

Susanne Schnepel

Les apprentissages en numération chez les élèves ayant une déficience intellectuelle

Résumé

Cet article présente les résultats d'une étude longitudinale sur les compétences en numération d'élèves ayant une déficience intellectuelle scolarisés dans des classes ordinaires de 4^e et 5^e Harmos avec du soutien. Ses résultats mettent en évidence l'importance d'une mise en relation des nombres et des quantités qu'ils désignent pour les progrès ultérieurs de ces élèves.

Zusammenfassung

Im nachfolgenden Artikel werden die Resultate einer Längsschnittstudie zur Zählkompetenz von Schülerinnen und Schülern mit einer kognitiven Behinderung vorgestellt, die in einer 4. und 5. Regelklasse (Harmos) mit Unterstützung beschult werden. Die Resultate zeigen auf, wie wichtig es für künftige Fortschritte der Schülerinnen und Schüler ist, Zahlen mit den Mengen, die sie bezeichnen, in Bezug zu setzen.

Permalink: www.szh-csps.ch/r2019-06-03

Introduction

L'enseignement des mathématiques aux élèves ayant une déficience intellectuelle (DI) représente souvent un défi conséquent pour les enseignants. Premièrement, cela soulève la question des habiletés mathématiques qu'il est prioritaire de travailler avec ces élèves. Deuxièmement, il n'existe pas de matériel didactique destiné à ce groupe d'élèves qui intègre les connaissances actuelles issues de la recherche. Les enseignants doivent très souvent consacrer un temps important à la création, à la recherche et à l'adaptation de matériel. Troisièmement, les rares manuels d'enseignement des mathématiques aux élèves ayant une DI (p. ex. de Vries, 2014) proposent souvent d'entraîner des habiletés prénériques telles que la sériation, la classification ou la conservation du nombre, en considérant qu'il s'agit de prérequis importants pour le développement

de compétences en numération. Or les résultats de recherches actuelles montrent que la sériation et la classification sont utiles pour le développement de compétences en numération uniquement si elles comprennent des éléments numériques (p. ex. sériation de cartes selon le nombre d'objets qui y sont dessinés) (Desoete, Stock, Schepens, Baeyens, & Roeyers, 2009). La recherche a mis en évidence que ce sont des habiletés numériques spécifiques qui sont très importantes pour le développement ultérieur des compétences en mathématiques (Krajewski & Ennemoser, 2013; Dyson et al., 2015). Dans cet article, nous traiterons des compétences en numération des élèves ayant une DI et présenterons les résultats d'une étude que nous avons menée en Suisse sur le sujet. Les implications qui découlent de cette recherche seront présentées et illustrées par des exemples concrets.

Un modèle sur le développement des compétences en numération

Il existe différents modèles développés sur la base des connaissances issues de la recherche qui montrent comment se développent les compétences en numération. Le modèle de Krajewski et Ennemoser (2013) (voir figure 1) décrit comment se développe la mise en relation des quantités et des nombres chez les enfants tout-venant de l'âge de trois à huit ans. Ce modèle comprend trois niveaux avec des compétences différentes : les compétences basiques (1), la compréhension simple du nombre (2) et la compréhension approfondie du nombre (3). Les compétences d'un niveau inférieur

sont développées plus tôt par les enfants puis progressivement reliées à des compétences d'un niveau supérieur. Le premier niveau englobe les compétences basiques suivantes : la capacité à discriminer visuellement des quantités (p. ex. face à deux ensembles de ronds de quantité bien distincte tels que trois ronds et huit ronds, pouvoir montrer où il y en a le plus), la connaissance de mots-nombres et de nombres arabes sans les mettre en relation avec la quantité qu'ils désignent et la capacité à réciter la suite orale des mots-nombres. Au deuxième niveau, les enfants mettent progressivement en relation les nombres avec les quantités qu'ils désignent. Le développement au

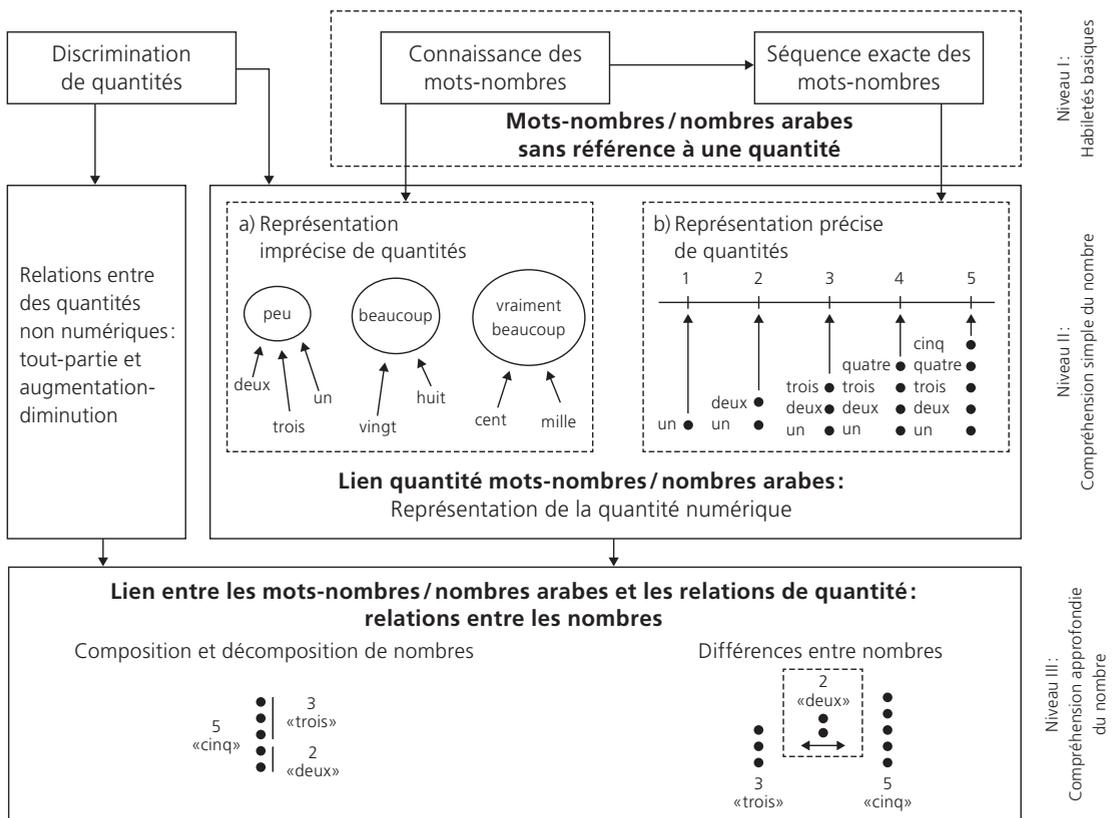


Figure 1: Modèle de développement de la mise en relation des nombres et des quantités de Krajewski & Ennemoser (2013)

sein du 2^e niveau peut être séparé en deux phases. Les enfants développent d'abord une représentation imprécise des quantités désignées par les nombres. L'enfant comprend par exemple que « 3 » c'est peu, « 50 » beaucoup et « 100 » vraiment beaucoup. Leur représentation des quantités désignées par les mots-nombres devient progressivement plus précise et les enfants peuvent plus facilement mettre en lien le nombre et la quantité qui lui correspond. Ils savent par exemple que le nombre « 6 » désigne exactement six objets. En outre, les enfants comprennent qu'en avançant de « un » dans la suite orale des nombres, la quantité augmente de un. Au troisième niveau, les enfants développent une compréhension des relations entre les nombres. Ils comprennent que les nombres peuvent être utilisés pour composer d'autres nombres (p. ex. que trois et deux font cinq) et qu'un nombre peut être décomposé en nombres plus petits (p. ex. que cinq est composé de deux et trois). Ils saisissent également que les différences entre les nombres peuvent être décrites à l'aide de nombres (p. ex. que la différence entre deux et cinq est de trois).

Bien que le modèle de Krajewski et Ennemoser (2003) soit hiérarchique, il ne doit pas être appréhendé comme décrivant une logique figée de développement. Les niveaux ne sont pas des stades qui sont franchis l'un après l'autre. Un enfant peut se situer à différents niveaux en même temps, selon le domaine numérique ou la forme de représentation de la tâche. Un enfant peut par exemple avoir une représentation précise des quantités désignées par des nombres jusqu'à « 10 » (niveau 2), mais avoir uniquement des compétences basiques (niveau 1) avec les nombres jusqu'à « 20 » (Ennemoser & Krajewski, 2013). Ce même enfant peut

déjà avoir une compréhension approfondie (niveau 3) de quelques nombres jusqu'à « 10 », mais pas encore de tous. Au point suivant, nous verrons si les compétences numériques des élèves ayant une DI suivent également ce développement.

Les résultats de recherches menées principalement avec des élèves avec une DI sans syndrome spécifique suggèrent que dans de nombreux cas, leurs compétences numériques ne se développent pas fondamentalement différemment de celles des enfants tout-venant.

Le développement des compétences en numération chez les élèves ayant une déficience intellectuelle

Les résultats de recherches menées principalement avec des élèves avec une DI sans syndrome spécifique suggèrent que dans de nombreux cas, leurs compétences numériques ne se développent pas fondamentalement différemment de celles des enfants tout-venant (Bashash, Bochner, & Outhred 2003; Brankaer, Ghesquière, & de Smedt, 2011). Chez de nombreux élèves ayant une DI d'origine non-spécifiée, c'est avant tout un retard qui peut être observé. Garrote, Moser Opitz et Ratz (2015) ont évalué les compétences numériques de plus d'une centaine d'élèves ayant une DI âgés de six à dix-huit ans. Leurs résultats montrent que la très grande majorité de ces élèves possèdent des habiletés basiques avec les nombres, parfois même jusqu'à 1000. Néanmoins, le nombre d'élèves qui semblent posséder une représentation précise des quantités désignées par les mots-nombres et les nombres arabes est plus restreint. L'étude que nous avons menée récemment confirme que cela est

également crucial pour les élèves ayant une DI. Cette étude (Schnepel, en préparation; Schnepel, Moser Opitz, Krähenmann, & Serrier Dessemontet, sous presse) est décrite brièvement dans la section suivante.

Une étude sur le développement des compétences en numération chez des élèves ayant une déficience intellectuelle scolarisés en classes ordinaires avec du soutien

Nous avons étudié le développement des compétences en numération d'élèves ayant une DI (Schnepel, en préparation) dans le cadre d'une recherche plus large financée par le FNS: « Effective teaching practices in inclusive classrooms ». Cette recherche a été menée dans 35 classes ordinaires de 4^e et 5^e Harmos dans lesquelles étaient scolarisés à temps plein au moins un élève ayant une DI. Ces classes se trouvaient dans divers cantons alémaniques (22 classes) et ro-

mands (13 classes). Les compétences numériques de 44 élèves avec DI âgés de sept à neuf ans ($M = 8.4$) ont été évaluées au début et à la fin d'une année scolaire à l'aide d'épreuves issues TEDI-MATH (van Nieuwenhoven & Gregoire, 2015). Les épreuves évaluaient les compétences suivantes: le comptage oral, le dénombrement, l'écriture de nombres sous dictée, la lecture de nombres, la sériation de quantités et de nombres arabes, la décomposition de nombres, la compréhension du système décimal et la réalisation d'additions et soustractions simples. Le QI non verbal des participants a été mesuré à l'aide du CFT 1-R (Weiss & Osterland, 2013). Ceux-ci avaient en moyenne un QI non verbal de 65.4 ($ET = 11.9$). Les questions suivantes ont été investiguées: Comment se développent les compétences numériques des élèves ayant une DI en lien avec leurs compétences de départ et leurs compétences cognitives (QI non

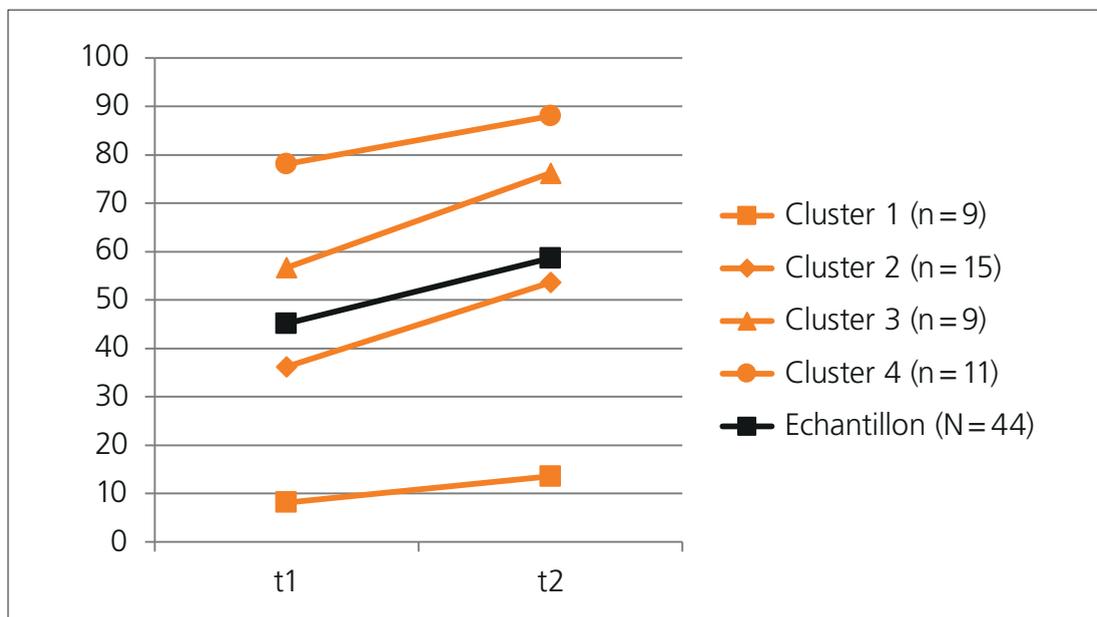


Figure 2: Progrès en compétences numériques des enfants de chaque groupe (clusters) et de l'échantillon dans son ensemble (en gris)

verbal) ? Différents profils de compétences et de progression peuvent-ils être identifiés chez les élèves avec une DI ?

Résultats

Les résultats ont montré que les compétences numériques démontrées par les élèves ayant une DI en fin d'année scolaire dépendaient fortement de leurs compétences en début d'année scolaire. Le QI non verbal des élèves ne semble pas être un prédicteur significatif des progrès (Schnepel et al., sous presse).

Une analyse de clusters a également été réalisée afin d'identifier si des groupes d'élèves avec une DI démontrant des profils distincts de compétences numériques pouvaient être identifiés (Schnepel, en préparation ; Schnepel et al., sous presse). Quatre groupes d'élèves (clusters) démontrant des profils différents de compétences et de progression ont été identifiés. Le développement des compétences numériques de ces quatre groupes d'élèves durant l'année scolaire est présenté dans la figure 2. Les progrès de chacun de ces quatre groupes sont décrits plus en détail ci-dessous.

Groupe 1 : Compétences basiques, sans représentation précise des quantités associées aux nombres

En début d'année scolaire, les élèves de ce groupe (n = 9) pouvaient lire et écrire quelques nombres jusqu'à « 10 ». Ils ont fait des progrès restreints, mais significatifs durant l'année scolaire. À la fin de l'année scolaire, la majorité d'entre eux pouvaient lire et écrire les nombres jusqu'à « 10 » et dénombrer des collections d'éléments jusqu'à « 10 ». Les compétences de ces élèves se situent donc dans le premier niveau du modèle de Krajewski et Ennemoser (2013), celui des compétences basiques.

Groupe 2 : Compétences basiques avec les nombres jusqu'à « 100 » et représentation précise de la quantité désignée par les nombres jusqu'à « 20 »

En début d'année scolaire, les quinze élèves de ce groupe pouvaient lire et écrire tous les nombres jusqu'à « 10 » et quelques nombres jusqu'à « 20 ». Leurs performances aux tâches de dénombrement, de comparaison de mots-nombres et de nombres arabes, de sériation de nombres et de quantités indiquent qu'ils possédaient une représentation précise des quantités désignées par ces nombres. À la fin de l'année scolaire, ils avaient consolidé leur représentation des quantités désignées par les nombres jusqu'à « 20 » et pouvaient lire et écrire les nombres jusqu'à « 100 ». Leurs compétences se situaient par conséquent principalement dans le premier niveau du modèle de Krajewski et Ennemoser (2013) (pour les nombres jusqu'à « 100 ») et dans le deuxième niveau (pour les nombres jusqu'à « 20 »). Les compétences dans le troisième niveau du modèle (compréhension approfondie du nombre) semblaient partiellement acquises.

Groupe 3 : Compétences basiques avec les nombres jusqu'à « 100 », représentation précise de la quantité désignée par les nombres et premières compétences en calcul

En début d'année scolaire, les neuf enfants de ce groupe maîtrisaient les épreuves impliquant les nombres jusqu'à « 20 » et possédaient une représentation précise des quantités associées à ces nombres. Durant l'année scolaire, ils ont élargi leurs connaissances aux nombres jusqu'à « 100 ». Ainsi en fin d'année scolaire ils pouvaient lire et écrire des nombres jusqu'à « 100 ». Ils ont notamment fait des progrès marquant dans le comptage oral (p.ex. compter de X à Y,

compter à rebours, compter par pas de « 2 » et de « 10 ». Ils ont également fait des progrès significatifs dans leur compréhension du système décimal. Ainsi, les élèves de ce groupe ont élargi et consolidé des compétences du deuxième et troisième niveau du modèle de Krajewski et Ennemoser (2013) durant l'année scolaire.

Groupe 4: Compétences basiques avec les nombres jusqu'à « 1000 », calculs et compréhension du système décimal

En début d'année scolaire, les élèves de ce groupe (n = 11) démontraient les meilleures compétences numériques. Ils pouvaient lire et écrire les nombres jusqu'à « 100 » et possédaient une représentation précise des quantités qu'ils désignent. Ils pouvaient décomposer des nombres et faire des additions et des soustractions. En fin d'année scolaire, ils pouvaient lire et écrire des nombres jusqu'à « 1000 » et ont progressé dans leur compréhension du système décimal.

Les élèves ayant développé une représentation précise des quantités désignées par les nombres ont en effet fait plus de progrès en cours d'année scolaire.

Comparaison des groupes et synthèse

Les groupes formés grâce à l'analyse de clusters se différencient significativement dans leurs compétences numériques en début et en fin d'année scolaire et dans les progrès réalisés (Schnepel, en préparation; Schnepel et al., sous presse). Les compétences préalables des élèves, et plus spécifiquement leurs compétences de mise en relation des nombres et des quantités, semblent jouer un rôle important pour leurs

progrès ultérieurs. Les élèves ayant développé une représentation précise des quantités désignées par les nombres ont en effet fait plus de progrès en cours d'année scolaire. Il est intéressant de mentionner que des conclusions similaires sont également ressorties d'une étude menée en parallèle par Sermier Dessemontet, Schnepel et Moser Opitz (sous presse) avec 57 élèves ayant une DI scolarisés en écoles spécialisées. Le développement d'une représentation précise des quantités désignées par les mots-nombres et les nombres arabes semble donc être une compétence clé pour le développement subséquent des compétences numériques.

Conclusions et implications pratiques

Les résultats de cette étude ont plusieurs implications pratiques pour l'enseignement des mathématiques aux élèves ayant une DI. Premièrement, cette étude a mis en évidence la très grande hétérogénéité des compétences numériques que peuvent démontrer des élèves ayant une DI. Cette hétérogénéité inter-individuelle s'accompagne également d'une hétérogénéité intra-individuelle, les élèves démontrant souvent des faiblesses et des forces selon les domaines. Une évaluation formative approfondie des différentes compétences numériques de ces élèves en début d'année scolaire paraît essentielle pour identifier des pistes pertinentes pour soutenir leurs progrès en mathématiques.

Deuxièmement, le modèle de Krajewski et Ennemoser (2013) offre un cadre interprétatif utile, aussi bien lors de l'évaluation formative des compétences en numération de ce groupe d'élèves, que pour l'identification de pistes d'intervention. Dans le tableau 1, quelques possibilités

Tableau 1 : Idées d'activités en lien avec les niveaux du modèle de Krajewski et Ennemoser (2013)

Compétences basiques	
Suite orale des mots-nombres	<ul style="list-style-type: none"> • Travailler la suite orale des nombres au travers de comptines ou de chansons • Compter oralement à partir de 1 : ensemble en chœur ou avec des alternances de rythme (p. ex. fort - doucement) ou des alternances de personnes (enfant 1 : « un », enfant 2 : « deux », enfant 1 : « trois », etc.) • Compter à rebours en contexte, p. ex. avant la sonnerie de la récréation ou le début d'une activité • Compter par pas de « 2 », de « 10 » puis plus tard de « 5 »
Suite numérique	<ul style="list-style-type: none"> • Exercices avec des cartes-nombres (1-10, 1-20, 1-100) <ul style="list-style-type: none"> – L'élève place les cartes-nombres pour former une suite numérique. – L'enseignant retourne quelques cartes dans la suite numérique pour que les nombres ne soient plus visibles. L'élève doit nommer les nombres qui ont été cachés. – L'enseignant ou un élève pose plusieurs cartes-nombres pour former une suite numérique, mais en « oublie » certaines intentionnellement. Un autre élève doit nommer les nombres qui ont été « oubliés ». – Placer les cartes-nombres selon la suite numérique exacte et mettre en évidence certaines cartes (p. ex. en posant un jeton). Comment s'appellent les nombres voisins ?
Compréhension simple du nombre	
Représentation précise de la quantité désignée par les mots-nombres et nombres arabes	<ul style="list-style-type: none"> • Dénombrer des collections d'éléments <ul style="list-style-type: none"> – Dénombrer des collections d'objets (p. ex. cailloux, coquillages, jetons, etc.): combien y en a-t-il ? – Constituer des collections : « Donne-moi cinq stylos », « Pose huit cartes sur la table » – Faire des ensembles avec des dizaines. P. ex. « Forme le plus possible de paquets de dix avec ces jetons. Combien as-tu de paquets de « 10 » ? Combien de jetons reste-t-il ? Combien ça fait de jetons en tout ? • Modifier des collections d'éléments : Poser neuf jetons sur la table : Combien y aura-t-il de jetons si j'en rajoute un ? Si j'en enlève un ?
Compréhension approfondie des nombres	
Décomposition de nombres	<ul style="list-style-type: none"> • Placement de collections d'éléments de manière structurée : « Pose ces huit jetons d'une manière qui te permette très rapidement de reconnaître combien il y en a (p. ex. en répartissant les jetons par « 5 » et « 3 » ou par « 4 » et « 4 » et en les plaçant comme sur le dé) • Décomposition d'une même quantité d'éléments de diverses façons, p. ex. « Répartis ces huit jetons dans deux assiettes. Trouve encore une autre façon de répartir ces huit jetons ». • Lancer de jetons à double face (bleu/rouge) : lancer un nombre précis de jetons (p. ex. cinq) réunis dans un verre en plastique à plusieurs reprises sur la table. À chaque fois déterminer puis noter combien il y a de jetons rouges et bleus. Verbaliser ou faire verbaliser les élèves (p. ex. « Il y a cinq jetons en tout. Cette fois il y a trois rouges et deux bleus ». « Combien y a-t-il de possibilités différentes ? »)
Composition de nombres	<ul style="list-style-type: none"> • Jeux, p. ex. avec deux dés, jeu « Toujours 12 » (Ging, Sauthier, & Sierli, 1996) tel quel ou simplifié (p. ex. transformé en « Toujours 8 »)

d'activités en lien avec les différents niveaux du modèle sont présentées à titre d'illustration. Le domaine numérique travaillé (nombres de 1 à 10, de 1 à 20, de 1 à 100) et le matériel utilisé peuvent être adaptés en fonction des compétences de chaque enfant.

La construction d'une représentation précise de la quantité désignée par les nombres est particulièrement importante pour les progrès ultérieurs en mathématiques des élèves ayant une DI.

Troisièmement, une comparaison des progrès des quatre groupes a mis en évidence l'importance du développement par les élèves ayant une DI de diverses compétences de mise en relation des nombres et des quantités. La construction d'une représentation précise de la quantité désignée par les nombres est particulièrement importante pour les progrès ultérieurs en mathématiques des élèves ayant une DI. Cela a très peu de sens d'enseigner des procédures pour réaliser des calculs présentés sous un format classique ($4 + 5 = x$, $9 - 3 = y$), comme le propose par exemple la méthode *Yes we can*, lorsque les élèves n'ont pas encore de représentation précise des quantités désignées par les nombres impliqués dans ces calculs. Bien qu'il n'existe à l'heure actuelle pas de matériel didactique d'enseignement des mathématiques destiné spécifiquement aux élèves ayant une DI, qui se base sur les connaissances récentes issues de la recherche, le modèle présenté dans cet article semble être un apport utile lors de l'évaluation des compétences de ces élèves et de la planification de l'enseignement auprès d'eux.

Références

- Bashash, L., Bochner, S., & Outhred, L. (2003). Counting skills and number concepts of students with moderate intellectual disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education*, 50, 325–345.
- Brankaer, C., Ghesquière, P., & Smedt, B. de (2011). Numerical magnitude processing in children with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2853–2859.
- De Vries, C. (2014). *Mathematik im Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung: Grundlagen und Übungsvorschläge für Diagnostik und Förderung im Rahmen eines erweiterten Mathematikverständnisses* (3. Aufl.). Dortmund: Modernes Lernen.
- Desoete, A., Stock, P., Schepens, A., Baeyens, D., & Roeyers, H. (2009). Classification, seriation, and counting in grades 1, 2, and 3 as two-year longitudinal predictors for low achieving in numerical facility and arithmetical achievement? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27, 252–264.
- Dyson, N., Jordan, N. C., Beliakoff, A., & Hasinger-Das, B. (2015). A kindergarten number-sense intervention with contrasting practice conditions for low-achieving children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46, 331–370.
- Garrote, A., Moser Opitz, E., & Ratz, C. (2015). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung: Eine Querschnittstudie. *Empirische Sonderpädagogik*, 7, 24–40.
- Ging, E., Sauthier, M.-H., & Stierli, E. (1998). *Mathématiques: Deuxième année. Livre du maître*. Neuchâtel: COROME.
- Krajewski, K., & Ennemoser, M. (2013). Entwicklung und Diagnostik der Zahl-

- Größen-Verknüpfung zwischen 3 und 8 Jahren. In M. Hasselhorn, A. Heinze, W. Schneider, & U. Trautwein (Eds.), *Tests und Trends. Neue Folge: Vol. 11. Diagnostik mathematischer Kompetenzen* (Vol. 11, pp. 41–65). Göttingen: Hogrefe.
- Schnepel, S. (en préparation). *Mathematische Förderung von Kindern mit einer intellektuellen Beeinträchtigung – eine Längsschnittstudie in inklusiven Klassen*. Münster: Waxmann.
- Schnepel, S., Moser Opitz, E., Krähenmann, H., & Sermier Dessemontet, R. (sous presse). The mathematical progress of students with an intellectual disability in inclusive classrooms: Results of a longitudinal study. *Mathematics Education Research Journal*.
- Sermier Dessemontet, R., Moser Opitz, E. & Schnepel, S. (sous presse). The profiles and patterns of progress in numerical skills of elementary school students with mild and moderate intellectual disability. *International Journal of Disability, Development and Education*.
- Van Nieuwenhoven, C., & Grégoire, J. (2015). *TEDI-MATH: Test diagnostique des compétences de base en mathématiques du CE2 à la 5^e: manuel*. Montreuil: ECPA-Pearson.
- Weiß, R. H., & Osterland, J. (2013). *CFT 1-R: Grundintelligenztest Skala 1*. Göttingen: Hogrefe.

Susanne Schnepel
 Universität Zürich
 Institut für Erziehungswissenschaft
 Freiestrasse 36
 8032 Zürich
 sschnepel@ife.uzh.ch

