois des accents théologiques – comme si Dieu n'avait pu mourir que pour céder sa place à une hypostase de « la Science » [...] Le statut ambigu des énoncés de base témoigne des difficultés de cette notion d'objectivité. Les protocoles d'expérience font seulement l'objet d'un consensus intersubjectif, révocable à tout moment, entre les scientifiques (Popper). L'objectivité de l'expérience se révèle donc être de l'ordre de l'intersubjectivité : intersubjectivité empirique du constant de l'observation et intersubjectivité transcendantale ou logique-linguistique de sa formulation (tout énoncé comporte des expressions générales qui restent nécessairement hypothétiques, car elles dépassent « toute expérience possible. » (Habermas, 1979, p 5)

2. Quelles sont les caractéristiques des pratiques efficaces promues par l'approche psycho-médicale ?

En général, les pratiques proposées ne sont pas spécifiques aux savoirs à enseigner, puisqu'elles adoptent une hypothèse cognitiviste postulant l'universalité des opérations de la pensée, l'existence de mécanismes de production de connaissances transférables d'un domaine de savoir à un autre, présupposant ainsi que les processus cognitifs permettant la manipulation de représentations mentales sont des conditions préalables au développement de la connaissance (Bronckart, 2007). Dans ce contexte, l'intervention doit être dirigée vers ces processus cognitifs et les difficultés d'apprentissage sont interprétées comme une défaillance desdits processus. Une analyse de divers documents concernant les interventions nous a permis de repérer certaines propositions récurrentes (Bergeron, 2017) : réduire une tâche complexe à des tâches simples (sous l'hypothèse que l'accès à une tâche complexe se fait par le moyen de l'accumulation des tâches intermédiaires) ; favoriser la manipulation d'objets concrets (sous l'hypothèse que l'accès aux processus d'abstraction se fait par l'intermédiaire de la manipulation d'objets physiques, sans précisions sur la nature de ladite manipulation) ; utiliser des dessins, des analogies ; etc.

En ce qui concerne l'enseignement des mathématiques, sur les onze méta-analyses analysées par Bissonnette et al. (2010), seulement trois concernent les stratégies d'enseignement dans ce domaine ; toutes en viennent sensiblement aux mêmes résultats : promouvoir l'enseignement directif/explicite des règles et des concepts mathématiques qui semble être la meilleure modalité d'enseignement à adopter avec des élèves en difficulté (Bergeron, 2017). Il s'agit d'un enseignement structuré et dirigé par l'enseignant qui procède du simple vers le complexe et se déroule habituellement en trois étapes : le modelage, la pratique dirigée et la pratique autonome (Rosenshine et Stevens, 1986). Dans ce contexte, l'apprentissage se traduit par la possibilité de réutilisation des savoirs appris dans de nouvelles situations ; la notion de « transfert » y joue un rôle central. Selon Côté et ses collègues (2013), la définition de transfert la plus utilisée en psychologie cognitive est la suivante : « capacité qu'a un apprenant de résoudre de nouvelles

situations en mobilisant les connaissances apprises antérieurement dans des situations différentes (Frenay, 1994, p.73) » (p.75). Ces auteurs signalent aussi :

[...] le concept de “similarité” demeure un élément central dans la majorité des théories traditionnelles pourtant sur le transfert, c’est-à-dire que des éléments de la situation à résoudre doivent être mis en correspondance avec des éléments emmagasinés en mémoire, lors d’une situation précédente afin que le transfert puisse être réalisé. (ibid, p.75)

Toujours selon ces auteurs, l’automatisation de certaines procédures diminuerait la charge cognitive, libérerait la mémoire de travail et par conséquent permettrait aux sujets de consacrer des ressources cognitives au transfert. Cependant, aucune explication n’est fournie concernant la manière dont le travail répétitif fait à partir du modelage permet ensuite d’aborder des situations nouvelles : celui-ci ne serait destiné qu’à libérer la mémoire de travail ; les liens entre les situations anciennes et les situations nouvelles resteraient à charge de l’élève lui-même et ni la spécificité des savoirs ni l’organisation didactique de l’ensemble de situations ne sont mentionnés en tant qu’éléments intervenants dans l’établissement desdits liens. Comment définir la « similarité » de deux situations mathématiques ? Quels paramètres sont-ils utilisés ? Comment l’élève reconnaît-il cette similarité ?... Aucune réponse n’est donnée à ce type de questions.

Il est fondamental de remarquer que les études sur les pratiques efficaces en mathématiques ne portent que sur des objets de savoir particuliers (en général un algorithme de calcul) et sont ensuite généralisées sans justification à l’ensemble des mathématiques. Par ailleurs, les auteurs ne mentionnent point les caractéristiques des instruments utilisés pour mesurer l’effet de l’intervention. Ce qui semble importer pour qualifier une modalité d’enseignement comme étant efficace est le fait que les élèves aient réussi la tâche sans questionner la nature des apprentissages effectifs.

IV. 3. L’APPROCHE NEURO-ÉDUCATIVE

Une nouvelle discipline, la « neuro-éducation », dit se situer à la rencontre de la psychologie, des neurosciences, des sciences cognitives et des sciences de l’éducation et se propose de mieux structurer les environnements d’apprentissage à partir des résultats obtenus sur le cerveau et de mieux adapter les méthodes pédagogiques en fonction de l’activité naturelle de nos fonctions cérébrales (Gaussel et Reverdy, 2013). Selon Masson (2014), l’architecture cérébrale impose des contraintes à la façon dont certains apprentissages scolaires peuvent prendre place : par exemple, une hypothèse suggère que l’architecture cérébrale initiale de l’apprenant limiterait l’évolution des conceptions non scientifiques sur plusieurs phénomènes naturels. L’imagerie cérébrale permettrait de montrer que les conceptions non scientifiques des élèves ne disparaissent peut-être jamais de leur cerveau, parce qu’elles découleraient d’intuitions fondamentales inscrites sous la forme de réseaux de neurones solidement établis, et que les étudiants avancés auraient recours à un contrôle cognitif et comportemental permettant aux sujets de résister aux automatismes, aux

tentations ou aux interférences, l'inhibition (Houdé, 2000). Les tenants de cette approche affirment aussi que les façons d'enseigner peuvent avoir un effet sur la plasticité, le recyclage neuronal, la capacité d'inhibition des élèves et sur leur fonctionnement cérébral (par exemple, le fait de prévenir les apprenants de l'existence de pièges et de leur apprendre à identifier les réponses tentantes, mais incorrectes a un impact sur le fonctionnement cérébral et sur la capacité à recourir à l'inhibition pour corriger des erreurs fréquentes).

L'idée du conditionnement de la production de savoirs par des contraintes imposées par la structure cérébrale avait été déjà avancée par Dehaene (2010) pour qui les problématiques qui ont conduit l'humanité à produire ces savoirs semblent être négligeables :

Les outils mathématiques que sont les nombres ont évolué à la fois par le cerveau et pour le cerveau. Par le cerveau, parce qu'il est clair que l'histoire des nombres a été limitée par la capacité du cerveau humain à inventer des principes nouveaux de numération. Pour le cerveau, parce que seules ont été transmises aux générations suivantes les inventions qui s'adaptaient étroitement aux capacités perceptives et mnésiques humaines et qui, de ce fait, accroissaient les capacités de calcul de l'humanité. (p.129)

Étrangement, les savoirs mémorisés et transmis par l'humanité (bien que conditionnés par la biologie) ne seraient pas sélectionnés selon leur utilité sociale ou leur efficacité dans la résolution de problèmes, mais plutôt strictement en fonction de leur adéquation aux capacités de l'espèce, au « cerveau » à lui seul, comme en témoigne le titre du paragraphe précédent: « Le cerveau, moteur de l'évolution culturelle ».

Il est important de souligner que cette hypothèse concernant les contraintes imposées par l'architecture cérébrale conduit à des affirmations difficilement tenables d'un point de vue théorique. En effet, les concepts évoqués par les différents auteurs mentionnés sont imprécis : aucune définition d'« intuition » n'est fournie et aucune distinction n'est faite entre les intuitions concernant des domaines différents. D'ailleurs, aucune observation, même par imagerie cérébrale, ne peut valider l'affirmation selon laquelle l'architecture des intuitions fondamentales serait inscrite dans le cerveau. Finalement, à partir de cas particuliers relatifs à des savoirs spécifiques (des aspects très ponctuels concernant la lecture ou des savoirs arithmétiques très précis), la neuro-éducation produit des généralisations abusives en introduisant, par exemple, la notion d'inhibition pour l'apprentissage de n'importe quel objet de savoir (et pour la résolution de toutes sortes de problèmes) (Barallobres, 2018).

La mise à l'écart de la nature des savoirs à apprendre, parmi la multitude d'autres aspects ignorés caractérisant la relation didactique et la relation éducative, se manifeste dans les conclusions proposées par Masson (2015) : la fonction de l'enseignant n'est plus celle d'aider les élèves à participer à une pratique socialement partagée, mais de les aider à développer des connexions neuronales pour apprendre n'importe quel concept. La structuration des environnements d'apprentissage (objectif déclaré de la neuro-éducation) n'a pas comme finalité de préserver la signification des pratiques scientifiques dans le contexte scolaire, mais celle d'améliorer le fonctionnement du cerveau (le recyclage de neurones, par exemple).

Malgré le fait de postuler l'interdisciplinarité et d'attribuer une place spécifique aux sciences de l'éducation, la prédominance du point de vue neuroscientifique est évidente. En effet, la définition même d'apprentissage qui a été proposée ne fait intervenir que des modifications structurelles au sens des réseaux cérébraux (Dehaene, 2011) : l'indicateur de l'existence d'apprentissage est le recyclage des neurones. Toute discussion concernant ce que signifierait, par exemple, « savoir compter » est réduite à l'activation ou pas d'une aire cérébrale. Autrement dit, la nature de ce qui est appris ne compte pas dans la définition donnée. Bien que les recherches en neurosciences cognitives concernant les mathématiques portent sur des questions très spécifiques, à savoir les origines biologiques et non l'enseignement ni l'apprentissage, Dehaene et d'autres auteurs (e.g. Masson, 2014; Houdé, 2011) s'aventurent sur le terrain de l'enseignement :

Nous ne pouvons guère espérer améliorer l'architecture de notre cerveau. Mais nous pouvons modifier nos méthodes d'enseignement et même nos pratiques mathématiques, afin de mieux les adapter aux contraintes de notre biologie. (Dehaene, p.150., 1997 ; 2010)

1. Quelles sont les caractéristiques des pratiques d'intervention pour les élèves en difficulté promues par l'approche neuro-éducative ?

En faisant appel à des études neuro-scientifiques, Houdé (2015) propose des modèles pour l'éducation et les apprentissages scolaires :

L'éducation, les apprentissages scolaires, entre autres la lecture, reposeraient ainsi en grande partie sur le développement et le renforcement d'une fonction essentielle de notre cerveau : la capacité à résister aux automatismes de pensée, comme la généralisation en miroir, quand le recours au raisonnement logique devient nécessaire. (Houdé, 2015, p. 47)

L'équipe d'Houdé propose une démarche pédagogique d'apprentissage à l'inhibition (approche métacognitive) centrée sur le contrôle cognitif et la détection de conflit et destinée à bloquer temporairement des stratégies sur-apprises ou automatisée qui deviennent efficaces en certaines situations (Lubin, et al., 2012). Le contrôle par l'inhibition est qualifié par Houdé (2011) comme l'intelligence « fluide » du cerveau qui, au contraire de l'automatisation par la pratique, permet de changer la stratégie de raisonnement par l'inhibition des automatismes. Dans cette « forme d'apprentissage », il s'agit d'exercer l'élève à activer la stratégie pertinente (appelé algorithme), mais surtout à inhiber celle qui ne l'est pas (appelé heuristique) pour résoudre un problème afin de corriger ses erreurs, à l'aide d'alertes exécutives verbales (par exemple, « Attention, dans ce type de tâche, il y a un piège ») et un dispositif didactique permettant la manipulation (sous l'hypothèse que l'action et la manipulation sont importantes dans les processus pédagogiques) (Lubin, et al., 2012).

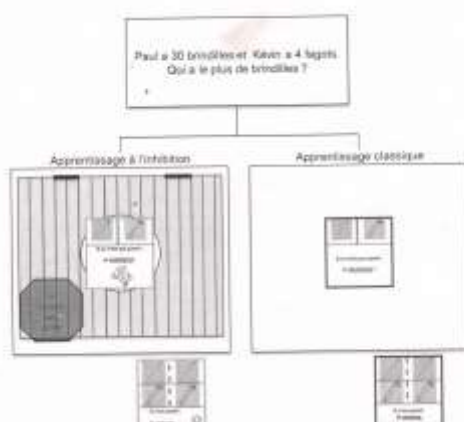
Un des exemples donnés par les auteurs concerne ce qu'ils appellent « l'apprentissage de la dizaine chez des élèves de 6-7 ans ». Ils affirment qu'« acquérir une compréhension de la base 10 des nombres est nécessaire pour pouvoir réaliser des calculs sur des nombres supérieurs à dix » (p. 64) et qu'une des erreurs fréquentes qui entreraient en compétition « une heuristique » et « un algorithme » consiste à comparer deux collections présentées dans des unités différentes (18

unités par rapport à 2 dizaines : en comparant les nombres, les élèves affirment que 18 est plus grand que 2). Les auteurs identifient comme stratégie adéquate (algorithme) : « je transforme si nécessaire dans la même unité avant de comparer » et comme stratégie erronée : « je compare directement les nombres sans vérifier qu'ils sont dans la même unité » et considèrent que l'erreur pourrait ne pas être associée à un défaut de compréhension de la notion, mais à un défaut d'inhibition d'une connaissance antérieure. La stratégie pédagogique est la suivante :

1. L'enseignant présente une situation problème, les élèves sont invités à répondre par écrit et à illustrer comment ils ont procédé sur une feuille. Une mise en commun permet d'identifier les stratégies adéquates et l'enseignant met ensuite en évidence le piège dans cette situation :

Attention, dans ce type d'exercice, il y a un piège! Le piège c'est de comparer seulement les nombres, sans avoir vérifié avant que l'on parle bien de la même chose! (p. 66).

2. Lors de la seconde séance, l'enseignant rappelle la situation problème, la stratégie correcte et le piège à éviter. Il s'agit maintenant d'utiliser un dispositif didactique composé d'une carte rouge en forme d'arrêt symbolisant l'heuristique/piège, une carte verte symbolisant l'algorithme/réponse adéquate et l'attrape-piège (voir figure ci-dessous, Lubin, et al., 2012, p 68).



L'enseignant donne une carte-réponse verte à deux faces qui correspond à ce qu'il faut faire : sur une face est indiqué « si c'est pareil, je compare » et sur l'autre face, « si ce n'est pas pareil, je transforme » et pour ne pas tomber dans le piège, on met la carte rouge « je compare sans vérifier » sous les rayures, c'est l'attrape-piège. Pour chaque situation présentée lors de la première séance, on placera la carte verte au milieu de l'attrape-piège, en montrant la face qui correspond à la stratégie adéquate.

3. Lors de la troisième séance, un travail individuel est proposé avec d'autres situations et les élèves sont incités à utiliser la carte piège, la carte stratégie et l'attrape-piège s'ils le souhaitent. Une correction collective s'ensuit en explicitant l'unité dans laquelle on compare et en utilisant le matériel didactique.

Ce dispositif didactique expérimental, « original et novateur » selon les auteurs, serait bénéfique pour tous les domaines d'apprentissage, est réutilisé dans une recherche plus récente (Roell, et al, 2017) concernant la comparaison des nombres décimaux : il s'agit d'inhiber la stratégie heuristique « un plus grand nombre de chiffres implique un nombre plus grand » (par exemple, les élèves affirment que 1,45 est plus grand que 1,5). Malgré le fait que les auteurs parlent de l'importance de la « compréhension » et de la « conceptualisation » des nombres naturels et des nombres décimaux pour la poursuite académique des élèves, le travail effectué se réduit à la répétition de la « bonne stratégie » et au rejet de la mauvaise stratégie par le moyen des indices didactiques présents dans le matériel construit et par l'intervention directe de l'enseignant. Mentionnons également que cette stratégie d'enseignement est qualifiée d'efficace et de novatrice en comparaison avec des méthodes comme la répétition de la tâche et à une explication « cognitive et logique » du problème à résoudre par l'enseignant (Houdé, 2011). Aucune question n'est posée concernant la nature de la compréhension et de la conceptualisation que ce type de stratégies favoriserait. Ces auteurs ignorent les travaux développés depuis plus de 50 ans en didactique des mathématiques et, évidemment, semblent ne jamais avoir entendu le mot « contrat didactique ». Ce qui importe c'est l'injection de la « bonne stratégie » dans la tête des élèves à la manière d'un médicament, sans conflit et sans douleur. L'évaluation de cette stratégie d'enseignement est d'ailleurs toujours effectuée à court terme, par une méthodologie pré-test/post-test à laquelle bien des didacticiens ont renoncé, car « l'on ne sait tester que les apprentissages que l'on anticipe, parce que l'on ne sait pas tester la vie des savoirs appris, ni dans le temps ni dans les situations où ils sont utilisables » (Mercier et Buty, 2004, p.1).

V. L'APPROCHE DIDACTIQUE

Depuis les premiers travaux du courant français en didactique des mathématiques, les chercheurs font la distinction entre connaissances et savoirs (en tant que mémoire collective et collectivement constituée) et mettent en évidence que ce ne sont pas les savoirs l'objet de la transmission (enseignement), mais surtout la re-production de l'expérience permettant de désigner le savoir. Comme Sarrazy (2015) le remarque, « il ne s'agit pas de refaire encore (sur le modèle de l'enseignant), mais bien de faire de nouveau » (p. 6). Cette distinction entre connaissances et savoirs faite par la théorie de situations didactiques (Brousseau, 1990) permet de préciser la notion de « compréhension » d'un savoir spécifique par le biais des usages des connaissances associées et de leurs fonctions. Dans les modèles récemment présentés, les enseignants se substituent à leurs élèves pour les faire apprendre : de manière directe, dans l'enseignement explicite ou par les moyens des dispositifs didactiques qui anticipent l'enjeu didactique, dans l'apprentissage par inhibition. Le concept de contrat didactique ainsi que les paradoxes du contrat (Brousseau, 1990 ; Sarrazy, 1995) rendent compte des difficultés que cette substitution pose à la nature des apprentissages obtenus : « plus le maître cherche à enseigner l'usage d'une règle, plus il réduit la possibilité de son usage » (Sarrazy, 1996, p.570). L'apprentissage se manifeste dans l'usage des connaissances dans de nouvelles situations et par

l'entremise de conduites nouvelles s'accordant aux contraintes des situations et aux savoirs enseignés (ce qui est loin d'être la copie de ce que l'enseignant a montré). Cependant, aucune des propositions d'enseignement récemment analysées ne fournissent des explications concernant la manière dont de ce qui a été appris par répétition peut être réutilisé dans des situations nouvelles. Au contraire, les différentes théories didactiques prévoient, dans les dispositifs d'enseignement, une organisation du milieu permettant des moments de travail autonome et élaborent des concepts (adidacticité, dévolution, institutionnalisation, phases de réinvestissement) et des explications théoriques justifiant la possibilité d'utilisation de ce qui a été appris dans des situations nouvelles.

La question de la nature des apprentissages obtenus (les significations) a été toujours une préoccupation centrale de la didactique des mathématiques et comme Sarrazy (2015) le souligne, « cette question n'est pas seulement scientifique, elle est aussi foncièrement et noblement politique, car elle pose inévitablement celle de savoir quel type d'hommes et de femmes l'École doit former » (p. 14). Nous réitérons donc cette question à la lumière des constats précédents : l'école doit-elle former des femmes et des hommes dans l'incertitude nécessaire et propre à l'apprentissage ou dressés à suivre les indications d'autrui pour entrer (à coup de marteau) dans le « bon chemin » vers la connaissance ?

D'autre part, les didactiques disciplinaires (Brousseau, 1990 ; Chevallard, 1989 ; Bronckart, 2007 ; etc.) ont mis en évidence que les recherches concernant la structuration des environnements d'apprentissage requièrent, dans la définition des leurs objets, la prise en compte de plusieurs variables et de leur interaction. À l'intérieur même d'un domaine scientifique, la spécificité de l'algèbre, par rapport à celle de la géométrie, pose des problèmes d'enseignement complètement différents qui ne peuvent se réduire à l'activation ou pas des aires cérébrales liées aux mathématiques. En particulier, la didactique des mathématiques montre que l'analyse des relations des élèves à l'égard des objets de savoir ne peut ignorer des contrats implicites régulant l'action didactique (Brousseau, 1990). De plus, l'adaptation des méthodes pédagogiques en fonction de l'activité naturelle de nos fonctions cérébrales ne peut ignorer les usages sociaux des savoirs : les mathématiques enseignées font partie d'une pratique sociale plus large que la pratique scolaire.

Considérant que l'étude d'une pratique d'enseignement ne peut se réduire à l'analyse de ses effets sur le cerveau des élèves et adoptant une approche systémique qui considère que connaître les mathématiques ne saurait se réduire à la connaissance de théorèmes ou d'algorithmes, mais à reconnaître leurs conditions d'usage, la didactique des mathématiques se propose d'étudier les conditions de l'installation dans le système didactique de situations d'enseignement qui engagent l'élève à produire des connaissances mathématiques. L'analyse de ces conditions, fondée en partie sur des aspects cognitifs et sur le développement des élèves, ne s'y réduit pas ; elle donne une place fondamentale à la nature du savoir mathématique et aux interactions élève-savoir-enseignant au sein du système didactique (Chevallard, 1985). Dans ce contexte, les propositions venant de la psychologie ou de la neuro-didactique, du type « manipuler des objets », « découper les tâches dans des petites tâches », se traduisent par une analyse spécifique du milieu.

En ce qui concerne les difficultés d'apprentissage, divers auteurs en didactique de mathématiques (Bloch et Salin, 2004 ; Deblois, 2003 ; Giroux, 2014 ; Roiné, 2009 ; Sarrazy, 2002 ; etc.) s'éloignent d'une interprétation des difficultés d'apprentissage exclusivement en termes de déficits cognitifs et proposent que les interventions d'enseignement ne portent pas sur les processus cognitifs ou les « spécificités » des élèves, mais sur les situations didactiques favorisant l'établissement de relations entre connaissance et situations. Les fonctions du savoir mathématique jouent un rôle essentiel autant dans l'interprétation des difficultés que dans la construction des environnements d'enseignement/apprentissage.

Enfin, remarquons que l'explicitation n'est pas absente dans les modèles didactiques, mais qu'elle prend de formes différentes : Brousseau (1990) souligne l'importance de l'explication des modèles implicites d'action pour qu'ils perdurent dans le temps et puissent être réinvestis dans des nouvelles situations et élabore des situations spécifiques (les situations de formulation) pour le rendre possible ; l'auteur introduit aussi la notion d'institutionnalisation favorisant le passage des connaissances de leur rôle de moyen de résolution d'un problème à celui de référence pour des utilisations futures. Brousseau (1990) introduit la notion d'obstacle comme :

Un ensemble de difficultés d'un actant (sujet ou institution), liées à "sa" conception d'une notion. Cette conception a été établie par une activité et par une adaptation correctes, mais dans des conditions particulières, qui l'ont déformée ou qui en ont limité la portée. Les difficultés créées par cette conception sont liées par des "raisonnements", mais aussi par les nombreuses circonstances où cette conception intervient. Ainsi la conception résiste au simple apprentissage d'une connaissance plus correcte. Les difficultés semblent disparaître, mais elles réapparaissent de façon inattendue et causent des erreurs par des relations insoupçonnées. L'identification et l'inclusion explicite du rejet d'un obstacle dans la nouvelle connaissance sont généralement des conditions nécessaires à son usage correct. (p.135)

La notion d'obstacle rejoint celle d'erreur récurrente mentionnée par Houdé (2000) ; cependant, en didactique des mathématiques, le dépassement de certaines difficultés associées à ces obstacles ne met pas l'accent sur une capacité ou un contrôle cognitif et comportemental (Houdé, 2000), mais sur un rejet explicite de l'obstacle dans le contexte de situations mettant en évidence les conditions d'usage des connaissances. Le rejet passe par le contrôle (par des connaissances) des situations didactiques et non pas par le récit (ou un entraînement guidé) de la bonne réponse.

VI. UN DISCOURS ESSENTIALISTE QUI TRANSCENDE LE CHAMP DE L'ADAPTATION SCOLAIRE AU QUÉBEC : LE CAS DE L'ABSTRACTION

Dans le cadre de ce texte, nous avons montré, à l'aide d'une analyse de l'évolution du champ de l'adaptation scolaire, que le système d'éducation spécialisée est imprégné de l'analogie au monde de la médecine et que celle-ci implique un regard et un traitement particulier des « difficultés d'apprentissage » qui évacue toutes questions d'ordre didactique. En effet, la

prégnance du discours médical ainsi que la légitimité qui lui est accordée se repère dans les programmes éducatifs du Québec. Dès lors, l'apprentissage et les difficultés d'apprentissage en mathématiques sont traités comme des phénomènes strictement cognitifs ; en particulier, l'apprentissage est considéré comme une appropriation individuelle et non comme une démarche collective, ce qui entraîne des recommandations orientées sur l'individualisation de l'enseignement et le traitement des capacités cognitives des élèves (Roiné, 2015).

Dans différents discours de l'adaptation scolaire au Québec, il est fréquemment mentionné que les élèves ont des « difficultés d'abstraction » qui entravent les apprentissages en mathématiques. Toutefois, bien que plusieurs pistes d'interventions soient proposées pour remédier aux « difficultés des élèves », la notion d'abstraction ou de difficultés d'abstraction en mathématiques qui émerge de ces discours reste floue. Afin de mieux comprendre la trame sous-jacente aux injonctions orientant les pratiques d'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire (discours institutionnels et pédagogiques), nous avons cherché, par l'entremise d'une analyse sémantique conceptuelle de contenu (Mucchielli, 2006), à identifier certains de leurs fondements théoriques et idéologiques (Bergeron, 2017).

Nos analyses nous ont permis de constater que l'abstraction est présentée comme étant du ressort de l'élève et en lien étroit à ses capacités cognitives, métacognitives, constituée notamment d'expériences « personnelles ». La nature des expériences, le rôle de l'enseignant et l'apport de la culture ne sont nullement mentionnés. L'abstraction est alors présentée comme un processus qui s'apprend, qui se transmet, qui se programme par le biais de stratégies cognitives et métacognitives, donc de règles à suivre.

Dans un premier temps, l'objectif de la métacognition a été d'amener les élèves à prendre conscience de la succession des opérations mentales qui conduisent à l'abstraction et à la généralisation. (Bath, p. 141)

Quant à elles, les difficultés d'abstraction sont liées à une certaine rigidité cognitive de l'élève ainsi qu'à des troubles de langage :

[...] Difficultés associées : Déficit de la mémoire et/ou autres fonctions exécutives ; Difficultés de perception du temps ; Rigidité/Difficultés de généralisation ; Difficultés d'abstraction. (CS de la Seigneurie-des-milles-îles, p. 19)

Dans la plupart des discours officiels (ministère de l'Éducation, commissions scolaires) et pédagogiques (***Un cerveau pour apprendre les mathématiques***, David A-Sousa, 2010 et ***L'apprentissage de l'abstraction***, Britt-Mari Barth, 2013), l'abstraction en mathématiques est majoritairement perçue comme un processus générique qui est appuyé ou même extrait de l'expérience sensorielle : en conséquence, il serait préférable que les situations d'enseignement soient en lien avec le quotidien des élèves, de segmenter les tâches, de passer par le concret pour ensuite abstraire et de miser sur la manipulation d'objets concrets et cela, peu importe la nature des objets mathématiques en question.

De plus, si la spécificité de la mathématique, comme langage et comme outil d'abstraction, exige de traiter de façon abstraite les relations entre les objets ou les éléments de situations, son

enseignement au secondaire est plus efficace lorsqu'il prend appui sur des objets concrets ou des éléments de situations tirées de la réalité. (PFEQ, 1^{er} cycle, 2006, p. 232)

Dans un tel contexte, le rôle de l'enseignant est de gérer les processus mentaux des élèves et il devient en premier lieu responsable du bon développement intellectuel de l'élève.

Pour amener l'élève à réussir dans ses activités mathématiques, l'enseignant doit l'aider à gérer ses processus mentaux et lui donner fréquemment l'occasion de s'interroger sur ce qu'il apprend et sur la manière dont il apprend (Programme de formation de l'école québécoise, (PFEQ, 2^e cycle, 2006, p.16)

L'évacuation de considérations didactiques s'effectue au profit d'une vision centrée sur la cognition de l'élève où l'enseignant n'est plus porteur du savoir dont il est spécialiste, mais il devient un « motivateur » d'élèves.

*Par conséquent, les enseignants de mathématiques devraient chercher à créer des classes où les élèves sont motivés, car les apprenants motivés traitent activement l'information, ont une meilleure compréhension de la matière et ont de meilleures aptitudes en résolution de problèmes. Une telle approche répond aussi au besoin des élèves de participer activement à leur apprentissage *. (A.Sousa,2010, p. 133, * en référence à A.Sousa, 2002)*

Nos conclusions rejoignent en tout point celles de Roiné (2009) : « c'est en effet le cerveau de l'élève qui est mis au centre du système éducatif » (p.96). En cohésion avec l'idéologie mentaliste, les difficultés d'abstraction sont imputables à la cognition et, plus précisément, à des défauts cognitifs de l'élève. Écartant le fait que les objets de savoirs peuvent en eux-mêmes générer des difficultés (Fisher, 2009), les difficultés d'abstraction sont attribuées à des origines fonctionnelles, biologiques ou neurologiques. Dans certains cas, elles sont la résultante d'un manque de motivation et de volonté de l'élève.

Dans ce sens, puisque les élèves ont des « difficultés d'abstraction », des mécanismes de « réduction d'abstraction » basés sur la manipulation matérielle d'objets physiques sont mis en place, sous l'hypothèse que ces manipulations rendraient visibles les propriétés et les relations cherchées, celles-ci étant supposément contenues dans l'objet en question :

Présenter les problèmes par étapes simples ; Enseigner les étapes et les gestes ; Pratiquer le modelage (montrer à l'élève la démarche à voix haute) [...] Favoriser l'expérimentation concrète et la manipulation [...] Partir du concret vers l'abstrait (et non l'inverse). (CS de Laval, 2013, p. 50)

Les interventions dites efficaces pour traiter les difficultés d'abstraction sont en fait des interventions destinées à éviter et contourner les obstacles; dans ce contexte, elles réfèrent à certains phénomènes didactiques repérés au sein recherches en milieu francophone tels que la prévalence de la règle et le morcèlement des tâches (Bloch et Salin, 2004 ; Conne, 2003 ; Conne, Favre et Giroux, 2006 ; Giroux, 2013). En particulier, la prévalence accordée à la manipulation et au concret semble être le principal point phare à suivre par les enseignants dans l'organisation de l'enseignement des mathématiques. Les implications de cette concrétisation des savoirs par

rapport aux significations construites ont été partiellement identifiées par certains auteurs (Barallobres, 2009 ; Giroux, 2013 ; Roiné, 2010).

VII. REMARQUES FINALES

Les discours officiels légitiment les analyses des difficultés d'apprentissage en mathématique centrées sur le fonctionnement cognitif des élèves et proposent, en même temps, un ensemble de procédures et d'orientations guidées par ces analyses. Malgré quelques résistances à la « médicalisation de l'éducation », force est de constater que la figure du médecin et de la médecine (d'une certaine médecine) structure fortement l'imaginaire de ce que devrait être l'agir d'enseignant en adaptation scolaire. Une enquête informelle menée auprès de 33 étudiantes de maîtrise en orthopédagogie (février, 2018) identifie trois éléments essentiels dans le travail orthopédagogue : évaluation, diagnostic, intervention.

Comme Brousseau (1996) l'explicite, les procédés ostensifs sont souvent efficaces et économiques dans la vie courante et fonctionnent assez bien pour faire identifier une personne, une espèce animale ou un type d'objet, à l'aide d'un répertoire de reconnaissance « universel », en même temps qu'ils sont exigés banalement dans les rapports institutionnels élémentaires. Dans l'actuel paradigme éducatif à caractère économique et obsédé par la performance aux évaluations (surtout internationales), l'enseignement explicite resurgit en tant que technique « efficace » pour certaines formes de connaissances à condition qu'elles soient réinvesties immédiatement. En faisant fi de toutes les théories sur le langage (linguistiques, philosophiques, sociologiques), Gauthier et al. (2013) prétendent évacuer la question des rapports complexes entre l'implicite et l'explicite en affirmant que par le dire (rendre explicite pour les élèves les intentions et les objectifs visés dans la leçon et rendre explicites et accessibles les connaissances antérieures dont ils auront besoin), on éviterait les fausses interprétations, les « mal entendus », le non-dit. De plus, la non considération de la spécificité des savoirs (rappelons que les promoteurs de l'enseignement explicite ne sont pas des spécialistes disciplinaires), l'indifférence aux processus d'apprentissage à long terme et aux phénomènes d'enseignement conditionnant les significations des connaissances élaborées et l'adoption du concept banal de « transfert » (Côté et al., 2013) conduit à une extension non fondée de cette méthode à n'importe quel objet de savoir.

D'ailleurs, la fascination que provoquent chez le grand public les découvertes sur le fonctionnement du cerveau, l'illusion de trouver toutes les réponses aux questions que l'humanité se pose depuis des siècles dans des images cérébrales, la recherche d'explications par des mécanismes neuronaux mesurables, à l'occasion visibles, placent les neurosciences comme candidates à fonder « scientifiquement » et « solidement » une science de l'apprentissage. Sous l'hypothèse que les difficultés (d'apprentissage, d'adaptation, etc.) ont leur origine dans le « cerveau », les neurosciences éducatives développent une méthodologie de recherche extrêmement exigüe, basée sur l'analyse des différences cérébrales entre cerveaux « affectés » et

cerveaux « normaux » (remarquons que la définition des critères de « normalité » est elle-même la marque d'une orientation épistémologique forte souvent laissée étouffée). Ces orientations épistémologiques et idéologiques ont évidemment des conséquences éducatives. Supposer, par exemple, que les causes des difficultés d'apprentissage sont à chercher dans le cerveau des élèves implique de faire carrément l'impasse sur la spécificité des savoirs, le rôle de la culture, le contenu sémantique (et non pas seulement syntaxique) de la pensée, la place de l'enseignement, le poids des institutions, etc. Les phénomènes éducatifs sont dès lors interprétés dans un cadre strictement naturaliste.

Analyser et étudier la complexité de la pratique d'enseignement, comme le fait la didactique des mathématiques, d'un point de vue systémique, sans faire appel aux techniques de management appliquées à l'école ou à celles de la recherche médicale, en développant des éléments théoriques pour interpréter ce que l'on observe, adoptant comme mode de production de connaissance la confrontation d'interprétations et de paradigmes va à l'encontre de « la prétention positiviste à l'universalité » (Habermas) et de la vénération de La Science comme la nouvelle religion des temps modernes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A. SOUSA, D. (2010). *Un cerveau pour apprendre les mathématiques*. Montréal : Chenelière Éducation.
- ARSAC, G. & MANTE, M. (1988). Le rôle du professeur, Aspects pratiques et théoriques, reproductibilité. Cahiers du Séminaire de Didactique des mathématiques et de l'informatique. Grenoble : LSD-IMAG, pp. 79-105.
- ARTIGUE, M. (1989). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 281-308.
- BARALLOBRES, G. (2009). Caractéristiques des pratiques algébriques dans les manuels scolaires québécois. *Petit x*, 80, 55-76.
- BARALLOBRES, G. (2017). Ciertos fenómenos didácticos que caracterizan las dificultades de aprendizaje en la transición de la aritmética al álgebra en la escuela secundaria. *Revista Union*. 51, 27-47.
- BARALLOBRES, G. (2018). Réflexions sur les liens entre neurosciences, mathématiques et éducation. *McGill Journal of Education*. Sous presse.
- BARDINI, C. (2003). *Le rapport au symbolisme algébrique : une approche didactique et épistémologique*. Thèse de Doctorat. Université Paris-Diderot-Paris VII.
- BARTH, B. M. (2013). *L'apprentissage de l'abstraction* (2^e éd.). Montréal : Chenelière Éducation.
- BEILLEROT, J. (2003). L'analyse des pratiques professionnelles: pourquoi cette expression? *Cahiers pédagogiques. Cercle de Recherche et d'Action Pédagogiques*, 346, 12-13. En ligne : <http://www.cahiers-pedagogiques.com/L-analyse-des-pratiques-professionnelles-pourquoi-cette-expression>
- BERGERON, L. (2017). *Difficultés d'abstraction en mathématiques : certains fondements théoriques et idéologiques du discours noosphérique de l'adaptation scolaire*. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Montréal.
- BISSONNETTE, S., RICHARD, M., GAUTHIER, C. & BOUCHARD, C. (2010). Quelles sont les stratégies d'enseignement efficaces favorisant les apprentissages fondamentaux auprès des élèves en difficulté de niveau élémentaire ? Résultats d'une méga-analyse. *Revue de recherche appliquée sur l'apprentissage*, 3(1), 1-35.
- BLOCH, I. & SALIN, M-H. (2004). *Contrats, milieux, représentations : études des particularités de l'AIS*. Actes du séminaire national de didactique des mathématiques de l'ARDM, Paris : Université de Paris 7.
- BOURDIEU, P. (1980). *Le sens pratique*. Paris : Éditions de Minuit.
- BRONCKART, J.P. (2007). De l'activité collective à l'action et à la pensée individuelles pour une psychologie fermement vygotskienne. In M. Merri (dir.), *Activité humaine et conceptualisation : questions à Gérard Vergnaud* (pp. 121-141). Toulouse : Presses Universitaires du Mirail.
- BROUSSEAU, G. (1996). *Théorie des situations didactiques*, Cours donné à l'Université de Montréal en juin 1997 à l'occasion de la remise du doctorat *honoris causa* à G. Brousseau.
- BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

- BROUSSEAU, G. (1990). Le contrat didactique: le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 309-336.
- BROUSSEAU G. & CENTENO J. (1991). Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant. *Recherches en Didactique des Mathématiques* (éd.) *La Pensée sauvage*, 11 (2.3), 167-210.
- BRUN, J. (2008). Pour les débats de RDM. *Recherche en didactique des mathématiques*, 28(1), 67-69.
- CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique - Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- CHEVALLARD, Y. (1989). On Didactic Transposition Theory : Some Introductory Notes. In International Symposium on Research and Development in Mathematics (pp. 51-62). Bratislava, Czechoslovakia.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.
- CHEVALLARD, Y. (2009, mars). *Quel avenir pour les mathématiques au collège et au lycée ? Les mathématiques dans la cité*. Exposé présenté dans le cadre des conférences de la famille mathématique (IUFM) Académie d'Aix-Marseille.
- COMMISSION SCOLAIRE DE LAVAL. (2013). *Vers des pratiques pédagogiques adaptées : guide d'accompagnement*. Laval : l'auteur. Récupéré de http://www.aqifga.com/spip/IMG/pdf/GUIDE_EBP_Nov2013.pdf
- COMMISSION SCOLAIRE DE LA SEIGNEURIE-DES-MILLES-ÎLES. (s.d). *Les difficultés d'apprentissage*. Saint-Eustache : CSSMI.
- CONNE, F. (1992). Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 12(2), 221-270.
- CONNE, F. (2003). Interactions de connaissances et investissement de savoir dans l'enseignement des mathématiques en institutions et classes spécialisées, *ACELF*, 31(2), 82-102.
- CONNE, F., FAVRE, J-M. & GIROUX, J. (2006). Répliques didactiques aux difficultés d'apprentissage en mathématiques : le cas des interactions de connaissances dans l'enseignement spécialisé. In P.A Doudin, L. Lafortune (dir.), *Intervenir auprès d'élèves ayant des besoins particuliers : quelle formation à l'enseignement ?* (pp.117-142). Québec : Presses Universitaires du Québec.
- COTE, M.-F., MERCIER, J. & LAPLANTE, L. (2013). L'efficacité d'une intervention orthopédagogique sur le transfert des apprentissages en lecture : étude de trois cas d'élèves en difficulté. *Revue Canadienne de l'Éducation*, 36(3), 72-107. Récupéré de <http://www.jstor.org/stable/canajeducrevucan.36.3.72>
- COWLEY, P. (2014). *Bulletin des écoles secondaire du Québec 2014*. Repéré à <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/quebec-secondary-school-rankings-20140.pdf>
- DEBLOIS, L. (2003, Juin). Les enjeux d'une formation continue chez des orthopédagogues. *20e Congrès de l'Association Internationale pour la Pédagogie Universitaire (AIPU)*. Sherbrooke.
- DEHAENE, S. (1997). *La bosse des maths*. Paris : Odile Jacob.
- DEHAENE, S. (2010). *La bosse des maths 15 ans après*. Paris : Odile Jacob
- DEHAENE, S. (2011). *Apprendre à lire - Des sciences cognitives à la salle de classe*, Paris : Odile Jacob.
- ELLIS A. & FOUTS J. (1993). *Research on educational innovations*. Princeton: Eye on Education.
- FAVRE, J-M. (1997). *L'échec, le temps, la multiplication : étude des effets de deux contraintes didactiques sur l'enseignement et l'apprentissage de la multiplication dans une classe spécialisée, par comparaison avec l'enseignement et l'apprentissage de la même opération dans une classe primaire*. Mémoire de maîtrise. Université de Genève.
- FAVRE, J-M. (2003, mars). Étude des effets de deux contraintes didactiques sur l'enseignement de la multiplication dans une classe d'enseignement spécialisé. In Actes du Séminaire national, ARDM (pp.109-126). Paris : Université Paris Diderot.
- FISCHER, J.-P. (2009). Six questions ou propositions pour cerner la notion de dyscalculie développementale. *ANAE Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 21(102), 117-133.
- FRENAY, M. (1994). *Apprentissage et transfert dans un contexte universitaire*, Thèse de doctorat non publiée. Louvain-la-Neuve : université catholique de Louvain.
- GAUSSEL, M. & REVERDY, C. (2013). Neurosciences et éducation: la bataille des cerveaux. *Dossier de veille de l'IFÉ*, 86, 1-40. Récupéré de <https://ife.ens-lyon.fr/vst/DA-Veille/86-septembre-2013.pdf>
- GAUTHIER, C., BISSONETTE S. & RICHARD, M. (2013). *Enseignement explicite et réussite des élèves*. Bruxelles : De boeck.

- GIROUX, J. (1999). La formation professionnelle à l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire : quel rôle peut jouer la didactique ? In A. Jeannel, J.P. Martinez et G. Boutin (dir.). *Les recherches enseignées en espaces francophones, Sciences en construction et enseignement universitaire* (pp. 159–180). Montréal : Groupe Lire.
- GIROUX, J. (2004). Échanges langagiers et interactions de connaissances dans l'enseignement des mathématiques en classe d'adaptation scolaire. *Revue des sciences de l'éducation*, 30(2), 303–327. DOI:10.7202/012671ar
- GIROUX, J. (2013). Étude des rapports enseignement/apprentissage des mathématiques dans le contexte de l'adaptation scolaire : Problématique et repères didactiques. *Education & didactique*, 7(1), 59-86.
- GIROUX, J. (2014). Les difficultés d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques : historique et perspectives théoriques. In C. Mary et L. Theis (éds), *Recherches sur les difficultés d'enseignement et d'apprentissage en mathématiques*. (pp. 11-44). Presses de l'Université du Québec.
- GIROUX, J. & RENE DE COTRET, S. (2001). *Le temps didactique en classe de doubleurs. Actes de l'AFDEC, 7 et 8 juin 1999*, Montréal : Université de Montréal.
- GONÇALVES, G. & LESSARD, C. (2013). L'Évolution du champ de l'adaptation scolaire au Québec : politiques, savoir légitimes et enjeux actuels. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 36(4), 327-373. Récupéré de <http://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/1352>
- GROSSMANN, S. (2009). Les dispositifs groupaux d'analyse des pratiques au service du développement professionnel des enseignants. Quelles analyses ? Quelles pratiques ? Quel professionnel ? *Canadian Journal of Education*, 32(4), 764–796.
- HABERMAS, J. (1979). *Connaissance et intérêt*. Paris : Gallimard.
- HAMMERSLEY, M. (2002) *Educational research, policymaking and practice*. London: Paul Chapman/Sage.
- HOUDÉ, O. (2000). La genèse de la cognition. In O. Houdé et C. Meljac (Eds.), *L'esprit piagétien*. (pp. 127-148). Paris: PUF (2^{ème} édition en 2004).
- HOUDÉ, O. (2011). Imagerie cérébrale, cognition et pédagogie-Imagerie et cognition (6). *Médecine/sciences*, 27(5), 535-539.
- HOUDÉ, O. (2015). Cognitive development during infancy and early childhood across cultures. In J.D. Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, (2nd Ed) (pp. 43-50). Oxford: Elsevier Science.
- LUBIN, A., LANOË, C., PINEAU, A. & ROSSI, S. (2012). Apprendre à inhiber : une pédagogie innovante au service des apprentissages scolaires fondamentaux (mathématiques et orthographe) chez des élèves de 6 à 11 ans. *Neuroéducation*, 1 (1), 55–84.
- MARTINEZ, G. (1999). Les programmes universitaires en EASS, ASS ou en orthopédagogie : chronique annoncée d'une rupture entre les cycles. In A. Jeannel, J.P. Martinez et G. Boutin (dir.). *Les recherches enseignées en espaces francophones, Sciences en construction et enseignement universitaire*. (pp. 51-72). Montréal : Groupe Lire.
- MARY, C. (2003). Interventions orthopédagogiques sous l'angle du contrat didactique. *Éducation et francophonie*, 31(2), 103-124.
- MASSELOT, P. & ROBERT, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques, *Recherche et Formation* (56), 15-31.
- MASSON, S. (2014). Cerveau, apprentissage et enseignement. Mieux connaître le cerveau peut-il nous aider à mieux enseigner ? *Éducation Canada*, 54(4), 40-43.
- MASSON, S. (2015). Les apports de la neuroéducation à l'enseignement : des neuromythes aux découvertes actuelles. *A.N.A.E.*, 134, 11-22.
- MERCIER, A. (1985). Le temps des systèmes didactiques. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01397032/document>
- MERCIER, A. & BUTY, C. (2004). Evaluer et comprendre les effets de l'enseignement sur les apprentissages des élèves: problématiques et méthodes en didactique des mathématiques et des sciences. *Revue française de pédagogie*, 148, 47-59.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU LOISIR ET DU SPORT. (1999). *Une école adaptée à tous ces élèves : Politique de l'adaptation scolaire*. Québec : Les publications du Québec.

- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU LOISIR ET DU SPORT. (2006a). *Classe ordinaire et cheminement particulier de formation temporaire. Analyse du cheminement scolaire des élèves en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage à leur arrivée au secondaire*. Québec : Les publications du Québec.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU LOISIR ET DU SPORT. (2006b). *Programme de formation de l'école québécoise : Domaine de la mathématique et de la technologie, enseignement secondaire, 1^{er} cycle*. Québec : Les publications du Québec. Récupéré de <http://www1.education.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/secondaire1/pdf/chapitre061v2.pdf>
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU LOISIR ET DU SPORT. (2007). *L'organisation des services éducatifs aux élèves à risque et aux élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage*. Québec : Les publications du Québec.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET RECHERCHE. (2016). *Voie 2- Établir des cibles de réussite pour chaque commission scolaire et en assurer le suivi*. Récupéré de <http://www.education.gouv.qc.ca/dossiers-thematiques/lutte-contre-le-decrochage-et-reussite-scolaire/strategie-daction-visant-la-perseverance-et-la-reussite-scolaires/treize-voies-de-la-reussite/2/>
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR. (2017). Document de consultation : Pour la création d'un institut d'excellence en éducation. Québec : Les publications du Québec.
- MUCCHIELLI, R. (2006). *L'analyse de contenu des documents et des communications* (9^e éd.). Issy-les-Moulineaux : Les éditions ESF.
- NORMAND, R. (2006). Les qualités de la recherche ou les enjeux du travail de la preuve en éducation. *Éducation et sociétés*, 18(2), 73-91.
- NORMAND, R. (2015). « Qu'est-ce qui marche ? » : De la santé à l'éducation, la fabrication d'une politique européenne de la preuve. In Actes du colloque du Congrès National de l'Association Française de Science Politique AFSP (s.p). Aix-en-Provence.
- PERRIN-GLORIAN, M.-J. (1993). Questions didactiques à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes faibles. *Recherches en didactique des mathématiques*, 1.2(13), 5-118.
- ROELL, M., VIAROUGE A., HOUDÉ, O. & BORST, G. (2017). Inhibitory control and decimal number comparison in school-aged children. *PLoS ONE*, 12(11) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188276>
- ROINE, C. (2005). *Étude des effets didactiques des idéologies pédagogiques : Contribution à une approche anthropo-didactique des phénomènes d'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire*. Mémoire de maîtrise. Université de Bordeaux 2.
- ROINE, C. (2009). *Cécité didactique et discours noosphériques dans les pratiques d'enseignement en SEGPA : Une contribution à la question des inégalités*. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux 2.
- ROINE, C. (2010). Caractérisation des difficultés en mathématiques des élèves de SEGPA. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 4, 73-87.
- ROINE, C. (2014). Les paradoxes de l'aide aux « élèves en difficulté » dans l'enseignement des mathématiques. In C. Mary et L. Theis (dir.), *Recherches sur les difficultés d'enseignement et d'apprentissage en mathématiques* (pp. 45-62). Presses de l'Université du Québec.
- ROINE, C. (2015). La fabrication de l'élève en difficulté. Postulats et méthodes pour l'analyse d'une catégorisation dans le champ scolaire. *Éducation et socialisation, Les cahiers du CERFEE*, (37). DOI : 10.4000/edso.1138
- ROSENSHINE, B. & STEVENS, R. (1986). Teaching functions. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed.) (pp. 376-391). New York: Macmillan.
- SALIN, M.-H. (2007). À la recherche de milieux adaptés à l'enseignement des mathématiques pour des élèves en grande difficulté scolaire. In J. Giroux et D. Gauthier (dirs.), *Difficultés d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques* (pp. 195-217). Montréal, QC : Bande didactique.
- SARRAZY, B. (1995). Note de synthèse [Le contrat didactique]. *Revue française de pédagogie*, 112(1), 85-118.
- SARRAZY, B. (1996). *La sensibilité au contrat didactique : Rôle des arrière-plans dans la résolution de problèmes d'arithmétique au cycle trois*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux II, Bordeaux.
- SARRAZY, B. (1997). Sens et situations : Une mise en question de l'enseignement des stratégies méta-cognitives en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17(2), 135-166.
- SARRAZY, B. (2002). *Approche anthropo-didactique des phénomènes d'enseignement des mathématiques : Contribution à l'étude des inégalités scolaires à l'école élémentaire*. Habilitation à diriger des thèses. Université Victor Segalen Bordeaux 2.

- SARRAZY, B. & ROINE, C. (2006, mai). Du déficient léger à l'élève en difficulté : Des effets de la différenciation structurelle sur différenciation didactique. *Colloque espace mathématique francophone*. Actes de colloque, Sherbrooke, 27-31 mai 2006. Sherbrooke : EMF.
- SARRAZY, B. (2015). Règles, obéissance et transgression : L'enjeu de leurs rapports pour l'enseignement des mathématiques. *Chroniques*, 1-16. UQAM. Récupéré de <http://chroniques.uqam.ca/index.php/2016/02/01/sarrazy2015transgression/>
- SAUSSEZ, F. & LESSARD, C. (2009). Entre orthodoxie et pluralisme, les enjeux de l'éducation basée sur la preuve. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 168, 111-136. <https://doi.org/10.4000/rfp.1804>
- TOULLEC-THERY, M. (2006). *Aider les élèves « peu performants » en mathématiques à l'école primaire : quelles actions des professeurs ? Étude in situ des professeurs des écoles de classes ordinaires et de maîtres spécialisés à dominante pédagogique*. Thèse de doctorat. Université de Rennes 2.