



<https://www.copirelem.fr/>

Le 22 décembre 2023

« Choc des savoirs » et enseignement des mathématiques à l'école primaire Réaction de la COPIRELEM aux annonces ministérielles

Le 5 décembre 2023, le ministère de l'éducation nationale, dans le dossier de presse « Choc des savoirs », a proposé une série de mesures « pour élever le niveau de tous les élèves ». La lecture de ce dossier pourrait laisser croire qu'il existerait des solutions simples, frappées du sceau de l'évidence, dont la mise en œuvre pourrait permettre à court terme d'atteindre cet objectif. En réaction, la Commission Permanente des IREM sur l'Enseignement Élémentaire a souhaité rappeler la complexité des problèmes sous-jacents en apportant son point de vue sur certaines des mesures liées à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire qui semblent structurer le projet de réforme ministériel : la pédagogie explicite, la « méthode de Singapour », la labellisation des manuels et l'intelligence artificielle.

Le choix de la « pédagogie explicite » pour l'enseignement des mathématiques : un choix adapté ?

Le ministère élève au rang de principe « le choix clair de la pédagogie explicite » pour guider les travaux de refonte des programmes.

Qu'appelle-t-on « pédagogie explicite » ?

L'expression « pédagogie explicite » recouvre diverses acceptions dans le monde de l'éducation. Afin de décrypter de quoi il est question pour le ministère, nous nous appuyons sur trois textes publiés par le Conseil Scientifique de l'Éducation Nationale. Dans un premier texte (CSEN, 2022a), il est expliqué qu'il s'agit d'un enseignement qui consiste à partir du simple pour aller vers le complexe et qui est structuré autour de cinq phases d'enseignement : les élèves sont préalablement informés de l'objectif de la séance, l'enseignant explique ensuite la notion à acquérir, puis élèves et enseignants la pratiquent ensemble afin de détecter et corriger les éventuelles erreurs et enfin, une fois la notion suffisamment acquise, les élèves sont invités à travailler en autonomie (en groupe ou seuls). Dans un second texte (CSEN, 2023), la deuxième étape est précisée de la manière suivante : « L'enseignant commence par démontrer, expliquer à l'aide des exemples résolus, "mettre un haut-parleur sur sa pensée" afin de transmettre des stratégies de résolution, mais aussi d'évaluation de sa progression ». Dans un troisième texte (CSEN, 2022b), la cinquième étape est décrite : « la cinquième et dernière phase est celle de clôture où l'enseignant synthétise, avec l'aide éventuelle des élèves, ce qu'il faut retenir, annonce de manière très brève la prochaine séance et indique le travail à faire à la maison qui contribuera lui aussi à consolider les apprentissages et à favoriser l'automatisation. Le travail à réaliser à la maison est toujours un réinvestissement de ce qui a été appris et maîtrisé en classe. Il est pensé pour éviter le risque d'augmenter les inégalités entre élèves. »

Une pédagogie « efficace » ?

Le CSEN (2023) affirme que « l'efficacité de l'enseignement explicite a été démontrée par de nombreuses recherches scientifiques ». Mais aucune n'est citée dans ce texte. Il faut remonter au texte précédent du CSEN (2022a) pour voir citée ... une seule étude, conduite par David Klahr en 2020 auprès de 145 élèves de 3^e et 4^e années de l'école élémentaire. Cette étude ne porte pas sur les

mathématiques mais sur des sciences expérimentales. Un troisième texte du CSEN (2022b) signale d'autres études, dont certaines sont relatives aux mathématiques. Sont notamment citées des méga-analyses (à partir des méta-analyses d'études scientifiques) produites par Hattie (2009, 2012, 2016) visant à faire ressortir les meilleures pratiques d'enseignement des mathématiques. Dans ces méga-analyses, les effets de quatre « types » d'enseignement sont étudiés : l'enseignement explicite, l'approche d'investigation, l'enseignement par résolution de problèmes et l'approche par problèmes. Proulx (2023) s'est intéressé à ces études. Il relève que même si certaines critiques peuvent être faites sur ce type d'étude (Proulx, 2017, 2023), il ressort de ces trois méga-analyses les mêmes résultats : **en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques, l'enseignement explicite a des effets positifs plus faibles sur les apprentissages des élèves que celui de l'enseignement par résolution de problèmes (Proulx, 2023). Par ailleurs, l'effet de l'enseignement explicite pour les mathématiques est plus faible que celui de l'enseignement explicite dans d'autres disciplines.** Ces deux éléments confirment l'importance de prendre en compte d'une part les spécificités de l'enseignement des mathématiques dans ce type d'étude (Proulx, 2017, 2023), et d'autre part le rôle essentiel de la résolution de problèmes dans l'apprentissage des mathématiques, qui fait par ailleurs consensus dans les recherches en didactique des mathématiques. Dans ces conditions, la COPIRELEM s'interroge : **face à des questions d'enseignement indéniablement complexes, qui pourraient faire l'objet de propositions nuancées, pourquoi faire le choix radical de porter au pinacle la stratégie d'enseignement explicite et de renier ce qui a structuré les programmes de l'enseignement scolaire depuis plus de 30 ans ?**

Un besoin de plus d'explicitation dans l'enseignement des mathématiques au primaire

Nous n'assimilons pas l'explicitation dans l'enseignement, qui est une question vive, à l'« enseignement explicite » décrit dans les publications du CSEN citées plus haut. Nous rappelons ici que plusieurs études portant sur des pratiques de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire identifient des difficultés dans l'enseignement pour institutionnaliser les savoirs en jeu à la suite de la résolution par les élèves d'un problème (Allard, 2015 ; Charles-Pézarid, Butlen & Masselot, 2012 ; Coulanges, 2014 ; Margolinas et Laparra, 2008 ; Peltier, 2004). Ces travaux pointent des facteurs multiples et plaident souvent pour **une meilleure visibilité des enjeux de savoirs dans les ressources ou manuels proposés aux enseignants et davantage de formation des enseignants** pour :

- (1) renforcer leurs connaissances didactiques leur permettant de comprendre et interpréter en temps réel les productions des élèves, de les hiérarchiser, d'évaluer leur distance au savoir visé afin de mettre en œuvre les institutionnalisations adéquates (Butlen, dans DGESCO 2016) ;
- (2) travailler sur certains gestes professionnels liés à l'institutionnalisation qui demandent une posture spécifique très différente de celle à adopter pour la dévolution d'un problème.

À la suite de ces recherches, il apparaît donc un besoin « d'enseigner plus explicitement » les mathématiques au primaire, ce qui recouvre, selon le dossier de la DGESCO (2016), « un ensemble de gestes, de postures et de pratiques pédagogiques à conduire dans le quotidien de la classe [et qui] ne saurait être réduit ou assimilé au seul concept "d'instruction directe" ». Ce type de pratique est une piste avancée afin de favoriser la réduction des inégalités scolaires (cf. articles de Bautier et Butlen dans DGESCO 2016), dont les différentes études PISA ont montré qu'il s'agit d'un problème très préoccupant en France, et qui n'est pas pris en charge dans les dernières préconisations ministérielles pour l'école primaire.

La « méthode de Singapour » : le remède à tous les maux de l'enseignement des mathématiques au primaire ?

Le ministère annonce également qu'il est prévu « d'adopter progressivement la méthode de Singapour pour les mathématiques ». Cette proposition s'appuie sur l'affirmation que cette « méthode » a fait ses preuves : où peut-on trouver de telles preuves ? Si dans soixante-dix pays on peut véritablement trouver une traduction d'un manuel utilisé à Singapour, peut-on vraiment croire que ces pays ont tous adopté une « méthode » unique d'enseignement des mathématiques ? Et qu'est-ce que cette « méthode » au juste ? Nous rapportons ci-dessous plusieurs études qui remettent en cause cette affirmation, et d'autres qui interrogent son importation dans le contexte français ou qui montrent que l'on ne peut attribuer les bons résultats des élèves singapouriens aux évaluations internationales uniquement à l'utilisation de cette « méthode ».

L'importation de la « méthode » de Singapour en France pose de nombreux problèmes

Plusieurs études se sont penchées sur le contenu de la « Méthode de Singapour » (collection « Méthode de Singapour », La Librairie des Écoles), traduction française de la traduction américaine de l'un des manuels utilisés à Singapour, citée dans un document institutionnel français (MENJS, 2020). Elles mettent en évidence de nombreux problèmes liés à l'importation de cette « méthode » en France. Rappelons par exemple que la façon de dire les nombres dans les langues asiatiques est congruente avec la façon dont on les écrit en chiffres, et que ce n'est pas le cas pour le système de numération parlé français. Ainsi « 70 » se dit « sept-dix » et non « soixante-dix » comme dans la langue française ! Cette spécificité de notre langue n'est pas prise en charge dans la version française de la « Méthode de Singapour » qui ne prend pas en compte les difficultés liées aux nombres de 69 à 99 (Chambris, 2017 ; Mounier et Grapin, 2019). En ce qui concerne la géométrie, Guille-Biel Winder et Petitfour (2018) mettent en évidence des décalages entre le contenu du manuel « Méthode de Singapour » et les instructions officielles ; par exemple en CM1 « certains apprentissages sont abordés dans le manuel alors qu'ils ne sont pas dans les programmes de ce niveau. D'autres connaissances à enseigner en CM1 selon les instructions officielles ne sont pas travaillées dans le manuel Méthode de Singapour CM1 ». Ces chercheuses pointent également de nombreuses incohérences dans l'organisation des savoirs géométriques dans ce manuel notamment pour les notions de perpendicularité et de parallélisme. On peut s'interroger de manière générale sur ces problèmes de cohérence et de liens entre les notions mathématiques qui pourraient être liés à un problème de la traduction du manuel. Cette traduction a d'ailleurs pu, au passage, faire perdre l'articulation fine entre les différentes leçons (nombre, calcul, mesures) que l'on retrouve dans le manuel original (Chambris, 2017).

La réussite des élèves singapouriens n'est pas seulement liée au manuel qu'ils utilisent

Les manuels utilisés à Singapour ne sont que la surface émergée de l'iceberg singapourien (Jamet, 2019). **La réussite des élèves singapouriens est le fruit d'efforts cohérents entrepris depuis plusieurs décennies au sein du système éducatif** (ibid.) : « la cohérence des réformes, la sélectivité et la qualité de la formation initiale, ainsi que les efforts constants au sujet de la formation continue des professeurs qui sont autant de lumières qui éclairent la réussite du système singapourien ». Précisons que la formation continue est centrée sur la didactique disciplinaire et reliée à la pratique de classe, importante et régulière (100h par an contre 18h en France), au sein de collectifs entre professeurs au cœur d'une même école ou même entre écoles (Bautista, Wong et Gopinathan, 2015). Ce sont évidemment des conditions très favorables. Mais on peut aussi citer la reconnaissance par la société singapourienne du métier de professeur, qui est d'ailleurs associée à un salaire important. Ainsi, plusieurs recherches attribuent cette réussite « à trois niveaux de facteurs totalement indépendants les uns des autres : le niveau macro (facteurs socio-culturels et économique-politiques), le niveau organisationnel (qualité des écoles, de la formation des professeurs, du curriculum, etc.), et le niveau familial (socialisation et accompagnement éducatif parental) » (Jamet, 2019). Ce contexte favorable amène Dindyal et Clivaz (2018) à penser que le curriculum de Singapour « ne devrait pas être considéré comme un modèle de curriculum de mathématiques pour d'autres pays » et qu'il faut se garder d'utiliser ce curriculum comme « modèle permettant l'amélioration des résultats d'un pays dans des études comparatives internationales » comme TIMSS ou PISA. D'ailleurs Jamet (2019) rapporte qu'une étude (Kuska, 2014) portant sur les effets sur l'apprentissage (élèves de 4^e grade primaire) de l'implantation d'un programme singapourien (*Math in Focus*) dans un district américain, conclut « qu'aucune différence significative n'a été apportée par l'utilisation seule des ressources singapouriennes dans le district pilote, voire qu'une baisse de réussite pour l'ensemble des élèves les plus performants est observée ».

Un modèle singapourien d'apprentissage et d'enseignement des mathématiques qui interroge

Rappelons que dans les études internationales comme PISA, il est attendu de la part des élèves de faire preuve d'initiatives pour résoudre des problèmes inédits, dans des contextes variés, souvent issus de la « vie courante » (Bodin et Grapin, 2018). Ne faudrait-il pas alors, comme nous l'évoquions précédemment, maintenir la place pour un enseignement par la résolution de problèmes afin de former les élèves à faire preuve de ces initiatives ? Nous ne négligeons pas l'importance de l'entraînement de l'automatisation dans l'apprentissage des mathématiques, mais nous interrogeons

Le modèle d'enseignement basé sur une « pratique guidée » où l'enseignant montre ce qui est à faire, sans que chaque élève ait pu avoir la responsabilité individuelle de résolution d'une tâche de découverte et où les élèves appliquent ensuite ce qui a été expliqué dans des exercices similaires (Mounier et Grapin, 2019).

Le rapport pour la National Science Foundation (2001), rédigé par un groupe de chercheurs américains, indique même que l'offre d'enseignement des mathématiques dans le curriculum de Singapour « n'engage pas souvent les élèves dans des compétences de réflexion d'ordre supérieur... Les élèves de Singapour sont rarement, voire jamais, invités à analyser, réfléchir, critiquer, développer, synthétiser ou expliquer. La grande majorité des tâches du curriculum de Singapour est basée sur le calcul, ce qui renforce uniquement le rappel des faits et des procédures [...] mais nous pensons qu'il décourage les élèves de devenir des apprenants autonomes » (p. 8). L'étude AIR (2005), citée par Dindyal et Clivaz (2018), pointe également ce manque de compétences de réflexion de niveau supérieur. De plus Dindyal et Clivaz (2018) rapportent que « Singapour et Taiwan semblent obtenir de bons résultats en utilisant un enseignement transmissif traditionnel d'un type plutôt ennuyeux » (Brown 1999, p. 201). Comment expliquer alors les bons résultats des élèves singapouriens aux évaluations internationales ? Cela pourrait sembler être un paradoxe, mais cela peut s'expliquer, comme déjà mentionné dans les textes précédemment cités, par de multiples facteurs sociétaux. Le rapport pour la National Science Foundation (2001) souligne d'ailleurs le rôle du système éducatif de Singapour « le programme, les enseignants, le soutien parental, la culture sociale et le soutien gouvernemental fort à l'éducation ».

Labellisation des manuels ou imposition d'un manuel unique ?

Le ministère annonce également la création d'une labellisation des manuels scolaires du premier degré « dont l'efficacité des contenus a été prouvée par la science et par la pratique ».

La qualité didactique des manuels en question

Rappelons que les manuels scolaires prennent une place privilégiée en tant que ressources documentaires des enseignants de l'école primaire et par leur profusion dans le domaine de l'édition française (Priolet et Mounier, 2018). Précisons tout de suite que lorsque nous parlons de « manuels » nous considérons à la fois le livre de l'élève et le guide de l'enseignant associé. Selon nous, ce guide ne doit pas se réduire à une proposition de corrigés d'exercices, comme c'est le cas pour certains d'entre eux actuellement. Il doit au contraire constituer un véritable outil qui éclaire les choix mathématiques et didactiques des auteurs afin de permettre au professeur de mettre en œuvre de façon adaptée les propositions d'enseignement en tenant compte de la diversité de ses élèves.

Au vu de la diversité des propositions éditoriales actuelles, il nous semblerait intéressant **d'évaluer la qualité des manuels existants (livres de l'élève et guides de l'enseignant associés) sans aller jusqu'à une labellisation qui aboutirait à imposer un « manuel ministériel »**. Une telle évaluation, fondée selon des critères explicitement définis, pourrait permettre d'outiller les professeurs des écoles afin de choisir leurs outils de travail en toute connaissance de cause. Nous rejoignons par ailleurs les recommandations formulées dans un rapport de l'Inspection Générale (IGEN, 2012) qui préconisait d'«inclure dans la formation initiale et continue des enseignants, mais aussi des corps d'inspection, l'acquisition de compétences en matière de choix, de qualification et d'utilisation de manuels. »

Dans les annonces du 5 décembre 2023, aucun critère d'évaluation des manuels n'est défini explicitement. Or **prendre en compte des critères didactiques permettant d'évaluer la qualité des manuels nous semble incontournable**. Suite au besoin exprimé dans le rapport Villani-Torossian « de fournir aux enseignants un outil leur permettant un choix éclairé [de manuels], au regard d'un ensemble de critères pertinents » (Villani et Torossian, 2018, p. 56), des recherches en didactique des mathématiques ont développé et mis en fonctionnement des grilles d'analyses didactiques, sur plusieurs domaines mathématiques (Grapin et Mounier, 2018b, Guille-Biel Winder et Petitfour, 2022). Guille-Biel Winder et Petitfour (2018, 2022, 2023) ont par exemple établi trois critères permettant de révéler la « qualité didactique » de manuels dans le domaine de la géométrie : la validité mathématique des connaissances exposées, la pertinence des tâches choisies par rapport au savoir enseigné, la cohérence entre les connaissances et techniques exposées et les tâches proposées. Grapin et Mounier (2018a, 2018b) ont pour leur part élaboré une méthodologie d'analyse de manuels en

étudiant la répartition des séances par domaines, la place du savoir nouveau par rapport à l'ancien, le type de dispositif pédagogique prescrit et en analysant spécifiquement les séances traitant d'une des notions correspondant à un objectif d'apprentissage important au niveau auquel elle est enseignée (comme l'écriture chiffrée au CP).

Des usages pluriels reflétant la diversité des pratiques enseignantes

Un manuel de « bonne qualité didactique » favorise *a priori* l'élaboration et la mise en œuvre de séances d'enseignement conduisant aux apprentissages visés. Il peut aussi contribuer à aider les enseignants peu à l'aise avec les mathématiques ou non encore experts, à les enseigner. Gardons-nous cependant de croire que le manuel serait un outil clé en main, une « méthode à appliquer » qui produirait automatiquement les effets escomptés sur les apprentissages des élèves. **Les usages des manuels dépendent en effet des pratiques et des connaissances mathématiques et didactiques des enseignants.** Arditi (2011) a ainsi montré la variabilité des usages d'un même manuel de mathématiques par plusieurs enseignants à l'école primaire, dépendant de leurs connaissances mathématiques et didactique ainsi que de leurs pratiques. Certains gestes professionnels, tels que la gestion de phases collectives de mise en commun ou d'institutionnalisation, la prise en compte de l'hétérogénéité des élèves, etc. sont des facteurs essentiels et ne peuvent être construits que si un temps de formation suffisant est accordé aux enseignants.

Par ailleurs la diversité liée aux pratiques enseignantes rend difficile, voire impossible, l'étude des effets d'un manuel sur les apprentissages des élèves. Mais alors sur quelles études scientifiques le ministère s'appuie-t-il quand il affirme que l'efficacité de manuels en mathématiques a été prouvée ? À notre connaissance **il n'existe pas d'étude ayant analysé les effets des manuels existants en France sur les apprentissages des élèves.** Ce type d'étude serait d'ailleurs rendu très difficile par les changements incessants des programmes scolaires ces vingt dernières années.

Une mission impossible ?

Pour terminer sur cette mesure, nous interrogeons la temporalité de la mise en œuvre de la réforme : de nouveaux programmes sont annoncés et des achats de manuels de mathématiques en CP et CE1 sont prévus pour la rentrée 2024. **Comment est-il matériellement possible que des nouveaux programmes soient rédigés, puis que des nouveaux manuels conformes à ces programmes soient élaborés de manière réfléchie, puis évalués (voire labellisés) dans un calendrier aussi resserré ?**

Les outils numériques et l'intelligence artificielle : un miroir aux alouettes ?

Le dossier de presse du ministère comprend une rubrique intitulée « Un usage raisonné du numérique et de l'intelligence artificielle pour personnaliser les apprentissages et individualiser la progression des élèves ». Des propositions appellent à la vigilance à plusieurs niveaux.

L'utilisation de l'IA semble être envisagée pour des travaux d'élèves en autonomie, en laissant toute la prise de décision à l'outil dont la mission sera « l'élévation du niveau ». On retrouve là l'idée commune mais erronée (Tricot, 2020) de l'efficacité intrinsèque des outils qui a amené à investir par le passé dans la télévision scolaire, l'informatique éducative, les CD-Rom éducatifs, les TNI... en pensant qu'ils allaient, par leur seule présence modifier profondément et améliorer l'apprentissage. **Même si l'enseignant a la maîtrise de l'outil, un travail sur les conditions d'adoption et d'intégration de cet outil dans son enseignement est par ailleurs indispensable** comme pour tout outil numérique (Trouche, 2005) : cela sera-t-il pris en charge par le *guide pédagogique des usages du numérique en classe* annoncé par le ministère pour le printemps 2024 ? Des formations seront-elles proposées ?

Par ailleurs, un « lieu » d'utilisation de cet « outil d'IA » destiné à un accompagnement est « à la maison ». La crise du COVID a montré, à travers plusieurs rapports (par exemple Waszak, 2022), combien les disparités d'équipements et de condition de travail des élèves à leur domicile accroissaient les inégalités entre les élèves. Il y a donc **un fort risque d'accroissement des inégalités territoriales comme sociales.**

De manière plus générale, il est évoqué dans le dossier de presse « un succès dans les usages » « d'outils technologiques utilisant l'IA ». De quel succès parle-t-on ? Est-ce une adoption massive ?

Mais alors pour quelles raisons et quels effets sur l'acquisition des connaissances ? On peut se questionner sur les fondements de ces affirmations en relevant comme Nemorin (UNESCO, 2021) que « **la plupart des affirmations relatives au potentiel révolutionnaire de l'IA dans l'éducation sont fondées sur des conjectures, des spéculations et de l'optimisme.** » Dans son *Guide pour les décideurs politiques IA et éducation*, l'UNESCO alerte : « les preuves restent rares quant à la façon dont l'IA peut améliorer les résultats de l'apprentissage et quant à savoir si elle peut aider les scientifiques et les professionnels de l'éducation à mieux comprendre comment un apprentissage efficace se produit (Zawacki-Richter et al., 2019). Comme le disait déjà en 2021 Nemorin (UNESCO, 2021), « une grande partie des "preuves tangibles" qui existent aujourd'hui portent principalement sur la façon dont l'IA peut fonctionner dans le champ éducatif au point de vue technique, sans qu'on s'accorde le temps de prendre du recul et de répondre de manière claire à la question de savoir si l'IA est vraiment nécessaire dans l'éducation. »

Pour finir, il nous semble important de ne pas entretenir la méprise sur le fait que même si on parle d'intelligence, ces outils simulent l'intelligence humaine. Ils n'en ont que l'apparence tout comme ChatGPT donne l'impression que l'on a une conversation avec une entité pensante alors que l'on interagit avec un algorithme qui sélectionne les réponses les plus probables et se basant sur les statistiques et l'intervention d'un nombre important d'humains¹ qui ont contrôlé la réponse de la machine. Ce sont ces humains qui ont évalué (on dit alors étiqueté) les données que l'intelligence artificielle n'a pas la capacité de contrôler. Pour nous l'intelligence est du côté de l'humain, l'enseignant qui utilise un outil, en pleine connaissance de son fonctionnement, pour augmenter sa capacité à aider ses élèves. Quid d'ailleurs des élèves atypiques qui ne correspondront pas aux profils les plus probables que l'IA dégagera des analyses de données ?

Pour conclure

On ne peut laisser croire que la simple adoption de l'intelligence artificielle, de la pédagogie explicite, de la « Méthode de Singapour » ainsi que la labellisation des manuels permettront, comme par magie, d'« élever le niveau des élèves ».

Répondre à cet objectif passe avant tout par une formation professionnelle approfondie, conséquente et ambitieuse... comme à Singapour ! Il est regrettable que depuis plusieurs années ce volet ait été négligé et qu'il n'apparaisse pas comme une priorité dans ce dossier de presse.

RÉFÉRENCES

AIR (2005). What the United States Can Learn From Singapore's World-Class Mathematics System (and What Singapore Can Learn from the United States): An Exploratory Study. American Institutes for Research.

Allard, C. (2015). Etude du processus d'Institutionnalisation dans les pratiques de fin d'école primaire : le cas de l'enseignement des fractions. Thèse de l'Université Paris-Diderot.

Arditi, S. (2012). Manuels scolaires et pratiques des enseignants : des relations complexes. Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. IREM de Paris 7 et ARDM.

Bautista, A., Wong, J., Gopinathan, S. (2015). Teacher professional development in Singapore: Depicting the landscape. *Psychology, Society, and Education*, 7(3), 311-326.

Bodin, A., Grapin, N. (2018). Un regard didactique sur les évaluations du PISA et de la TIMSS : mieux les comprendre pour mieux les exploiter. *Mesure et évaluation en éducation*, 41(1), 67-96.

Brown, M. (1999). Problems of interpreting international comparative data. In B. Jaworski & B. Phillips (Eds.), *Comparing Standards Internationally: research and practice in mathematics and beyond*, 183-205. Oxford, UK: Symposium Books.

¹ <https://partnershiponai.org/program/ai-labor-and-the-economy/>

Chambris, C. (2017). L'enseignement des maths à l'école et la méthode de Singapour. Texte pour le Bulletin de la CFEM, novembre 2017.

<http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/bulletin-de-liaison-ndeg44-novembre-2017>

Charles-Pézard, M., Butlen, D., Masselot, P. (2012). Professeurs des écoles débutants en ZEP. Editions La pensée sauvage.

Coulange, L. (2014). Les pratiques langagières au cœur de l'institutionnalisation de savoirs mathématiques. Spirale - Revue de recherches en éducation, 54, 9-27.

CSEN. (2022a). Lettre du CSEN n°2 « L'enseignement explicite : de quoi s'agit-il, pourquoi ça marche et dans quelles conditions ? »

<https://www.reseau-canope.fr/conseil-scientifique-de-leducation-nationale-site-officiel/outils-pedagogiques/lettre-le-passeur.html>

CSEN. (2022b). L'enseignement explicite. De quoi s'agit-il, pourquoi ça marche et dans quelles conditions ? Synthèse de la recherche et recommandations.

https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/conseil_scientifique_education_nationale/CSEN_Synthese_enseignement_explicite_juin2022.pdf

CSEN. (2023). La boîte à idées du CSEN.

<https://www.reseau-canope.fr/conseil-scientifique-de-leducation-nationale-site-officiel/outils-pedagogiques/boite-a-idees-du-csen.html>

DGESCO (2016). Enseigner plus explicitement. Dossier issu d'un groupe de travail piloté par le bureau de l'éducation prioritaire de la DGESCO. <https://www.ozp.fr/spip.php?article19778>

Dindyal, Clivaz, S. (2018). Un aperçu du curriculum de mathématiques à Singapour. Grand N, 102, 41-55.

Gravin, N., Mounier, E. (2018a). Vers un outil d'analyse de manuels : exemple d'étude en 1ère année d'école élémentaire (3H). *Revue Mathématiques pour l'Ecole*, 230, 30-37.

Gravin, N., Mounier, E. (2018b). Méthodologie d'analyse de manuels et étude du manuel Méthode de Singapour CP. Grand N, 102, 57-92.

https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/102n3_1604520576346-pdf

Guille-Biel Winder, C., Petitfour, E. (2018). L'enseignement des notions de perpendicularité et de parallélisme dans le manuel Méthode de Singapour. Grand N, 102, 5-40.

Guille-Biel Winder, C., Petitfour, E. (2022). Outiller l'analyse de l'enseignement d'un thème géométrique dans un manuel scolaire : une grille et son utilisation. Grand N, 110, 19-45.

Guille-Biel Winder, C., Petitfour, E. (2023). Outil d'analyse de l'enseignement de la géométrie dans les manuels scolaires. Dans C. Guille-Biel Winder et T. Assude (eds.) *Articulations entre espace sensible, espace graphique et espace géométrique. Ressources, pratiques et formation*. London : Iste Editions.

Hattie, J. (2009). *Visible learning*. Routledge; NY.

Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers*. Routledge: NY.

Hattie, J., Fisher, D., Frey, N. (2016). *Visible learning for mathematics*. Corwin: CA.

IGEN (2012). Les manuels scolaires : situations et perspectives. Rapport n°2012-036.

<https://www.education.gouv.fr/les-manuels-scolaires-situation-et-perspectives-6017>

Jamet, J.M. (2019). La "méthode de Singapour", surface émergée de l'iceberg singapourien. Grand N, 104, 39-58. <https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/revues/grand-n/consultation/numero-104-grand-n/3-la-methode-de-singapour-surface-emergee-de-l-iceberg-singapourien-581126.kjsp?RH=1522849560138>

Kuska, C. (2014). Math in Focus: Singapore Math and the Student Achievement of 4th Grade Students. Report submitted to Professional Education Faculty of Northwest Missouri State University.

Margolinas, C., Laparra, M. (2008). « Quand la dévolution prend le pas sur l'institutionnalisation. Des effets de la transparence des objets de savoir ». Université de Genève, colloque *Les didactiques et leur rapport à l'enseignement et à la formation*.

MENJS. (2020). Pour enseigner les nombres, le calcul et la résolution de problèmes au CP. <https://eduscol.education.fr/document/3738/download>

Mounier, E., Grapin, N. (2019). Que disent les recherches sur les manuels « Méthode de Singapour » ? in APMEP, *Au fil des maths*, 532. <https://afdm.apmep.fr/rubriques/opinions/que-disent-les-recherches-sur-les-manuels-methode-de-singapour/>

National Science Foundation. (2001). Middle school mathematics comparisons for Singapore Mathematics, Connected Mathematics Program, and Mathematics in Context: A summary.

Peltier, M.-L. (2004). Dur d'enseigner en ZEP. Analyse des pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en réseaux d'éducation prioritaire. Editions La pensée sauvage.

Priole, M., Mounier E. (2018). Le manuel scolaire : une ressource au « statut paradoxal ». *Éducation et didactique*, 12(1). [En ligne] <http://journals.openedition.org/educationdidactique/3041> ; DOI : 10.4000/educationdidactique.3041

Proulx, J. (2017). Essai critique sur les travaux de John Hattie pour l'enseignement des mathématiques : une entrée par la didactique des mathématiques. *Revue Chroniques*, UQAM, Québec.

Proulx, J. (2023). Données probantes et enseignement des mathématiques : analyses par et interactions avec les travaux en didactique des mathématiques. Intervention au séminaire national de didactique des mathématiques, ARDM, Paris, le 23 mars 2023.

Tricot, A. (2020). Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique. *Numérique et apprentissages scolaires*.

Trouche, L. (2005). Des artefacts aux instruments, une approche pour guider et intégrer les usages des outils de calcul dans l'enseignement des mathématiques. In *Le calcul sous toutes ses formes*. Académie de Clermont-Ferrand

UNESCO. (2021). *IA et éducation: guide pour les décideurs politiques*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380006>

Villani, C., Torossian, C. (2018). Rapport : 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques.

Waszak, C. (2022). Les usages du numérique dans les classes à distance: Note de synthèse. hal-03926037v2.