

DIFFICULTÉS D'APPRENTISSAGE EN MATHÉMATIQUES : UN REGARD DIDACTIQUE

Thierry **DIAS**

Haute École Pédagogique du canton de Vaud

thierry.dias@hepl.ch

Résumé

Depuis plusieurs années, nous cherchons à analyser et comprendre les liens qui existent entre les difficultés d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques (Dias & Deruaz, 2012) en choisissant un ancrage didactique qui nous paraît essentiel dans une telle problématique. Nos travaux ont d'abord investigué la dimension expérimentale des mathématiques (Dias, 2008) avant de se centrer davantage sur la question épistémologique de ses objets et de la spécificité des environnements didactiques (Dias, 2015). Au cours de ces différentes études, nous avons progressivement rejoint le consensus international sur les difficultés récurrentes qui existent dans la définition de ces troubles d'apprentissage (Lewis & Fisher, 2016) notamment du fait de l'absence de critères objectifs dans leur repérage. Afin de renforcer la dimension didactique dans l'étude des *mathematical learning disabilities* (MLD), nous avons récemment opté pour la création d'une équipe internationale de recherche (RITEAM¹) dont les objectifs seront de bâtir des outils de repérage des élèves MLD ainsi que des protocoles d'intervention et d'aide à destination de tous les enseignants.

Mots clés

Difficultés d'apprentissage, troubles d'apprentissage, MLD, mathématiques

L'enseignement et l'apprentissage des mathématiques entretiennent des relations complexes qui ne peuvent se définir comme simplement causales (tout enseignement implique des apprentissages) mais plutôt corrélationnelles surtout lorsque l'on évoque leurs dysfonctionnements (il existe des difficultés d'enseignement et des difficultés d'apprentissages que l'on peut mettre en liens). L'étude de ces relations est une interrogation lancinante qui nourrit nos travaux de recherche et de formation en didactique des mathématiques depuis de nombreuses années. Nous considérons en effet que l'ancrage didactique est pour le moins légitime dans une telle perspective de compréhension d'un phénomène éducatif de première importance notamment en France. Dans l'article qui suit nous interrogerons successivement les notions de conceptualisation, d'interaction et d'environnement puis de repérage des troubles avant de présenter trois axes de recherche faisant partie d'une problématique inhérente à la création d'une équipe internationale de recherche.

¹ <http://www.riteam.ch>

I. DIFFICULTES D'ENSEIGNEMENT OU D'APPRENTISSAGE ?

Lorsque l'on parle de difficultés scolaires on ajoute régulièrement le terme d'élève en formant ainsi un syntagme insécable : 'les élèves en difficulté'. Pourtant, force est de constater qu'il n'y a pas d'élève sans institution scolaire. En conséquence, toute étude dans ce domaine nous conduit à considérer au moins deux autres axes de recherche ne portant pas sur l'élève : celui du savoir et celui de l'enseignement. Ceci nous fournit deux bonnes raisons d'adopter des points de vue différents sur ce qui fait résistance au projet d'apprentissage d'un sujet élève. Depuis plusieurs années, une interrogation lancinante nous anime : quels sont les liens qui existent entre difficultés d'enseignement et d'apprentissage. Ceci nous conduit à postuler sur la légitimité d'un triple ancrage théorique pour mener des études. Ces trois références ouvrent des espaces d'analyses différents sur les raisons des difficultés constatées dans les processus d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques.

Nous commencerons par celui de la dimension épistémologique qui nous permettra de mettre en évidence que la diversité empirique des objets de savoir proposée dans les situations d'apprentissage heurte parfois la conception axiomatique des théories référentes. Dans un deuxième temps, nous convoquerons la dimension didactique pour étudier le rôle de l'environnement² des situations d'apprentissage : dans quelles conditions est-il à même de révéler les potentiels des élèves malgré les contraintes qu'il impose ? Enfin, comme il n'est évidemment pas question d'abandonner toute interrogation portant sur les difficultés intrinsèques aux élèves, nous présenterons une réflexion portant sur des travaux récents en cognition mathématique concernant les différences entre la notion de trouble et celle de difficulté.

1. Objets sensibles et objets théoriques : comprendre les obstacles à la conceptualisation

La première source de difficulté d'enseignement et d'apprentissage que nous avons étudiée est celle qui est en rapport directe avec la dimension épistémologique de ses objets. Nous avons ainsi mis en évidence que le mode d'existence des objets mathématiques dans le contexte scolaire n'était possible que dans une dialectique autour de deux pôles : la diversité empirique et l'axiomatique théorique (Dias, 2014). Selon nous (Dias, 2008), c'est le recours à une dimension expérimentale qui permet de nombreux allers et retours entre des objets sensibles (plus ou moins familiers) et des objets théoriques (plus ou moins formalisés) par des confrontations (adéquates ou non), des vérifications, des argumentations (prouver, convaincre). Les va-et-vient se font entre les faits objectifs et les savoirs conceptuels par divers processus tels que l'interprétation et la modélisation. Cette dialectique est source de nombreuses difficultés dans les projets d'enseignement et d'apprentissages, notamment en raison de phénomènes didactiques très implicites. Les élèves interagissent parfois avec des choses (matériel tangible par exemple) que leurs enseignants perçoivent comme des notions ou des concepts sans rendre explicite ce changement de statut. Mais si les billes du boulier restent des perles colorées, elles ne prendront pas la valeur d'une grandeur numérique sur laquelle on peut opérer.

² Nous utilisons la terminologie d'environnement didactique et non pas celui de situation didactique dans la perspective de mieux prendre en compte l'ensemble des éléments constitutifs du processus enseignement apprentissage, y compris dans sa dimension institutionnelle.

Objets sensibles	Objets théoriques
Monde sensible : diversité empirique	Théorie : système organisé de savoirs
ce que les sens peuvent percevoir	ce que la cognition peut concevoir
Objets matériels du monde ordinaire : « choses » Objets de la nature, objets fabriqués ou générés par l'homme Dessins sur feuille de papier ou écran d'ordinateur: Ecritures, figures, courbes, graphiques....	S'insèrent dans une théorie, une axiomatique et font l'objet d'une définition mathématique. Sont caractérisés par des propriétés et des relations mathématiques. Leur existence revêt un caractère de nécessité qui est assurée par la non contradiction.

Tableau 1 : Typologie dichotomique des objets mathématiques.

Nous nous accordons à dire que l'existence des objets mathématiques relève pour partie des interprétations que les sujets en font : les élèves agissent sur des signes, sur du matériel et éventuellement en parlent. Le professeur qui sait des choses sur ces actes ou ces mots décide (ou non) de qualifier de mathématique ces actes et ces mots, et ainsi participe au processus d'exhibition des savoirs.

Chaque fait ou phénomène empirique doit faire l'objet d'une variété d'expériences (des situations de référence), d'interactions et d'échanges au cours desquelles les signes (signifiants) permettant de dénoter les objets (signifiés) participeront progressivement à la conceptualisation. La création des situations susceptibles de mettre en œuvre un tel processus de conceptualisation (Vergnaud, 2011) est un projet didactique qui comporte son lot de difficultés pour l'enseignant comme pour les élèves. Pour assurer le passage des « choses » (objets sensibles) du divers empirique à la conceptualisation des objets théoriques, ce sont des allers et retours organisés (par des connaissances didactiques) qui sont nécessaires. Nous rejoignons ainsi Berthelot et Salin (1992) dans leur analyse de l'enseignement de la géométrie en tant que discipline scolaire :

« La question de l'initiation des élèves à la géométrie se trouve ainsi transformée : ce n'est plus seulement un saut direct de la problématique pratique à la problématique géométrique qui peut être envisagé ; on peut aussi concevoir d'aménager l'entrée dans la problématique de modélisation, puis des aller-retours entre cette problématique, où les concepts de la géométrie ont un statut d'outil et commencent à figurer dans des raisonnements, et la problématique de la géométrie, où ils sont considérés comme des objets. » (p. 362)

Une part importante des dysfonctionnements dans le processus d'enseignement et apprentissage peut donc être attribuée à cette dimension épistémologique. Il est en effet très ambitieux de garantir à la fois une robustesse des situations de référence et une utilisation rigoureuse des signes en tant que signifiants explicites des objets théoriques qu'ils représentent.

2. Environnement didactique : localiser les dysfonctionnements

Contraintes et potentiels

Depuis plusieurs années, nous explorons également la mise en œuvre d'environnements didactiques propices aux expériences des sujets, en pariant sur leur rencontre possible avec la diversité des phénomènes empiriques puis sur leur capacité à comprendre notamment par le biais de la stabilisation des invariants dans les actes, les signes et les objets rencontrés. La

mise en œuvre de ce type de situations ancrées sur l'action des sujets et leurs interactions intersubjectives est également source d'interrogation puisqu'elles engendrent un certain nombre de difficultés. Par exemple, chaque environnement matériel choisi se veut porteur d'un certain potentiel significatif des objets théoriques qu'il représente, il est donc construit sur l'idée de son adaptation à différents niveaux de connaissances. Ce postulat de ressources différenciées intègre l'acceptation de processus d'apprentissages « à plusieurs vitesses » qui se heurte cependant à une dimension institutionnelle tendant à repérer au plus tôt les difficultés des élèves. Comment peut-on à la fois respecter des rythmes d'apprentissages différents laissant une place suffisante aux erreurs, aux doutes et aux essais, et assurer un repérage précoce des comportements « dys » ? Cette pression institutionnelle engendrée par la volonté du diagnostic de « dyscalculie » est elle-même renforcée par les contraintes liées à la dimension sélective des mathématiques dans les curricula scolaires. L'échec en mathématiques n'est en effet peu ou pas toléré et ce dès les premières années du cursus scolaire.

L'incompatibilité entre la recherche des environnements les plus propices à des rythmes d'apprentissage respectueux du temps nécessaire à chaque sujet et les contraintes d'un système scolaire privilégiant la réussite précoce en mathématique est un dilemme mettant en grande difficulté les enseignants et bien entendu leurs élèves.

Une problématique environnementale

En matière de dysfonctionnement du processus enseigner-apprendre, la problématique de l'environnement didactique nous semble particulièrement propice à l'étude des effets réciproques des difficultés d'apprentissage des élèves et d'enseignement des enseignants en mathématiques. Cet environnement consiste schématiquement en une mise à disposition par l'enseignant d'un milieu d'apprentissage destiné aux interactions avec les élèves. Les savoirs mathématiques de référence sont des enjeux de la résolution des problèmes rencontrés dans les tâches proposées. En référence à une théorie de l'apprentissage par adaptation, les élèves doivent mobiliser leurs ressources cognitives qui doivent s'avérer provisoirement insuffisantes pour dénouer immédiatement les énigmes rencontrées. Ce processus peut être observé de la même manière concernant les apprentissages au métier d'enseignant. Il est en effet lui aussi soumis à la rencontre d'un certain nombre de situations professionnelles qui, malgré une préparation adaptée, peuvent le laisser provisoirement dans des positions relativement inconfortables. Dans un article sur cette problématique (Dias et Deruaz, 2012) nous avons montré en quoi la rencontre des difficultés d'enseignement et d'apprentissages, lorsqu'elles sont simultanées, pouvaient conduire à des impasses parfois douloureuses. Des déstabilisations sont en effet possibles dans les deux camps : des élèves en difficulté d'apprentissage peuvent conduire à des déstabilisations des démarches d'enseignement, et des enseignants en difficulté peuvent également, par la non maîtrise de certaines connaissances didactiques engendrer des erreurs chez leurs élèves en étant alors dans l'incapacité d'y remédier.

La finalité de ce type d'étude consiste à repérer (pour mieux les éviter) les potentiels de rencontre entre deux pôles dys : dyscalculie et dysmathématique (Dias et Deruaz, 2012). In fine, il semble que les dysfonctionnements relatifs à l'inefficacité du processus d'enseignement / apprentissage semblent en partie neutralisables par l'action sur certains éléments constitutifs des environnements didactiques :

- les registres de représentations des objets de savoirs (milieu matériel et symbolique),
- le type de contrat didactique lié notamment aux types de tâches et de problèmes, aux dispositifs sociaux utilisés et aux démarches d'enseignement (constructiviste, explicite par exemples).

La localisation des causes d'un dysfonctionnement dans le processus enseigner-apprendre est un problème complexe. Nous souhaitons à ce jour surtout outiller les enseignants pour qu'ils adoptent des changements de points de vue sur la question : les trois pôles du triangle didactique peuvent servir de point d'ancrage et de compréhension.

3. Difficulté ou trouble d'apprentissage : dimension cognitive

Évoquer plus spécifiquement les difficultés d'apprentissage en mathématiques des élèves conduit de manière assez légitime sur le terrain cognitif en raison d'une recherche de la dimension intrinsèque de leurs causes. Dans ce champ scientifique de référence, les débats vont bon train sur l'origine de ces dysfonctionnements qui sont alors souvent catégorisés comme des troubles, une terminologie bien différente de celle de difficulté comme nous allons l'explorer un peu plus loin. Nous verrons également que les sujets d'exploration sont nombreux en sciences cognitives lorsqu'il s'agit de caractériser ces troubles : définition, classification et modèles explicatifs. Les outils de la didactique sont une fois encore nécessaires pour comprendre et pour étayer ces problématiques, ce sera l'objet de nos futurs travaux comme nous le développerons dans la dernière partie de cet article.

Une terminologie diversifiée et indéfinie

Même si le terme *dyscalculie* semble parfois s'imposer dans certaines communautés éducatives françaises lorsque l'on évoque les troubles des apprentissages mathématiques, il est primordial pour tout professionnel de savoir que cette terminologie est loin de faire consensus sur le plan scientifique. De nombreuses tentatives de dénotation ont eu lieu ces dernières années en passant par un très large spectre : dyscalculie, difficulté, dysfonctionnement cognitif, innumérisme (Vannetzel, 2012), troubles sévères ou spécifiques par exemples. A l'heure actuelle, c'est plutôt la notion de handicap d'apprentissage qui semble vouloir s'imposer selon la terminologie anglosaxonne *mathematical learning disabilities*. Deux référentiels reconnus dans le champ des troubles de la cognition confirment cette errance langagière.

La Classification Internationale des Maladies (CIM version 11) emploie la terminologie de difficulté :

Developmental learning disorder with impairment in mathematics is characterized by significant and persistent difficulties in learning academic skills related to mathematics or arithmetic, such as number sense, memorization of number facts, accurate calculation, fluent calculation, and accurate mathematic reasoning.

Le manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM version 5) classe quant à lui l'ensemble des dysfonctionnements relatifs aux apprentissages dans la catégorie des troubles en leur associant des critères de sévérité (léger, modéré ou sévère). Notons quand même que dans la liste des critères de diagnostic, c'est bien la notion de difficulté qui est alors utilisée :

Difficulties mastering number sense, number facts, or calculation (e.g., has poor understanding of numbers, their magnitude, and relationships; counts on fingers to add single-digit numbers instead of recalling the math fact as peers do; gets lost in the midst of arithmetic computation and may switch procedures).

Difficulties with mathematical reasoning (e.g., has severe difficulty applying mathematical concepts, facts, or procedures to solve quantitative problems).

Cette diversité terminologique pose bien entendu des questions qui dépassent la sémantique, raison pour laquelle il nous semble important d'essayer de clarifier ces définitions en prenant pour base de réflexion la dialectique nécessaire entre difficulté et trouble.

Troubles et difficultés

Pour distinguer ces deux termes, nous proposons d'utiliser une référence liée à la durée de leurs manifestations. La difficulté (parfois désignée avec le synonyme de *low achievement* dans la littérature anglo-saxonne) est provisoire et contextuelle. Elle peut être découverte lors de certains apprentissages, mais doit faire l'objet de plusieurs vérifications du fait de son caractère contextuel. Elle relève donc d'un processus d'adaptation ou de re-médiation locale, limité dans le temps. Le trouble est quant à lui à la fois durable et avéré. Il doit être diagnostiqué selon un processus spécifique à la pathologie de référence si tant est qu'on puisse la définir avec un protocole stabilisé ce qui n'est pas vraiment le cas à l'heure actuelle (Peteers, 2017). Il relève de processus d'adaptations et de compensations scolaires importants, réguliers et surtout spécifiques. L'objectif d'une telle classification est essentiellement de définir des rôles différenciés des acteurs quant à la prise en charge des élèves.

Des sujets d'exploration et de recherche multiples

Pour clore cette première partie, nous présentons une brève revue de littérature anglo-saxonne qui nous permet d'étayer ici l'état des questions scientifiques concernant les troubles d'apprentissage en mathématiques dans le champ de la cognition. Cette recension provient d'une recherche utilisant l'expression MLD dans les articles scientifiques des revues du champ « mathematic education » en utilisant un filtre sur les 15 dernières années. Nous relatons seulement trois de ces problématiques ici, sachant que d'autres travaux permettront à moyen terme d'en exposer davantage (voir plus loin dans la présentation de l'équipe Riteam).

- Une grande hétérogénéité dans les processus de définition des MLD (Lewis & Fisher, 2016) :

« *The field's understanding of MLD is predicated on researchers' ability to accurately identify students with an MLD. Currently there is no accepted consensus definition of MLD.* » (Lewis & Fischer, 2016, p.339)

- De nombreuses interrogations sur les critères de classification des MLD notamment en raison de leur manque de définition (Mazzocco & Myers, 2003) :

« *In view of the lack of consensus in defining and measuring MD, the present report is not based on an a priori definition of MD; instead the focus of the report is to assess the outcome of using different criteria to define or classify MD.* » (Mazzocco & Mayers, 2003, p.224)

- Des modèles explicatifs des MLD diversifiés (Karagiannakis, Baccaglini-Frank, & Roussos, 2016) :

« *The lack of consensus to identify the central characteristics of an MLD as well as the comorbidity and heterogeneity that characterize the MLD students (Bartelet, Ansari, Vaessen, & Blomert, 2014; Szűcs & Goswami, 2013; Watson & Gable, 2013) have also led researchers to propose various models in order to explain different MLD subtypes.* » (Karagiannakis, Baccaglini-Frank & Petros Roussos, 2016, p.116)

Comme on vient de le voir dans un premier temps, les études actuelles sur les difficultés ou les troubles des apprentissages en mathématiques montrent que de nombreuses problématiques sont encore à investiguer : définition et classification, recherche de leurs causes, outils de repérages, modèles explicatifs, prises en charges adaptées, etc. Les outils de la didactique et de l'épistémologie semblent encore peu mobilisés même si la question de la spécificité de leurs objets et des environnements d'apprentissage ont fait l'objet de travaux montrant d'ores et déjà leur intérêt.

II. NOUVELLES PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Dans une publication récente (Dias & Ouvrier-Bufferet, 2018) nous avons présenté les objectifs de la constitution de notre équipe de recherche internationale sur les troubles d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques (RITEAM). Nous souhaitons ici revenir sur les problématiques de recherche ainsi que sur leurs perspectives à moyen terme. Trois axes structurent nos travaux notamment en fonction des questions repérées dans la revue de littérature. Ils seront accompagnés pour chacun d'eux d'une première liste de questions de recherche corrélées à ces problématiques.

1. Dispositifs et outils de repérage des MLD

Le repérage des MLD fait l'objet d'une pluralité de paradigmes selon les domaines scientifiques de référence et leurs cadres de référence théorique. Les outils et les dispositifs de repérage sont pour le moins très divers (Peteers, 2017) et doivent désormais faire l'objet selon nous d'études comportant un regard didactique davantage centré sur le couple savoir/connaissance en mathématique.

Questions de recherche associées

- Quels sont les outils utilisés pour diagnostiquer les MLD et de quelles disciplines scientifiques sont-ils issus ? Quels sont leurs fondements théoriques, à quelles définitions des MLD correspondent-ils ? Qu'évaluent-ils et quelle est leur portée ?
- Quelles sont les connaissances, les représentations et les conceptions des enseignants sur les MLD ? Quels sont leurs modes d'action (signalement et action) ?
- Quels pays sont investis plus précisément dans ces processus de repérage ? Existe-t-il des spécificités culturelles, langagières ?

2. Étude des spécificités de l'activité mathématique des élèves MLD dans des situations d'apprentissage

L'activité mathématique est entendue ici comme la résultante d'un processus cognitif combinant raisonnement et processus visuo-praxiques qui doit être étudié dans sa spécificité en regard des objets de la discipline des mathématiques. Il nous semble en effet primordial d'explorer les processus spécifiques de l'activité cognitive des élèves lorsqu'ils font et qu'ils apprennent des mathématiques afin de distinguer par exemple ce qui relève des erreurs nécessaires dans un apprentissage par adaptation et des erreurs ou échecs signes de dysfonctionnements plus sévères. Le domaine de l'analyse du raisonnement mathématique paraît être par exemple une clef de compréhension dans cet axe de recherche.

Questions de recherche associées

- Comment définir les composantes des raisonnements mathématiques nécessaires à un élève, à un étudiant, et au futur citoyen ?
- Comment caractériser les types de problèmes mathématiques permettant de mobiliser ces composantes ?
- Quelles sont les spécificités des environnements d'apprentissage susceptibles de mieux s'appuyer sur les potentiels d'apprentissage et de raisonnement des élèves ?
- Quelles sont les indices permettant de distinguer les erreurs constitutives d'un apprentissage de celles qui révèlent des difficultés ? Une typologie est-elle envisageable ?

3. Processus et dispositifs de soutien et d'étayage auprès des élèves MLD

Les dispositifs et les outils d'étayage (Dias, Sermier-Dessemontet & Dénervaud, 2016) nécessaires à un apprentissage par adaptation doivent faire l'objet de propositions didactiques spécifiques dans le cas des élèves MLD. Les politiques éducatives d'inclusion scolaire nécessitent actuellement le développement de processus d'adaptation, de compensation et de remédiations innovants pour répondre aux demandes légitimes de tous les enseignants. L'amélioration des dispositifs de repérage peuvent en effet conduire à augmenter le nombre d'élèves signalés scolairement comme ayant des besoins spécifiques et exercer une pression grandissante sur les enseignants (Deruaz & Dias, 2016).

Questions de recherche

- Quelles formations professionnelles, quelles pratiques enseignantes, quels gestes professionnels sont-ils liés à ces dispositifs ? Peut-on en faire une typologie ?
- Quelles nouvelles propositions concrètes de processus de re-médiation, de dispositifs et d'outils de soutien sont concevables et applicables (notamment dans le cadre de la formation des enseignants) ?
- Quelles collaborations entre les différentes catégories d'acteurs éducatifs sont nécessaires lors des prises en charge des élèves en difficultés ?

III. CONCLUSION

Les liens entre les difficultés d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques doivent faire l'objet d'un regard didactique toujours plus précis dans le contexte international des politiques éducatives privilégiant la notion d'inclusion scolaire. Les élèves ayant des besoins spécifiques rencontrent de plus en plus souvent des enseignants non spécialistes ni du repérage ni de la prise en charge de leurs difficultés, voire parfois de leurs troubles. Afin d'être à même de proposer des dispositifs et des outils améliorant les conditions de travail des professeurs lorsqu'ils enseignent des mathématiques, la collaboration entre les différents acteurs du système éducatif doit s'appuyer sur des études scientifiques. Notre équipe de recherche RITEAM s'emploiera donc à fédérer ce type de collaboration en poursuivant un triple objectif : améliorer la construction d'outils de repérage des difficultés et des troubles d'apprentissage, comprendre la spécificité cognitive de l'activité mathématique d'un sujet apprenant les mathématiques, et construire des outils d'aide à la prise en charge des élèves ayant besoin d'une scolarité spécifique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTHELOT, R. & SALIN, M.-H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse de doctorat, Université Sciences et Technologies-Bordeaux I, Bordeaux, France. Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00414065/document>
- DERUAZ, M. & DIAS, T. (2016). Elèves en difficultés ? Dyscalculiques ? *Petit x*, 101, 7-35.
- DIAS, T. & OUVRIER-BUFFET, C. (2018). Perspectives de recherches sur les difficultés d'apprentissage en mathématiques. *Revue de Mathématiques pour l'école*, 229, 47-53.
- DIAS, T. (2015). Des mathématiques expérimentales pour révéler le potentiel de tous les élèves. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 65, 151-161. Retrieved from http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=NRAS_065_0151
- DIAS, T. (2014). La diversité empirique pour faire exister les objets mathématiques. In *Mathematics and reality* (Vol. 24/1). Lyon: Aldon, G., Di Paola, B., Fazio, C. Consulté à l'adresse http://math.unipa.it/~grim/quaderno24_suppl_1.htm

- DIAS, T. (2008). *La dimension expérimentale des mathématiques : un levier pour l'enseignement et l'apprentissage*. Thèse de doctorat. Claude Bernard Lyon 1, Lyon. Consulté à l'adresse <http://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00635724/>
- DIAS, T., SERMIER DESSEMONTET, R. & DENERVAUD, S. (2016). Etayer les élèves à besoins particuliers dans la résolution de problèmes : un modèle d'analyse. *Math-Ecole*, 225, 4-9.
- DIAS, T. & DERUAZ, M. (2012). Dyscalculie: et si les enseignants reprenaient la main? *ANAE. Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez L'enfant*, 120–21, 529–534.
- KARAGIANNAKIS, G. N., BACCAGLINI-FRANK, A. E. & ROUSSOS, P. (2016). Detecting strengths and weaknesses in learning mathematics through a model classifying mathematical skills. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 21(2), 115–141. <https://doi.org/10.1080/19404158.2017.1289963>
- LEWIS, K. E. & FISHER, M. B. (2016). Taking Stock of 40 Years of Research on Mathematical Learning Disability: Methodological Issues and Future Directions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(4), 338–371. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.47.4.0338>
- MAZZOCCO, M. M. M. & MYERS, G. F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 218–253. <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0011-7>
- PETEERS, F. (sous presse). Un trouble à l'interface entre différents champs disciplinaires (didactique des mathématiques, psychologie et sciences cognitives) : la dyscalculie. In S. Coppé & E. Roditi (Eds), *Actes de la XIX^e école d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- VANNETZEL, L. (2012). Dyscalculiques ou laissés pour compte ? *ANAE. Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez L'enfant*, 120–121, 497–502.
- VERGNAUD, G. (2011). Savoirs théoriques et savoirs d'action. In J. Barbier (dir), *Au fond de l'action, la conceptualisation* (pp. 275-292). Paris: Presses Universitaires de France.