

EXPÉRIENCES EN NUMÉRATIE

Exploration des cas : Royaume Uni, Australie, France, Singapour, Ontario et Québec

Mars 2022

LAÏLA OUBENÏSSA

LOUISE POIRIER

EN
AVANT!
MATH!

Les rapports de projet sont destinés plus spécifiquement aux partenaires et à un public informé. Ils ne sont ni écrits à des fins de publication dans des revues scientifiques ni destinés à un public spécialisé, mais constituent un médium d'échange entre le monde de la recherche et le monde de la pratique.

Project Reports are specifically targeted to our partners and an informed readership. They are not destined for publication in academic journals nor aimed at a specialized readership, but are rather conceived as a medium of exchange between the research and practice worlds.

Le CIRANO est un organisme sans but lucratif constitué en vertu de la Loi des compagnies du Québec. Le financement de son infrastructure et de ses activités de recherche provient des cotisations de ses organisations-membres, d'une subvention d'infrastructure du gouvernement du Québec, de même que des subventions et mandats obtenus par ses équipes de recherche.

CIRANO is a private non-profit organization incorporated under the Quebec Companies Act. Its infrastructure and research activities are funded through fees paid by member organizations, an infrastructure grant from the government of Quebec, and grants and research mandates obtained by its research teams.

Les partenaires du CIRANO – CIRANO Partners

Partenaires corporatifs – Corporate Partners

Autorité des marchés financiers
Banque de développement du Canada
Banque du Canada
Banque nationale du Canada
Bell Canada
BMO Groupe financier
Caisse de dépôt et placement du Québec
Énergir
Hydro-Québec
Innovation, Sciences et Développement économique Canada
Intact Corporation Financière
Investissements PSP
Manuvie Canada
Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation
Ministère des finances du Québec
Mouvement Desjardins
Power Corporation du Canada
Rio Tinto
Ville de Montréal

Partenaires universitaires – Academic Partners

École de technologie supérieure
École nationale d'administration publique
HEC Montréal
Institut national de la recherche scientifique
Polytechnique Montréal
Université Concordia
Université de Montréal
Université de Sherbrooke
Université du Québec
Université du Québec à Montréal
Université Laval
Université McGill

Le CIRANO collabore avec de nombreux centres et chaires de recherche universitaires dont on peut consulter la liste sur son site web.
CIRANO collaborates with many centers and university research chairs; list available on its website.

© Mars 2022. Laïla Oubenaïssa et Louise Poirier. Tous droits réservés. *All rights reserved.* Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©. *Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source.*

Les idées et les opinions émises dans cette publication sont sous l'unique responsabilité des auteurs et ne représentent pas nécessairement les positions du CIRANO ou de ses partenaires. *The observations and viewpoints expressed in this publication are the sole responsibility of the authors; they do not necessarily represent the positions of CIRANO or its partners.*

EXPÉRIENCES EN NUMÉRATIE

Exploration des cas : Royaume Uni, Australie, France, Singapour, Ontario et Québec

PROJET FINANCÉ PAR

Ministère des Finances du Québec

Dans le cadre du programme *En Avant Maths*

PRÉSENTÉ PAR

*Centre de Recherches Mathématiques(CRM)
Université de Montréal*

Laïla Oubenaïssa et Louise Poirier†*

Pour citer ce document / To quote this document

Oubenaïssa L. et Poirier L. (2022). Expériences en numératie - Exploration des cas : royaume uni, australie, france, singapour, ontario et québec (2022RP-09, CIRANO). <https://doi.org/10.54932/FRAG2506>

* Chargée de projets, CRM

† Directrice adjointe, CRM

Résumé

Le présent rapport porte sur les résultats de l'analyse des expériences en numératie de cinq pays: le Royaume-Uni, l'Australie, le Canada avec deux juridictions, le Québec et l'Ontario, Singapour et la France. Le récit de chaque expérience en numératie est articulé autour des cadres, institutions, programmes et projets ainsi que les ressources dont le pays s'est doté. Pour ce faire, nous avons consulté divers documents, articles, rapports d'études, sites web officiels, etc. Ce projet nous a permis de dresser un portrait des différentes approches et des différentes interventions adoptées par certains pays pour appréhender une problématique complexe et une compétence de plus en plus définie comme une compétence de base et essentielle.

This report focuses on the results of the analysis of the numeracy experiences of five countries: the United Kingdom, Australia, Canada with two jurisdictions, Quebec and Ontario, Singapore and France. The story of each numeracy experience is articulated around the frameworks, institutions, programs and projects as well as the resources that the country has acquired. To do this, we consulted various documents, articles, study reports, official websites, etc. This project allowed us to draw a portrait of the different approaches and the different interventions adopted by certain countries to apprehend a complex problem and a skill increasingly defined as a basic and essential skill.

Mots-clés : Numératie, expériences internationales, Royaume-Uni, Australie, Canada, Singapour, France / Numeracy, international experiences, UK, Australia, Canada, Singapore, France

Remerciements

Les auteurs remercient le partenaire financier, soit le Ministère des Finances du Québec dans le cadre du partenariat CRM-CIRANO ayant pour but l'établissement d'une stratégie visant à favoriser le développement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée en mathématiques appliquées pour des domaines de pointe.

Les idées et les opinions émises dans cette publication sont sous l'unique responsabilité des auteurs et ne représentent pas nécessairement les positions du CIRANO ou de ses partenaires.

Avant- Propos

Dans le cadre du projet numératie financé par le Ministère des Finances du Québec, nous avons exploré certaines expériences en lien avec la numératie menées au Royaume Uni, en Australie, au Canada, en France et à Singapour. Chacun de ces pays illustre un exemple particulier d'expérience en numératie. Certains de ces pays, comme Singapour et le Québec, représentent des cas particuliers et se distinguent par la spécificité de leurs choix, approches et pratiques.

Le projet expériences en numératie nous a permis de dresser un portrait des différentes approches et des différentes interventions adoptées par certains pays pour appréhender une problématique complexe et une compétence de plus en plus définie comme une compétence de base et essentielle.

Nous avons consulté documents, articles et rapports d'études que le lecteur trouvera en bibliographie et de ces divers écrits, nous avons dégagé des cadres pour illustrer les diverses expériences. Le but premier de ces cadres cités dans ce rapport permet l'ancrage des différents récits d'expérience en exposant la diversité de contextes au sein desquels sont initiées les interventions, soit les acteurs et intervenants impliqués dans ces expériences, la forme que prend l'expérience dans le cadre de programmes et projets bien particuliers ainsi que les ressources mises à la disposition des intervenants lors de la mise en œuvre des différentes actions et intentions sous-jacentes.

Table des matières

1	SOMMAIRE EXECUTIF.....	Erreur ! Signet non défini.
1.1	Processus d'institutionnalisation	1
1.2	Projets et programmes	2
1.3	Ressources	3
1.4	Pratiques d'enseignement des mathématiques : une dimension culturelle	4
2	INTRODUCTION.....	1
3	CAS DU ROYAUME-UNI.....	3
3.1	CADRE	6
3.1.1	Manifesto for a Numerate UK	6
3.1.2	Manifesto for Cambridge Mathematics	8
3.1.3	Indice de l'inclusion et charte Athena SWAN	11
3.2	PROJETS ET PROGRAMMES	14
3.2.1	Projet IMPACT	14
3.2.2	Projet OCEAN	15
3.3	INSTITUTIONS	17
3.3.1	Institutions universitaires	17
3.3.2	Sociétés savantes	19
3.3.2.1	London Mathematical Society	19
3.3.2.2	Institute of Mathematics and its Applications (IMI)	20
3.3.2.3	British Academy	20
3.4	CONCLUSIONS SUR L'EXPÉRIENCE ROYAUME-UNI	21
4	CAS AUSTRALIE.....	24
4.1	CADRE	27
4.1.1	Établissements scolaires	27
4.1.2	Institutions de l'enseignement supérieur et la recherche	28
4.1.2.1	Indice de l'inclusion, charte Athéna Swan et SAGA	28
4.1.2.2	Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians	30
4.1.2.3	STEM Education	32
4.2	INSTITUTIONS	32
4.2.1	AMSI : Australian Mathematics Sciences Institute	34
4.2.2	Structures émergentes	37
4.3	PROGRAMMES : Projets et Ressources	38
4.3.1	STEM ACTION SCHOOLS	38
4.3.2	Australian Mathematics and Sciences Partnership Program (AMSPP)	39
4.3.3	Growing Tall Poppies Science Partnership Program (GTP)	39
4.3.4	ChooseMaths	40
4.3.5	Curious Mind STEM Program	41
4.4	RESSOURCES	42
4.5	CONCLUSIONS CAS AUSTRALIE	43
5	CAS SINGAPORE	46

5.1	CADRE	48
5.1.1	Culture du «Practice Learning Community» (PLC)	50
5.2	INSTITUTIONS	52
5.3	PROJETS ET PROGRAMMES	54
5.3.1	Projet Merint	55
5.3.2	Group Endeavours in Service Learning (GESL)	55
5.3.3	Teachers leaders	55
5.3.4	Build: Build University Interns Leadership Development	56
5.4	RESSOURCES	56
5.4.1	SingaporeMaths	57
5.4.2	Eureka Maths	57
5.4.3	SmartTraining	57
5.4.4	Dimensions Maths@	58
5.4.5	BrainBuilder	58
5.4.6	InspireMaths	59
5.5	CONCLUSIONS SUR LE CAS SINGAPORE	60
6	CAS CANADA.....	64
6.1	CADRE	66
6.1.1	Initiatives et Programmes canadiens	66
6.1.1.1	Manifeste pour un curriculum mathématique	67
6.1.1.2	Curriculum Mathématique du Canada	68
6.1.1.3	A Nation wide Plan for Numeracy (Big Ideas Canada 2020)	70
6.2	CULTURE D'ENSEIGNEMENT DU QUÉBEC	76
6.2.1	Pédagogie de résolution de problèmes	78
6.2.2	Approche didactique	79
6.3	CADRE: CLOSING THE NUMERACY GAP	82
6.3.1	Enquête Collaborative pour l'Apprentissage des Mathématiques (ECAM)	84
6.3.2	Ontario's Renewed Mathematics Strategy: Memorandum 2016	85
6.3.3	Groupe de travail sur Littératie et Numératie Ontario	88
6.3.4	Le Secrétariat de la Littératie et de la Numératie	88
6.3.5	Community Literacy of Ontario	88
6.4	CONCLUSIONS : CAS QUÉBEC ET ONTARIO	89
7	Cas France.....	94
8	CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	97
9	RÉFÉRENCES.....	Erreur ! Signet non défini.

SOMMAIRE EXECUTIF

Le présent rapport porte sur les résultats de l'analyse des expériences en numératie de cinq pays: le Royaume-Uni, l'Australie, le Canada avec deux juridictions, le Québec et l'Ontario, Singapour et la France. Le récit de chaque expérience en numératie est articulé autour des cadres, institutions, programmes et projets, et ressources dont le pays s'est doté. Les cadres exposés dans le récit des expériences réfèrent soit à des chartes, manifestes, indices, cadres conceptuels, ou politiques publiques. Le but du récit est de pouvoir dresser un portrait approximatif ou une illustration des différentes expériences en numératie afin d'identifier les éléments et les facteurs qui ont soit déterminé les retombées, impacts, et pérennité des initiatives ou qui ont contribué ou limité leurs portées et l'efficacité des actions.

Les éléments pertinents qui ressortent de cette première analyse des expériences sont en lien avec les différents processus d'institutionnalisation adoptés par les pays, les caractéristiques des projets pilotes, la problématique émergente du design et de la conception des ressources et celle des pratiques d'enseignement des mathématiques qui impactent directement –ou indirectement- les compétences en numératie. La question des ressources et des pratiques nous amène à accorder un statut et un traitement particulier au cas Singapour et au cas Québec.

Processus d'institutionnalisation¹

Le Royaume-Uni illustre un exemple intéressant du processus d'institutionnalisation de la numératie qui a été initié depuis plus d'une vingtaine d'années. Le Royaume-Uni peut être considéré comme un des premiers pays à saisir la portée sociale et économique de la numératie et à l'instrumentaliser. Ce processus d'institutionnalisation a conduit à des chartes et des manifestes que d'autres pays se sont appropriés, de projets pilotes qui ont été menés auprès des communautés les plus fragilisées et marginalisées (voir les projets pilotes de type IMPACT et OCEAN). Ces projets pilotes ont permis l'émergence de ressources particulières parce qu'élaborées en collaboration avec les parents, les élèves et le corps enseignant. Ces ressources se sont révélées pertinentes pour les apprentissages en mathématiques des élèves, le développement de la numératie chez les parents, le développement de la compétence culturelle des enseignants ainsi que pour l'enrichissement des pratiques et de la pédagogie d'enseignement des mathématiques auprès des jeunes et des adultes. Dans le cas du Royaume-Uni, le

¹ Dans le cadre de ce projet, le processus d'institutionnalisation de la numératie fait référence à l'ensemble des actions et des interventions qui ont permis –et ont mené- à la formalisation, la pérennisation et l'instauration de normes, de valeurs, de modes de conduite et de politiques publiques autour des finalités et des engagements pour la numératie.

processus d'institutionnalisation de la numératie est d'ordre institutionnel, fonctionnel et culturel. L'Australie présente un processus d'institutionnalisation de la numératie largement influencé par l'approche du Royaume-Uni en particulier dans l'application qu'elle adopte des principes de la Charte Athena Swan, SAGA et Advanced HE's Athena pour l'équité, l'inclusion et la diversité. L'Ontario adopte, par ailleurs, une approche d'institutionnalisation de la numératie qui semble s'inscrire dans le cadre d'une réforme curriculaire. Cette dernière approche pourrait se révéler moins pérenne et à faible portée si on la compare à celle du Royaume-Uni et l'Australie.

Projets et programmes

Par rapport aux projets et programmes en lien avec la promotion de la numératie et des mathématiques, on souligne en premier la pertinence des projets et programmes articulés autour de l'engagement des parents- par exemple, les projets IMPACT et OCEAN- et ceux en lien avec l'Éducation STEM. Le Royaume-Uni est reconnu à l'international pour la première catégorie. L'Australie s'illustre dans la catégorie des projets STEM avec une série de programmes et de projets qui mettent en vedette la prestigieuse institution de l'*Australian Mathematics Sciences Institute* (AMSI). Au-delà de la portée et du succès des projets STEM de type *CuriousMind*, *ChooseMaths*, *GrowingTallPoppies*, ces programmes et projets mettent en relief la vision stratégique de l'AMSI : la promotion des mathématiques en partenariat étroit avec le milieu scolaire (Les écoles de l'AMSI), le milieu universitaire (politiques et principes *Advanced HE's Athena*), le milieu de la recherche (sociétés savantes, fondations, trusts, etc.) et le milieu de l'entreprise et de l'industrie. Tout le succès des projets et des programmes que chapeaute l'AMSI repose sur sa capacité de représenter, de formuler et de diffuser l'unité des ambitions, des opportunités et des défis auxquels fait face l'Australie. L'expertise australienne largement sollicitée par les organisations internationales telle l'OCDE repose sur cette expérience multisectorielle que l'Australie a développée grâce à l'implication et l'engagement de ses institutions de recherche et de ses différents ministères, et ce, dans le domaine de l'évaluation et de la mesure des compétences en lien avec la numératie et les mathématiques, de la qualification et de l'emploi, dans celui du développement et de la conceptualisation des curriculums, des cadres conceptuels et des profils de progression d'apprentissage. Il est intéressant d'analyser le parcours de l'Australie – de ses différents ministères et des sociétés savantes- pour saisir et comprendre son actuel alignement stratégique pour la promotion et l'investissement dans le domaine des mathématiques et de la numératie. Les données présentées dans le rapport permettent d'en dresser un modeste portrait. L'ensemble des projets et programmes en

cours en Australie, en numératie et en mathématiques, profite de cette expertise et la reflète. À plusieurs égards, l'Ontario semble vouloir emprunter une approche similaire à celle de l'Australie.

Ressources

L'analyse des expériences en numératie nous a permis de constater que les ressources mises à la disposition des différents acteurs et intervenants diffèrent selon leurs visées, leurs fonctionnalités, et les contextes auxquels elles ont associées. Certaines ressources semblent pertinentes et appropriées pour la numératie. On cite dans cette catégorie les ressources développées dans le cadre des projets IMPACT et OCEAN dont le livre : *Sharing Maths Cultures. IMPACT : Inventing Maths for Parents and Children and Teachers*, est un répertoire d'activités. Les ressources développées pour les programmes Education STEM du type *CuriousMind* et *Growing Tall Poppies* peuvent constituer une autre catégorie de ressources parce que le contexte, le modèle d'apprentissage et la finalité des interventions sont bien spécifiques et sont compatibles avec les attributs de la numératie : une compétence complexe de haut niveau en interaction avec la situation et ses caractéristiques. Les ressources destinées aux enseignants semblent elles aussi en mouvance puisque les cadres de référence pour les connaissances, compétences et habiletés pour l'enseignement des mathématiques évoluent ; et plusieurs chercheurs investissent de nouvelles avenues. Une troisième catégorie de ressources vise davantage la collecte des données en lien avec les compétences en numératie auprès des jeunes et des adultes (stratégies adoptées par les différents gouvernements et institutions). Toutefois, la validité des fondements de certains des tests et approches pour la collecte des données en lien avec la numératie commence à être remise en question par certains chercheurs. La numératie n'étant pas encore entièrement conceptualisée, beaucoup de travail reste encore à faire dans ce domaine pour asseoir la validité du concept et de son construit. Le nouveau cycle PIECA 2 dans lequel, de nouveau, l'expertise australienne est sollicitée, nous permettra de voir l'état d'évolution de cette conceptualisation de la numératie qui sera, d'une part, reflétée dans les instruments de mesure élaborés, et d'autre part, dans la nature des tâches et des activités conçues. Ceci permettra d'illustrer les différentes manifestations des diverses composantes de la compétence numératie. Il est, par ailleurs, important de souligner la stratégie adoptée par le Royaume-Uni pour les études d'impact, domaine où l'Université d'Oxford développe une expertise en termes de méthodologie et d'instruments d'évaluation pour se prononcer sur la pertinence des différents usages des ressources et sur la portée et les retombées réelles des projets et des programmes.

Pratiques d'enseignement des mathématiques : une dimension culturelle

Bien que les définitions diffèrent selon les écoles et les orientations des chercheurs, deux attributs lui restent associés et font consensus : le premier est son lien avec la résolution de problèmes, et le second, son impact sur les attitudes positives pour les mathématiques puisque la numératie privilégie l'authenticité des situations, l'appropriation par le sujet de la signification du problème et ainsi la motivation à résoudre le problème. L'exploration des expériences à l'international nous a permis de découvrir deux cas particuliers, celui de Singapour et celui du Québec. Le premier est reconnu à l'international pour sa performance en mathématiques, depuis presque une vingtaine d'années, aux tests internationaux TIMSS et PISA. Le second, le Québec, est reconnu pour son expertise et son expérience en pédagogie de l'apprentissage par résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques au primaire et au secondaire. Dans le rapport sur les expériences à l'international, on accorde un traitement particulier aux cas Singapour et Québec puisqu'on considère qu'ils mettent de l'avant la numératie dans leurs enseignements des mathématiques, et ce depuis plusieurs années, mais selon des cultures différentes. Une culture «formalisée» pour Singapour qui permet une optimisation de leur performance. Et une culture en héritage au Québec qui lui permet d'occuper constamment un rang honorable aux classements internationaux mais ne lui permet pas pour autant de bien se positionner en terme de performance soit comparativement aux pays en tête de peloton, ni avec ceux qui rejoignent progressivement le peloton en tête (avec des exemples à surveiller dont l'Irlande).

L'exploration des expériences en numératie à l'international nous a permis, par ailleurs, de constater l'influence qu'opère *SingaporeMaths* à l'international, en terme de modèle de pratiques exemplaires pour l'enseignement des mathématiques et de modèle de structuration pour la formation et le développement professionnel des enseignants. Plusieurs pays à travers le monde adoptent ou adaptent *SingaporeMaths*. En plus de son expertise dans le domaine de la qualité et la performance des apprentissages en mathématiques, Singapour, depuis plusieurs années, exporte ses stratégies et son processus de mise en œuvre des réformes curriculaires ; alors que des chercheurs expriment leurs réserves quant aux fondements et la portée de ce transfert de modèles. L'approche adoptée par certaines juridictions du Royaume-Uni, dont l'Irlande, mérite un suivi puisque l'adoption par l'Irlande du *SingaporeMaths* arrive à la fin du processus d'institutionnalisation de la numératie ; alors que les conditions optimales pour une réforme curriculaire sont déjà mises en place. Le cadre de l'Irlande permettrait d'observer le transfert d'un modèle et de son impact. Il est important, par ailleurs, de suivre l'évolution de l'expérience numératie en Ontario qui semble opter pour une réforme curriculaire avec un

alignement stratégique qui, à plusieurs égards, rappelle celui de Singapour. Il est à souligner que les deux adoptent et réfèrent au même cadre –celui de Fullan²- pour le leadership en éducation, celui du triangle du succès.

Il est également important de souligner que nous avons analysé le cas Singapour en faisant une lecture particulière de son cadre de référence «résolution des problèmes mathématiques» sous l'angle de la numératie, exploitant le cas Singapour pour souligner l'étroite relation et interrelation entre les mathématiques et la numératie, d'une part, et le rôle déterminant que joue la numératie dans la performance en mathématiques, d'autre part.

Le récit sur le cas de la France est bref. Dans le rapport sur les 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques, préparé par Villani et Torossian (2018), peu d'attention explicite est accordée à la numératie. Par contre, le choix de la France d'adopter le modèle *SingaporeMaths* nous interpelle. Par ailleurs, les différentes mesures exposées dans le rapport 2018 de Villani et Torossian viennent soutenir notre intention d'analyser plus en profondeur les diverses perspectives en émergence, en premier celles en lien avec l'existence de trois types de numératie : une scolaire, une académique et une pour les adultes. Cette analyse nous permettrait de mener une analyse plus poussée sur les 21 mesures et de les positionner par rapport à ces avenues en émergence. La numératie, une compétence associée au domaine des mathématiques, et de plus en plus à un champ d'intervention des plus stratégiques en éducation, celui des STEM et celui de l'inclusion et de genre, est sans doute, un des domaines de recherche des plus prometteurs. Il rejoint les ambitions de l'économie de l'éducation et les défis des profils de compétences en mouvance de l'emploi.

Il est, par ailleurs, important de noter les changements fonctionnels et organisationnels qui s'opèrent au niveau de certaines institutions de prestige qui s'assurent de garder un contrôle et un leadership dans le domaine de la recherche et de l'innovation dans le domaine des mathématiques. On cite à titre d'exemples : la *London Mathematical Society* qui vient d'acquérir, en 2019, le statut IRO (Independent Research Organization) lui permettant d'accéder à des financements s'élevant à 7 milliards d'Euros ; l'*Institute of Mathematics and its Application* (IMI) qui avec un amendement effectif depuis 2015 à la charte royale qui la soutient depuis 1990 pour l'octroi de nouveaux statuts en lien avec la qualification des mathématiciens –Chartered mathematician- l'IMI élargi son pouvoir et son influence avec l'acquisition

² Une entrevue avec Michael Fullan et Ken Leithwood résume très bien cette conception du triangle du succès : *Deep Pedagogy, Systemness and Leadership* sur laquelle reposerait le succès d'un système de l'éducation : <http://www.michaelfullan.com/media/13557615570.pdf>

de nouveaux territoires pour la formation et la qualification en enseignement des mathématiques, et à différents niveaux ; le nouvel Institut de mathématiques de l'Université de Sydney qui reçoit un plus grand financement que celui de l'AMSI; les territoires pour le contrôle et la gouvernance sur les ressources pour l'enseignement et la formation en mathématiques avec l'exemple de l'Université de Cambridge et l'Université d'Oxford ; les stratégies que développe Singapour pour exporter son expertise sur la mise en œuvre des réformes, en particulier celle en vogue pour les curriculums. La recherche en numératie bénéficie de cette effervescence que connaît le domaine des mathématiques ainsi que la vogue de l'éducation STEM puisque la numératie propose des alternatives, explore de nouvelles avenues pour promouvoir les mathématiques, les rendre plus accessibles à un plus grand nombre de personnes, et surtout, réoriente la réflexion autour des finalités des mathématiques : résoudre des équations et/ou résoudre des problèmes ? Avec un modèle que plusieurs qualifient d'exemplaire, celui de Singapour, on serait tenté d'emprunter la réflexion de Steen dans «*The Future of Mathematics Education*» (*On the shoulders on Giants: New Approaches to Numeracy, 1990*) et avancer que Singapour a su voir plus loin («he just saw further than the rest of us»).

1 INTRODUCTION

À première vue, on associe la numératie au concept de nombre. Mais peu de gens savent qu'à ses premiers balbutiements, la numératie fut tout d'abord associée à une revendication sociale ayant des préoccupations économique et citoyenne. Sa définition a fait l'objet de plusieurs débats pendant plus d'une décennie, riches en réflexions et en questionnements : En quoi consiste la numératie ? Qu'elle est sa place dans les sciences mathématiques ? En quoi se distingue-t-elle de la littératie quantitative ? Quelle serait sa contribution dans l'éducation mathématique ? Se pourrait-il qu'elle partage avec les mathématiques un même langage, mais se révéler une littératie distincte ? Le débat se poursuit.

Il a fallu que la numératie rejoigne les préoccupations et les rouages combien complexes et puissants des classements internationaux (TIMSS, PISA, PIECA, etc.) pour que les différents acteurs et intervenants, dans les secteurs de l'éducation, de l'emploi et de l'économie adhèrent à une définition commune, celle de l'OCDE (2013). La numératie trouve enfin une formulation relativement concise et opérationnelle qui consiste en : *«la capacité de localiser, d'utiliser, d'interpréter et de communiquer de l'information et des concepts mathématiques afin de s'engager et de gérer les demandes mathématiques de tout un éventail de situations de la vie adulte. À cette fin, la numératie implique la gestion d'une situation ou la résolution d'un problème dans un contexte réel, en répondant à un contenu / à des informations / à des concepts mathématiques représentés de différents manières.»* (OCDE, 2013).

Autant le monde de la recherche que celui de l'emploi et de l'économie tenaient à ce qu'on formule la numératie en termes opérationnels afin de pouvoir la mesurer, la pondérer et la quantifier. N'est-elle pas devenue une compétence de base, une compétence essentielle dans un monde de plus en plus de nombres, d'illustrations et de représentations au sein d'environnements de modélisation et de simulation, gouvernés par une réalité immersive, enrichie, augmentée et où les données se voient prendre des formes et des significations potentielles, immédiates ou latentes ?

Les compétences et les habiletés associées à la numératie, devenues des indicateurs de la réussite scolaire, de l'employabilité, des indices de croissance économique et de retour sur investissement, forcent à accorder à la numératie une attention particulière. Ses liens, rapports et relations avec les sciences mathématiques accentuent l'intérêt et l'attention. Alors qu'au début de notre siècle, les discours autour de la numératie étaient considérés comme des questionnements presque philosophiques et existentiels : numératie et démocratie, numératie et inclusion sociale, nous assistons

aujourd'hui à un discours sur la numératie qui la met en lien direct avec les prévisions économiques, avec les indicateurs de compétitivité, les indices d'innovation, etc. Cette dimension économique, à son tour, incite à l'élaboration d'interventions stratégiques qui agiraient comme un investissement à moyen et long terme, sur le système de l'éducation et celui de l'économie de l'éducation.

Le présent rapport qui porte sur les expériences à l'international avec les cas : Royaume Uni, Australie, Singapour, France, Ontario et Québec, est l'occasion de faire un survol exploratoire sur les différentes formes d'institutionnalisation et les différents types d'intervention associés à la numératie dans différents pays. Loin de se prétendre une revue de littérature exhaustive des différentes expériences observées dans ces différents pays, le projet propose un cadre d'analyse -ou un cadrage pour certains cas - pour une lecture particulière des différentes expériences. Cette lecture, d'une part, tient en compte le fait que plusieurs cadres conceptuels pour la numératie existent et que certains sont en émergence ou en cours d'élaboration. D'autre part, elle explore certaines pratiques en lien avec la numératie.

Nous avons essayé, chaque fois que les données dont nous disposons nous le permettent, de garder la même structure pour le récit des différentes expériences :

- un cadre qui permet l'ancrage de l'expérience et contribuer à la mise en contexte des actions. Dépendamment des cas, ce cadre fait référence à des contextes de référence ou conceptuels, à des manifestes, à des déclarations, ou des chartes.
- Les institutions qui par le biais de leurs statuts, leurs missions, la nature des acteurs et des interventions qu'elles initient tracent et influencent les trajectoires et les portées de l'expérience.
- Les projets et les programmes associés à la numératie et qui permettent de voir les différentes manifestations et appropriations des buts et intentions des projets en numératie.
- Les ressources qui constituent les produits et les outils qui permettent la mise en œuvre de projets et programmes de la numératie et qui permettent d'apporter des éléments de réponse à au succès, à l'échec, à la pérennité des actions et à la portée des missions et des interventions associées à la numératie.

2 CAS DU ROYAUME-UNI

Faits saillants :

- Processus d'institutionnalisation de la numératie,
- Études d'impact des projets pilotes.
- Processus de développement des ressources.
- Design du cadre conceptuel Cambridge Mathematics : Maths-numératie.
- Optimisation de la performance: cas de l'Irlande.

Préambule

C'est dans le rapport Crowther (1959) qui portait sur l'éducation mathématique des jeunes britanniques, âgées de 15 à 18 ans, que le terme numératie fût présenté pour la première fois ; selon l'Oxford English Dictionary (2011). La numératie y est énoncée comme étant l'image miroir de la littératie.

*«When we say that a scientist is «illiterate», we mean that he is not well enough read to be able to communicate effectively with those who have had a literary education. When we say that a historian or a linguist is «innumerate» we mean that he cannot even begin to understand what scientists and mathematicians are talking about. The aim of a good Sixth Form should be to send out into the world men and women who are both literate and numerate».*³ (Ministry of Education, 1959, p. 270). Dans le rapport, on y précise également que la numératie consiste: *«... not only the ability to reason quantitatively but also some understanding of scientific method».* (non seulement en la capacité de raisonner quantitativement, mais aussi en une certaine compréhension de la méthode scientifique.)

Un autre rapport en lien avec la numératie et que l'on cite souvent dans les articles de recherche est le rapport de Cockcroft (1982). Dans le cadre d'une étude sur l'enseignement des mathématiques dans les écoles d'Angleterre et du Pays de Gales, le mathématicien décrit la qualification *détenir une numératie* «being numerate» comme étant : *«possessing an at-homeness with numbers and an ability to use mathematical skills to cope confidently with the practical demands of everyday life»* (p. 11)⁴. Dans le rapport, on fait référence à la numératie comme étant une compétence essentielle et on y identifie deux caractéristiques d'un individu « numérate » : *«the ability to use mathematics in everyday life and to understand and*

³ Traduction libre : Quand on dit qu'un scientifique est « illettré », on veut dire qu'il n'est pas assez lettré pour pouvoir communiquer efficacement avec ceux qui ont eu une formation littéraire. Quand nous disons qu'un historien ou un linguiste est « innumerate », nous voulons dire qu'il ne peut même pas commencer à comprendre de quoi parlent les scientifiques et les mathématiciens. Le but devrait être d'envoyer dans le monde des hommes et des femmes qui savent à la fois lire et compter». (Ministère de l'Éducation, 1959, p. 270)

⁴ Traduction libre : «posséder une familiarité avec les nombres et une capacité à utiliser des compétences mathématiques pour faire face avec confiance aux exigences pratiques de la vie quotidienne ».

appreciate information presented in mathematical terms» (Cockroft, 1982, cité par Madison et Stenn, 2008, p. 3)⁵.

Il est, par ailleurs, important de préciser qu'un des résultats du rapport Cockroft est l'introduction de la statistique dans le curriculum national Britannique, avec la promotion d'une approche pratique «hands-on» des applications statistiques et de l'analyse des données (Madison et Steen, 2008, p. 4).

Family Numeracy Program (FNP), un programme du Royaume Uni dont le projet pilote mené de **1997 à 1998**, conçu par *Basic Skills Agency*, représente une autre facette de l'approche adoptée par le RU dans ses interventions en numératie : une inclusion sociale et une préoccupation pour l'engagement des parents dans l'éducation de leurs enfants. L'approche avait un double objectif : améliorer la numératie des parents en les impliquant et intervenir sur la numératie de leurs enfants.

Le programme consistait à mener des actions et à analyser leur efficacité afin d'augmenter l'aide que les parents apportent à leurs enfants en lien avec la numératie, augmenter rapidement le niveau de numératie chez les enfants de 3 à 5 ans et tout particulièrement chez les enfants à risque et soutenir et accroître le niveau de numératie des parents. (*The Basic Skills Agency*, Parsons & Bynner, 1998).

L'intérêt constant accordé par le Royaume Uni à la problématique de la numératie, et ce depuis de nombreuses années, a mené au développement d'une posture qui conjugue différentes perspectives que nous allons graduellement découvrir soit :

- La numératie dans son rapport au contexte social: *[there are] many numeracies, depending on the social contexts to which we are referring*»(Johnston and Yasukawa, 2001, p. 291).
- On ne peut associer un niveau de mathématiques à la numératie : *«There is no particular «level» of mathematics associated with [numeracy] ; it is as important for an engineer to be numerate as it is for a primary school child, a parent, a car driver or a gardener. The different contexts will require different mathematics to be activated and engaged in. Thus*

⁵ Traduction libre : « la capacité d'utiliser les mathématiques dans la vie de tous les jours et de comprendre et d'apprécier les informations présentées en termes mathématiques ».

numeracy is an umbrella term that, in a way, means to be literate in mathematics».
(O'Donoghue, 2002, p. 54)⁶.

Dans les paragraphes qui suivent nous présentons brièvement, les éléments qui illustrent l'expérience en numératie au Royaume Uni en terme de cadres de référence, de programmes et de projets pilotes, d'institutions impliquées et de ressources mises à la disposition des différents acteurs afin de souligner les éléments qui nous semblent essentiels dans le processus d'institutionnalisation de la numératie par le Royaume Uni.

2.1 CADRES DE RÉFÉRENCE

Plusieurs cadres de référence orientent l'expérience en numératie au Royaume-Uni et permettent de saisir et de comprendre les interventions et les actions dans ce domaine.

2.1.1 *Manifesto for a Numerate UK*

Ce manifeste est élaboré par *National Numeracy*, un organisme indépendant établi en 2012 et dont la mission est de contribuer à redresser le faible niveau de numératie des adultes, enfants et jeunes.

Le manifeste réfère à ***cinq principes*** en lien avec la numératie:

- 1- ***la numératie est une compétence essentielle et un droit pour chacun*** : le succès économique du RU et le bien être individuel des personnes reposent sur elle.
- 2- ***N'importe qui peut améliorer ses compétences « mathématiques de tous les jours »*** : On peut apprendre la numératie. La compréhension mathématique n'est pas déterminée à la naissance.
- 3- ***L'amélioration requière efforts et applications***. La clé pour de meilleures compétences en numératie sont la détermination et la résilience. L'apprentissage est une dure tâche pour tout le monde.

⁶ Traduction libre : « Il n'y a pas de « niveau » particulier de mathématiques associé à [la numératie] ; il est aussi important pour un ingénieur d'avoir un bon niveau de numératie que pour un enfant du primaire, un parent, un automobiliste ou un jardinier. Les différents contextes nécessiteront que des mathématiques différentes soient activées. Ainsi, la numératie est un terme générique qui, d'une certaine manière, signifie savoir lire et écrire en mathématiques ».

4- **Améliorer la numératie nécessite l'encouragement, le soutien et un bon enseignement.**

Le système d'éducation, les employeurs et les politiciens ont chacun leur part de responsabilité.

5- **Les attitudes négatives sont les premières barrières à l'atteinte d'un niveau de numératie adéquat au Royaume-Uni.** Éliminer ces attitudes négatives, modifier les croyances et conceptions sur les mathématiques sont fondamentales pour le changement.

Après la présentation de sa mission et de ses valeurs, le manifeste expose l'engagement et l'urgence d'agir en s'appuyant sur des données : a) le nombre de citoyens ayant une faible numératie (**17 millions en Angleterre**), b) le coût de ce bas niveau de numératie sur l'économie du pays (**20 milliards, l'équivalent de 1,3 % du PIB du pays**). Les éléments de solution ainsi que les changements requis par la société en termes d'investissement individuel, de valeurs, croyances et attitudes sont présentés ainsi qu'une liste de recommandations pour chaque tranche d'âge (jeunes et adultes). Le tout est accompagné de comparaisons à l'international, pour permettre de dresser un portrait de la situation et susciter l'engagement.

Le manifeste présente également les différents éléments essentiels pour devenir «numérate» : Raisonner, résoudre des problèmes, prendre des décisions, forme-espace-mesure, nombres et systèmes numériques, opérations et calcul, et manipulation de l'information (figure 1).

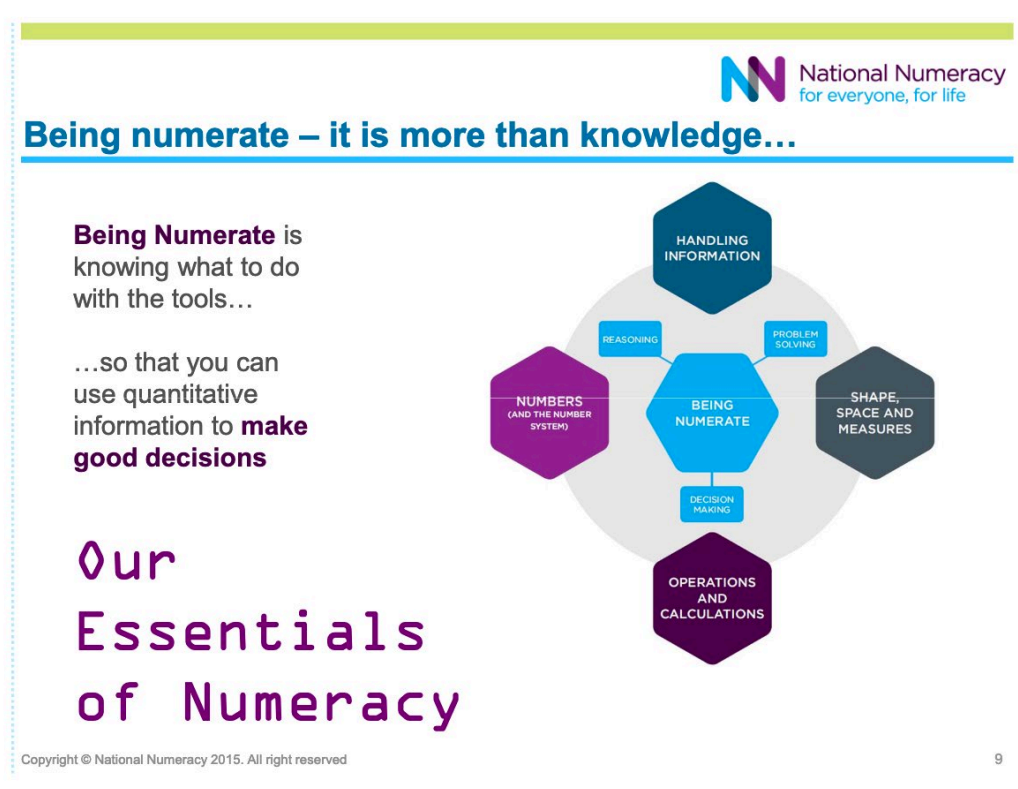


Figure 1 : Schéma illustrant comment la National Numeracy expose la numératie en tant de compétence essentielle (National Numeracy, 2015, p. 12).

2.1.2 Manifesto for Cambridge Mathematics

Un autre manifeste, cette fois issu de l'Université de Cambridge, une des universités les plus prestigieuses au monde -et classée dans le Top 10 des universités offrant les meilleurs programmes en mathématiques- s'élabore en 2015 et est opérationnel depuis 2020. Le manifeste présente les sept buts que se donnent ses membres: 1- lancer un défi et s'engager à assurer la qualité de l'éducation en mathématiques pour l'ensemble de la population, 2- collaborer pour utiliser la position de Cambridge pour l'éducation en mathématiques, montrer son leadership et développer une voix de notoriété, 3- développer par des professeurs et des enseignants un cadre de référence pour toutes les tranches d'âge avec une approche distincte, et qui repose sur de solides données issues de la recherche, 4- développer et rendre accessible du matériel d'apprentissage et d'enseignement de qualité, 5- soutenir une infrastructure pour améliorer la formation initiale des enseignants et le développement professionnel continu ; 6- développer des tests pour soutenir le développement du raisonnement mathématique de haut

niveau ; 7- développer une approche reconnue et valorisée par les parents, les jeunes, les enseignants, les institutions et les gouvernements.

Les principes sous-jacents du manifeste sont au nombre de quatre :

- Accessibilité : Rendre accessible Cambridge Mathematics (pour tous les élèves).
- Référence aux données probantes de la recherche: Faire un usage rigoureux de la recherche pour déterminer les meilleures façons de faire qui améliorent les résultats (outcomes).
- Collaboration et consultation : Travailler et consulter les partenaires en éducation mathématique, à l'échelle nationale et internationale, ainsi que le secteur public et privé.
- Cohérence du programme : Présenter un programme cohérent avec ces quatre éléments : cadre de référence, ressources, tests d'évaluations formatives et sommative et cadre de référence pour le développement professionnel intégrant les connaissances mathématiques et la pédagogie.

Le manifeste Cambridge Mathematics se dote, par la suite, d'un cadre de référence dynamique (figure 2).

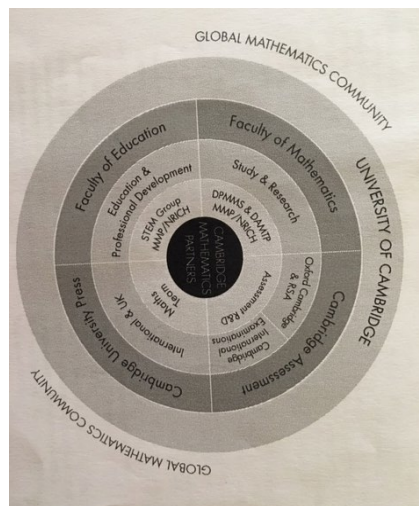


Figure 2: Schéma du manifeste dans ses premières versions (document archive, site Manifeste Cambridge Mathematics)

La communauté mathématique de l'Université de Cambridge se donne, par le biais de ce manifeste, une mission soit celle de contribuer à la société en poursuivant un objectif d'excellence en éducation et en recherche.

Cambridge Mathematics se présente comme une organisation dont le but est de soutenir le design du curriculum des mathématiques. Ces fondateurs promettent le développement d'un cadre conceptuel numérique flexible et interconnecté qui permettrait de repenser l'éducation mathématique de 3 à 19 ans. Le processus de design est transparent, collaboratif et prend en considération les travaux de recherche et les données probantes de la recherche.

Dans le manifeste de 2015, ils annonçaient pour 2020 une structure qui serait le résultat d'un travail collaboratif entre spécialistes en éducation mathématiques à travers le monde. La figure 3, représente la structure annoncée pour 2020.

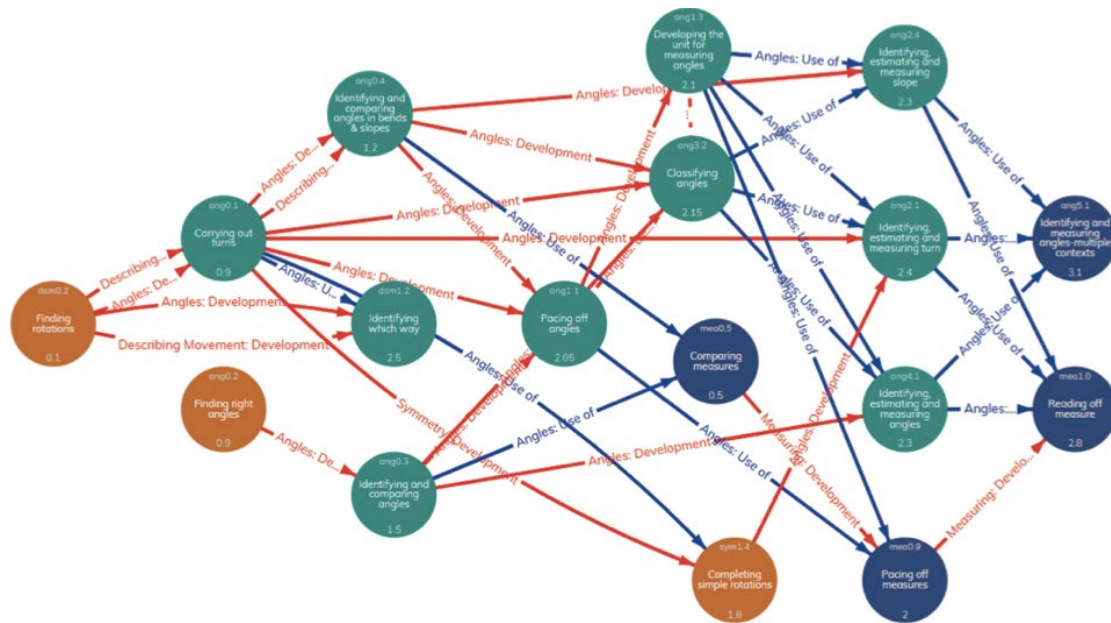


Figure 3 : Les éléments de la structure de Cambridge Mathematics (page écran du schéma présenté sur leur site, version 2020).

Nous nous limitons dans les paragraphes suivants à exposer comment la structure du Cambridge Mathematics est définie sur leur site en termes de «Framework features», «Edges», «Research nodes» (Research Layer).

Framework features

Waypoints (Mathematical content Layer. The majority of our nodes are ‘waypoints’, defined as ‘a place where learners acquire knowledge, familiarity or expertise’. The specification of waypoints in our ontology is based on characterisation of learning sequences by Michener (1978) and Swan (2014, 2015). Each waypoint contains a summary of the mathematics (the ‘what’) and why it is included (the ‘why’). Waypoints at the beginning of a theme, as described above, are additionally designated ‘exploratory’. We recognise also that it is useful to bring different ideas together where the whole is greater than the

sum of the parts – we identify these as ‘landmark’ waypoints.⁷

Edges

Waypoints are connected by edges. Each is labelled according to a mathematical theme, and whether the connection between the waypoints is best described as a conceptual progression, or the use of a skill or concept.⁸

Research nodes (Research Layer)

Our design is informed by research evidence and conversations with knowledgeable others. Some decisions we make are unsubstantiated other than by the team’s own practical experience. Our decision making is transparent because we record the basis for our writing in our Research Layer which comprises our research nodes and summaries.⁹

Par le manifeste Cambridge Mathematics, l’Université de Cambridge affiche une nouvelle posture et l’engagement de sa communauté dans la promotion, la valorisation et l’innovation du domaine des mathématiques.

2.1.3 Indice de l’inclusion et charte Athena SWAN

Le contexte des diversités culturelle et ethnique qui caractérise le Royaume-Uni a mené à la promotion et à l’adoption de principes d’inclusion très tôt dans les établissements scolaires. Les travaux menés par le CSIE : *Centre for Studies in Inclusive Education*, une collaboration entre l’Université de Manchester et l’Université de Christ Church College de Canterbury ont permis de mieux définir l’indice d’inclusion et d’amener différents systèmes qu’ils soient politiques, culturels ou pratiques à l’adopter (figure 4).

⁷ Traduction libre : Fonctionnalités du cadre Waypoints (Couche de contenu mathématique. La majorité de nos nœuds sont des « waypoints », définis comme « un endroit où les apprenants acquièrent des connaissances, une familiarité ou une expertise ». La spécification des points de cheminement dans notre ontologie est basée sur la caractérisation des séquences d'apprentissage par Michener (1978) et Swan (2014, 2015). Chaque point de cheminement contient un résumé des mathématiques (le « quoi ») et pourquoi il est inclus (le « pourquoi ». Les points de cheminement au début d'un thème, comme décrit ci-dessus, sont en outre désignés « » Nous reconnaissons également qu'il est utile de rassembler différentes idées là où le tout est supérieur à la somme des parties – nous les identifions comme des points de cheminement « repères ».

⁸ Traduction libre : Bords : Les « waypoints » sont reliés par des bords. Chacun est étiqueté selon un thème mathématique, et si la connexion entre les points de cheminement est mieux décrite comme une progression conceptuelle, ou l'utilisation d'une compétence ou d'un concept

⁹ Traduction libre : Niveau de recherche. Notre design est éclairée par des données de recherche et des conversations avec d'autres personnes bien informées. Certaines décisions que nous prenons sont appuyées par la propre expérience pratique de l'équipe. Notre prise de décision est transparente car nous enregistrons la base de notre écriture dans notre niveau de recherche qui comprend nos nœuds de recherche et nos résumés



Figure 4 : Schéma illustrant l'interaction des trois systèmes : Politiques inclusives, Pratiques inclusives et Cultures inclusives (Booth & Ainscow, 2002)

L'indice est défini comme une ressource pour soutenir le développement inclusif des écoles et favoriser la participation de tous les élèves. L'indice offre aux écoles un processus de soutien pour une auto-évaluation et un développement qui repose sur les points de vue du personnel, du gouvernement, des élèves et étudiants, des parents et des tuteurs, ainsi que les membres de la communauté. Le but est de réduire les barrières d'apprentissage et soutenir la participation de tous les élèves et /ou étudiants. L'indice encourage une perspective d'apprentissage où les élèves et les étudiants sont activement impliqués, intégrant ce qui leur est enseigné à leurs propres expériences.

Cet indice d'inclusion a été soumis à plusieurs validations : en 2000, dans le cadre d'une recherche action avec 17 écoles impliquant 4 autorités locales d'éducation (*Local Education Authorities : LEAs*). Par la suite, en mars 2000, les documents de l'indice ont été distribués gratuitement par le Ministère de l'Éducation et de l'emploi, à toutes les écoles primaires, secondaires et écoles spécialisées et à tous les LEAs d'Angleterre.

Comme nous allons le voir, les projets pilotes initiés au Royaume-Uni pour la numératie, l'indice de l'inclusion et son opérationnalisation vont façonner le processus d'intervention et d'opérationnalisation des actions et des politiques publiques en lien avec la numératie.

L'indice d'inclusion établit un cadre qui prescrit comment l'inclusion prend forme en termes de cultures et de pratiques et comment elle doit permettre l'élaboration et l'évolution des politiques publiques. Depuis les premières formes de l'indice de l'inclusion, les chercheurs ont rendu les principes opérationnels en leur associant des directives, des règles, un cadre de contrôle et d'évaluation ainsi que des modalités de gestion qui ont été largement intégrés et exploités, en premier par le milieu scolaire, et dans le cas particulier des projets en numératie

(voir projets IMPACT et Océan).

On retrouve l'essentiel du cadre «indice de l'inclusion» -des années 20- sous une forme plus évoluée et actualisée, celle de la fameuse charte Athena SWAN (figure 5), cadre de référence et instrument qui agit et oriente les politiques au niveau de l'enseignement, et qui joue un rôle déterminant –direct et/ou indirect- dans les orientations et stratégies adoptées en lien avec la numératie et les mathématiques.

bioRxiv preprint first posted online Feb. 26, 2019; doi: <http://dx.doi.org/10.1101/555482>. The copyright holder for this preprint (which was not peer-reviewed) is the author/funder, who has granted bioRxiv a license to display the preprint in perpetuity. It is made available under a CC-BY-NC-ND 4.0 International license.

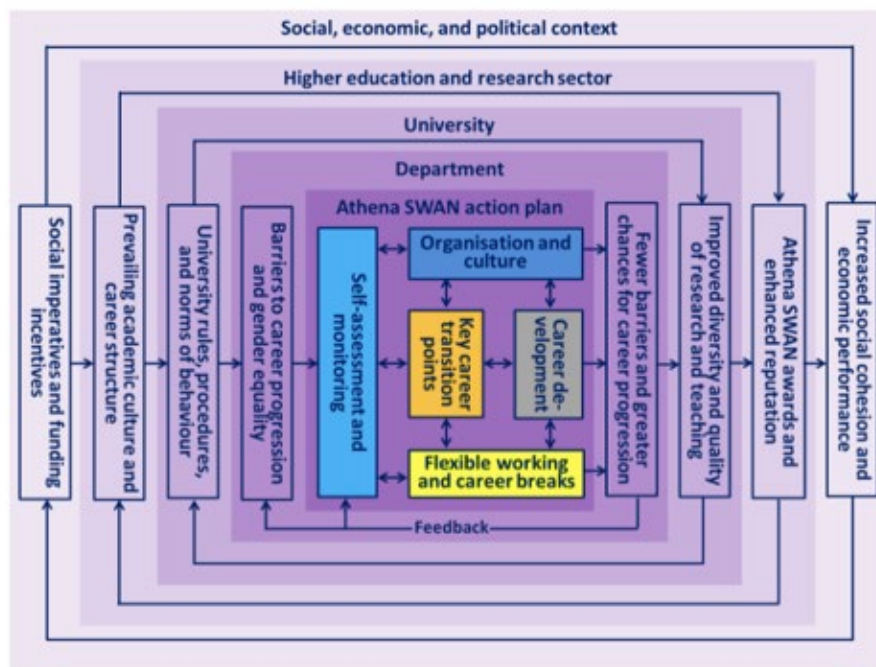


Figure 5 : L'action dynamique de planification Athena Swan comme système complexe ancré dans le contexte.

D'une charte qui définit les principes qui régissent l'égalité et l'inclusion, la charte Athena SWAN situe, identifie les écarts, prescrit certaines actions et permet l'accès aux sources de financement.

Il est important de souligner, par ailleurs, que la charte Athena SWAN est enregistrée sous une licence internationale et qu'elle constitue le cadre de référence adopté par l'Unesco pour toute politique, programme ou orientations qui a trait à l'inclusion et à la question genre.

L'indice de l'inclusion ainsi que la charte Athena et Athena SWAN, permettent en grande partie

de saisir le contexte dans lequel sont élaborés et menés les projets et les programmes en lien avec la numératie au Royaume-Uni. Ces deux cadres de référence contribuent à illustrer la posture du Royaume-Uni : une posture considérant les aspects d'inclusion sociale, de citoyenneté et de capital humain comme étant fondamentaux pour tout projet en numératie.

2.2 PROJETS ET PROGRAMMES

Plusieurs recherches portent sur l'engagement des parents et la réussite scolaire en mathématiques, nous accordons une attention particulière à deux projets réalisés au Royaume Uni, d'une part, parce qu'ils adoptent une approche intéressante pour la numératie, et d'autre part, parce que le cadre des interventions en lien avec ces deux projets sont d'actualité : l'inclusion sociale et l'importance d'investir dans le capital humain (Muir, 2011 ; *National Numeracy*, 2019 ; Bastiani, 2004 ; Bernie et Lall, 2008 ; Boaler, 2015) . Les deux projets sont :

- Projet IMPACT: *Inventing Maths for Parents and Children and Teachers*
- Projet OCEAN: Ocean faisant référence à un quartier des plus défavorisés de Londres.

2.2.1 Projet IMPACT

Le projet IMPACT qui a débuté en 1985 dans les quartiers défavorisés de Londres avait pour but d'impliquer et d'engager les parents dans les activités et les devoirs scolaires de mathématiques de leurs enfants. Les activités conçues et développées par des équipes d'enseignants et d'éducateurs cherchaient à créer une proximité entre les mathématiques de l'école et la communauté afin que ce qui est enseigné en mathématiques à l'école ait un sens pour les parents, et que progressivement cela les amène à s'impliquer davantage dans l'éducation et dans les apprentissages de leurs enfants.

Les devoirs de mathématiques sont conçus pour susciter la participation des parents, en particulier les mères, avec des consignes et des fiches pour la rétroaction des parents et des enfants sur la pertinence des activités. L'activité est par la suite réinvestie dans l'enseignement en classe. La documentation issue de ce projet est riche en informations et en pistes d'investigation autant pour les enseignants que pour les éducateurs (Merttens & Vass, 1990).

Les données issues des différentes interventions (design des activités, commentaires des parents et des élèves) montrent que l'expérience a permis aux parents de devenir plus confiants lors de l'encadrement de leurs enfants lors des devoirs scolaires, participent par la suite aux activités de l'école et deviennent progressivement partie prenante dans l'éducation de leurs enfants. Grâce au projet IMPACT, les parents ont pris conscience des besoins en mathématiques de leurs enfants, de la nécessité de la pratique et de la diversité des expériences d'apprentissage, en particulier celles en lien avec les jeux¹⁰ en termes d'approche et de pédagogie.

Le projet a permis, par ailleurs, d'identifier les parents comme des acteurs et partenaires dans tout projet éducatif et à légitimer la nécessité pour l'école de soutenir cet engagement et cet investissement des parents dans la réussite scolaire des enfants. (Morgan & Tremere, 1993, p.66).

2.2.2 *Projet OCEAN*

S'inscrivant dans la même perspective que le projet IMPACT, à savoir l'importance d'impliquer les parents dans la réussite scolaire des enfants en mathématiques dès le début de leur parcours scolaire, et en particulier auprès des populations les plus défavorisées et issues de l'immigration, le projet OCEAN a été soumis à des études d'impact et d'évaluation.

Plus que de simplement impliquer les parents dans la réalisation des devoirs mathématiques de leurs enfants, le projet OCEAN offre des ateliers, d'une part, aux parents afin de les sensibiliser à l'importance de leur participation aux apprentissages mathématiques de leurs enfants, et d'autre part, des ateliers aux enseignants pour les former et les superviser dans ce parcours de développement et d'interaction avec les parents en faisant la promotion des compétences culturelles (*culturally responsive attitudes*). Les devoirs de mathématiques sont remis aux élèves aux deux semaines. À souligner que c'est dans le cadre du projet OCEAN que la dimension d'«*empowerment*» des parents est plus perceptible puisque les observations et les analyses menées dans le cadre des études d'impact soulignent le changement des attitudes des parents envers les mathématiques et la progression de leurs apprentissages sont décrites et analysées.

¹⁰ Ces résultats appuient une initiative d'En avant math ! autour des jeux traditionnels et l'apprentissage des maths au préscolaire, primaire.

Par ailleurs, les écoles qui se sont investies pendant sept années dans le projet OCEAN ont démontré une amélioration dans le rendement en mathématiques des élèves en Key Stage 2 (Ks2)¹¹ et Key Stage 3 (Ks3)¹². Les rapports sur le projet OCEAN montrent une amélioration de la performance des élèves en mathématiques (Bastiani, 2004), une amélioration de la compréhension des mathématiques par les parents, un transfert de la méthodologie de supervision et d'encadrement des enseignants aux parents, et une plus grande implication des parents à la vie de l'école et dans l'éducation de leurs enfants (Bernie & Lall, 2008).

Le projet Ocean est depuis 2015 *Ocean Maths Project* (OMP). Il est maintenant enregistré comme organisation de bienfaisance et continue à évoluer avec plus de 2000 écoles qui suivent ses protocoles et ses ateliers de formation.

Le *National Numeracy* s'en inspire dans l'élaboration de son projet *Parental Engagement* (*National Numeracy*, 2015).

Un des objectifs principaux du projet Ocean Maths est de faire avancer l'éducation des enfants et des jeunes issues des familles désavantagées du RU dans le domaine des mathématiques, améliorer la confiance et la participation des parents aux devoirs.

Ces projets viennent attester que le changement d'attitudes, les pratiques de l'école et l'implication des parents aux activités et aux processus d'apprentissage de leurs enfants peuvent contribuer, de manière significative, à contrer le problème de l'échec en mathématiques (Bernie & Lall, 2008, p.4).

Deux éléments importants sont associés au projet Ocean. Le premier est l'habileté à transmettre les méthodes d'enseignement des mathématiques des enseignants aux parents, facteur principal du succès du projet. Le second est l'appropriation du projet comme une pratique de l'école cohérente et alignée avec la stratégie nationale pour la numératie.

Nous verrons dans la partie «institutions» d'autres projets et programmes initiés ou soutenus par les grandes institutions britanniques et qui illustrent une approche différente de la promotion des mathématiques et de la numératie en termes de stratégies et de visées.

¹¹On fait référence aux élèves en 3, 4, 5, ou 6^{ème} année du primaire ayant un âge entre 7 et 11 ans.

¹²On fait référence aux élèves en 7, 8, ou 9^{ème} année du secondaire ayant un âge entre 11 et 14 ans.

2.3 INSTITUTIONS

Selon Skovsmose (2012), il est temps de mettre en place un nouvel agenda de recherche en éducation mathématique en termes de politique économique de l'éducation mathématique.

Le Royaume Uni est reconnu pour le prestige et la qualité de la recherche et des enseignements de ses institutions universitaires et sociétés savantes œuvrant dans le domaine des mathématiques. On se limite dans cette introduction à citer celles qui semblent se démarquer par leur discours, actions et orientations et qui- directement ou indirectement- participent à l'enrichissement de la problématique de la numératie au RU: *London Mathematical Society, Institute of Mathematics & its Applications, British Academy, National Association of Mathematics Advisers (NAMA), Oxford Mathematics and Ashmolean, Cambridge Mathematics, Institute for Mathematical Innovation, Newton Gateways to Mathematics, Internal Centre for Mathematical Sciences, United Kingdom Mathematics Trust, Clay Mathematics Institute*, et autres.

Dans le cadre de ce rapport, nous nous limitons à présenter certaines des tendances que nous avons observées à la lecture des rapports de ces institutions et à l'analyse de leurs sites respectifs, dans le contexte d'une époque qualifiée d'*Era of Mathematics*.

Institutions universitaires

L'université de Cambridge ainsi que l'Université d'Oxford figurent dans le Top 10 des institutions offrant les meilleurs programmes de mathématiques, selon les classements internationaux pour l'enseignement supérieur. Le faible niveau en numératie noté chez les citoyens britanniques ainsi que le rang qu'occupe le RU par rapport à la moyenne des pays de l'OCDE dans les classements internationaux (TIMSS, PISA, PEICA) interpellent l'ensemble des intervenants associés au domaine des mathématiques.

Leur engagement se reflète, entre autres, dans les différentes actions entreprises par ces deux institutions. L'Université de Cambridge, avec la structure de développement des ressources et les différents programmes cités au lancement du manifeste Cambridge Mathematics propose d'intégrer des perspectives intéressantes pour la numératie académique, celle en lien avec

l'enseignement supérieur et la recherche (voir le manifeste Cambridge Mathematics).

Alors que l'Université de Cambridge s'engage dans un processus de responsabilité sociale de la recherche universitaire dans la qualité de l'éducation et du rendement scolaire en mathématiques par le développement d'une stratégie, d'un manifeste, d'un cadre de référence, et l'élaboration de ressources accessible à tous, l'Université d'Oxford, opte pour l'évaluation et des études d'impact.

C'est ainsi que l'Université d'Oxford a mis sur pied « Impact Framework » qui se spécialise dans l'évaluation des projets et des ressources éducatives en faisant la promotion des études d'impact qu'elle définit ainsi sur leur site : L'étude d'impact est une recherche qui vise l'investigation sur les changements particuliers ou les retombées qu'un produit ou un service a sur une groupe de population qu'il est supposé aider ou apporter un bénéfice.

L'Université d'Oxford s'implique dans l'évaluation des impacts et retombées de certaines ressources éducatives comme c'est le cas avec la ressource Mathletics adoptée par un réseau croissant d'établissements scolaires.

En s'impliquant dans l'évaluation des ressources éducatives et en exposant les résultats sur l'étude d'impact des différents usages de cette ressource, l'Université d'Oxford affiche un nouveau leadership et se dote d'un nouveau d'influence et de décision.

L'Université d'Oxford s'investit, par ailleurs, dans le développement de ses propres ressources éducatives pour l'enseignement et le soutien à l'apprentissage des mathématiques, avec l'exemple de MyMaths¹³, une ressource qui est opérée par *Oxford University Press*. MyMaths est utilisée par approximativement 80% des écoles du secondaire du RU, avec plus de 4 millions d'étudiants utilisateurs au RU et dans plus de 70 pays à travers le monde.

L'Université d'Oxford œuvre, par ailleurs, à valoriser son héritage mathématique et l'histoire des mathématiques en s'associant avec le musée de Ashmolean dans la production de films : Trajectoires aléatoires : Random Walks- The Mathematics of the Ashmolean.

¹³ MyMaths : <https://www.mymaths.co.uk/>

2.3.1 Sociétés savantes

Le discours associé à la numératie au RU est économique et éducatif. Les faibles niveaux de numératie observés autant chez les jeunes que chez les adultes sont en partie expliqués comme le résultat d'un système éducatif dont les approches, les pédagogies d'enseignement devraient être révisées à la lumière des études et de la recherche en mathématiques, en numératie et en didactique des mathématiques. Ces faibles niveaux de numératie sont aussi appréhendés comme étant des facteurs limitant la croissance économique et la création d'emploi.

Les sociétés savantes optent, cependant, pour des discours distincts. Et quelques exemples d'orientations nous permettent de percevoir comment l'expérience numératie au RU est en train de tracer ou de faire évoluer le parcours et les structures des institutions parmi les plus prestigieuses notamment la *London Mathematical Society*, l'*Institute of Mathematics and its Applications* et la *British Academy*.

2.3.1.1 London Mathematical Society

Pour la *London Mathematical Society*, l'importance croissante de l'impact et de la portée économique des mathématiques devrait être accompagnée d'un renouveau de la culture de développement, de production et de réinvestissement de la recherche en mathématiques pour l'économie et le bien-être de la société, alors que les structures universitaires établies freinent et ne favorisent pas la dynamique de création et d'innovation. Sur son site, la *London Institute for Mathematical Sciences* fait la promotion des mathématiques en mettant l'accent sur : «uses mathematics to understand, predict and improve the world». (le recours aux mathématiques pour comprendre, prédire et améliorer le monde).

Son nouveau statut d'IRO (*Independent Research Organization*), en 2019, l'autorisant à postuler pour un financement annuel de l'état de 7 milliards d'euros, pourrait lui permettre de mettre en action certaines de ses orientations, surtout en lien avec la recherche, suite à sa déclaration au journal du *Times Higher Education* : «We need to challenge the university monopoly on research» (site de la *London mathematical Society*, 2019). (Nous devons remettre en question le monopole qu'ont les universités sur la recherche)

La *London Mathematical Society* vise à concevoir un centre de recherche en mathématiques consacré seulement à la recherche fondamentale. Le centre de recherche serait un espace et un environnement : «*Inspirational, anti-bureaucratic, and competes through market efficiencies*» (Inspiré, anti-bureaucratique et compétitif grâce à l'efficacité du marché).

2.3.1.2 Institute of Mathematics and its Applications (IMI)

L'IMI affiche sur son site son engagement et ses valeurs en se situant par rapport à un concept clé et central dans toutes les déclarations et chartes actuelles en lien avec les mathématiques et la numératie, à savoir la diversité: «*Mathematics knows no races or geographic boundaries ; for mathematics, the cultural world is one country*» (Howard Eves in *Mathematical Circles Squared*, Boston (1971)¹⁴. Elle y présente son engagement pour soutenir la diversité, l'égalité et l'inclusion en précisant que l'institut s'est doté de politiques pour soutenir les femmes en mathématiques et que son comité scientifique adopte la déclaration sur la diversité, égalité et inclusion et consolide ses actions pour soutenir la qualité de l'éducation mathématique à tous les niveaux et pour tous.

On note, par ailleurs, que dans sa stratégie 2018-2023 (IMA, 2018), l'IMA consolide sa stratégie et ses territoires d'intervention. Alors que depuis 1990, la charte royale accordée à l'IMA lui permet l'octroi du statut de *Chartered mathematician*, un amendement à la charte royale permet à l'IMA l'octroi d'autres statuts : *Chartered Mathematics Teachers* (amendé en 2008 et effectif depuis 1^{er} juillet 2015), avec une extension pour l'adhésion des membres à celui d'associé, affilié ou membre étudiant; ainsi que deux nouvelles catégories: *Advanced Members and General Members*. Ces statuts peuvent être octroyés avec ou sans la collaboration et le partenariat d'autres sociétés ou organisations savantes.

2.3.1.3 British Academy

¹⁴ Traduction libre : Les mathématiques ne connaissent ni races ni frontières géographiques ; pour les mathématiques, le monde culturel est un pays

C'est l'aspect économique qui oriente les actions de la *British Academy* dans le contexte de la numératie par son appui et soutien au Data Skills Manifesto (*British Academy Higher Level Strategy Group for Quantitative Skills*). Elle participe aux rapports sur l'impact de cette problématique sur les opportunités de création de l'emploi (avec le *Centre for Economics Business Research*) et sur le rapport *Counts Us In* qui à son tour réclame la nécessité d'une nation «*data literate*». Ceci nous ramène aux recommandations et actions entreprises suite aux rapports de Cockroft (1982) pour une nouvelle culture pour les mathématiques: «la capacité d'utiliser les mathématiques dans la vie de tous les jours et de comprendre et d'apprécier les informations présentées en termes mathématiques» (Cockroft, 1982, cité par Madison & Steen, 2008, p. 3).

Il est à noter, par ailleurs, que les différentes institutions universitaires ainsi que les sociétés savantes consolident leurs actions et leur image en s'associant, ou en élaborant des partenariats institutionnel ou interinstitutionnel, avec des partenaires qui jouent un rôle de:

- Passerelles entre les institutions et les décideurs : par la passerelle Joint Promotion of Mathematics.
- Partenaire pour enrichir et consolider les actions avec par exemple le **Nrich Maths Project** ; collaboration entre la faculté de mathématiques et la faculté de l'éducation de l'Université de Cambridge. Il s'agit d'une équipe d'enseignants qualifiés en «*RICH mathematical thinking*». Ils jouent le rôle de soutien et de conseiller auprès des élèves et des enseignants de mathématiques et sont impliquées dans les politiques de l'éducation.

2.4 CONCLUSIONS SUR L'EXPÉRIENCE ROYAUME-UNI

En dehors du contexte des annonces des résultats des différents classements internationaux tels TIMSS, PISA, PIECA, le Royaume Uni mène depuis plus d'une trentaine d'années une réflexion sur l'importance de la numératie en termes d'inclusion sociale, d'*empowerment*, et de compétence essentielle à promouvoir pour son économie et son leadership à l'échelle internationale.

Cette réflexion menée au Royaume Uni se matérialise par l'élaboration de cadres de référence,

d'indices et de manifestes qui aboutissent à l'élaboration d'une coalition autour de la problématique de la numératie et de la création d'un espace de convergence qui d'une part, rappelle aux experts mathématiciens leurs responsabilités sociales (dans l'esprit du *Manifesto for Cambridge Maths*), et d'autre part, souligne l'importance d'une pédagogie et de nouvelles approches pour l'éducation mathématique (à l'image des projets pilotes IMPACT et Ocean).

La figure 6 illustre l'évolution du processus d'institutionnalisation de la numératie par le Royaume Uni, d'une part, un processus que l'on peut qualifier de «*bottom up*» en partant des projets pilotes et en examinant l'évolution de leurs statuts actuels. Et d'autre part, on peut le qualifier de «*top down*» en examinant comment les cadres et les chartes utilisés et instrumentalisés dans la promotion et la valorisation des mathématiques et de la numératie sont en train de modeler et de diriger les politiques des institutions, en particulier au sein des structures de la recherche et de l'enseignement supérieur.

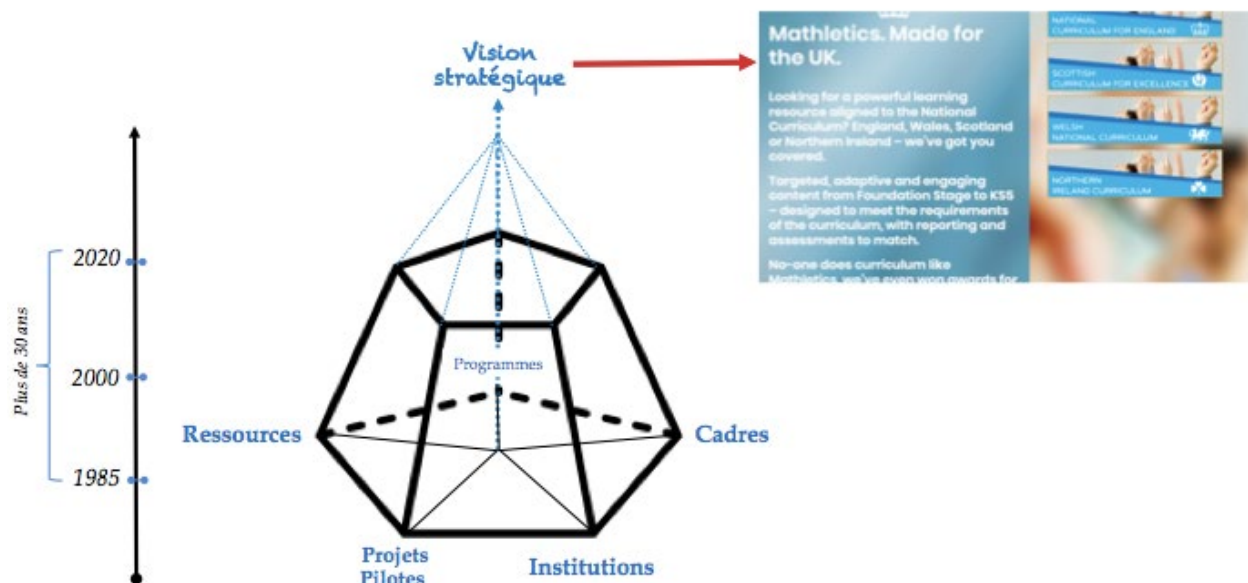


Figure 6 : Processus d'institutionnalisation de la numératie par le Royaume-Uni depuis 1959 ainsi que les nouvelles perspectives pour les différentes juridictions.

Les axes d'intervention activités dans la promotion et l'engagement dans le projet numératie par le Royaume-Uni sont essentiellement : les projets pilotes, les programmes, les cadres et l'institutionnalisation et le développement des ressources. Ce processus d'institutionnalisation

amorcé depuis plus d'une trentaine d'années permet au Royaume-Uni d'entrevoir des perspectives de retour sur investissement si on suit l'évolution de certaines de ses juridictions comme l'Irlande dans les classements internationaux. Le leadership qu'ambitionne l'Université de Cambridge pour les mathématiques et pour la numératie vient conforter le Royaume Uni comme leader dans la promotion des pratiques inclusives dans l'accès pour tout le monde à une éducation de qualité.

3 CAS AUSTRALIE

Faits saillants :

- Alignement stratégique : mathématiques, numératie et STEM.
- AMSI : système et mécanisme d'autorégulation dirigé par les données probantes issues de la recherche.
- Mathématiques pour l'Australie.
- Communication et image.

Préambule

En 1997, l'*Australian Association of Mathematics Teachers* (AAMT) présentait une définition de la numératie en précisant ce qu'est "être «numerate»": *«is to use mathematics effectively to meet the general demands of life at home, in paid work, and for participation in community and civic life.»*(AAMT, p.15)¹⁵. En 1998, un consortium constitué d'experts australiens membres de l'ACER (*Australian Council of Educational Research*) prenait la responsabilité du projet PISA, initiative de l'OCDE, qui consistait à développer et implémenter un test international pour le suivi des élèves de 15 ans. Contrairement au test TIMSS, PISA ne se limite pas à l'évaluation des connaissances curriculaires, mais évalue aussi les compétences des élèves de 15 ans en lien avec trois aspects : contenu, processus et situations où les connaissances mathématiques sont utilisées. Cette perspective va largement alimenter la réflexion autour de l'enseignement des mathématiques et de ses finalités non seulement en termes académiques, mais aussi en termes de qualification pour le marché du travail et l'emploi.

Le consortium australien responsable de la réalisation du projet PISA en 1998 avait pour président le professeur Jan de Lange, de l'institut Freudenthal, de l'Université d'Utrecht qui précisait que le projet sur le test PISA de l'OCDE: *«In keeping with this orientation, the assessment is broad, focusing on «students» capacities to analyse, reason and communicate ideas effectively by posing, formulating and solving mathematical problems in a variety of situations»*(de Lange, 1999, p.41)¹⁶.

En 2000, la conférence de l'ACER intitulée: *Improving numeracy learning : what does the research tell*

¹⁵ Traduction libre : " implique l'utilisation efficace des mathématiques pour être en mesure de répondre aux exigences de la vie à la maison, dans le milieu du travail et la participation à la vie de sa communauté »

¹⁶ Traduction libre : " L'évaluation est large, mettant l'accent sur les habiletés des élèves à analyser, raisonner et communiquer de manière efficace en posant, formulant et résolvant des problèmes mathématiques dans une gamme de situations »

us ? questionnait déjà le curriculum australien sur la numératie. On y fait allusion à la réflexion de Willis (1999, p. 22) qui suggérait qu'un "programme adéquat pour développer la numératie chez tous les élèves doit mettre l'accent sur le développement de la conviction que les mathématiques sont pertinentes pour l'individu et sa communauté; d'habiletés d'apprentissage telles l'écoute, la lecture, la verbalisation et l'écriture ; le développement des concepts mathématiques nécessaires à la compréhension de nouvelles idées mathématiques ; et le développement chez chacun d'un sentiment de confiance et de compétence pour comprendre des arguments mathématiques et scientifiques lors de prises de décision ».¹⁷

En Australie, la problématique de la numératie a été abordée tôt dans le secteur de la formation, de l'emploi et des qualifications. Déjà en 1995, le *Taskforce on Families in Western Australia* soulignait les liens numératie-mathématiques affirmant que la numératie devrait être au cœur de tout curriculum pour la petite enfance. En effet les cinq premières années de vie jouent un rôle crucial et auront un impact important par la suite, sur la performance scolaire. *L'Australian Association of Mathematics Teachers* définit, par la suite, ce que sont les premières finalités de la numératie dans le système scolaire : créer et offrir des opportunités qui permettent de faire un lien entre les connaissances curriculaires et le contexte et les situations amenant l'élève à leur donner sens et à valoriser leur portée dans la résolution des problèmes. À ce sujet, Dwyer et al. (2000) précisent: «*Numeracy is included as part of mathematics and science for problem solving, and an effective program is one that encourages direct, first hand, interactive experiences with natural and manipulative materials, ... develop children's understanding of key vocabulary...provides instruction and practice in recognising numerals, counting objects, describing and naming shapes, reproducing and extending simple patterns, using basic measurement tools, and collecting and organizing information*»¹⁸.

Cette prise de conscience de la nécessité de porter un nouveau regard sur le système d'éducation considérant les changements sociotechnologiques, les problématiques complexes associées à l'environnement, à la nature des secteurs d'emplois en émergence et à la pénurie des qualifications en lien avec les secteurs porteurs d'innovation, en premier celui des mathématiques et des sciences, amène, en 2001, *l'Australian Council of Deans of Education* (ACDE) à se positionner par rapport aux finalités et perspectives futures de l'éducation : «*And, for the learning which is now required, the old education simply won't do. The new economy requires new persons who can work flexibly with changing*

¹⁷ «*An appropriate curriculum to develop numeracy for all students would focus on developing: the attitude, that mathematics is relevant to me personally and to my community ; the learning skills (listening, reading, talking and writing) and fundamental mathematical concepts needed to access personally new mathematical ideas, and the confidence and competence to make sense of mathematical and scientific arguments in decision-making situations*»

¹⁸ Traduction libre: La numératie est nécessaire pour la résolution de problèmes mathématiques et scientifiques. Un curriculum efficace encourage des expériences directes, de première main et interactives avec du matériel de manipulation, développement la compréhension des élèves du vocabulaire clé, fournit des leçons sur la reconnaissance des chiffres, le dénombrement d'objets, la description et reconnaissance des figures, la reproduction de patterns de base, l'utilisation d'outils de mesure et la cueille et l'organisation de données.»

technologies, persons who can work effectively in new relationship-focused commercial environment; and people who are able to work within an open organisational culture and across diverse cultural settings. »(ACDE, 2001, p.33)¹⁹.

La *Federation of Australian Scientific and Technological Societies* (FASTS) qui regroupait dans les années 90 plusieurs associations: *Australian Mathematical Society* (AusMS), *Statistical Society of Australia* (SSA), *Australian Association of Mathematics Teachers* (AAMT), *Mathematics Education Research Group of Australia* (MERGA), à cause de divergences de perspectives, a empêché l'épanouissement d'un leadership australien reconnu par la communauté internationale. La déclaration sur les profils des huit *Key Learning Areas* (KLAs) en 1990 n'a pas eu le consensus requis et l'Australie s'est retrouvé avec divers curriculums pour les mathématiques, accompagnés de documents qui n'ont pas facilité la compréhension des avenues présentées par la fédération. Ceci a impacté de manière négative les intérêts et ambitions des institutions et associations mathématiques australiennes (Thomas, 2011). Dans son article : *Mathematics Education in Australia : 1980-2011*, l'auteure souligne l'importance et la nécessité d'une «voix» coordonnée et collaborative pour l'Australie afin de défendre et d'investir dans le domaine des mathématiques.

Si nous avons tenu à exposer et à élaborer autour de certaines dates pour le cas de l'Australie, c'est dans un but précis : celui de retracer l'intérêt et l'attention accordée à la numératie par les chercheurs et les responsables australiens. En fait, la vision de l'Australie pour la numératie et les mathématiques évolue depuis plus d'une trentaine d'années.

L'Australie continue sa réflexion et ses actions sur la numératie et son expertise dans le domaine est reconnue par l'OCDE, la plus grande entreprise qui dirige, dicte et se prononce sur la qualité et les orientations des systèmes d'éducation à l'international. Responsable du développement et de l'implémentation du projet PISA pour l'OCDE, en 1998, l'expertise australienne est de nouveau sollicitée par l'OCDE, cette fois, pour l'un des tests les plus importants par sa portée économique en termes de capital humain, d'*empowerment*, et de perspectives économiques; celui de PIECA. En 2018, un nouvel expert australien, membre de l'ACER, David Tout, est désigné président du groupe expert responsable de la révision et de l'élaboration du cycle 2 du test PIECA. On peut avancer que la numératie est d'ores et déjà une priorité internationale et que la numératie sera régie par un cadre conceptuel dynamique et évolutif.

Pour illustrer l'expérience en numératie pour le cas Australie, nous essaierons de respecter la même

¹⁹ Traduction libre : "L'enseignement traditionnel ne fonctionne plus pour soutenir l'apprentissage en regard des nouvelles exigences de la société. La nouvelle économie demande de nouvelles personnes qui sont en mesure de travailler avec les nouvelles technologie et de s'adapter aux changements constants, des personnes capables de travailler efficacement dans un nouvel environnement commercial axé sur les relations ; et des personnes capables de travailler à l'intérieur d'une culture organisationnelle ouverte et dans divers contextes culturels .

structure que pour le Royaume-Uni, lorsque c'est possible. Nous présentons les différents éléments qui permettent l'ancrage de l'expérience : les cadres, institutions, projets et programmes et ressources.

3.1 CADRES DE RÉFÉRENCE

Plusieurs cadres sont associés à l'expérience en numératie en Australie soit parce qu'ils réfèrent à des secteurs différents, soit parce qu'ils sont sous-jacents à des considérations et préoccupations distinctes.

3.1.1 Établissements scolaires

En se référant à la politique Numeracy K-12 adoptée par le gouvernement du NSW (<https://education.nsw.gov.au/policy-library/policies/numeracy-k-12-policy>), la numératie est l'une des sept compétences identifiées essentielles par le département de l'éducation (figure 7).

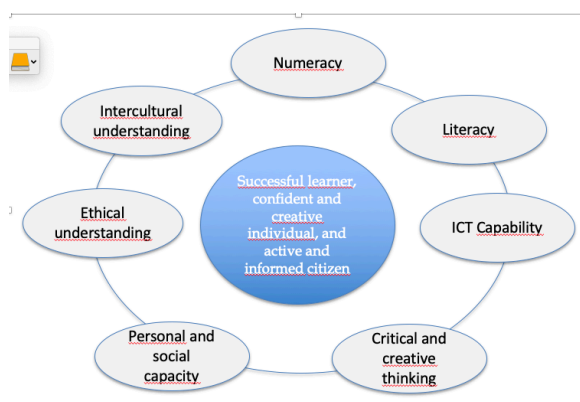


Figure 7 : Le département de l'éducation du New South Wales (Nouvelle-Galles du Sud) identifie la numératie comme faisant partie des habiletés générales et est explicitement intégrée dans tous les syllabus du NSQ (NSW Department of Education, Numeracy General Capacity)

Les compétences de la numératie font référence à un cadre conceptuel qui s'articule autour de cinq éléments:

1. Calcul mental et raisonnement numérique,
2. Patterns et raisonnement algébriques,
3. Visualisation spatiale et raisonnement géométrique,
4. Mesures et calculs du temps,
5. Représentations graphiques et analyse des données.

L'ACARA (Australian Curriculum Assessment and Reforming Authority) présente dans ses documents la progression des apprentissages de la numératie en établissant une correspondance entre les différents niveaux de développement de la numératie et les qualifications et ce, pour chacun des champs d'intervention des KLA's (Key Learning Areas).

La numératie est, par ailleurs, explicitement intégrée dans tous les syllabus du curriculum national australien avec des documents d'accompagnement très structurés pour assurer et soutenir les enseignants dans l'encadrement de la progression des apprentissages des élèves en numératie, en science, en économie et affaires, en histoire, etc.

Un cours sur «*Numeracy Across The Curriculum*» offert en ligne et accrédité par le Ministère de l'Éducation permet tant la formation des enseignants que l'accès aux ressources développées par l'ACARA. Ces ressources permettent aux enseignants : de suivre la progression des apprentissages, d'orienter et guider la conception des activités, d'identifier les obstacles aux apprentissages. Par ailleurs, des directives très structurées, une méthodologie et des ressources sont mis à la disposition des enseignants pour concevoir et organiser les séances d'enseignement et de rétroaction. Ces séances peuvent être enregistrées, puis analysées avec un protocole d'analyse et de réinvestissement documentés et encadrés par des experts.

D'autres juridictions ont développé diverses formes de diffusion pour la sensibilisation et la promotion de la numératie auprès de la population, en particulier auprès des parents et des tuteurs (exemple : *Department for Education and Child Development, Government of South Australia*, voir www.australiancurriculum.edu.au).

3.1.2 Institutions de l'enseignement supérieur et la recherche

Les institutions réfèrent soit à des chartes ou des mesures politiques adoptées par le gouvernement australien.

3.1.2.1 Indice de l'inclusion, charte Athéna Swan et SAGA

En 2001, l'Australie célèbre l'année de la réconciliation avec les Premières Nations. La conférence internationale de l'*Australian Council for Education Research* (ACER) qui se tenait à Fremantle, cette année-là, accordait à la problématique de l'enseignement des mathématiques et de l'inclusion une attention particulière; dans sa conférence d'ouverture ainsi que dans les communications et les panels. Plus de la moitié des thématiques abordées traitaient de la problématique de l'inclusion sous la perspective des barrières culturelles, de «discrimination», de réponse culturelle, en soulignant leurs impacts et portées socioéconomiques, en particulier en enseignement des mathématiques (AARE, 2001).

L'indice d'inclusion qui régit, comme nous l'avons déjà vu avec le cas Royaume Uni, la dynamique d'élaboration, d'évaluation et directives entre les politiques, les pratiques et les cultures inclusives,

s'impose et est intégré en Australie dans les politiques, déclarations, mesures et est adopté à différents niveaux et par divers secteurs, en premier celui de l'éducation, l'enseignement supérieur et celui de la recherche.

Charte Athena SWAN, Charte SAGA

En 2005, la charte Advance HE's Athena Swan est établie. La charte a pour objectif d'encourager et de reconnaître l'engagement des institutions de l'enseignement supérieur et de la recherche pour l'avancement des carrières des femmes en sciences, technologie, ingénierie, mathématiques et médecine. Depuis 2005, elle est largement adoptée par les institutions d'arts, sciences humaines, affaires et droit. Plusieurs universités australiennes se sont investies dans le processus d'institutionnalisation de la charte Athena Swan et Athena SAGA en participant à la première cohorte Advance HE's Athena Swan. Il s'agit d'un projet national pilote qui réfère à des données probantes pour analyser les actions et pour démontrer les impacts de l'adoption des chartes (Ortus Economic Research & Loughborough University, 2019; Oxford Research and Policy, 2009)

SAGE (*Science in Australia Gender Equity*) résulte d'un partenariat entre l'*Australian Academy of Science* and *The Australian Academy of Technology and Engineering* dont le but est d'initier le processus d'institutionnalisation de la charte Advance HE's Athena SWAN et d'accréditer son cadre de référence en Australie. Le projet SAGA et le partenariat établi sont une réponse au besoin de coordination formulée par l'*Australian Higher Education and Research* pour une approche nationale pour améliorer l'équité genre dans le secteur de STEM.

Déjà en 2015, 15 des 45 universités australiennes participant au projet pilote ont été reconnues et récompensées par le prix Athena SWAN Bronze par SAGA. Ces 15 institutions sont: *Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO), Baker Heart and Diabetes Institute, Charles Stuart University, CSIRO, Curtin University, Edith Cowan University, Griffith University, Monash University, Swinburne University of Technology, Queensland University of Technology, University of New South Wales, University of Newcastle, University of Technology Sydney, University of Wollongong, Walter and Eliza Hall Institute.*

Depuis, plusieurs institutions ont joint cet engagement et ont été accréditées Athena SWAN en 2019 dont la *South Australian Health and Medical Research Institute, Southern Cross University, University of Canberra, University of Melbourne, University of Western Australia.*

Plusieurs rapports et articles analysent et élaborent sur le cadre de référence utilisé pour l'accréditation

Athena SWAN, Athena SAGA, ses outils et instruments d'évaluation et de supervision offerts (Kalpazidou Schmidt et *al.*, 2019).

3.1.2.2 Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians

La déclaration de Melbourne porte sur deux buts : 1- Équité et excellence pour les écoles australiennes et 2- tous les jeunes Australiens doivent devenir des apprenants qui réussissent, des individus confiants et créatifs et des citoyens actifs et informés. Ces deux buts sont nécessaires à la prospérité sociale et économique du pays, peut-on lire dans cette déclaration qui date de 2008.

La déclaration de Melbourne accorde une importance au développement du capital humain, à l'éducation inclusive comme une condition pour assurer une croissance économique durable, et à la nécessité d'innover et d'investir dans les huit *Key Learning Areas* (KLAs), avec une attention particulière pour l'Anglais et les mathématiques. Dans les paragraphes qui suivent, on énumère quelques éléments de la déclaration de Melbourne qui ont contribué, de manière directe ou indirecte, à l'expérience numératie en Australie.

- Que les désavantages socioéconomiques cessent d'être un déterminant significatif dans les résultats scolaires et que les jeunes Australiens soient dotés des compétences essentielles en littératie, en numératie et en résolution de problèmes.
- Que les gouvernements australiens s'engagent à travailler en partenariat avec le secteur scolaire pour assurer que les jeunes, parents, tuteurs, les services de formation, les entreprises soutiennent le progrès scolaire en fournissant un milieu d'apprentissage riche, les opportunités de développement personnel et de citoyenneté.
- Un excellent enseignant a la capacité de transformer la vie des élèves, de les inspirer et d'encourager leur développement en tant qu'apprenants, individus et citoyens.
- La responsabilité des leaders scolaires est de créer et de soutenir l'environnement d'apprentissage.
- L'école doit offrir des parcours scolaires diversifiés pour répondre aux besoins des élèves et à leurs aspirations.
- L'importance d'un partenariat avec les intervenants en éducation, en formation ainsi que les employés et la communauté.

Les mesures et politiques recommandées par la déclaration de Melbourne, en 2008, abordent aussi la

thématique du curriculum australien et prescrit les recommandations suivantes:

- Accorder une grande importance et un accent particulier aux compétences en littératie et en numératie.
- Les domaines d'apprentissage n'ont pas une importance égale. L'anglais et les mathématiques ont une importance fondamentale et ce, à tous les niveaux.
- Soutenir les jeunes à développer un ensemble de compétences génériques et des compétences pour l'employabilité qui ont une application particulière dans le monde du travail.

La déclaration de Melbourne accorde, par ailleurs, une importance particulière à l'évaluation. Elle précise trois types d'évaluation :

1. L'évaluation de l'apprentissage qui permet aux enseignants d'utiliser les informations issues de la progression des élèves pour adapter et orienter leurs enseignements,
2. L'évaluation de l'apprentissage qui permet aux élèves de réfléchir et de superviser leur propre progrès et les informe sur leurs futurs objectifs,
3. L'évaluation de l'apprentissage qui permet de soutenir les enseignants à utiliser les données sur les apprentissages des élèves pour évaluer l'atteinte des objectifs par les élèves.

La Déclaration accorde également une grande importance à la transparence et la reddition de comptes : *«Good-quality information on schooling is important for schools and their students, for parents and families, for the community and for governments»²⁰*. Ceci permet aux gouvernements, d'analyser si les écoles performant bien, d'identifier les écoles avec des besoins spécifiques, de déterminer où les ressources sont requises pour l'atteinte des objectifs, d'identifier les pratiques exemplaires et les innovations, de conduire des comparaisons nationales et internationales tant des approches que de la performance des apprenants et de développer des données probantes sur ce qui fonctionne.

La déclaration souligne l'importance pour les gouvernements de disposer d'informations fiables sur la performance des écoles pour soutenir les progrès des élèves, des écoles et les différents secteurs de l'éducation.

La déclaration de Melbourne a été appuyée par une série de plans d'action (2009-2012) avec des stratégies et des initiatives que les gouvernements australiens ont entreprises en collaboration avec tous les milieux scolaires. Les plans d'action sont soutenus, renouvelables avec l'engagement des

²⁰ Une information de bonne qualité sur la scolarisation est importante pour les écoles et leurs élèves, pour les parents et les familles, pour la communauté et pour les gouvernements

gouvernements à encourager les pratiques exemplaires, le partage et l'application des connaissances, adoptant une approche qui permet le partage des charges et des bénéfices de la réforme.

3.1.2.3 STEM Education

La majorité des projets pilotes en cours en Australie réfèrent aux principes d'action en lien avec l'éducation STEM qui accordent aux domaines mathématiques –et la numératie- une place centrale. Ils sont alignés sur l'énoncé du *National Council of Supervisors of Mathematics* (NCSM) et le *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) qui reconnaît et affirme l'importance et le rôle d'une solide base en mathématiques comme la priorité de tout programme en éducation STEM. Et que tout programme en éducation STEM, incluant les activités en dehors de l'école, devraient soutenir et améliorer les programmes scolaires des mathématiques sans compromettre le temps d'enseignement qui leur est alloué. Par ailleurs, le design et le développement des activités STEM devraient, selon ses énoncés, considérer et traiter le contenu mathématique en accord avec les niveaux et les pratiques mathématiques appropriées pour chaque stade et niveau; et selon la progression des apprentissages requise.

Selon le chef scientifique de l'Australie, Professeur Ian Chub «*It's time to do what so many other countries have already done: take a long-term strategic view of STEM's pivotal role in securing a stronger Australia.*»²¹

Nous verrons dans la partie « projets et programmes » quelques exemples d'initiatives australiennes qui illustrent les caractéristiques de l'ancrage des programmes de l'éducation STEM dans le curriculum national australien, en soulignant les spécificités qui la distinguent, en particulier, celles en lien avec le partenariat avec les institutions d'enseignement supérieur, de la recherche, de la formation et de l'industrie.

3.2 INSTITUTIONS

Plusieurs institutions australiennes se sont intéressées depuis plus d'une vingtaine d'années à la problématique de la numératie et ont largement contribué à son évolution et influencé la posture actuelle de l'Australie pour la numératie. Nous énumérons dans les paragraphes qui suivent ce qui nous semble important de retenir dans le cadre de notre présent projet:

1. 1987: Experts Australiens pour le développement et l'implémentation du projet PISA pour

²¹ Traduction libre « Il est temps de faire ce que tant d'autres pays ont déjà fait : adopter une vision stratégique à long terme du rôle central de STEM dans la consolidation d'une Australie plus forte. »

l'OCDE.

2. **1990:** Énoncé et profils couvrant les huit domaines clés de l'apprentissage (KLAs: Key Learning Areas) par la *Federation of Australian Scientific and Technological Societies* (FASTS). Les mathématiques y sont définies comme prioritaires.
3. **1995:** La numératie devrait être au cœur des préoccupations mathématiques pour le *Taskforce on Families of West Australia*.
4. **1998:** les politiques pour une «*Numeracy Education In Schools*» par l'*Australian Association of Mathematics Teachers* (AAMT) (qui se prononce sur ce qu'est être « numérate »)
5. **2002:** AMSI : Les mathématiques reconnues comme priorité et domaine d'investissement qui drainent et assurent la prospérité et la croissance économique pour l'Australie (mission de l'AMSI).
6. **2008:** Déclaration de Melbourne dont plusieurs éléments seront utilisés pour guider, entre autres, le développement d'un curriculum national pour la numératie : cadre, plans d'actions et mesures politiques, etc. La déclaration de Melbourne est l'aboutissement du *Ministerial Council of Education, Employment, Training & Youth Affairs* (MCEETYA).
7. **2008:** Une revue de littérature sur la numératie, menée à l'échelle nationale, conclut que le développement de la numératie chez les élèves requière un engagement trans-curriculaire par les écoles et les systèmes. *Council of Australian Governments* (COAG) énonce: «...all systems and schools recognize that, while mathematics can be taught in the context of mathematics lessons, the development of numeracy requires experience in the use of mathematics beyond the mathematics classroom, and hence requires an across the curriculum commitment». (COAG, 2008, p. 7).²²
8. **2009:** Nécessité du renouveau et de l'innovation pour le système de l'éducation: *National Curriculum Board* (NCB).
9. **2011:** Émergence de questionnements sur la numératie académique («academic numeracy»). Les universités doivent se positionner par rapport aux interactions entre la numératie et les mathématiques avancées.
10. **2013:** Numératie et ses impacts sur l'emploi et les qualifications: *Closing the Gap: Expansion of Intensive Literacy and Numeracy Program*, et positionnement du département de l'industrie

²² Traduction libre « ... tous les systèmes et toutes les écoles reconnaissent que, si les mathématiques peuvent être enseignées dans le contexte des cours de mathématiques, le développement de la numératie nécessite une expérience dans l'utilisation des mathématiques au-delà de la classe de mathématiques, et nécessite donc un engagement dans l'ensemble du programme d'études »

(MI).

11. **2013**: La numératie comme compétence générique par l'*Australian Qualification Framework* (AQF).
12. **2014**: Mesures et actions pour l'évaluation de la numératie dans le cadre de programmes nationaux: *National Assessment Program-Literacy& Numeracy* (NAPLAN), *Language, Literacy& Numeracy* (LLN), *Practitioner Scholarship Program*, responsabilité, rôle et implications de l'ACARA (*Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority*) dans le suivi de la performance des élèves et de celles des écoles. L'énoncé de l'ACARA en lien avec la numératie se lit comme suit: «*Students become numerate as they develop the knowledge and skills to use mathematics confidently across all learning areas at school and in their lives more broadly. Numeracy involves students in recognizing and understanding the role of mathematics in the world and having the dispositions and capacities to use mathematical knowledge and skills purposefully*»(ACARA, 2014, p. 13)²³. La numératie est décrite explicitement pour chaque domaine des 7 KLAs du curriculum australien.
13. **2015**: Positionnement des départements de l'éducation en identifiant les habiletés, les compétences, et les comportements, requis par la numératie, *Department of Education & Communities*, NSW.
14. **2016**: Nécessité d'un positionnement des universités pour la numératie: *academic numeracy*.
15. **2018**: Expertise australienne de nouveau sollicitée par l'OCDE et un expert Australien est nommé président du groupe expert pour le cycle 2 du test PIECA (projet OCDE).

3.2.1 AMSI : Australian Mathematics Sciences Institute

L'AMSI se présente comme une entreprise collaborative des sciences mathématiques en Australie. Nous présentons, tout d'abord, les mots clés qui la définissent et qui reflètent ses fonctionnalités et ses fonctions.

L'AMSI :

- Offre une indépendance aux disciplines des sciences mathématiques et leur fournit une infrastructure qui permet de prendre des initiatives à l'échelle nationale et internationale.
- Intervient dans différents secteurs: recherche et enseignement supérieur, éducation primaire et secondaire et engagement avec les industries et le monde du commerce.

²³ «Les élèves deviennent « numerate » à mesure qu'ils développent les connaissances et les compétences nécessaires pour utiliser les mathématiques avec confiance dans tous les domaines d'apprentissage à l'école et dans leur vie en général. La numératie implique que les élèves reconnaissent et comprennent le rôle des mathématiques dans le monde et qu'ils aient les dispositions et les capacités pour utiliser à bon escient les connaissances et les compétences mathématiques.»

- Est reconnue comme leader dans l'offre de services, d'activités et les initiatives stratégiques.
- Intervient dans le but de collaborer avec ses partenaires pour une amélioration radicale des niveaux des compétences mathématiques en Australie.
- Agit en bénéficiant du soutien financier du gouvernement du Commonwealth et de Victoria.

Son rapport 2015 sur le profil disciplinaire des sciences mathématiques est accompagné d'un document de politiques (*2015 Discipline Profile of the Mathematical Sciences*). L'AMSI identifie les éléments clés prioritaires, à partir de l'exploitation des données recueillies de diverses sources, pour renverser les tendances. Le tout se fait en collaboration avec ses partenaires du milieu de la recherche et de l'enseignement supérieur, avec les établissements scolaires, l'industrie et les entreprises.

L'AMSI se dote d'un plan d'action pour coordonner, collaborer et offrir ses services afin de résoudre quatre problématiques urgentes : 1- celle du déclin de l'effectif dans les départements de mathématiques et de rétablir les préalables requis pour les mathématiques à l'université, 2- former les enseignants non qualifiés et combler les besoins pour des enseignants bien qualifiés en mathématiques, 3- augmenter le nombre de filles qui étudient en mathématiques ainsi que le nombre de femmes employées dans des professions faisant appel aux mathématiques, 4- dynamiser l'engagement des entreprises australiennes pour la recherche en sciences mathématiques.

L'AMSI, par l'entremise de ses partenaires membres, intègre les données issues des évaluations et des rapports de suivi et des résultats de la recherche, pour dresser un portrait circonscrit et concis des problématiques tout en proposant des éléments de solutions.

L'AMSI résume sa vision et sa mission dans l'illustration suivante (figure 9).



Figure 9: Schéma illustrant la mission de l'AMSI (extrait du rapport de l'AMSI)

Le rôle et leadership de l'AMSI sont reconnus grâce aux analyses et aux mesures politiques en lien avec la pénurie des enseignants de mathématiques, la nécessité de rehausser la qualité de leur formation et qualification, etc., comme le souligne le gestionnaire de l'axe AMSI Schools Teachers Outreach : *«It is critical any solution takes a long-term approach with focus on strengthening both new and existing teachers' mathematical knowledge and confidence. AMSI released modelling last year that shows quick fixes to address out-of-field maths teaching will not be enough to address this issue.»*²⁴ (Michael O'Connor, AMSI, 2019).

Les rapports de l'AMSI sont associés à des mesures politiques comme c'est le cas lors de la présentation de «*Vision for a Maths Nation*» où parmi les facteurs contribuant aux déficits en mathématiques, l'AMSI cite celui en lien avec la numératie (*low adult numeracy*), celui du genre (*low participation by women*), et celui du Statut Socioéconomique (*lack of access for regional and low SES areas*).

Une analyse des rapports de l'AMSI permet de caractériser son approche : collecte et analyse des données, modélisation et simulation des perspectives, et élaboration des stratégies de résolution de problèmes.

L'AMSI dispose de territoires d'intervention relativement étendus grâce à son modèle de communication

²⁴ Traduction libre: Toute solution doit être à long terme mettant l'accent sur le renforcement sur la formation initiale et continue des enseignants pour le renforcement de leurs connaissances et améliorer leur niveau de confiance. L'AMSI a publié l'an passé une modélisation qui montrent que des solutions rapides pour l'enseignement des maths ne sont pas suffisantes pour rétablir la situation.

et de marketing, les ressources et les médias qu'elle contribue à développer et à mettre à la disposition de ses partenaires- en premier lieu, aux écoles associées à l'AMSI- et à son traitement stratégique des résultats de la recherche, de leur opérationnalisation et formalisation et par le type de partenariat qu'elle établit avec les entreprises.

3.2.2 Structures émergentes

Il est à noter que l'Australie connaît ces derniers temps de nouvelles structures innovantes pour la recherche, l'enseignement et la formation et promeut le développement de nouveaux domaines de recherche en mathématiques, comme c'est le cas avec son investissement dans les mathématiques des ressources naturelles.

À titre d'exemples nous citons:

En termes d'institutions: *L'Australian Science and Mathematics School (ASMS)* sur le campus de l'Université Flinders dans Bedford Park, dans les environnements d'Adelaïde, capital du South Australia. L'institut offre, depuis 2004, un programme dans lequel les étudiants ont un plus grand contrôle en termes de parcours académique. Le but de l'ASMS est d'amener les collégiens à devenir autonomes pour compléter les tâches académiques.

En termes de laboratoire de recherche: *University of Sydney Mathematical Research Institute* qui projette de transformer les mathématiques et de faire bénéficier le pays de ses connaissances en permettant au pays de récolter -sur le long terme- les bénéfices et retombées de cette transformation. L'institut profite d'un financement philanthropique de 6.5 millions de dollars pour 10 ans afin de permettre à l'institut une pérennité dans le monde des mathématiques.

En termes de partenariat: On peut citer le programme *Australian Postgraduate Research Intern (APR.Intern)* qui est conçu spécialement pour les doctorants. Ce partenariat vise l'*empowerment* des doctorants par l'ancrage de leurs recherches académiques dans un environnement pratique de recherche. Le programme permet aux entreprises et à l'industrie d'innover à la lumière de la recherche. Ceci permet, d'une part, à l'industrie de bénéficier de nouvelles idées issues de la recherche universitaire et, d'autre part, aux milieux universitaires de profiter des structures industrielles pour poursuivre et étendre la collaboration en recherche avec le milieu industriel.

3.3 PROGRAMMES : Projets et Ressources

STEM ACTION SCHOOLS

Un apprentissage authentique des sciences avec des scientifiques augmente la confiance des élèves, les aide à développer l'identité scientifique et contribue à ce qu'ils réalisent la pertinence de la science.

Avec le développement croissant des technologies et la valorisation de l'innovation et de la créativité, la demande pour les emplois STIM augmente de façon exponentielle. On estime que 70% des emplois futurs exigeront les compétences STIM. Et les mathématiques sont l'outil dont les élèves ont besoin pour accéder à ces emplois.

Selon le scientifique en chef australien (2013), pour une croissance économique durable, l'Australie a besoin d'un niveau plus élevé d'ingéniosité et d'innovation (*Office of the Chief Scientist*, 2013, p.5). Pour répondre à ces impératifs, le gouvernement fédéral australien a identifié comme prioritaire l'augmentation des activités STIM au primaire et au secondaire (*Australian Government, Department of Education and Training*, 2015) et les mathématiques y jouent un rôle clé puisque transversales aux STIM (*Australian Academy of Science* (2015)).

Les écoles « Actions STIM » (*STEM Action Schools*) implémentent des programmes dont le but est de permettre le développement chez l'élève des compétences fondamentales dans les sujets rattachés aux STIM, de développer leurs habiletés et compétences de collaboration, leur pensée critique et leur créativité et de consolider leurs habiletés et compétences pour la résolution de problèmes.

Le département d'éducation de la Nouvelle-Galles du sud a établi 7 actions scolaires STIM pour encadrer et encourager les pratiques STIM avec les écoles. Ces actions permettent de partager et de soutenir les pédagogies STIM efficaces, illustrent les pratiques innovantes qui assurent l'engagement des élèves dans les STIM et soutenir les écoles dans le développement de leurs capacités et compétences pour un leadership effectif, un apprentissage professionnel et un partenariat avec les entreprises.

Chaque action dispose d'un personnel qui possède des forces et une expertise particulière. Le but du programme est de permettre aux personnels expérimentés d'exercer leur leadership par le biais de communautés de pratique.

Ces programmes STIM visent deux objectifs : combler la pénurie d'enseignants et solutionner la question du genre (faible représentativité des filles dans les domaines STIM).

Les écoles associées à l'AMSI participent à la promotion de l'image que l'Institution se donne : une entreprise collaborative de proximité où la recherche est réinvestie dans l'éducation de la relève

australienne, en parfaite harmonie avec les spécificités et besoins de ses diverses communautés.

3.3.1 *Australian Mathematics and Sciences Partnership Program (AMSPP)*

Projet TEMPEST : *Towards Educating Mathematics Professionals Encompassing Science and Technology* est un projet national financé par le département de l'éducation et de la formation du gouvernement australien au sein du programme *Australian Mathematics and Science Partnership Program (AMSPP)*.

Les activités de ce projet sont motivées par les besoins en formation des enseignants de mathématiques et des STIM. Selon Beswick (2014), la formation doit s'intéresser aussi aux changements curriculaires.

Growing Tall Poppies Science Partnership Program (GTP)

Il s'agit d'un programme initié par Eroia Barone-Nugent and Keith Nugen en 2008 qui vise à aider les filles au secondaire à se connecter et rester engagées dans les STIM plus particulièrement en physique.

Le programme est issu d'un partenariat entre l'Université de Melbourne, *La Trobe university*, *Griffith University*, *University of New South Wales*, *Dakin University*, *Australian Synchrotron*, *ANSTO*, *Catholic Education Office Melbourne*, *ARC Centre of Excellence in Advanced Molecular Imaging*, *ARC Centre of Excellence for Mathematical and Statistical Frontiers*, *Santa Maria College* et *Charles La Trobe Secondary College*.

Les étudiantes engagées dans le programme GTP sont amenées à collecter des données à partir de véritables expériences ou expérimentations, à les analyser et à publier leurs résultats sur un site web public. Elles discutent avec des doctorants, des professeurs et des stagiaires post doctoraux et prennent connaissance de la vie universitaire. Le programme mise également sur l'impact de l'interaction entre les enseignants impliqués dans le programme GTP et les scientifiques universitaires investis dans les projets GTP. Le programme et ses retombées illustrent comment ce type d'initiative affecte l'augmentation du nombre d'étudiantes qui peuvent alimenter le bassin des domaines des STEM en Australie (figure 10).

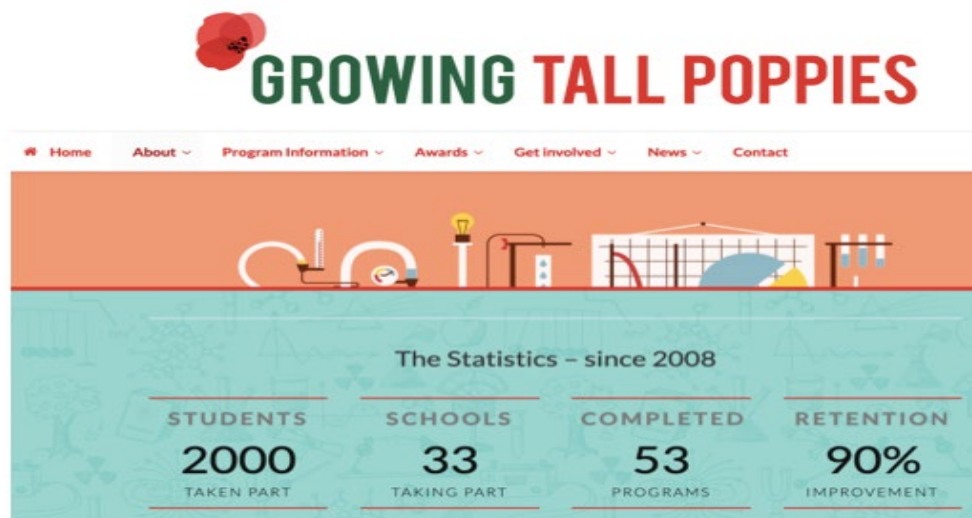


Figure 10: Capture d'écran représentant l'évolution du projet GTP

En affichant ses retombées et son impact positif sur les résultats, le changement d'attitudes, et le taux de rétention des filles, les responsables du programme ont l'ambition d'influencer le curriculum national australien en faisant la promotion de la science: Science comme une aventure humaine, une science d'investigation, science de communication, des parcours de carrières et d'opportunités, une science pour acquérir les compétences et comprendre les STIM.

Le modèle d'apprentissage, de sensibilisation et de promotion que promeut GTP consiste à:

- Rendre les sciences mathématiques amusantes, dynamiques, interdisciplinaires, connectées et pertinentes pour l'amélioration constante de la vie, pour les individus et la société.
- Augmenter la confiance des étudiantes pour l'apprentissage des sciences, et spécialement la physique
- Développer et enrichir le sens de l'identité avec les sciences et les scientifiques chez les étudiantes.
- Clarifier les parcours de carrières, les opportunités en sciences, et ultimement assurer la transférabilité des compétences requises pour l'employabilité et les choix de vie.
- Briser les stéréotypes associés aux scientifiques.

3.3.2 ChooseMaths

Le programme ChooseMaths, initié en 2015 et financé par l'entreprise BHP, les projets ChooseMaths impliquent élèves, parents et enseignants dans diverses activités et misent sur le changement d'attitude de la communauté grâce à la participation et l'engagement dans les mathématiques; en particulier

auprès des filles et des jeunes femmes. Depuis 2015, l'AMSI mène l'implémentation nationale pour transformer les capacités en mathématiques de l'Australie. Le travail et les interventions du programme ChooseMaths sont au niveau de 4 éléments : 1- défis du pipeline en investissant les territoires des écoles, 2- conscientisation aux carrières, 3- Prix ChooseMaths, et 4- Women in Maths Network (voir rapport AMSI 2018).

Un partenariat entre BHP et l'AMSI, avec un financement de 22,2 millions de dollars, permet le développement du programme et sa livraison afin de soutenir les efforts nationaux australiens pour augmenter le nombre de filles inscrites dans un parcours ou une discipline en mathématiques.

ChooseMaths est un programme scolaire sous le patronage de l'AMSI qui vise à attirer l'attention et la perception publique des mathématiques et qui contribue à la santé du pipeline des mathématiques en Australie, de l'école à l'université, et vers l'industrie et le milieu du travail.

3.3.3 Curious Mind STEM Program

Il s'agit d'un programme académique qui vise à rehausser la représentativité des filles dans les domaines de STEM.

La particularité du programme Curious Mind est dans l'organisation de la supervision et du monitoring:

a) deux camps académiques de 4 jours qui permettent aux élèves de vivre sur un campus universitaire en suivant des sessions intensives d'apprentissage et quelques excursions, b) supervision et encadrement par des superviseurs et membres de l'équipe pendant six mois qui amènent les élèves à travailler, en équipe, sur un projet de recherche concret leur permettant d'être exposés aux opportunités de carrières et d'emplois. Le tout se termine par un camp académique permettant aux élèves de présenter les résultats de leurs projets, de rencontrer les conférenciers invités et de vivre un « speed-dating » pour constituer leur réseau dans le domaine des mathématiques.

Le programme Curious Mind est régi par trois principes : 1- investigation en profondeur, 2- supervision et encadrement, 3- progrès des élèves et suivi.

Les superviseurs impliqués dans le programme Curious Mind viennent de divers milieux de travail et diverses industries impliquées dans le développement logiciel, l'exploration minière, la génétique, les affaires, l'analyse des données, l'évaluation en cryptologie, etc.

Le rapport Curious Mind (asi.edu.au/programs/curious-minds/) présente les retombées du programme sur le changement d'attitudes observé chez les filles, taux de persévérance et leurs intentions de carrière (figure 16).

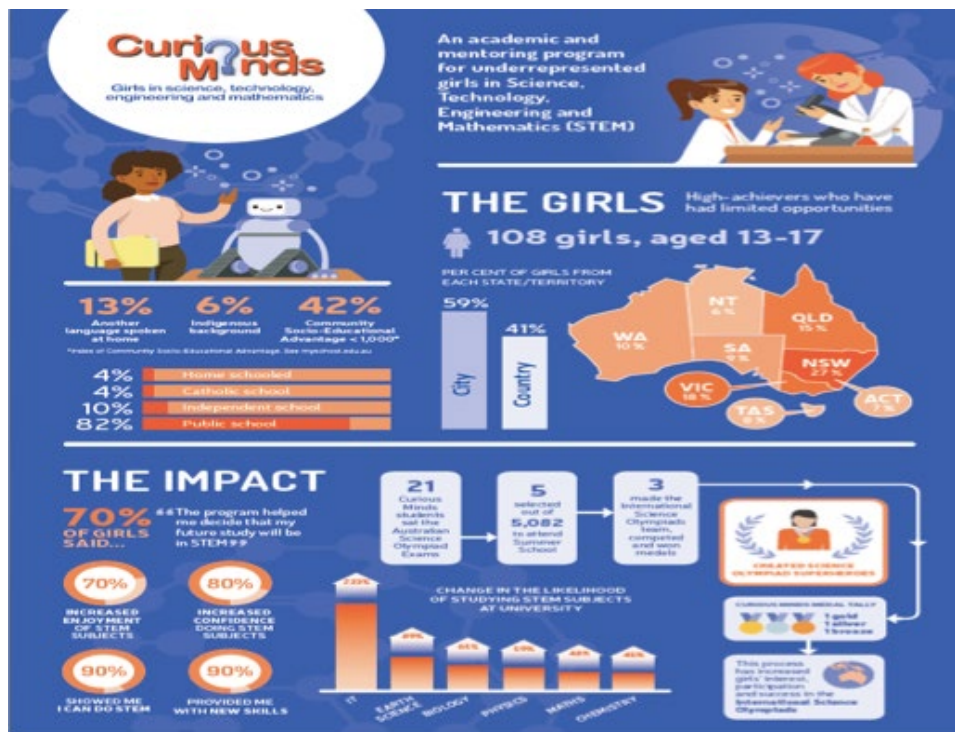


Figure 6: Portrait des retombées et impacts du projet Curious Mind

On note aussi que le projet *Curious Mind* s'intéresse de plus en plus aux compétences et habiletés en lien avec le *Computational Thinking* comme le souligne les données sur sa participation au concours de CTA 2019 (*Computational Thinking and Algorithm*).

3.4 RESSOURCES

L'ensemble des institutions impliquées dans le processus de promotion et d'institutionnalisation de la numératie en Australie développe, conçoit et met à la disposition des enseignants et de l'ensemble des intervenants des ressources quelles soient humaines ou matérielles.

La nature des ressources diffère selon qu'elle mise sur la formation et l'encadrement des enseignants ou qu'elle est conçue pour faciliter ou soutenir l'implémentation du curriculum national de la numératie comme compétence fondamentale dans une perspective transcurriculaire.

Pour la formation des enseignants, on note l'utilisation du modèle de Goos et al (2014,2012, 2011b) (tableau 1) soit pour structurer ou analyser le contenu des programmes de formation, soit pour évaluer les ressources mises à la disposition des enseignants et autres intervenants et partenaires.

Tableau 1 : Éléments du modèle numératie développé par Goos et ses collègues (Goos, Geiger & Dole, 2011b ; 2014 ; Goos, Dole & Geiger, 2012 ; Goos et al., 2012)

Les connaissances mathématiques	Les concepts et compétences mathématiques, les stratégies de résolution de problèmes et les capacités d'estimation
Les contextes	Capacité d'utiliser les connaissances mathématiques dans un large éventail de contextes à l'école et en dehors du cadre scolaire
Dispositions	Confiance et volonté pour utiliser les approches mathématiques pour s'engager dans des tâches en lien avec le quotidien et qui préparent à un usage flexible et adaptatif des connaissances mathématiques
Outils	Utilisation de matériel : modèle, instruments de mesure, systèmes symboliques, graphes, cartes, diagramme, dessin et tableau et du matériel digital (ordinateurs, logiciels, calculatrices, internet). Ces outils médiatisent et façonnent le raisonnement.
Orientations critiques	Utilisation des informations mathématiques pour prendre des décisions, alimenter ou soutenir des arguments, défier un argument ou une position.

Il semble qu'une nouvelle approche pour le développement des ressources pour la numératie est en émergence mettant l'accent sur le personnel intervenant dans le design et le développement des ressources. Un changement dans le processus de développement doit s'opérer pour permettre une transition d'une approche orientée sur le contenu vers une approche orientée et dirigée vers la résolution de problèmes. Une transition où le personnel développeur et les enseignants travaillent de manière collaborative avec l'objectif premier d'améliorer les expériences d'apprentissage de l'élève (Goos et al., 2015).

La revue de littérature menée dans le cadre du projet : *Numeracy Teaching Across the Curriculum in Queensland : Resources for Teachers* (Goos et al., 2015) permet de dresser un portrait des ressources australiennes pour la numératie mises à la disposition, en premier pour les enseignants, dans le cadre du curriculum national numératie.

3.5 CONCLUSIONS CAS AUSTRALIE

Trois raisons justifient notre choix d'intégrer le cas de l'Australie dans le présent projet qui porte sur les expériences en numératie à l'international. La première raison est en lien avec l'apport de l'Australie dans la conception largement véhiculée de ce qu'est la numératie sous l'étiquette de la littératie mathématique. En effet, c'est un consortium australien qui a eu le mandat, en 1997, pour le développement et l'implémentation du projet PISA en Australie et à l'international, pour le compte de l'OCDE. Le groupe australien est représenté par l'ACER (*Australian Council for Education Research*) avec pour Chair le professeur de Langue de l'Institut Freudenreich de l'Université Utrecht. La vision et la posture

que les australiens ont de la numératie se reflètent dans le cadre développé et la nature des tests pour l'évaluation de la littératie mathématique, qui contrairement au test TIMSS, ne reposent pas sur les connaissances curriculaires, mais plutôt, sur le contexte et les situations qui amènent à la mise en action par le sujet de ses connaissances mathématiques. Il s'agit d'une étape cruciale et déterminante dans l'évolution et l'attention accordée à la numératie comme une compétence générique essentielle qui participe à la formation des jeunes au milieu du travail, aux évolutions technologiques et économiques des sociétés en pleine mutation.

La deuxième raison du choix de l'Australie consiste en l'importance de comprendre la stratégie et le processus de mise en place d'instituts, de dispositifs, de systèmes permettant de développer des interventions stratégiques où les mathématiques et la numératie sont des éléments centraux. L'AMSI est un des exemples les plus frappants. L'AMSI, rappelons-le, est un centre voué à la promotion et la valorisation des mathématiques et de la numératie par le biais d'un statut d'entreprise collaborative. L'AMSI représente par sa structure, ses axes d'intervention, et sa gouvernance, un alignement stratégique qui illustre tous les éléments requis au sein d'une société pour rallier le pouvoir du savoir et celui du pouvoir d'agir, surtout en contexte de renouveau éducatif et devant des impératifs économiques (Figure 17).

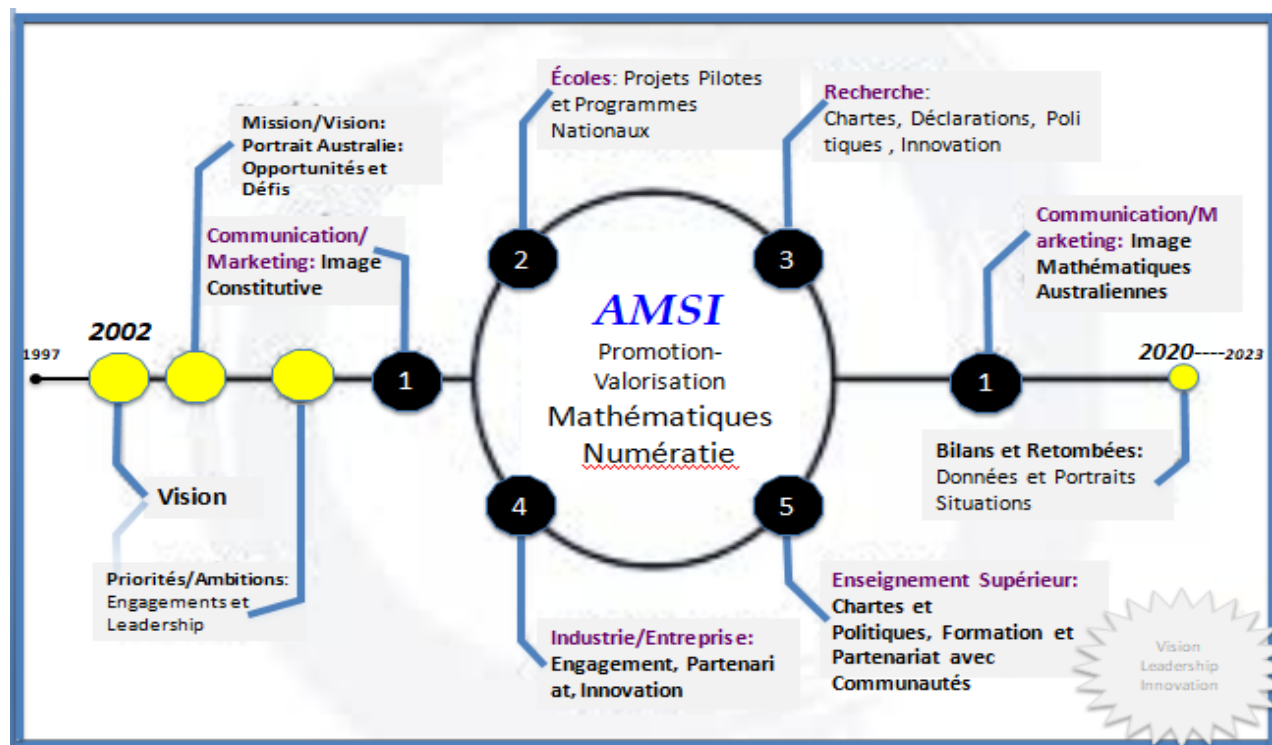


Figure 7: Alignement stratégique observé par l'AMSI avec ses cinq piliers et axes d'intervention : École, Enseignement supérieur, Recherche, Industrie/Entreprises et Marketing/Communication

La troisième raison pour le choix de l'Australie est son rôle et leadership dans le développement du cycle 2 du test PIECA est en cours. En effet, l'OCDE réfère encore à l'expertise australienne pour le renouveau du cadre de référence d'un des tests les plus importants à l'international, celui de l'évaluation des compétences des adultes.

Nous pouvons illustrer l'expérience de l'Australie en numératie par l'alignement stratégique qu'elle a su instaurer entre les acteurs et les moteurs clés dans la promotion des mathématiques et de la numératie comme composante clé des qualifications pour le marché du travail et pour une économie qui mise sur le développement du capital humain.

Le cas de l'Australie permet aussi de souligner l'importance de faire la distinction entre la numératie à l'école et la numératie dite académique (au niveau de l'enseignement supérieur et en recherche (perspectives de la numératie à l'ère des technologies digitales et immersives).

Notre analyse des ressources mises à la disposition des enseignants pour leur développement professionnel et pour les soutenir dans l'appropriation de la numératie souligne deux faits qui nous semblent importants. D'une part, il semble que les ressources ne soient pas d'une grande aide pour les enseignants puisqu'ils expriment le besoin d'outils et d'encadrement plus structurés pour devenir aptes à intégrer la numératie dans leurs pratiques et pédagogies. En d'autres mots, si les ressources mises à la disposition des enseignants aussi pertinentes soient-elles ne sont pas accompagnées d'un encadrement des enseignants leur permettant de mieux comprendre les intentions pédagogiques de ces ressources et de s'approprier ces ressources, leur impact est grandement réduit. D'autre part, le modèle de Goos et *al.*, est de plus en plus cité lors de l'analyse des activités de développement professionnel et lors des discussions de design et conception.

Il sera intéressant d'observer dans l'avenir si les expériences authentiques comme celles que prône le programme STEM seront à l'origine d'un nouveau type de ressources issues de l'expérience et de la collaboration. L'exemple de l'évolution des projets pilotes de l'UK ainsi que les pratiques de Singapour (Pratique et investigation) semblent appuyer ce que les australiens sont en train d'observer et de valider. Nous pourrions, par ailleurs, considérer l'exemple du processus de communication adoptée par l'AMSI, une communication constitutive, comme un exemple d'efficacité et de stratégie, lui permettant une image de leadership, d'engagement et d'alignement stratégique exemplaire.

4 CAS SINGAPOUR

Faits saillants :

- Cadre conceptuel cohérent et compatible avec les attributs de la numératie.
- Partenariat sciences des mathématiques et sciences de l'éducation bien établi
- Développement des ressources par la formalisation des savoirs d'expérience, des données probantes issues de la recherche et par la systématisation du processus de développement professionnel.

Préambule

Singapour est renommé pour la qualité de son système éducatif et plus particulièrement pour l'excellence de son enseignement des mathématiques. Depuis la mise en place de la méthode SingaporeMaths dans sa première édition en 1982 par l'institut de développement curriculaire de Singapour, les élèves participant à TIMSS, depuis 1995, se retrouvent au sommet des classements internationaux organisés par l'OCDE. De tels résultats ont largement contribué à cette renommée puisque Singapour occupe toujours les premiers rangs des classements. Les divers rapports de l'OCDE analysant les systèmes éducatifs accordent constamment une attention particulière aux réalisations de Singapour.

Singapour, cette Cité-État a opté pour une économie de l'éducation qui lui a permis de passer d'un pays du Tiers Monde à un État du First World en un espace de 40 ans (Gopinathan, Wong & Tang, 2008). Au siècle du « *Knowledge-Based Economies* » (KBE) (Levey & Murnane, 2004 ; Dimmock & Goh, 2011), Singapour s'illustre par ses stratégies d'investissement en éducation et par son alignement stratégique pour la diffusion et communication de son expertise.

En plus de sa performance, ce pays détient une propriété intellectuelle, *SingaporeMaths@* ainsi qu'une marque de commerce enregistrée sur plusieurs produits dérivés de *SingaporeMaths@* qu'il négocie à l'international, avec une série de produits et services pour l'apprentissage, l'enseignement et la formation des enseignants en mathématiques, dans le contexte du « *Era of Mathematics* ». À travers le monde, des pays développés et industrialisés, et pays en développement, adoptent, adaptent ou s'inspirent de *SingaporeMaths*!

Dans ce qui suit, nous allons présenter les ingrédients sur lesquels repose le succès de *SingaporeMaths*, en particulier, sa mise en action (*enactment*) et le processus adopté par Singapour pour l'implémentation de son curriculum.

La population de cette Cité-État, est majoritairement issue de l'immigration, multiethnique dont la langue maternelle est autre que celle de la langue officielle d'enseignement, l'anglais. La plus grande partie de la population de Singapour est d'origine soit chinoise, Malayenne ou Tamil, tous des immigrés.

4.1 CADRES DE RÉFÉRENCE

En **2012**, Singapour se dote d'un cadre conceptuel important. «résolution des problèmes mathématiques» sur lequel repose la méthode *SingaporeMaths*. Son importance repose sur le fait qu'il constitue l'élément central autour duquel s'articulent les prises de décisions en enseignement des mathématiques en termes de pertinence, de performance et de régulation et ce, dans un processus continu et constant d'optimisation des apprentissages. Le cadre conceptuel «résolution des problèmes mathématiques» de *SingaporeMaths* (figure 18) est ancré dans un paradigme d'apprentissage -et non d'enseignement- et s'articule autour de l'identification des besoins des apprenants, d'approches pédagogiques et de modes d'évaluation de leur performance des apprenants.

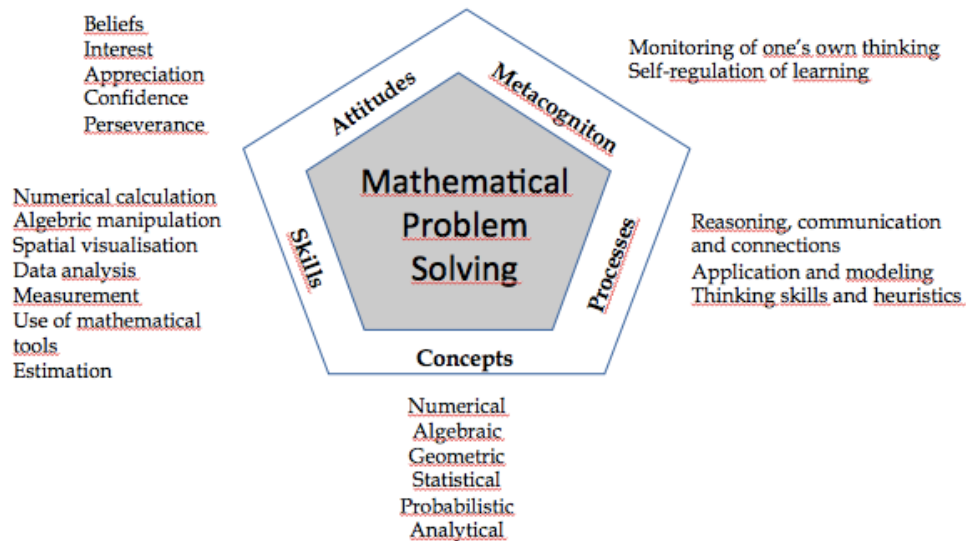


Figure 8 : Cadre de référence résolution de problèmes mathématiques de Singapour (Ministère de l'Éducation de Singapour, 2012, p. 16) @ Propriété intellectuelle de Singapour.

Le cadre conceptuel s'articule autour de cinq dimensions essentielles pour les mathématiques : concepts, processus, métacognition, habiletés et attitudes. Il illustre une synthèse de connaissances impliquant plusieurs domaines de recherche : mathématiques, sciences de l'éducation et sciences sociales. Pour caractériser la démarche de Singapour, on pourrait reprendre la citation de Steen dans son introduction au chapitre «*The Future of Mathematics Education*» (*On the shoulders on Giants: New Approaches to Numeracy*, 1990) et accorder à Singapour la posture de «he just saw further than the rest of us».

Le cadre conceptuel de *SingaporeMaths* considère trois domaines de recherche et d'expertises :

- Les connaissances et résultats de la recherche et des études sur la résolution de problèmes, la métacognition, les attitudes, croyance, en sciences de l'éducation, en sciences sociales, et dans le domaine de la performance humaine ;
- les fondements, problématiques et finalités des mathématiques
- ainsi que les nouvelles avenues de la numératie dans le domaine des mathématiques fondamentales. Steen (1999) élabore à ce sujet en termes de domaines (espace et forme, quantité, changement et relations, incertitude) auxquels il associe les notions de structure, attributs, abstraction, attitudes, comportements et dichotomie.

Il est, par ailleurs, important de souligner que le cadre conceptuel «résolution des problèmes mathématiques» est soutenu par une méthode, héritage des travaux de recherche du psychologue américain Jérôme Bruner, celle de l'approche CPA : Concret-Pictural-Abstrait. Les chercheurs associés au projet *SingaporeMaths* vont élaborer et opérationnaliser l'approche de Bruner et la traduire en une méthodologie pour l'acquisition, le développement conceptuel et la résolution de problème: *Bar model*. Ce dernier contribuera par la suite à l'élaboration du «*drawing model*», une méthode systématique de représentation des problèmes et des relations des nombres qui s'acquière à partir d'un enseignement explicite de la méthode et qui contribue au développement de stratégies et d'habiletés heuristiques qui sont importantes pour la compétence en résolution des problèmes mathématiques.

Par son adoption de la perspective de Bruner, *SingaporeMaths* accorde une attention particulière au développement cognitif des enfants et à la progression des apprentissages, la considérant déterminante pour l'acquisition et la compréhension conceptuelle et privilégie une maîtrise en profondeur du concept plutôt que l'accumulation des concepts. La notion d'habiletés est, par ailleurs, appréhendée de manière différente : elle n'est pas innée, mais plutôt, s'apprend et se développe. Tim Oates, responsable de la révision du curriculum national de l'Angleterre 2010-2013 et directeur de recherche du *Cambridge assessment*, souligne un fait important en relation avec la conception de la notion d'habileté de Singapour: « *a switch from an ability-based model of individualised learning, to a model [which says that] all children are*

capable off any thing, depending on how it is priested to them and the effort which they put into learning it.»²⁵.

L'adoption de *SingaporeMaths* à l'international suscite des débats, des critiques et des analyses bien intéressantes en lien avec leur opérationnalisation de certains fondements théoriques qu'il est important de documenter (Lindorff, Hall & Sammons, 2019 ; Merttens, 2012).

4.1.1 Culture du «Practice Learning Community» (PLC)

Le contexte dans lequel l'innovation *SingaporeMaths* a pris forme est aussi important à considérer puisqu'il permet de comprendre la dynamique associée à l'élaboration de cette expertise et les conditions qui lui ont permis de prendre forme et de la soutenir.

En **2004**, le Ministère de l'Éducation met en place une initiative nationale «*Teach Less, Learn More*» qui souligne l'importance du curriculum et de l'innovation. Cette initiative s'ajoute aux priorités de la réforme de **1997** qui était principalement axée sur les TIC et le développement des compétences de raisonnement. Elle est appuyée en **2005** par une autre initiative nationale dont le slogan est : *Bottom-Up Initiative, Top-Down Support*. La marge de manœuvre de l'enseignant est amplifiée puisqu'il est identifié comme l'acteur clé et le facteur déterminant de la réussite et du succès du nouveau curriculaire. C'est l'enseignant qui permet l'implémentation des politiques éducatives. Le Ministère de l'Éducation de Singapour adopte l'approche «*Bottom-Up approach to change*» avec un nouveau slogan: «*For Teacher, By Teacher*» ! Le développement professionnel des enseignants s'articule alors autour de plusieurs dynamiques dont celle du TNLC (*Teachers Network Learning Circles*) : les enseignants sont engagés dans des recherche-action pour résoudre des problèmes en lien au curriculum et la pédagogie de la classe en privilégiant la résolution collaborative des problèmes, la collaboration dans la recherche-action et la fameuse approche du *Lesson Study*. Largement adoptée au Japon, *Lesson Study* est une approche d'optimisation et de résolution de problèmes collaborative très structurée qui suit une séquence bien précise de 8 étapes: 1- définir, rechercher ou identifier un problème, 2- planifier une leçon, 3- enseigner et observer la leçon, 4- évaluer la leçon et

²⁵ « passage d'un modèle d'apprentissage individualisé basé sur les capacités à un modèle [qui dit que] tous les enfants sont capables de tout, selon la manière dont cela leur est présenté et l'effort qu'ils mettent pour l'apprendre. »

réfléchir sur ses effets, 5- réviser la leçon, 6- enseigner et observer la leçon révisée, 7- évaluer et réfléchir une seconde fois sur les effets, 8- partager les résultats et les informations recueillies de l'observation (Stigler & Hiebert, 1999, Rock & Wilson, 2005; Lewis & Tsuchida, 1998; Lewis, 2000). L'approche *Lesson Study* permet aux enseignants japonais d'unir leurs efforts pour étudier les leçons en salle de cours et d'initier, de manière collaborative, un changement positif des pratiques d'enseignement et de l'apprentissage des élèves. Toute personne intéressée par l'enseignement est autorisée à assister aux séances d'observation et de prestation des leçons qui sont publiques. L'observation ne porte pas sur la prestation de l'enseignant, mais elle est entièrement centrée sur les élèves en train de travailler, de résoudre des problèmes et d'interagir avec les activités d'apprentissage conçues par les enseignants pour la dite-leçon.

Par ailleurs, le Ministère de l'Éducation alloue pour chaque enseignant, dans chaque école, une heure par semaine pour s'engager dans un dialogue profond avec ses pairs et pour impacter le développement du «*Curriculum-Based School*» et l'innovation des pratiques de gestion et de collaboration ; avec pour cadre de référence de la qualité de la gestion le «*School Excellence Model*» (SEM).

En 2010, la division développement et formation (TDD) du Ministère de l'Éducation conceptualise la recherche-action collaborative ainsi que le *lesson study* et développe des outils que les écoles utilisent pour adhérer au statut de ***Practice Learning Community*** (PLC). Pour soutenir les écoles dans ce processus d'adhésion au statut PLC, le Ministère de l'Éducation leur procure un ***Starter Kit for School*** précisant les attributs suivants : partager et soutenir le leadership de l'école, développer une vision, une mission, des valeurs et des buts pour l'école, orienter les actions et les expérimentations de l'école, mener une cueillette de données sur les apprentissages et les investigations, instaurer une communication axée sur la confiance et l'engagement, établir les conditions pour le soutien. Les politiques éducatives opérationnalisent la philosophie de Fullan pour le triangle du succès : «*School leadership, System-ness, profound pedagogy*» largement populaire dans le domaine de la gestion de l'éducation; et que plusieurs pays ou juridictions adoptent, comme nous le verrons avec le cas de l'Ontario (Fullan & Leithwood, 2012 ; Fullan & Quinn, 2015).

En **2009**, le Ministère de l'Éducation annonce que toutes les écoles adoptent le modèle PLC pour le développement professionnel des enseignants. Grâce à ces politiques et initiatives, 2/3 des 360 écoles de Singapour intègrent déjà la culture et le mode de fonctionnement des PLC.

C'est aussi dans ce contexte que l'innovation dans l'enseignement des mathématiques et le *SingaporeMaths* ont pris forme et ont évolué.

4.2 INSTITUTIONS

Le National Institute of Education héberge un des centres contribuant au système d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques le plus reconnu et un des plus performants au monde : *Mathematics & Mathematics Education*, communément appelé le **M2M**, de la *Nanyang Technological University of Singapore*.

Sur son site, **M2M** affiche le slogan suivant : «*Through research and exemplary teaching, nurture mathematician educators for Singapore and the world*»²⁶.

M2M se dote d'une vision et d'une mission. La vision consiste en une étroite collaboration entre les didacticiens des mathématiques (faculté des sciences de l'éducation) et les mathématiciens du département des mathématiques. Cette collaboration est coordonnée par les programmes qu'offre le **M2M** ainsi que par les activités de développement et de croissance professionnelle dans lesquelles il implique les futurs enseignants. Quant à la mission, elle consiste à «*nourrir*» les «*éducateurs mathématiciens*», de Singapour et du monde entier, grâce à la *recherche et l'enseignement exemplaire*.

Selon le **M2M**, «*l'éducateur mathématicien*» est un enseignant de mathématiques dont la pédagogie repose sur de solides fondations prenant ancrage dans les disciplines mathématiques, les théories d'apprentissage et la recherche en didactique des mathématiques.

Un personnel hautement qualifié permet au **M2M** d'assumer sa mission et assure :

- Une formation et une préparation de haut niveau pour les enseignants de mathématiques et les didacticiens de mathématiques à divers niveaux.
- Des contenus de cours pertinents en mathématiques pour soutenir la formation professionnelle des enseignants.

²⁶ Traduction libre «Grâce à la recherche et à un enseignement exemplaire, formez des enseignants de mathématiques pour Singapour et le monde»

- Des programmes gradués (M.Ed., MSc, Ph.D.) offrant des cours à jour en didactique des mathématiques, mathématiques pures et mathématiques appliquées.

Considérant la mouvance et le changement technologique que connaissent les environnements d'apprentissage et ceux de l'enseignement, le **M2M** s'investit dans le renouveau et l'innovation pédagogique, le développement des meilleures pratiques en assurant des contenus et des modes de livraison novateurs en collaboration avec ses partenaires du milieu scolaire.

Nous retrouvons, dans la figure 19, l'essentiel des éléments du cadre conceptuel de Singapore Maths en termes de domaine de recherche en mathématiques.



Figure 9: Reproduction des champs et domaines de recherche du personnel académique en mathématiques (M2M Education, Academic Group (adapté du schéma sur le site du M2M)).

Pour les sciences de l'éducation, on retrouve les domaines suivants en lien avec la didactique des mathématiques (figure 20).



Figure 10: Présentation des champs et domaines de recherche du personnel académique en didactique des mathématiques, M2M Education, Academic Group (adaptation du schéma sur le site du **M2M**)

La vision et la mission dont s'est doté le **M2M** adhèrent à celle de la National Institute of Education de Singapour, NIE, qui cultive une culture d'excellence de l'éducation en misant sur l'innovation et la créativité dans ses approches pédagogiques tout en misant sur le développement des habiletés de leadership tout en mettant l'accent sur les valeurs. Pour atteindre ses objectifs, le NIE adopte une approche dite «éducation holistique» dans sa programmation de la formation des enseignants et des leaders en éducation.

4.3 PROJETS ET PROGRAMMES

Singapour est généralement qualifié de Cité-État insulaire dont la population ne dépasse pas 5,612 millions habitants (2017), avec un produit interne brut évalué à 323,9 milliards USD dont 12% est investi en éducation. Pour ses politiciens et dirigeants, Singapour investit dans sa seule ressource, son capital humain.

Cette prise de conscience du capital humain comme ressource économique, et dans le cas particulier de l'économie de l'éducation mathématique, fait de Singapour un leader et un visionnaire. Pour capitaliser son investissement dans le capital humain, Singapour opte pour une approche qui conjugue le développement de la citoyenneté en considérant les caractéristiques multiculturelles de sa population et du leadership, en assurant un leadership international, qui comme nous allons le voir, a largement servi à la diffusion des ressources développées par Singapour tout en assurant un retour sur investissement pour Singapour avec les différentes

formes de propriété intellectuelle associée à *SingaporeMaths*: copyright, marque enregistrée, licence, etc.

4.3.1 *Projet Merint*

Le projet est conçu pour développer et soutenir l'éducation du « caractère et de la citoyenneté » (CCE : *Character and Citizenship Education*) chez les enseignants en formation en prévision de leurs rôles et responsabilités auprès de la population. Le projet offre aux étudiants et stagiaires l'opportunité de comprendre leurs rôles en tant qu'éducateurs à l'intérieur des classes. Il a pour objectif le développement du « *self-awareness* » et de « *l'empowerment* » de l'enseignant comme acteur et intervenant.

4.3.2 *Group Endeavours in Service Learning (GESL)*

Le but du programme est de développer chez les futurs enseignants l'empathie et la compréhension des besoins de la communauté de Singapour composée de différentes communautés ethniques et culturelles qui doivent toutes agir en tant que Singapouriens. Le programme vise à amener les enseignants en formation à explorer les enjeux sociaux qui entourent l'éducation en termes de contexte d'intervention et de responsabilités en tant qu'éducateur. Il est aussi l'occasion d'initier le processus des pratiques professionnelles et d'investigation (PPI). Selon Darling Hammond (2006) et Rodgers (2002), les pratiques professionnelles et l'investigation permettent aux enseignants en formation de développer leur identité d'enseignant, les rendent aptes à réfléchir sur leur rôle en tant qu'éducateurs et leur permettent d'apprendre à penser et à raisonner de manière systémique sur leurs pratiques personnelles et de raffiner leurs pratiques de classe sur la base des théories et de la recherche. Les chercheurs du **M2M** ont pu récemment formaliser cette approche de supervision et d'encadrement au niveau des programmes de formation des maîtres en faisant une combinaison entre les fondements du eportfolio professionnel et la pratique réflexive. Plusieurs publications diffusent ce nouveau savoir acquis par le **M2M** sous forme soit de cours de formation ou de documents guide pour le PPI (Chua, B.L., Liu, W.C. & Chia, S.S.Y, 2018; NIE, 2017).

4.3.3 *Teachers leaders*

Le programme propose une série d'actions pour le développement du leadership en enseignement avec différents statuts : enseignant senior, enseignant leader, enseignant maître

(*Master Teacher*). L'image visée pour l'enseignant est celle d'un éducateur éthique, un professionnel compétent, un apprenant collaborateur, un leader transformationnel et un bâtisseur de communauté.

4.3.4 *Build: Build University Interns Leadership Development*

Il s'agit d'un programme qui offre un processus structuré pour la formation des maîtres afin d'assurer aux étudiants les expériences les plus optimales avec diverses institutions, organisations, agences et compagnies pour les préparer à leurs rôles de leaders.

Sur le site du programme BUILD, on précise que le processus structuré d'accompagnement et de formation que propose le programme sert à répondre :

- Aux profils attendus à la fin de la formation et qui se traduisent en critères et qualification d'entrée au programme de la formation des maîtres. Le profil d'entrée : excellence du parcours académique dans un collège junior ou dans une polytechnique, avoir démontré et manifesté d'excellentes qualités de leadership, posséder une passion pour l'éducation, avoir un bon caractère, être proactif dans son travail, posséder d'excellentes compétences de communication et des habiletés interpersonnelles.
- Aux objectifs d'apprentissage du programme qui assurent: des expériences immersives professionnelles avec les écoles, un apprentissage du leadership et des habiletés d'opérations de différents industries, le développement des valeurs et des habiletés qui prônent la croissance personnelle, le développement d'attitudes propices à des relations interpersonnelles effectives, le développement de compétences et habiletés dans l'application de la théorie dans des situations de travail pratique en classe et le développement d'un réseau personnel utile pour des collaborations futures.

Ainsi sont présentés, sur le site de BUILD, les profils des étudiants du programme de formation des maîtres ainsi que les objectifs d'apprentissage du dit programme.

4.4 RESSOURCES

Une stratégie des plus efficaces que Singapour a prise est d'opérationnaliser également les fondements de la théorie de la diffusion de l'innovation : investir et exploiter les canaux de communication, créer une structure sociale autour de l'innovation et maintenir dans le temps, l'attention sur l'innovation. Si les classements internationaux ont permis que pendant presque

vingt ans, l'attention du monde entier soit tournée vers le cas Singapour, la Cité-État a aussi élaboré un alignement stratégique pour que son expertise dans l'apprentissage des mathématiques de qualité ne soit pas seulement connue, mais largement diffusée et reconnue par la communauté internationale. Singapour a investi dans le développement de ressources dans les secteurs les plus prometteurs : l'éducation, la formation et l'*empowerment* en accordant une attention particulière à deux dimensions importantes dans tout processus de transfert d'expertise ou de diffusion : l'implémentation et la mise en action (*enactment*).

Nous citerons quelques ressources en lien avec *SingaporeMaths* et ses dérivés en précisant, lorsque c'est possible et pertinent, le statut des ressources.

4.4.1 *SingaporeMaths*

SingaporeMaths@ est une marque commerciale enregistrée de Singapore Math Inc.@ et Marshall Cavendish Education Pte.Ltd. Il est classé dans le top 100 des meilleures ressources éducatives 2019. Sa première maison d'édition aux Etats-Unis date de **1998** sous le nom de *SingaporeMathtextbooks*, incorporée sous le nom de Singaporemath.com, par Jeffa & Dawn Thomas.

SingaporeMaths consiste en une collection de manuels qui s'adresse autant aux enseignants qu'aux élèves du primaire pour les encadrer et les superviser dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

4.4.2 *Eureka Maths*

Eureka Math est considérée comme le premier curriculum développé et rédigé par des enseignants pour des enseignants. Il est fondé sur les données probantes de *SingaporeMaths@* intégrant, par ailleurs, le *Bar model* (CPA) et le *Drawing model* pour le développement des stratégies heuristiques.

4.4.3 *SmartTraining*

Fondé en **2001** par des enseignants qui ont suivi la formation SingaporeMaths et qui ont observé la mise en action du curriculum au primaire et au secondaire à Singapour, SmartTraining a créé le premier manuel de formation approuvé par l'État de Californie. Le manuel est conçu pour la formation des enseignants selon la méthode SingaporeMaths.

SmartTrainingNow développe de nouveaux produits en lien avec les jeux et l'apprentissage des mathématiques : Who has it ? Game Book, toujours un produit Singapore Math@ (abordant le contenu du primaire niveau 1 et 2).

4.4.4 Dimensions Maths@

Il est publié par Oregon-Based SingaporeMaths Inc. Conçu pour mieux servir les enseignants et les élèves des États-Unis, il s'agit d'une version différente de *SingaporeMaths* mais cohérente qui conserve les fondements théoriques de cette dernière. Les principaux aspects du cadre conceptuel «résolution des problèmes mathématiques» ainsi que l'approche CPA y sont intégrés ainsi que les stratégies développées par Singapour pour calcul mental et les stratégies de représentation.

DimensionsMaths propose un programme mathématiques qui innove au niveau de l'interface d'interaction et de la médiatisation du contenu. Ce programme respecte les progressions d'apprentissage et reste fidèle à celles de *SingaporeMaths*.

D'autres ressources en lien avec *SingaporeMaths* évoluent dans des perspectives nouvelles d'apprentissage en ligne comme c'est le cas avec *Singapore Mathematics Online Classes & Tutoring* et *Singapore Math Learning Centre*.

4.4.5 BrainBuilder

Il s'agit de centres d'apprentissage qui livrent des programmes de mathématiques en utilisant la méthode préconisée par *SingaporeMaths*, mais dont les objectifs sont définis en fonction des besoins des apprenants : évaluation ou préparation pour les compétitions, maîtrise des fondements mathématiques, activités pour l'enrichissement des connaissances mathématiques et le développement des compétences et habiletés requises pour la maîtrise des mathématiques.

Brainbuilder s'appuie sur les principes de *SingaporeMaths* tout en développant des habiletés de raisonnement d'ordre supérieur en lien avec le sens critique et la créativité : *Higher Order Thinking Skills(HOTS)*. Par l'enseignement et la pratique du «*drawing model*» et des techniques heuristiques de résolution de problème, il offre d'améliorer la performance des élèves dans les tests TIMSS.

Il est à noter que ce programme est enseigné dans plus de 20 centres d'apprentissage en Australie, Malaisie, Singapour, Thaïlande et il est en cours de mise en place au Canada et aux États-Unis. Ce programme est recommandé en Australie par le *National Assessment Programme Literacy and Numeracy* (NAPLAN), l'*Opportunity Class* (OC), l'*International Competition & Assessment For School* (ICAS), l'*Australian Maths Competition* (AMC) ainsi que pour les tests de placement des écoles supérieures en Australie.

D'autres ressources ont contribué à la diffusion de l'innovation *SingaporeMaths* dont les séries de *Singapore Schools* adaptées au curriculum des États-Unis comme : *MathsInFocus*. D'ailleurs le *National Council of Teachers of Mathematics* recommande *SingaporeMaths* en 2006 et le *National Mathematics Advisory Panel* en 2008.

4.4.6 InspireMaths

InspireMaths : au Royaume-Uni, la moitié des écoles primaires en Angleterre vont adopter le style d'enseignement des mathématiques développé par Singapour, avec plus de 41 millions d'euros de financement pour 4 ans pour former les enseignants et leur procurer les manuels et les guides requis.

Les séries *Singapore Schools* sont traduites dans plusieurs langues dont l'Espagnol, le Néerlandais, l'Arabe et le Bahasa en Indonésie. Et il est entendu que *SingaporeMaths* change comment les mathématiques sont enseignées dans plusieurs pays.

Par ailleurs, les projets menés par le **M2M** sont aussi à l'origine de nouvelles formes de ressources et constituent une stratégie de diffusion et de transfert d'expertise pour une économie en effervescence, celle de l'économie de l'éducation mathématique qui questionne à l'international l'urgence des réformes curriculaires des mathématiques.

Ainsi, un des plus récents projets menés par le M2M : *A study of the enacted school mathematics curriculums* est, en 2020, un livre ressource qui porte sur des questions d'actualités : d'une part, le livre traite des facteurs déterminant la réussite et le succès d'une réforme curriculaire et, d'autre part, le livre se penche sur la pertinente question de la mise en place.

Le but du projet du **M2M** initié en 2015 était de répondre aux questions suivantes :

- Qu'est-ce qui se passe dans les classes de Singapour qui explique les résultats positifs dans la revue des classements internationaux tels TIMSS et PISA ?
- Est-ce que la mise en action du curriculum en classe a quelque chose de commun avec le curriculum tel qu'il est présenté dans les documents officiels du ministère de l'éducation ?
- Plus important, pourrions-nous trouver des pratiques efficaces à partir de notre recherche pouvant être par la suite partagées avec les autres enseignants ?

On remarque que Singapour procède toujours selon la même approche : synthèse des connaissances, et par la suite, les retombées de la recherche.

Plusieurs chercheurs soulignent que bien que l'approche de Singapour soit pertinente et efficace, le contexte socioculturel sur lequel repose ce succès ne peut être exporté avec la méthode, et par conséquent les chances de réussir le transfert sont faibles. Le **M2M** de Singapour adresse, en 2020, la question et le secret de l'implantation pour contrer les obstacles éventuels à la diffusion de sa méthode pour les réformes curriculaires.

Dr Kho Tek Hong, expert de *SingaporeMaths* explique que la force de Singapour est dans sa capacité d'opérationnaliser les données de la recherche, de les contextualiser en faisant intervenir et en impliquant celui qui va les faire vivre en classe auprès des élèves : l'enseignant.

4.5 CONCLUSIONS SUR LE CAS SINGAPORE

Les classements internationaux tels TIMSS, PISA et PEICA ont fait la renommée internationale de Singapour comme un des pays les plus performants en termes de rendement et de réussite scolaire tout particulièrement en mathématiques et par la qualité de la formation de ses enseignants.

Le modèle de Singapour est le résultat d'une recherche de type synthèse des connaissances qui a pris en considération tous les domaines qui influent l'acte d'apprentissage des mathématiques et les facteurs déterminant du processus de développement des compétences mathématiques, en considérant les deux littératies, celle des mathématiques et celle de la numératie.

L'expérience de Singapour est, par ailleurs, un exemple concret du retour sur investissement de la recherche et, par conséquent, un cas à étudier plus en détails sous la perspective de l'économie de l'éducation mathématique. Il est important, dans le cas de Singapour, de ne pas

s'arrêter au fait que ce pays Cité-État investit environ 15% de son PIB en éducation, mais plus important et plus intéressant, est d'estimer les retombées de cet investissement sur l'économie de Singapour qui détient aujourd'hui plusieurs propriétés intellectuelles sur les produits et produits dérivés de *SingaporeMaths* ainsi que des licences et des dividendes qu'il négocie à travers le monde dans des secteurs aussi porteurs et déterminants que celui de l'éducation, de la formation et des plateformes éducatives.

Comme nous l'avons présenté dans les différentes parties de ce texte, Singapour, à partir d'un cadre de référence exemplaire, a su cerner les axes d'intervention déterminant la qualité et l'innovation dans un domaine des plus puissants, celui des mathématiques. Singapour a su inscrire sa démarche dans un paradigme d'apprentissage et de performance pour les élèves et proposer une perspective de développement professionnel et de croissance professionnelle pour ses enseignants, principalement axée sur la pratique et l'investigation. Leur système de développement et de production de ressources continu permet la mise à l'essai, la validation et l'optimisation des apprentissages des élèves, étant donné que les questions essentielles que se posent les différents acteurs intervenant sur l'apprentissage de l'élève sont : a-t-il appris ? Pourquoi a-t-il appris ? Qu'est-ce qu'il n'a pas appris ? Pourquoi n'a-t-il pas appris ?

Pour le Dr Lee Ngan Hoe du **M2M** (2015), dans la démarche de Singapour, il n'est pas question de valider une théorie ou d'orienter les actions en fonction d'une théorie donnée. La pratique et l'investigation des enseignants permettent de déterminer et de révéler ce qui permet la performance des élèves et ce qui bloque son processus d'apprentissage.

L'innovation que Singapour a apportée à l'enseignement et aux apprentissages des mathématiques est ce partenariat entre deux domaines d'expertise : les mathématiques et les sciences de l'éducation représenté par le **M2M**, institut où les disciplines et les champs de recherche que se partagent les intervenants en sciences des mathématiques et en didactique des mathématiques évoluent en fonction des besoins et des problématiques en émergence.

Nous avons tenté d'illustrer la posture et la démarche adoptées par Singapour comme une articulation entre trois pôles : un cadre de référence, une dynamique pour le développement professionnel des enseignants et une coalition entre chercheurs et éducateurs rattachés aux sciences mathématiques et aux sciences de l'éducation (figure 21).

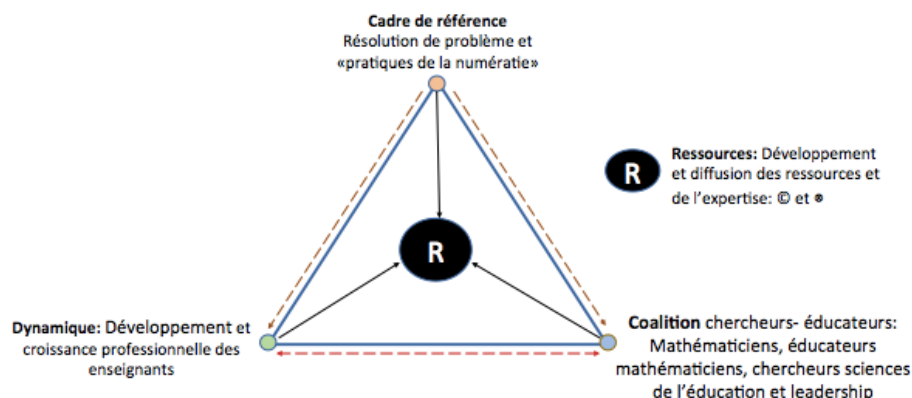


Figure 21: Les quatre axes d'intervention stratégique de Singapour pour la promotion et l'innovation en mathématique et en numératie

Un cadre conceptuel, résultat d'une synthèse des connaissances, est traduit en ressources au service des élèves et de leurs enseignants : des manuels pour les devoirs, des guides pour la conception des cours et l'élaboration des séquences d'apprentissage et les activités d'apprentissage et un corps professoral et de recherche investi dans l'analyse, le développement et l'innovation dans le domaine des mathématiques (voir les programmes et champs de recherche des deux équipes : mathématiques et éducation).

La diffusion des innovations suit les prescriptions de la plupart des théories de l'innovation : canaux de communication et temps de diffusion. Grâce aux maisons d'éditions enregistrées à Singapour, aux États-Unis et ailleurs, l'expertise et le processus de création de *SingaporeMaths* s'étend et s'intensifie au point où il est proposé pour des réformes curriculaires par des pays aussi puissants que l'Australie, le Royaume-Uni, la Nouvelle Zélande, le Canada et la France (figure 22).



Figure 2: Diffusion de SingaporeMaths et ses influences à l'international en termes de réformes curriculaires et de cadre de référence.

Des mouvements comme celui de *Cambridge Mathematics* tentent de limiter cette intrusion de *SingaporeMaths* et son adoption par plusieurs juridictions et pays en remettant en question la validité de certaines de ses assises, comme la pédagogie et l'approche du CPA : Concret, pictural et abstrait. Afin d'identifier les failles ou les limites du modèle *SingaporeMaths*, on se réfère aux travaux de Piaget, de Seymour, de Bruner pour y déceler les faiblesses. Comme nous l'avons souligné, le modèle *SingaporeMaths*, est un modèle qui intègre les mathématiques et la numératie. Or l'absence d'un cadre de référence et d'une théorie de la numératie, l'analyse de *SingaporeMaths* ne peut être pleinement satisfaisante.

L'approche CPA devrait être revue et révisée à la lumière des nouveaux travaux en neurosciences et des possibilités des environnements virtuels enrichis. La séquence concret-pictural-abstrait ne serait peut-être plus déterminante ni pour la construction des concepts ni pour la compréhension conceptuelle.

Par ailleurs, l'analyse du cadre conceptuel de *SingaporeMaths* nous offre un exemple de l'importance d'investir et de contribuer à l'élaboration d'un cadre de référence pour la numératie qui considère à la fois la nature fonctionnelle des connaissances mathématiques et celle culturelle des pratiques mathématiques.

5-CAS CANADA

Faits saillants pour l'Ontario

- Processus d'institutionnalisation de la numératie.
- Promotion et valorisation du Leadership et de l'évaluation en éducation.
- Grande similarité avec l'approche de Singapour.
- Alignement stratégique : politiques, réformes curriculaires, développement des ressources, évaluation et stratégies pour la collecte des données et la documentation des progressions et du suivi.

Faits saillants pour le Québec

- Modèle éventuel pour la numératie.
- Patrimoine culturel et une culture d'enseignement et de supervision pour l'apprentissage des mathématiques à mettre en relief.
- Pratique de la numératie au Québec mérite d'être formalisée et systématisée.
- Caractéristiques des associations québécoises pour la promotion et la valorisation des mathématiques à documenter et à catégoriser.

Préambule

Bien que l'expérience numératie au Canada nous semble moins développée si on la compare à celle du Royaume Uni et celle de l'Australie, plusieurs éléments nous permettent d'avancer que l'intérêt que le Canada porte à la numératie se consolide rapidement si on analyse l'attention croissante que lui accordent certains centres de recherches mathématiques leaders comme le PIMS, le CRM et le Fields. De plus, cet intérêt s'inscrit dans le temps puisqu'il engage la recherche en enseignement supérieur, autant dans les programmes de doctorat que ceux de maîtrise, comme c'est le cas avec la faculté de l'éducation de l'Université de Simon Fraser qui offre depuis plus deux ans, une maîtrise en numératie.

Les compétences en numératie sont des sujets de discussion dans les médias populaires. Les rapports de l'OCDE sur les tests PIECA, de PISA viennent souvent confirmer ceux de l'Office de la Qualité et de la Responsabilité en Éducation (OQRE) et contribuent ainsi à alimenter les débats et sonner l'alarme. En 2007, le Conseil Canadien sur l'apprentissage (CCA) parle de paradoxe : le Canada affiche un des taux les plus élevés au monde pour l'achèvement d'études postsecondaire (EPS) et pourtant un pourcentage substantiel de sa population adulte ne possède pas encore les compétences en littératie et en numératie nécessaires pour réussir dans une économie moderne (CCA, 2007, p.22). Et la situation perdure encore aujourd'hui.

En décembre 2019, le *Fields Institute for Research In Mathematical Sciences* présente: *Upgrading Numeracy Skills of Postsecondary Students: HEQCO and CME* (Fields Institute) Working Conference. Une recherche menée par le *Higher Education Quality Council of Ontario* (HEQCO) expose qu'un quart des étudiants gradués ont des scores inadéquats en numératie. Comment alors penser le parcours de l'éducation postsecondaire afin de leur assurer les compétences requises pour leurs besoins personnels et professionnels?

En dehors des débats, peu de documents illustrent l'expérience en numératie au Canada. Mais, il n'en demeure pas moins qu'il est possible de dresser une image de cette expérience, et nous avons choisi deux juridictions : le Québec et l'Ontario. Les deux provinces participent aux tests internationaux de l'OCDE depuis leurs débuts (TIMSS : 1995, PISA : 2003 et PIECA : 2012). Mais les deux juridictions se distinguent. Alors que l'Ontario suit et oriente ses initiatives et programmes en accord avec les recommandations de l'OCDE et des politiques canadiennes, le

Québec semble détenir sa propre approche, démarche, style d'intervention, et donc, sa propre culture en enseignement des mathématiques. Raisons pour lesquelles, nous abordons le Québec en tant que cas à analyser. Et nous nous limitons pour l'Ontario à exposer le cadre dans lequel cette province inscrit ses actions ainsi que ses principaux projets et programmes.

Le Québec se démarque, au sein du Canada et à l'international, par un parcours relativement «honorable» et par des innovations organisationnelles, pratiques et pédagogiques, que souligne l'OCDE dans ses rapports (OCDE, 2015). L'Ontario se démarque de son côté par ses innovations associées au leadership en éducation soulignées dans le rapport McKinsey 2010 et dans les rapports de l'OCDE. Dans le rapport McKinsey 2010: *Capturing the Leadership Premium (2010)*: «*Ontario was one of the eight systems selected for review as a result of strong performance on international tests and «good practices in school leadership»*». (Fullan & Leithwood, 2012, p. 1). Nous profitons de ce présent projet pour revoir la spécificité du Québec en appréhendant ses interventions en enseignement des mathématiques sous la perspective de la numératie tout en faisant un parallèle avec la posture de l'Ontario.

Les deux juridictions accordent une grande importance aux programmes canadiens de l'Éducation financière et de la Programmation, qui connaissent un immense succès et des réalisations plus que spectaculaires (Rapports Autorité Financière, 20017, 2018, 2019, Can-programmation (2015-2019), deux programmes qui contribuent et participent au développement sous-jacent les compétences de la numératie.

Avant d'exposer quelques éléments de l'expérience numératie pour le Québec et pour l'Ontario, nous survolons quelques éléments et faits qui nous permettent de circonscrire le contexte au sein duquel les initiatives numératie au Canada prennent ancrage.

5.CADRES DE RÉFÉRENCE

5.1 Initiatives et Programmes canadiens

L'ensemble des juridictions canadiennes partagent des éléments historiques qui portent sur des réflexions et débats autour des finalités des mathématiques et de leur enseignement, les problématiques entourant le curriculum des mathématiques et plus récemment, le projet Canada 2020. Ce dernier identifie la numératie comme faisant partie des *Big Ideas* qui

détermineront l'avenir du Canada en termes de potentiel d'innovation et par le fait même, de développement et de croissance économique (Moffatt et Rasmussen, 2016) .

Quelques événements, des dates et des contextes, qui permettent d'inscrire la démarche du Canada en lien avec les mathématiques et la numératie.

5.2 Manifeste pour un curriculum mathématique

En **2003**, des recommandations pour un manifeste pour un curriculum des mathématiques sont issues d'un groupe de travail, le *Canadian Mathematics Education Study Working Group*, à l'occasion de la conférence 2003 du *Canadian Mathematics Society* (CMS). L'essentiel des recommandations sont en lien avec des préoccupations ou orientations spécifiques.

Finalités des mathématiques (profils de sortie)

- *Students coming out of high school mathematics must be able to engage effectively with complex problems; they require the ability to «think mathematically» - that is, to investigate the mathematics in a situation, to refine, to expand, and to generalize;²⁷*
- *Students' mathematics concepts must be woven into a connected set of relationships;*
- *Students' must be able to independently encounter and make sense out of new mathematics.*

Curriculum

- *The need for detailed lists of prerequisites in mathematics has been exaggerated. While there is some hierarchy of concepts, a more appropriate image of mathematics centers on the rich problems themselves with their relationships among concepts and that highlights both entrance points into topics and multiple directions for expanding one's practice.*
- *A mathematical topic that appears isolated to the students and the teacher reveals a problem of placement and /or selection. Choose topics that offer opportunities to generalise and to connect.*

²⁷ - Les élèves qui terminent leurs études secondaires doivent être capables en mathématiques de s'attaquer efficacement à des problèmes complexes qui exigent la capacité de «penser mathématiquement» - c'est-à-dire d'étudier les mathématiques dans une situation, d'affiner, d'élargir et de généraliser;- Les concepts mathématiques des élèves doivent être rassemblés dans un ensemble de relations interreliées ; - Les élèves, face à des situations nouvelles en mathématiques, doivent être capables donner leur donner un sens.

- *There are diverse modes of mathematical practice, ranging from established paths and practices of logical reasoning to modeling, investigation, and technology-supported experimentation.*²⁸

Recommandations aux ministères et au Conseil de l'Éducation

Le groupe de travail recommande de réexaminer les points suivants²⁹ :

- *The structures of curriculum documents and designs of resource materials;*
- *Support for teachers' initial and on-going development of professional knowledge;*
- *Assessment and reporting of students' abilities to engage with mathematically rich problems, to think mathematically, and to make sense of mathematics.*

L'ébauche du manifeste curriculum mathématiques, présentée par le *Canadian Mathematics Education Study Working Group*, précisait l'engagement du CMS à soutenir les enseignants et les développeurs de curriculum dans une tâche qu'il qualifiait de difficile et d'importante (Whiteley et Davis, 2003, p. 83).

5.2.1.1 Curriculum Mathématique du Canada

Le modèle qui influence largement la conception que les institutions ont du curriculum est celui de Travers & Westbury (1989) qui fut adopté par le *Second International Mathematics Study* (O'Shea, 2003). Le modèle présente le curriculum comme constitué et représenté par : une intention (énoncée par les développeurs du curriculum) : «*Intended Curriculum*», une implémentation des programmes (réalisée en classes et menée par les enseignants) : «*Implemented Curriculum*», et l'atteinte des objectifs du curriculum (manifestée par les réalisations et les attitudes des élèves) : «*Achieved Curriculum*».

²⁸ –**Curriculum** Le besoin de listes détaillées de préalables en mathématiques a été exagéré. Bien qu'il existe une certaine hiérarchie des concepts, une image plus appropriée des mathématiques est centrée sur les problèmes riches eux-mêmes avec leurs relations entre les concepts et qui met en évidence à la fois les points d'entrée dans les sujets et les multiples directions pour élargir sa pratique ; - Un sujet mathématique qui apparaît isolé aux élèves et à l'enseignant révèle un problème de placement et/ou de sélection. Choisissez des sujets qui offrent des opportunités de généralisation et de connexion ; - Il existe divers modes de pratique mathématique, allant des voies et pratiques établies du raisonnement logique à la modélisation, à l'investigation et à l'expérimentation assistée par la technologie

²⁹ Les structures des documents du curriculum et les conceptions des ressources documentaires ; Soutien à la formation initiale et continue des enseignants ; - Évaluation et compte rendu des capacités des élèves à s'attaquer à des problèmes mathématiques riches, à penser mathématiquement et à donner un sens aux mathématiques

Le développement d'un curriculum national fait suite à des pressions externes au milieu de l'éducation, comme celle de la Chambre de commerce canadienne (1994). Cette dernière recommande le développement d'un curriculum national: «*to develop a national core curriculum in mathematics and science that would be use on a non-threatening voluntary basis by the provincial and local jurisdictions*» (Canadian Chamber of Commerce, 1994, cité par O'Shea, 2003). Des recommandations sont formulées pour le développement d'examens sur les notions de base pour les mathématiques et les sciences qui reflètent jusqu'à quel point les élèves, les écoles et les commissions scolaires réussissent bien dans l'atteinte des objectifs du curriculum. Les syllabus accompagnant les curriculums laissent progressivement place à des guides, sorte de manuels dont le but est d'illustrer un plus grand nombre de spécifications en lien avec les attentes d'apprentissage, avec plus d'interventions dictées, et plus de directives (ex. *British Colombia of Education, Skills and Training*, 1997). Les guides acquièrent alors la fonction de ressources d'enseignement qui suggèrent des stratégies d'enseignement et d'évaluation, un glossaire et une liste de recommandations pour le matériel ressource. L'Ontario *Ministry of Education and Training* (1995) suggère déjà des standards provinciaux pour les mathématiques en énonçant des exemples holistiques d'indicateurs de performance. Le *British Colombia Ministry of Education* (1995) développe une liste de référence illustrant aux enseignants comment les élèves développent les compétences mathématiques dans le temps - et donc progression des apprentissages- et comment les évaluer de manière juste. D'autres juridictions suivent l'exemple en précisant et illustrant les comportements et le type de performance attendus en mathématiques (*Alberta Education*, 1991 ; *Calgary School District*, No. 19, 1993, *Manitoba Education and Training*, 1996).

Dans son article sur l'histoire du curriculum canadien des mathématiques, O'Shea (2003) cite deux facteurs qui vont influencer le processus de développement des curriculums. D'une part, la place que vont prendre les maisons d'édition. O'Shea (2003) souligne : «*the openness by which curriculum was negotiated was beneficial to two parties : publishers knew that they were able to produce materials congruent with the curriculum, and education authorities were*

*confident that materials would be available for teachers when the changes were put into place»*³⁰(p.9).

D'autre part, la professionnalisation croissante dans le champ de l'enseignement des mathématiques qui selon O'Shea (2003) grâce aux associations professionnelles d'enseignants de mathématiques qui voulaient de plus en plus avoir leur mot à dire sur ce qui serait enseigné et comment cela serait enseigné.

O'Shea (2003) trace l'histoire du curriculum des mathématiques au Canada comme celui du besoin de développement des ressources accompagnant les curriculums, la professionnalisation de l'enseignement et les débats autour des intentions du curriculum de mathématiques et son implémentation ce qui va aboutir en fin de parcours à celui de l'importance de l'évaluation des apprentissages en mathématiques.

Mais, ce n'est qu'en **1989** que le Canada va lancer son projet *School Achievement Indicators Program* dont la première évaluation fut conduite en 1993. Le rapport du CMEC (**1993**) souligne que la performance à travers les provinces est relativement constante. O'Shea (2003) précise que: «*Quebec francophone students, at both ages 13 and 16, seemed to be superior to their counterparts in others provinces, both in mathematics content and in problem solving*»³¹. (p. 11).

5.2.1.2 A Nation wide Plan for Numeracy (Big Ideas Canada 2020)

The «*Innovation Project*» est une initiative canadienne qui se penche sur l'étude de Innovation Canada : risques, opportunités, et facteurs clés qui déterminent l'avenir du Canada comme nation novatrice. *Big Ideas* Canada en lien avec ce projet identifie la numératie comme une des 10 grandes idées qui vont impacter l'avenir du Canada.

³⁰ « la transparence avec laquelle le programme a été négocié a été bénéfique pour deux parties : les éditeurs savaient qu'ils étaient en mesure de produire du matériel conforme au programme, et les autorités éducatives étaient convaincues que le matériel serait disponible pour les enseignants lorsque les changements seraient mis en place ».

³¹ « Les élèves francophones du Québec, tant à 13 qu'à 16 ans, semblaient supérieurs à leurs homologues des autres provinces, tant en contenu mathématique qu'en résolution de problèmes ».

Les recommandations émises à la suite des recherches et des consultations menées dans le cadre de ce projet «*Innovation Project*» pour la numératie sont résumées dans les points qui suivent:

- Les gouvernements provinciaux doivent partager les pratiques exemplaires des curriculums numératie au préscolaire.
- Les gouvernements provinciaux doivent créer un curriculum numératie pour le préscolaire quand c'est nécessaire.
- Les gouvernements provinciaux doivent travailler ensemble pour créer des outils et instruments destinés aux parents afin d'encourager leurs engagements.
- Les gouvernements provinciaux doivent financer la recherche sur le dépistage précoce des problèmes et difficultés en numératie: mesures, interventions et soutien pour résoudre ces problèmes.
- Il faudrait étendre l'enseignement de la numératie aux programmes d'éducation du baccalauréat (recommandations de l'OCDE (2004) qui souligne le rôle de l'éducation mathématique dans les sociétés novatrices.
- Les commissions scolaires doivent allouer plus de temps pour le développement professionnel afin que les enseignants pratiquent les approches d'enseignement de la numératie, l'identification des enfants ayant des difficultés et les interventions en numératie.
- Les gouvernements provinciaux doivent créer un curriculum numératie pour les adultes qui devrait être disséminé et diffusé dans les unités de santé et autres lieux appropriés comme les bibliothèques et les bureaux de placement.
- Les gouvernements provinciaux doivent demander la collecte et le partage de données no-individualisées pour évaluer les tests, intervention et approches d'instruction pour l'éducation numératie pour les enfants.

Ces recommandations sont issues de plusieurs études, recherches, données probantes et constats dont les principaux sont ceux de l'OCDE sur les compétences des adultes, le rôle critique des mathématiques dans l'innovation, les impacts d'un faible niveau de numératie chez les adultes, l'importance d'investir dans la numératie tôt dans le parcours scolaire (préscolaire

et les premières années) ainsi que l'importance de la sensibilisation et de l'engagement dans cette aventure des acteurs clés, en premier les parents et la famille.

Étant donné que les faibles niveaux en numératie semblent se manifester principalement chez certains groupes : les nouveaux immigrants et les Premières Nations, cela crée une inégalité des opportunités en éducation et sur le marché du travail, et impactent leur participation à l'innovation.

Les rapports de l'OCDE, soulignent, par ailleurs, le fait que le but premier de l'éducation mathématique est de permettre l'«*empowerment*» de l'individu en le dotant de la compétence et de l'habileté de : «*Pose, solve and interpret mathematical problems in a variety of situations*» (OCDE, 2004). Les compétences en mathématiques débutent par une solide base en numératie (Conference Board of Canada, 2014).

Quant à la neuroscience, elle vient souligner l'importance du diagnostic précoce des problèmes de la numératie très tôt chez les enfants afin que ces problèmes n'affectent, plus tard, leurs attitudes, compétences et aptitudes pour les mathématiques (Lyons, Nuerk & Ansari, 2015 ; Jordan, 2010).

CAS QUÉBEC

Au Québec, l'intitulé et les titres des articles et communiqués accompagnant l'annonce des résultats du pays aux tests internationaux de l'OCDE –TIMSS, PISA-PIECA- sont souvent empreints soit de fierté, de surprise, ou une sorte de mélange entre victoire et défi ³². Par contre, dans le domaine de la recherche et dans les rapports officiels, dont ceux de l'OCDE, la reconnaissance du succès et de l'expertise du Québec –surtout en enseignement des mathématiques- sont soulignées en termes : d'innovation pédagogique en mathématiques et en sciences qui distinguent le Québec à l'échelle internationale (OCDE, 2011) (figure 24), et de formule de succès comme une juridiction canadienne qui se distingue (Vashchyshyn et Chernoff, 2016 : A formula for Success ?).

³²L'annonce des résultats des tests internationaux de l'OCDE est toujours accompagnée d'une effervescence de débats, de critiques selon que les performances se maintiennent ou on note un déclin. Quelques exemples de titres de communiqués ou d'articles dans les médias : « les élèves canadiens parmi les meilleurs au monde en lecture, science et mathématiques », « Les élèves québécois encore au sommet », « Les élèves canadiens parmi les 10 premiers pays pour leurs résultats en mathématiques », etc.

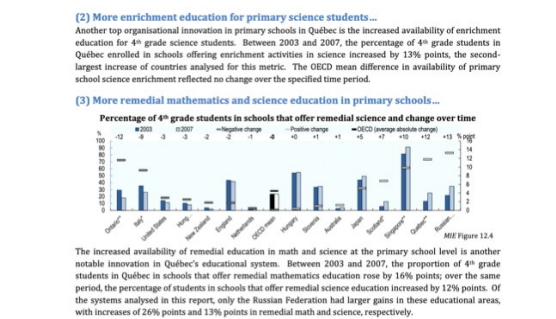


Figure 11: Illustrations du statut du Québec occupant le TOP des innovations organisationnelles en termes de pratiques pédagogiques en enseignement des mathématiques et des sciences : enrichissement de l'éducation, activités de remédiation et apprentissage actif.

L'OCDE reconnaît les innovations organisationnelles du Québec qui ont augmenté de 16% de points, pour la période de 2003 à 2007, pour la proportion de ses écoles qui offrent des séances de remédiation en éducation mathématique et occupent ainsi le haut du classement.

Mais en termes de performance, les données que nous avons extraites des bases de données de l'OCDE nous montrent que le Québec marque une nette et continue décroissance, si on compare le nombre croissant de pays qui performent mieux que lui (figures 25 et 26 : exemples de données issues des tests TIMSS).

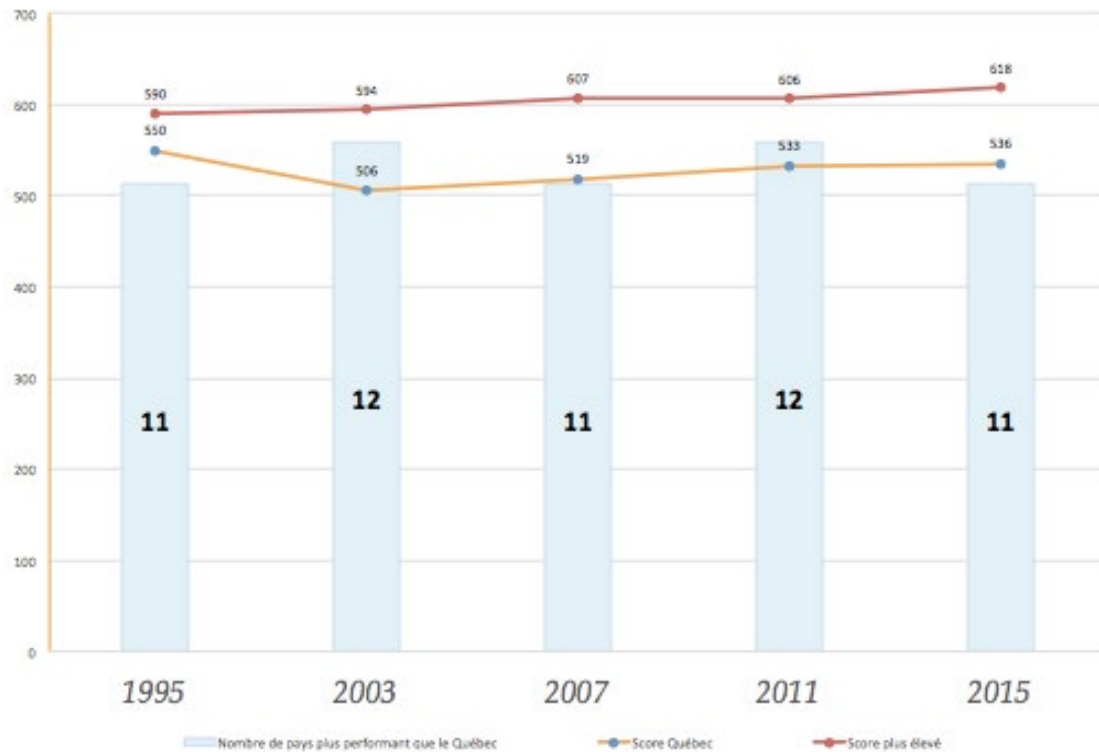


Figure 12: Données extraites de la base de données de l'OCDE pour les différents tests TIMSS pour le niveau 4, depuis 1995.

On observe que le Québec a pu maintenir plus au moins le même niveau de performance en comparaison avec celle des pays participant au test TIMSS pour le niveau 4³³. Mais, ce qui n'est pas le cas pour le niveau 8³⁴ (figure 26).

³³Le niveau 4 ou Grade 4 correspond à la 4^{ème} année de scolarité (cycle primaire).

³⁴Le niveau 8 ou Grade 8 correspond à la 8^{ème} année de scolarité (cycle secondaire)

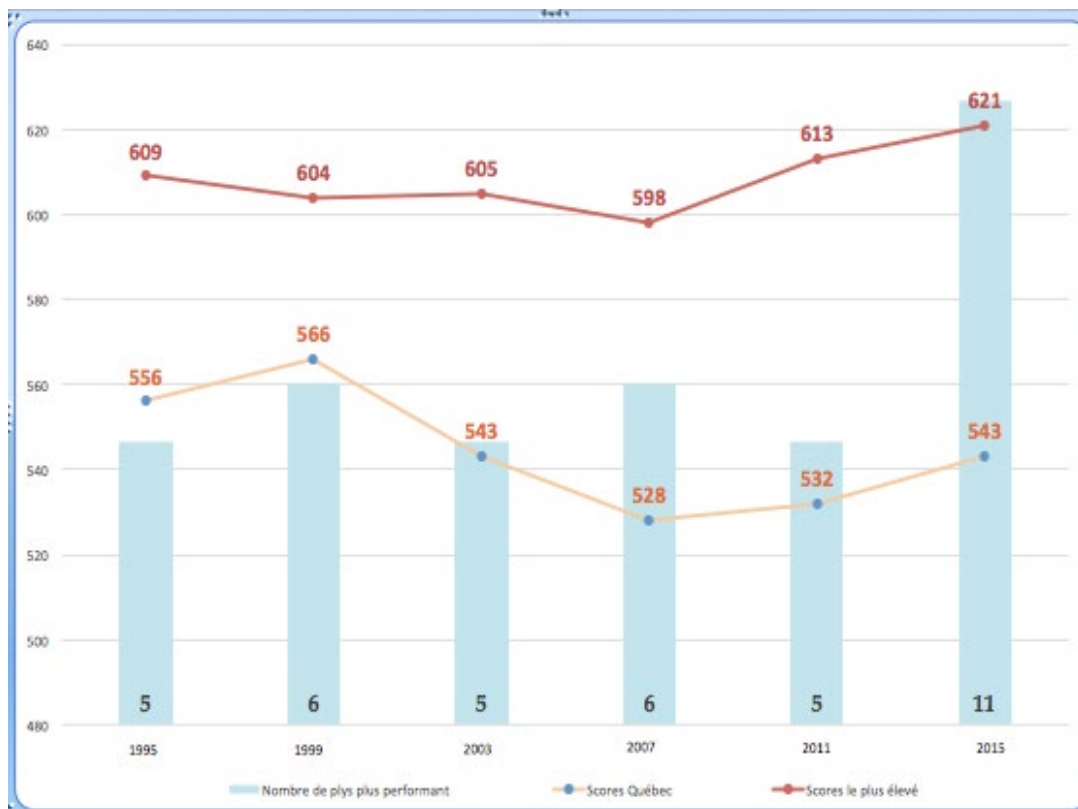


Figure 13: Données extraites de la base de données de l'OCDE pour les différents tests TIMSS pour le niveau 8, depuis 1995.

Mais en quoi consiste la formule du succès du Québec que lui attribuent les autres provinces canadiennes ?

Selon les documents et articles que nous avons consultés, il semble que le Québec s'est doté d'une culture d'enseignement des mathématiques, et de la numératie³⁵ grâce à une dynamique et une structure d'interaction qu'il a bâti et qu'il cultive depuis plus d'une trentaine d'années. On pourrait considérer que cette dynamique s'est transformée en un modèle que nous essayons d'illustrer par la figure 27. Le modèle intègre trois types d'interaction ayant chacune une fonctionnalité principale : institutionnelle (associations et institutions), méthodologique (en lien avec la didactique des mathématiques) et liée au domaine de connaissances (celui de la résolution de problèmes).

³⁵Si on réfère aux différences conceptions et perspectives en lien avec la numératie que nous avons présentés pour introduire les cas Royaume Uni et celui de l'Australie, il nous semble possible d'avancer que le Québec pratique la numératie dans ses pratiques et approches d'enseignement des mathématiques ainsi que dans ses activités récréatives et périscolaires en lien avec les mathématiques.

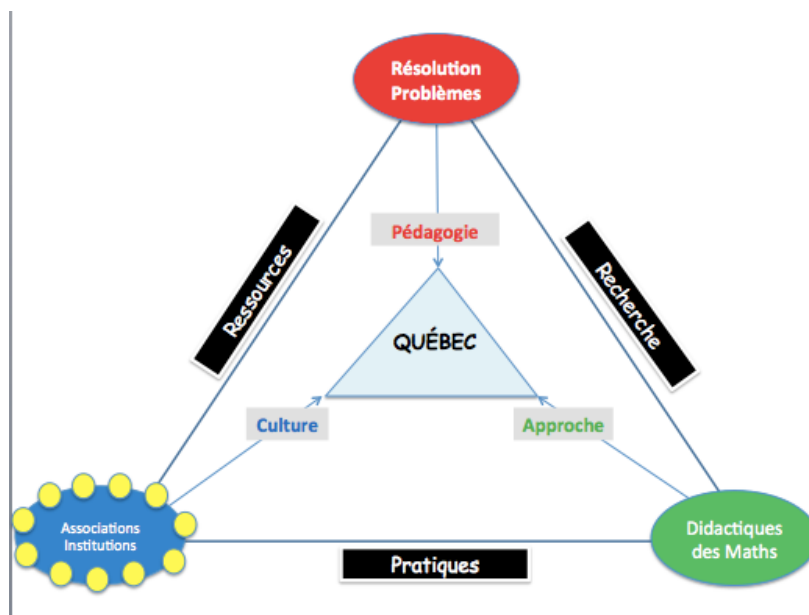


Figure 14: Le Cas Québec : un modèle de culture, d'approche et de pédagogie pour l'enseignement des mathématiques et pour le développement de la numératie, au primaire et au secondaire.

La culture d'enseignement des mathématiques et le développement de la numératie au Québec comme on va le voir dans paragraphes qui suivent est : **1-** la concrétisation d'une vision et de l'engagement de plusieurs entités avec l'instauration d'une culture d'enseignement, supervision et d'encadrement en milieu scolaire et dans des territoires externes au milieu scolaire, **2-** le développement de ressources diversifiées issues de la pratique et de l'expérience professionnelle en contexte scolaire et extrascolaire, et **3-** une formation des enseignants qui intègre savoir académique, savoir pratique et savoir d'expérience.

5.3 CULTURE D'ENSEIGNEMENT DU QUÉBEC

Déjà en 1985, l'APAME (Associations des Prometteurs de l'Avancement de la Mathématique Élémentaire) organisait une conférence sur « Les enseignants du primaire et la résolution de problèmes mathématiques » (APAMÉ, Trois-Rivières, 1985). L'APAME mettait à la disposition de la communauté enseignante et aux intervenants, un journal, menait une série de réunions, des colloques et publiait des rapports sur les expériences en enseignement des mathématiques menées en classe.

Avec le GRMS (Groupe des Responsables en Mathématiques au Secondaire) dont la constitution du premier comité remonte à 1973³⁶, les deux institutions –APAME et GRMS– marquent l'histoire de l'enseignement mathématiques au Québec par l'instauration de pratiques et la mise en place d'une dynamique d'interaction entre professionnels d'enseignement des mathématiques et le Ministère de l'Éducation de Québec (Dionne, 2007).

D'autres associations telles l'Association Mathématiques du Québec (**1977**) et le Groupe de Didacticiens des Mathématiques du Québec (GDM) vont, d'une part, créer un espace où la chercheurs en mathématiques rejoignent ceux intéressés par la popularisation des mathématiques, et d'autre part, ceux dont la préoccupation est celle de la formation professionnelle des enseignants des mathématiques.

Ces entités ont mené des actions, initié des chantiers et produits :

- Répertoire de ressources et d'artefacts,
- Des exhibitions scientifiques publiques depuis **1970** avec le GRMS et le Groupe des Jeux Mathématiques (GJM) qui organise le *Mathematical Briefcase* intégrant des jeux stratégiques et des problèmes mathématiques récréatifs distribués dans les écoles et les centres d'achats. Ils produisent une valise mathématique dite de l'AMQ. (Association mathématique du Québec)
- Des journaux tels Envol (depuis **1988**), journal biannuel avec des articles en lien avec l'enseignement des mathématiques, l'élaboration des problèmes mathématiques et de l'information destinée aux membres.
- Opi-Math pour le secondaire : organisé chaque année et qui apporte un soutien aux enseignants débutants et aux praticiens qui ne se limite pas à la formation professionnelle, mais les implique dans des projets de recherche en lien avec l'éducation mathématique.
- Une organisation qui «fédère» l'ensemble des associations : l'AMQ dont l'ambition est de générer un intérêt du public pour les mathématiques à travers un large spectre

³⁶ De groupe d'intérêt de l'AMQ, comité d'action, le GRMS se transforme en 1973 en association professionnelle et en 1978 il acquiert son autonomie tout en demeurant un groupe d'intérêt de l'AMQ. Sa principale préoccupation est la formation des maîtres, formation initiale et formation continue

d'activités et de publications, en collaboration avec le Ministère de l'Éducation, les institutions éducatives et les éducateurs.

L'ensemble de ces associations et de ces institutions poursuit leur mission avec le même engagement et les mêmes visées³⁷ en partageant le territoire avec des associations plus jeunes, motivées par les mêmes ambitions, mais s'inscrivant dans des orientations plus spécifiques et d'actualités en lien soit avec des problématiques d'égalité des opportunités, la question genre, l'inclusion sociale, etc., dans un rapport plus formel entre mathématiques et numératie (éducation mathématique).

À titre d'exemple, nous citons³⁸: Jeux mathématiques, Allo Prof, Opti-Maths, Scientifines (STEM), Grandir sans frontière, Centre des maths, Décode, et autres.

5.3.1 Pédagogie de résolution de problèmes

Le Québec adopte une pédagogie spécifique de la résolution des problèmes. En enseignement des mathématiques, le rôle de l'enseignement est d'encourager les étudiants à apprendre les concepts par le biais de la résolution de problèmes plutôt qu'en mémorisant les règles et les équations (Peritz, 2013). Pour ce faire, on adopte soit une approche d'investigation qui met les élèves dans des situations et un contexte où ils exercent leur imagination et créativité en contexte scolaire et en dehors du contexte scolaire. Grâce aux associations, Association des enseignants mathématiques du Québec, du GRMS, de l'AQJM, on amène les élèves à pratiquer les mathématiques en dehors du cadre et du contexte de la classe.

L'Association Québécoise des Jeux Mathématiques (AQJM) promeut les mathématiques pour tout le monde : primaire, secondaire et le grand public, avec l'organisation du championnat international des jeux mathématiques. On y introduit le puzzle, le jeu, la magie, etc. afin de révéler le plaisir et le côté stimulant et attractif des mathématiques ; une stratégie et une pédagogie qui selon Gusman (1990) permet d'atténuer et ou d'éviter l'effet psychologique «bloquant» des mathématiques. La réussite de ces manifestations est toujours grandissante. Pour Opti-Maths 2015, 265 écoles se sont enregistrées pour participer à l'événement, avec près

³⁷Sauf pour l'APAME qui a été dissoute en 2000 pour des raisons financières (Dionne, 2007)

³⁸ Nous nous limitons dans le présent rapport à citer les organisations et les institutions les plus actives dans ce domaine. Ces entités vont être présentées dans le projet numératie 2 (profil disciplinaire des mathématiques au Québec) selon une catégorisation que nous sommes en train d'élaborer.

de 18 000 étudiants participants. Une stratégie pédagogique est utilisée pour la promotion de ces activités. Ainsi pour Opti-Maths Québec, le slogan est: «Que le plus grand nombre participe et s'améliore en résolution de problème».

Selon Dionne (2017), la promotion des problèmes ouverts et la résolution de problèmes est une culture dans les écoles du primaire au Québec. Elle est aussi au cœur de l'éducation mathématique (Lajoie et Bednarz, 2012). Le curriculum des mathématiques au Québec est articulé autour de trois dimensions: résoudre des problèmes, utiliser le raisonnement mathématique et communiquer avec un langage mathématique (Ministère de l'Éducation du Québec 2004). Le Ministère de l'Éducation définit la résolution de problèmes, en tant que compétence, comme la capacité de trouver une solution logique à un problème qui correspond aux conditions suivantes: la situation ne doit pas être abordée dans les leçons précédentes, l'application de combinaison de règles et de principes peut être acquise ou non par les élèves pour résoudre le problème, et le produit ou les formes attendues ne doivent pas être déjà abordés dans les leçons précédentes (MEQ, 2004).

La résolution de problèmes est également abordée au Québec comme un outil pédagogique et est intégrée à toutes les étapes du processus d'apprentissage faisant du rôle assumé et attendu de l'enseignant un facteur déterminant de la réussite de l'approche. La résolution de problèmes assume trois rôles dans l'enseignement des mathématiques au primaire; et ce depuis les années 1970.

Un guide pour la résolution de problèmes est publié par le MEQ en 1988 où la résolution de problèmes est utilisée pour assurer un engagement maximal de l'élève lors des apprentissages mathématiques (Lajoie et Bednarz, 2012). Les principes de la résolution de problèmes tels qu'adoptés par les enseignants du Québec dépassent celui de trouver des solutions, mais aussi de créer des problèmes, trouver les données et choisir les problèmes à résoudre.

5.3.2 Approche didactique

Enseigner les mathématiques, au primaire et ou au secondaire, nécessite un équilibre entre trois types de connaissances: les connaissances des mathématiques, les connaissances de l'enseignement des mathématiques et la connaissance de la psychologie et de la pédagogie (Novotná, 2009). Les didacticiens des mathématiques sont donc des éducateurs pour enseigner

les mathématiques, travaillant avec les enseignants en pratique à promouvoir les développements en enseignement et les apprentissages des mathématiques, des «*mathematics teacher-educateur*» (Jaworski & Huang, 2014).

La didactique des mathématiques est donc un alignement tant entre fondements théoriques et pratiques du curriculum des mathématiques et de l'enseignement qu'avec leurs relations et interaction avec l'apprentissage. À noter qu'au Québec, les cours de méthodologies des mathématiques et les cours sur le contenu mathématique du programme sont développés et enseignés par des éducateurs enseignant mathématicien : des didacticiens.³⁹

La recherche en didactique des mathématiques a aussi largement influencé comment les programmes mettent l'accent sur des situations d'apprentissage en contexte réel. En effet, les enseignants en formation travaillent souvent avec des exemples du raisonnement des élèves, les erreurs communes et systématiques, des travaux d'élèves corrigés par d'autres enseignants, les vidéos de leçons, etc. Ce qui exige une grande implication des enseignants en pratique qui assurent ainsi une véritable collaboration entre les enseignants et les didacticiens. Cette collaboration est perçue de part et d'autre comme un moyen pour le développement des connaissances sur l'enseignement, les mathématiques et l'apprentissage.

Par ailleurs, au Québec, les cours en didactique des mathématiques ne se limitent pas aux aspects conceptuels du contenu, mais aussi à l'histoire et aux aspects épistémologiques (Lajoie et Bednarz, 2012). Les enseignants sont formés pour anticiper les différentes façons d'appréhender un problème et de voir les difficultés que peuvent rencontrer leurs élèves, réfléchir sur le programme des mathématiques à l'école, plutôt que les mathématiques académiques.

Par son approche, sa pédagogie et sa culture, le cas Québec s'inscrit déjà dans plusieurs écoles et différentes perspectives associées à la numératie dont celles : de la transformation de la numératie des aspirations vers une **pratique** éducative (*National Numeracy Network*), la numératie comme un concept **éducatif** (Madison & Steen, 2008), la numératie comme une

³⁹ Pour une description plus détaillée de la formation pour l'enseignement des mathématiques au primaire, le lecteur se référera au rapport « Les enseignants du primaire, leur formation ainsi que les outils mis à leur disposition. »

<https://enavantmath.org/fr/sommaires/2022RP-01>

intervention pour limiter le filtre social déterminant des mathématiques (Volmink, 1994 ; Zevenbergen, 2000b, 2004). Le cas Québec rejoint également la posture privilégiée pour la finalité des enseignements mathématiques : «évaluer la manière dont les concepts mathématiques sont appliqués dans le monde réel, et non pas déterminer si une personne peut résoudre un ensemble d'équations de façon isolée (Statistiques Canada, Emploi et Développement Social du Canada et Conseil des Ministres de l'éducation (2013).

Le patrimoine culturel dont dispose le Québec, ressources et artefacts développés par les différentes institutions depuis une trentaine d'années, pourrait servir à modéliser l'expérience du Québec de manière plus précise. Cela pourrait contribuer au processus d'élaboration d'un cadre de référence conceptuel agençant les mathématiques à la numératie. Le cas Québec permettrait de présenter un cadre bien différent de celui en promotion en Australie (dispositions, outils et connaissances mathématiques, Goos & *al.*, 2010), de celui du Royaume Uni en cours de développement par le biais du manifeste de l'Université de Cambridge et de celui en lien avec le projet financé par l'Union Européenne (Hoogland & *al.*, 2019).

Par ailleurs, le Québec connaît depuis quelques années des initiatives pour la promotion de la numératie surtout au préscolaire. On cite à titre d'exemples le projet sur les activités de transfert des connaissances sur la numératie dans les Centres de la Petite Enfance (CPE) (Chagnon, 2012 ; RCPEQC, 2013). Le projet consiste à évaluer les stratégies de transfert des connaissances développées par les RCPEQC qui vise à examiner les effets de la stratégie sur les attitudes, connaissances, et comportements des éducatrices qui devraient être mobilisés pour soutenir le développement de la numératie chez les enfants d'âge préscolaire.

CAS DE L'ONTARIO

L'Ontario, comme toutes les juridictions canadiennes, accorde une grande importance aux mathématiques tout en élaborant une véritable stratégie pour la promotion de la numératie de la maternelle à l'enseignement supérieur. Pour ce faire, l'Ontario axe ses interventions sur la sensibilisation à l'importance de l'évaluation et des données pour prendre des décisions éclairées, pour soutenir la formation professionnelle des enseignants, le développement des ressources afin d'initier une sorte de changement de paradigme en lien avec les politiques de l'apprentissage professionnel et de la performativité attendue (Riveros & Viczko, 2015). Pour

les mathématiques et la numératie, l'Ontario identifie les niveaux sur lesquels on doit intervenir, les territoires d'intervention qu'il doit investir ainsi que les partenaires requis pour réussir l'implémentation d'un curriculum et un virage dans l'approche adoptée pour la formation et la qualification en enseignement des mathématiques.

Nous présentons tout d'abord un schéma qui représente assez bien la posture de l'Ontario telle qu'elle est présentée par son Ministère de l'Éducation (<http://www.edu.gov.on.ca/fre/teachers/studentsuccess/FoundationPrincipalsFr.pdf>) en termes de lignes directrices (figure 28). On y distingue plusieurs niveaux d'intervention qui aboutissent vers une coordination entre le curriculum, l'élève et le personnel enseignant.

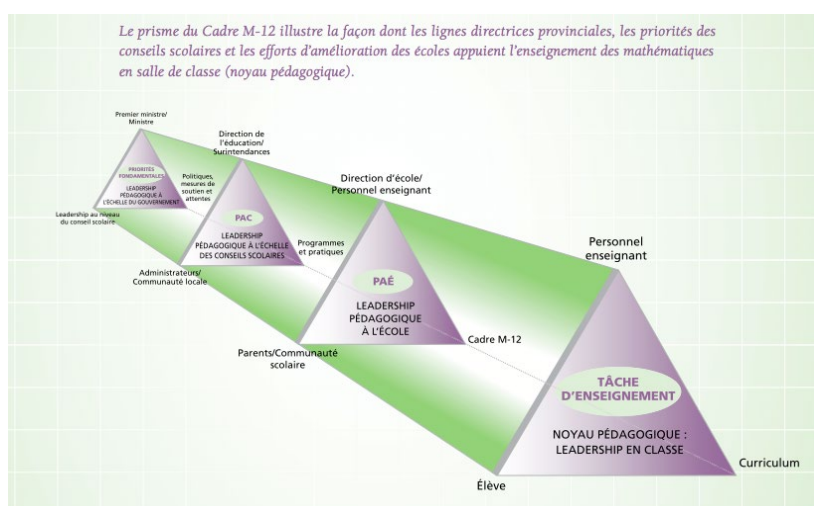


Figure 15: Copie du schéma illustrant la posture et l'alignement stratégique adopté par l'Ontario selon le Ministère de l'Éducation de l'Ontario
<http://www.edu.gov.on.ca/fre/teachers/studentsuccess/FoundationPrincipalsFr.pdf>.

Un leadership qualifié en pédagogie est mis à contribution au niveau de quatre échelles: du gouvernement, des conseils scolaires, de l'école et à l'échelle de la classe.

Nous présentons quelques éléments qui récapitulent l'expérience de l'Ontario en lien avec la numératie avant de conclure avec un retour sur cette image des lignes directrices.

5.4 CADRE: CLOSING THE NUMERACY GAP

La publication du rapport *Closing the Numeracy Gap* (Orpwood & Standford Brown, 2015) constitue un événement majeur pour l'Ontario. Ce fut l'occasion d'annoncer la limite de certaines interventions et de décréter l'urgence d'agir. L'écart observé entre le niveau de la numératie requis et nécessaire et celui qu'affichent les rapports de l'OCDE (PIECA et PISA), les

données issues de projets de recherche tel le fameux projet CSAP (*College Student Achievement Project*⁴⁰) ainsi que les évaluations provinciales au primaire sont toutes concordantes : on observe un déclin des scores des élèves en mathématiques et un niveau faible de numératie en comparaison avec celui requis pour une société de plus en plus technologique.

Selon Orpwood & Standford Brown (2015), l'écart en numératie que connaît l'Ontario : «*a gap that needs understanding, explaining and most important of all, closing*».

Les auteurs précisent dans leur rapport l'importance de nuancer la numératie des mathématiques en précisant que si les mathématiques sont importantes et déterminantes pour pouvoir intervenir dans les domaines des STEM, par exemple, la numératie est importante et nécessaire pour tout le monde. Et que si les mathématiques sont requises pour occuper un poste dans le domaine de la santé, des affaires, des services sociaux, de la technologie, la numératie est nécessaire pour tout le monde et dans la vie de tous les jours : pour les finances personnelles, pour les activités de loisirs, et pour être parent. «*Numeracy for All*» déclarent-ils est fondamental pour l'avenir de l'Ontario et de ses citoyens.

Deux principes doivent être mis en œuvre :

- Everyone can be numerate as well as literate.
- Everyone needs to be numerate as well as literate to function in the 21st century.

Les résultats et les données recueillies par le projet *College Students Assessment Project* auquel ont participé, en 2010, 24 collègues de l'Ontario, avec plus de 94 000 étudiants, de 2559 programmes, démontrent la difficile tâche rattachée à l'amélioration des niveaux de la numératie ainsi que l'urgence de la déclarer et de la promouvoir en tant que compétence essentielle par l'Ontario.

⁴⁰*College Student Achievement Project (CSAP)*, associé au *Mathematics Project (CMP)*, est un projet de recherche, initié en 2004, sous la responsabilité de l'*Ontario College System* et soutenu par le Ministère de l'Éducation, et le Ministère de la Formation, des Collèges et des Universités de l'Ontario. Le projet est une initiative du *York-Seneca Institute for Mathematics, Sciences and Technology Education*. Le PMC a commencé à publier son rapport annuel en 2007. Les objectifs du sont d'analyser les réalisations en mathématiques des étudiants de première année collégiale, en portant une attention particulière sur leurs antécédents au secondaire.

5.4.1 Enquête Collaborative pour l'Apprentissage des Mathématiques (ECAM)

Il s'agit d'une initiative lancée en 2008 ayant pour but de renforcer la capacité des conseils scolaires de districts d'améliorer l'enseignement et l'apprentissage, de la maternelle à la sixième année. Elle a trait à l'apprentissage professionnel, avec la participation d'équipes et de réseaux d'enseignants en classe, des enseignants en éducation spécialisée, de conseillers et de coordinateurs, de responsables de l'efficacité des écoles, des directeurs d'écoles et d'agents de supervisons.

Les principaux éléments sur lesquels porte l'ECAM :

- L'apprentissage professionnel intégré à l'expérience de travail en classes, en mathématiques.
- L'apprentissage et l'enseignement des mathématiques par une démarche de résolution de problèmes en mathématiques.
- Le renforcement de la capacité en leadership au moyen des mesures suivantes : 1- l'application par les participants d'un éventail de stratégies pédagogiques appropriées au contenu, 2- l'observation puis l'analyse des travaux des élèves pour des démonstrations de la compréhension des mathématiques, 3- la discussion et la réflexion.
- L'élaboration, enseignement et observation de leçons qui portent sur la compréhension des mathématiques par les élèves.
- Le travail en collaboration, à la fois sur le plan structurel et sur le plan pédagogique, en classe, dans les écoles, dans les conseils scolaires du district, auprès du personnel du ministère de l'Éducation contribue à la constitution d'un mécanisme visant l'échange des pratiques efficaces dans l'apprentissage professionnel en mathématiques.

Campbell (2014) présente un résumé des répercussions des initiatives de l'ECAM : la portée de l'ECAM s'est considérablement accrue car l'initiative qui touchait 47 écoles en 2008-2009 en touchait 1 402 en 2012-2013.

Selon Campbell (2014), les répercussions de l'ECAM sur l'apprentissage professionnel et les pratiques, contribuent à améliorer la confiance des enseignants dans l'élaboration de stratégies didactiques et les changements dans les méthodes d'enseignement des mathématiques. Les

stratégies d'intervention de l'ECAM réfèrent au modèle sur l'apprentissage professionnel du programme de Bruce et Ross (Bruce & Ross, 2011a ; Ross & Bruce, 2012).

Mais, l'ECAM n'a pas produit de répercussions positives en termes d'amélioration des performances et des résultats des élèves en mathématiques (Campbell, 2014).

5.4.2 Ontario's Renewed Mathematics Strategy: Memorandum 2016

L'Ontario s'engage à apporter du renouveau pour les enseignements et l'apprentissage des mathématiques par le biais d'interventions stratégiques. Le Mémorandum : *Ontario's Renewed Mathematics Strategy* (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2016) y présente les objectifs et la stratégie privilégiée qui s'appliquent de la maternelle à la 12 année. Le but est d'assurer un soutien aux établissements scolaires qui doivent miser sur les opportunités pour l'apprentissage professionnel, aux bénéfices de l'élève et de son bien-être.

Pour le Ministère de l'Éducation de l'Ontario, un équilibre entre l'enseignement et l'apprentissage est requis. Pour ce faire, il est important de mettre à la disposition des enseignants de mathématiques les ressources et les documents –conçus pour les mathématiques- afin que leurs interventions en classe permettent aux élèves de comprendre, d'apprendre différentes façons de raisonner et d'apprécier le rôle des mathématiques dans la vie de tous les jours. (MEO, 2006).

Pour le gouvernement de l'Ontario, les écoles doivent garder le focus sur les mathématiques parce que la nature des mathématiques et les compétences qui leur sont associées sont fondamentale et que leurs portés économiques sont déterminantes pour le pays : «*Today's economy is supported by an increasingly complex of skills and knowledge. Predictable, routine tasks of today will become automated and the non-routine unpredictable tasks will increasingly become the jobs of the future. As such, mathematical skills and knowledge are increasingly becoming critical components of success*»⁴¹ (MOE, 2006, p.3).

Dans le *Memorandum du Ministère de l'Éducation*, on fixe des indices de performance de types:

- 75% de tous les étudiants de l'école primaire doivent atteindre le niveau 3 ou un niveau supérieur, à l'évaluation provinciale pour la lecture, l'écriture et les mathématiques.

⁴¹ « L'économie d'aujourd'hui est soutenue par une complexité croissante de compétences et de connaissances. Les tâches prévisibles et routinières d'aujourd'hui deviendront automatisées et les tâches imprévisibles non routinières deviendront de plus en plus les emplois du futur. Ainsi, les compétences et les connaissances mathématiques deviennent de plus en plus des éléments essentiels du succès»

- Augmenter le pourcentage en mathématiques appliquées, pour la 9^{ème} année.

Le ministère souligne, par ailleurs, l'importance de doter la province de standards, de reconnaître les retombées positives de l'*Education Quality and Accountability Office* (EQAO), le retour sur investissement de la participation aux études internationales. Pour le ministère, toutes ces interventions et ces instruments permettent d'identifier les forces et les faiblesses des élèves et mettent à la disposition des responsables et des décideurs les données et les informations aptes à informer l'ensemble des institutions des plans d'amélioration requis pour le système de l'éducation. À cet effet, on souligne l'importance de l'évaluation et de la prise en considération des profils des élèves, de la réponse culturelle ainsi que du rôle de la technologie :

- Développer des profils d'étudiants basés sur votre connaissance des étudiants et développer des étudiants se connaissant en tant qu'apprenants grâce à l'évaluation et désireux de poursuivre leurs apprentissages
- Mettre en œuvre des pratiques d'évaluation et d'enseignement personnalisées et précises basée sur l'apprentissage effectif des élèves, et
- Explorer et tirer parti du rôle des technologies comme outil d'adaptation et d'apprentissage pour tous les élèves.

Le Ministère de l'Éducation de l'Ontario précise, par ailleurs, que l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques s'inscrivent dans un curriculum qui repose sur des fondements solides et rallie l'importance de la construction de la compréhension à celle du développement des compétences. Il s'agit d'intégrer une pédagogie qui considère: la résolution de problèmes, l'instruction directe, l'investigation, l'évaluation et la pratique.

Dans son Mémoire, le MEO précise sa stratégie de financement des projets en misant sur les commissions scolaires et en précisant les domaines d'intervention et le type d'objectifs visés. Nous citons quelques exemples extraits du Mémoire 2016.

- Assurer un soutien aux élèves dans la transition 8 - 9^{ème} année.

- Pour encourager le leadership des éducateurs et des directeurs d'établissement dans le développement et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques.
- Pour soutenir la participation des enseignants au *Mathematical Additional Qualification* (AQ).
- Pour soutenir l'apprentissage médiatisé par la technologie qui permet une meilleure compréhension des concepts mathématiques fondamentaux ainsi que le développement de la maîtrise procédurale.
- Pour encourager le partenariat famille-école et l'engagement significatif des parents dans la réussite des apprentissages mathématiques de leurs enfants.
- Pour promouvoir et assurer les opportunités du tutorat en classe, et pour soutenir la littératie et la numératie en dehors des journées d'écoles.
- Pour soutenir l'aide aux devoirs scolaires.

La stratégie proposée dans le Mémorandum précise également le nombre d'heures idéal pour les mathématiques : 4 à 6 heures par semaine. Par ailleurs, chaque district scolaire doit concevoir et programmer une journée d'activité professionnelle (*Professional Activity*) réservée aux priorités en éducation de la province en mathématiques et en numératie.

Le ministère souligne également l'urgence de développer des cours de mathématiques appliquées pour la 7^{ème} et la 8^{ème} années par des enseignants qualifiés et assurer un soutien au cas de manque de cette qualification au sein des commissions scolaires.

Pour la maternelle et le préscolaire, le Mémorandum recommande et offre des programmes de formation et de soutien pour planifier et implémenter les mathématiques dans des environnements de jeu, en proposant des modèles et des exemples pour tous les domaines d'apprentissage.

Un plan d'action pour l'amélioration des mathématiques, précisant les actions accompagnant l'implémentation pour atteindre les objectifs et les stratégies pour la collecte des évidences de l'impact doivent être remis au Ministère de l'Éducation pour la révision, la discussion et le partage de l'expérience.

5.4.3 Groupe de travail sur Littératie et Numératie Ontario

Le groupe de travail sur les mathématiques cite sept principes fondamentaux pour améliorer l'enseignement des mathématiques de la maternelle à la 12^{ème} année :

- Mettre l'accent sur les mathématiques.
- Coordonner et consolider le leadership en mathématiques.
- Développer une compréhension de l'enseignement efficace des mathématiques.
- Soutenir les pratiques collaboratives d'apprentissage professionnel en mathématiques.
- Créer un environnement d'apprentissage propice aux mathématiques.
- Valoriser l'évaluation au service de l'apprentissage des mathématiques pour la réussite de tous les élèves.
- Favoriser l'accès aux ressources mathématiques.

5.4.4 Le Secrétariat de la Littératie et de la Numératie

Le Secrétariat de la Littératie et de la Numératie dont la mission est de fournir aux enseignants les résultats des dernières recherches sur l'enseignement et l'apprentissage offre dans son édition : Faire la différence ...de la recherche à la pratique, des explications, des recommandations et conseils avec des exemples précis de ce qui est recommandé de faire avec des exemples précis et structurés.

5.4.5 Community Literacy of Ontario

Plusieurs entités rattachées ou collaborant avec le Ministère de l'Éducation de l'Ontario contribuent à l'élaboration de documents et de ressources en enseignement des mathématiques : Division du Rendement des Élèves avec ses éditions spéciales Numératie, Partenariat de la Mise en œuvre qui investit dans le *Programme de la Réussite des Élèves* (7^{ème} et 12^{ème} année) et le Programme Piliers de l'Éducation (M-6 année), Direction de Soutien aux Programmes du MEO, et autres.

Toutes ces entités produisent, diffusent, collectent des données sur les activités, les besoins, les projets et les initiatives en lien avec la littératie et la numératie, dans les écoles et les districts.

Ainsi, la *Community Literacy of Ontario*, par le biais du projet Numératie en Action, développe et publie des documents qui constituent un exemple illustrant de la démarche de design et de développement des ressources pour la numératie en Ontario.

(Communityliteracyofontario.ca/numeracy-in-action/)

Le projet Numératie en Action est un projet financé par le Ministère de la Formation et des Collègues et Universités de l'Ontario en 2014 dont le but est d'effectuer des recherches et d'élaborer des programmes d'apprentissage axés sur la compétence comprendre et utiliser des nombres du cadre du Curriculum Littératie des Adultes de l'Ontario (CLAO). Le document a été conçu pour répondre à des besoins bien précis émanant de diverses agences de programmes d'alphabétisation. Les ressources, activités -ou groupes de tâches-, les compétences et les niveaux de complexité doivent respecter et considérer différents niveaux, différentes voie de transition, différents styles d'apprentissage, pouvant s'adresser à des communautés différents. Les ressources et documents développés dans le cadre du projet Numératie en Action doivent être conçus de manière à pouvoir être utilisés et exploités autant par des professeurs que formateurs et tuteurs pour le développement et la promotion de la numératie.

5.5 CONCLUSIONS : CAS QUÉBEC ET ONTARIO

Pour illustrer l'expérience en numératie au Canada, nous avons choisi deux juridictions : le Québec et l'Ontario. Nous avons tenu à parler du Québec en termes de cas et présenter de manière explicite les réalisations et les initiatives de l'Ontario.

Le Québec répond au critère de spécificité et d'inscription dans le temps. Toujours parmi les pays francophones qui se distingue le plus à l'international par le maintien d'un rang dans les classements internationaux –bien qu'en termes de performance, on note un déclin-, et parce que le Québec a inspiré bien des pays par ses pratiques d'enseignement, de formation, en particulier celle en lien avec la résolution de problèmes et ce, depuis une trentaine d'années. L'Ontario initie et accorde une grande importance à la numératie par le biais des projets qu'il initie depuis plusieurs années et son approche, largement inspirée par le modèle de Singapour, reste un excellent exemple de la difficile tâche du transfert d'un modèle et un exemple à documenter pour le processus de la mise en œuvre (*enactment*). L'Ontario intègre du modèle de Singapour ses principales actions, sa structuration et ses lignes directrices (voir cas

Singapour. Par ailleurs, l'Ontario, en se dotant d'un cadre de référence pour le leadership, l'*Ontario Leadership Framework* (OLF) (2012, s'est aussi muni de conditions propices pour le renouveau de son système d'éducation en s'inscrivant dans la stratégie OLS (*Ontario Learning Strategy*) avec l'appui et le soutien de son Ministère de l'Éducation et l'expertise de l'IEL (Institute for Education Leadership). Mais, nous nous sommes limité pour l'Ontario à exposer ce qui pourrait constituer dans plusieurs années un exemple de cas de transfert de modèle en numératie considérant plusieurs similarité avec les actions et les stratégies d'intervention et de leadership reconnues pour Singapour.

Le cas du Québec et de l'Ontario nous ramènent aux investissements requis pour la pérennité des initiatives pour tout projet en lien avec la numératie comme compétence essentielle, déterminante, et revendiquée de plus en plus comme un engagement des gouvernements et un droit du citoyen.

La numératie est aujourd'hui largement tributaire des tests qui l'évaluent, mais les tests actuels ne font que l'appréhender de manière fragmentaire. Nous présentons dans la figure 29, les principaux instruments qui structurent le discours véhiculé sur et autour de la numératie ainsi que les éventuels changements en perspective.

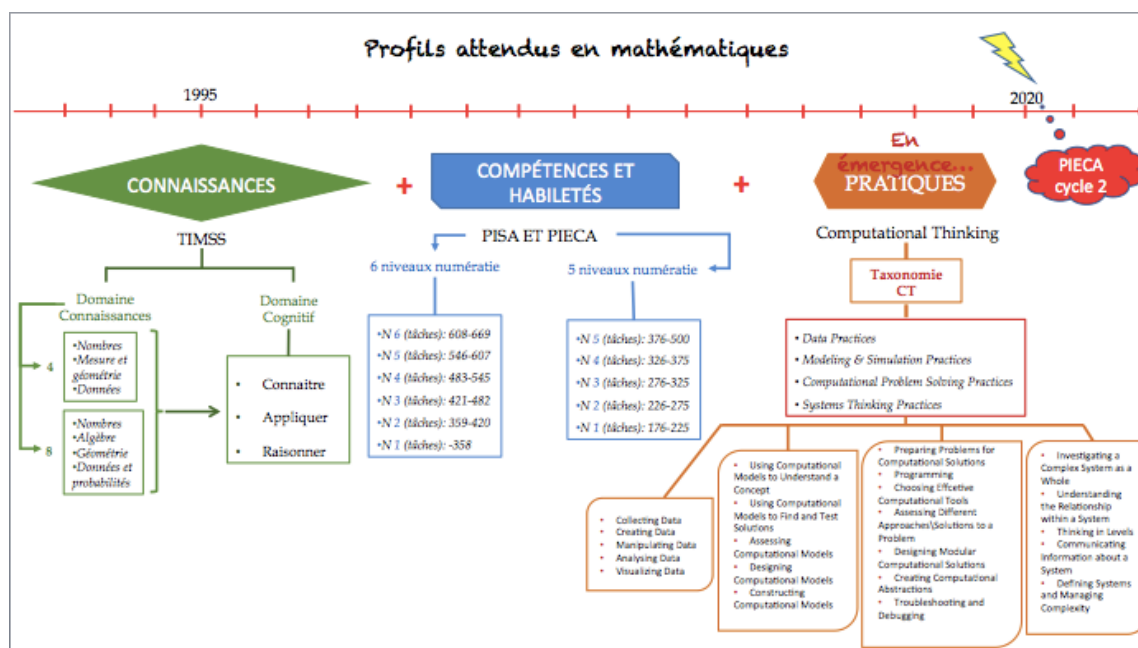


Figure 16: Schéma illustrant comment les profils attendus en mathématiques et en numératie sont tributaires des tests de l'OCDE et ce qui est en émergence dans le domaine de la recherche.

Si les tests TIMSS ont permis de mesurer les connaissances, les tests PISA et le cycle 1 PIECA et prochainement le cycle 2 PIECA, initient un virage net vers les compétences, les qualifications et les niveaux de performance en passant, progressivement, des connaissances, aux tâches et aux pratiques.

Le Québec, avec l'Ontario, sont parmi les premières juridictions au monde à investir dans ces tests depuis leurs lancements. Ce qui met à leur disposition un large éventail de bases de données, qualitative et quantitative, riches en information pertinente leur permettant de dresser un portrait et des profils de performance de leurs élèves et d'élaborer sur les caractéristiques de leurs futurs citoyens.

L'Ontario initie plusieurs interventions et réformes, particulièrement curriculaires pour rendre l'enseignement des mathématiques plus efficace, et les interventions pour le développement des compétences de la numératie plus structurée et intégrée aux différents curriculums. Il accorde, par ailleurs, une grande importance, bien justifiée, à la collecte des données sur la progression, les lacunes, et pondère régulièrement les risques de pénurie dans un domaine où le capital humain est la première matière. Plusieurs stratégies et projets et programmes lui permettent de se constituer une base de données sur les profils et les tendances en éducation. Les initiatives de l'Ontario répondent aux recommandations faites en 2015 (voir Mémoire) où le groupe de travail recommande le réexamen des structures des documents des curriculums et le design des ressources, le soutien aux enseignants le développement des connaissances professionnelles ainsi que l'évaluation et le report des habiletés des élèves pour les mathématiques, le raisonnement mathématique et la création de sens. Un intérêt grandissant pour la numératie est en train de se développer à travers le Canada comme on peut le constater avec les événements et les actions entreprises par de grandes institutions :

- Fields: *Upgrading Numeracy Skills of Postsecondary Students*: HECCO and CME (Fields Institute) Working Conference. On y présente le dernier rapport du *Higher Education Quality Council of Ontario*, conférence organisée par le *Fields Institute for Research in Mathematical Science*, en décembre 2019;
- PIMS : École d'été 2019 sous l'intitulé : *Diversity in Mathematics* organisée par PIMS (*Pacific Institute of the Mathematical Sciences*). La diversité en mathématiques fut un

des premiers débats autour de la problématique de la numératie ;

- *Simon Fraser University*, depuis 2018, offre une maîtrise en numératie (curriculum et instruction) dont un des objectifs est d'explorer les interconnexions entre les mathématiques et la numératie ; et
- Plusieurs initiatives au sein des universités de la Colombie Britannique et de son gouvernement méritent d'être soulignées (tests de numératie obligatoire pour les graduations, le nouveau campus pour les mathématiques, etc.)

Mis à part l'investissement et le grand succès que connaît le Québec dans ses programmes en éducation financière, en programmation et les quelques initiatives menées dans le cadre de la stratégie aux services éducatifs offerts aux enfants de 0 à 8 ans «Tout pour nos enfants» par le biais des activités d'éveil, entre autres pour la numératie, l'intérêt pour la numératie reste relativement discret en comparaison avec les cas étudiés, le Royaume-Uni, l'Australie, et les autres provinces canadiennes que nous n'avons pas présentées. La tendance de plus en plus concrète des tests de l'OCDE vers davantage l'évaluation des tâches et des pratiques, au détriment des connaissances, va favoriser les pays qui mènent la recherche et le développement dans le domaine de la numératie. La finalité de la mesure et de l'évaluation des diverses manifestations de la numératie sert directement d'autres intentions et finalités en lien avec les qualifications et les profils de compétences : celles de l'emploi et du marché du travail. Plusieurs chercheurs critiquent la posture du Québec. Alors qu'il participe depuis 1995 aux tests de l'OCDE, par exemple, le Québec compte parmi les rares pays à ne pas réinvestir cette participation pour élaborer des réformes avec un renouveau des programmes de formation et d'enseignement.

Il est cependant intéressant de voir à quels points le modèle du Québec que nous avons schématisé à partir de données historiques de pratiques, méthodes et approches pour la formation des enseignants, sa pédagogie axée sur la résolution de problèmes interpelle le domaine de la numératie. Le Québec semble détenir son propre modèle -éventuellement- pour la numératie. Le cadre conceptuel de la numératie pourrait, à son tour, apporter des éléments d'explication à son succès et contribuer à la pérennité de son leadership pédagogique. Par ailleurs, une meilleure compréhension des ingrédients de qualité investis dans le modèle

québécois pourrait lui permettre d'optimiser sa performance, sans nécessairement céder à la tendance actuelle de s'approprier un modèle culturel qui lui est étranger, par exemple celui de Singapour.

L'Ontario, et bien qu'il se démarque par ses initiatives et par les actions qu'il entreprend depuis plusieurs années pour l'amélioration de l'enseignement des mathématiques et la promotion de la numératie, son approche très curriculaire est sujet de critiques (Atweh & Goos, 2011; Kus, 2018). L'Ontario est intéressant à étudier pour les politiques de la mise en oeuvre de l'apprentissage professionnel (*Enactment of Professional Learning*), processus bien documenté par les chercheurs du **M2M** de Singapour. Selon Riveros et Viczko, 2015: «*These enactments of policies on professional learning provide an example of how school actors, human and non-human, bring policy abstractions to concrete realities through networked assemblages. This presents a challenge to the traditional assumption that policy is a production of authoritative individuals that is transferred down the instructional hierarchy only to be «implemented» by school actors*»⁴². (Colebatch, Hoppe & Noordegraaf, 2011, cité par Riveros et Viczko, 2015).

Il serait intéressant de se pencher sur cette notion de performativité que l'Ontario semble pratiquer et ce qu'elle peut engendrer pour les systèmes de formation, de qualification et de professionnalisation en termes d'ontologie, tel qu'abordés par Riveros et Viczko (2015).

42

«Ces mises en œuvre de politiques sur l'apprentissage professionnel fournissent un exemple de la façon dont les acteurs scolaires, humains et non humains, apportent des abstractions politiques aux réalités concrètes par le biais d'assemblages en réseau. Cela remet en question l'hypothèse traditionnelle selon laquelle la politique est une production d'individus faisant autorité qui est transférée vers le bas de la hiérarchie pédagogique pour être «mise en œuvre» par les acteurs de l'école »

6. Cas France

Préambule

Pour les pays du G7, la France occupe la première position dans la production des connaissances pour le domaine des mathématiques. La France est aussi connue pour ses nombreuses institutions vouées à la recherche fondamentale, appliquée et à l'innovation dans le domaine des mathématiques, citons à titre d'exemples, l'Institut Mathématiques de Jussieu, Institut Henri Poincaré, Institut Élie Cartan de Lorraine, Institut de Recherche Mathématiques Avancées (IRMA), Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions (INSMI), Institut des Hautes Études Scientifiques Paris Saclay, Institut Élie Cartan de Lorraine (IECL), Institut de Mathématiques de Bordeaux, Institut de Mathématiques de Toulouse, Institut de Mathématiques de Marseille, Centre Mathématiques Laurent Schwartz, Centre Internationale de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA), Agence pour Les Mathématiques en Interaction avec l'Entreprise et la Société (AMIES), Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (CMAI), Société Mathématiques de France (SMF). La France est connue, par ailleurs, pour ses associations dont certaines très actives, depuis plus d'une vingtaine d'années, dans des domaines d'actualités comme celle du genre avec l'exemple de l'Association Femmes et Mathématiques qui existe en France depuis 1987. La France est connue aussi pour ses fondations dont la Fondation Mains à la Pâte une initiative du prix Nobel Georges Charpak en 1995 et qui propose des approches et des pédagogies pour l'enseignement des mathématiques. Il est aussi important et intéressant de voir le réseau tissé serré de partenariat que la France a su déployer en Afrique, en Amérique du Sud⁴³ et en Amérique du Nord⁴⁴ et qui lui permet d'activer des canaux de communication et de diffusion du «Savoir Mathématique Français» en permettant, d'une part, une grande mobilité à ses étudiants et, d'autre part, un large territoire pour le recrutement des étudiants étrangers pour enrichir et maintenir sa réputation et son leadership dans la recherche mathématiques. Sans oublier les accords de partenariat que la France a pu élaborer avec des institutions de pouvoir et d'influence comme celle avec l'Unesco

⁴³Récent partenariat avec le Brésil pour la recherche en mathématiques.

⁴⁴ Les trois centres de recherche les actifs au Canada (Fields, CRM et PIMS) sont des Unités Mobiles de Recherche rattachées au CRNS français.

pour le développement durable et les accords et projets qu'elle mène avec l'Union Européenne dans le domaine de la promotion et la valorisation des mathématiques.

Il est, alors, normal de comprendre la consternation ressentie par les Français devant les résultats décevants des élèves français dans les tests internationaux tels TIMSS, PISA et PIECA et de constater que la France est parmi les pays de l'OCDE qui performe le moins bien. La France est classée au dernier rang des 19 pays participants au test TIMSS 2015 et Villani et Torossian (2018) précisent : «*À juste titre le monde politique s'en inquiète et pointe une urgence : remédier à une situation socialement et économiquement calamiteuse qui, si elle n'est pas corrigée, obère notre avenir* (2018, p. 5). Le rapport remis en février 2018, par Villani et Torossian porte sur : **21 mesures pour l'enseignement des Mathématiques**.

Nous avons été, cependant, surpris de constater le peu d'intention accordé à la numératie⁴⁵ dans le rapport sur les 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques. Par ailleurs, La décision de la France, suite aux recommandations de Villani et de Torossian, de joindre la liste des pays qui ont opté pour l'adaptation et/ou l'adoption du modèle *SingaporeMaths*, nous interpelle. La France, rejoint le Royaume-Uni, l'Australie, plusieurs juridictions canadiennes et états américains pour reconnaître l'excellence et la qualité de l'enseignement des mathématiques de Singapour.

Par ailleurs, l'Union Européenne accorde, par ailleurs, une grande importance à la question de la numératie, en particulier, chez les adultes. En effet, en 2017, une collaboration entre des institutions⁴⁶ des Pays-Bas, de l'Autriche, de l'Espagne et de l'Irlande aboutit au projet *Common European Numeracy Framework* (CENF), financé par l'Union Européenne dans le cadre des projets Erasmus+ pour la période 2019-2022 ; et qui a débuté au cours de l'année 2018. Le but de cette collaboration européenne est de constituer avec les parties prenantes, un réseau national ou régional partageant un même cadre de référence pour l'éducation en numératie pour les adultes du 21 siècle. Ce projet cherche à élaborer des Modules pour le Développement Professionnel (PDM) compatibles et cohérents avec les caractéristiques d'une société de plus en

⁴⁵Le terme n'est utilisé nulle part dans le rapport et ce n'est que le terme numérate qui est mentionné une fois dans le rapport sur les 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques.

⁴⁶Les quatre institutions sont : HU University of Applied Sciences Utrecht, Pays -Bas; BFI Oberösterreich, Linz, Autriche ; University of Barcelona, Espagne; University of Limerick, Irlande.

plus technologique et imprégnée de nombres. L'ambition des chercheurs est de contribuer aux renforcements des perspectives d'emploi, de développer les compétences socio-éducatives et personnelles des citoyens, et contenir l'exclusion sociale.

La France adopte *SingaporeMaths* qui serait éventuellement un modèle performant pour la numératie dite scolaire. En parallèle, la France investit activement dans ce que certains chercheurs désignent par numératie académique ; et ce, au niveau de l'enseignement supérieur et de la recherche.

7. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Mener une analyse, même descriptive, des expériences en numératie à l'international se révèle relativement complexe. D'une part, l'absence d'un cadre de référence pour la numératie rend la tâche relativement aléatoire. D'autre part, le fait que plusieurs pays se dotent de leur propre cadre conceptuel laisse une large marge de manœuvre qui pourrait nourrir certains biais.

Comme nous l'avons dit dans notre introduction, il ne s'agit pas dans ce rapport de prétendre présenter le résultat d'une revue exhaustive des expériences en numératie des pays que nous avons choisis d'étudier, et encore moins, d'avancer que le portrait que nous présentons de ces expériences est juste. Mais, nous avons tenté dans le récit de ces expériences de tenir compte de deux éléments. Le premier est que la numératie est un domaine de recherche et d'investigation relativement complexe et jeune. Le second est qu'il n'est pas nécessaire de limiter notre compréhension de ce qu'est la numératie en se référant uniquement à la définition qu'en présente l'OCDE puisque la définition est contrainte aux besoins de la mesure et de l'évaluation.

Nous avons opté pour 5 pays : Le Royaume-Uni, l'Australie, Singapour, La France et le Canada avec deux juridictions, l'Ontario et le Québec. Le choix s'est révélé pertinent. Il nous a permis, d'une part, de nous pencher sur un cas d'institutionnalisation de la numératie relativement riche et intéressant, celui du Royaume-Uni. D'autre part, il nous a permis de nous pencher sur différentes formes d'alignement stratégique avec le cas de l'Australie et de l'Ontario. Par ailleurs, deux cas pourraient se révéler intéressants pour la suite du projet sur la numératie : Singapour et le Québec. À notre avis, les deux cultivent des pratiques directement ou indirectement en lien avec la numératie, mais sous le couvercle de cultures bien distinctes. Quant au choix d'intégrer la France dans cette exploration, cela nous a permis d'émettre des hypothèses sur les retombées éventuelles de certains projets en cours et sur la portée de certains domaines de recherche en mathématiques.

L'état d'avancement des projets en cours nous permet de résumer l'essentiel des éléments retenus des expériences en numératie et d'émettre certaines hypothèses en lien avec les retombées éventuelles de certaines stratégies et opportunités.

Dans les paragraphes suivants, nous résumons les faits saillants des différentes expériences sous formes de points.

- **Leadership du Royaume-Uni** dans le processus d'institutionnalisation de la numératie comme priorité et revendication nationale pondérant depuis une vingtaine d'année sa portée économique, sociale et de citoyenneté : manifeste, charte et indice d'inclusion, projets pilotes, études d'impacts, etc.
- **«SingaporeMaths» modèle exemplaire** : efficace, efficient qui semble pouvoir assurer une qualité pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques; modèle qui pourrait se révéler le premier modèle opérationnel de la numératie si on se réfère à son cadre de référence (résolution de problèmes mathématiques). Cette hypothèse, si elle se révélait vraie ou défendable, pourrait servir d'argument et de preuve du lien étroit et du rôle déterminant qu'aurait la numératie dans la qualité de l'enseignement et des apprentissages des mathématiques.
- **Plusieurs pays adoptent ou adaptent ce qu'on appelle communément «Singapore Maths»**(R-U avec ses juridictions (Irlande, Écosse, Angleterre, certaines juridictions de l'Australie, la France (en cours) et certaines provinces canadiennes). L'image que véhicule Singapore grâce à sa performance aux classements internationaux (TIMSS, PISA et PIECA) depuis une vingtaine d'années et à sa stratégie de diffusion des ressources pour l'enseignement l'apprentissage et la formation et croissance professionnelle dans le domaine mathématique, en fait un exemple important à analyser et à étudier, et particulièrement dans la relation étroite qui existerait entre les mathématiques comme discipline et la numératie comme transdisciplinaire.
- **L'Australie s'est doté d'un dispositif d'innovation et d'intervention exemplaire pour la promotion des mathématiques et de la numératie** : *Australian Mathematical Sciences Institute* (AMSI). Ce dernier permet de mobiliser, de valoriser et d'instrumentaliser les mathématiques comme véhicule économique. L'institut agit comme un système d'autorégulation (recherche, enseignement supérieur, écoles et industries) et de prise de décision axée sur les données : besoins économiques, domaines d'intervention (STEM), canaux de diffusion et de communication de l'information (ressources), et de stratégies

d'alignement. L'AMSI agit, par ailleurs, comme une interface pour l'institutionnalisation des réformes et des projets qui investissent dans le domaine des mathématiques, en créant le contexte, impliquant les acteurs clés et en instrumentalisant les données issues des classements internationaux, des tendances économiques, des indices économiques, etc.

- **Singapour semble avoir réussi à isoler les éléments qui déterminent la qualité des apprentissages mathématiques et le développement des compétences en lien avec la numératie.** Par ailleurs, son cadre de référence «résolution de problèmes mathématiques» pourrait être revu ou enrichi grâce aux récentes recherches sur les mathématiques et les nouvelles technologies.
- **La France adopte «SingaporeMaths» et investit dans Edu-Num.** Classée première au niveau du G7 dans la production des connaissances mathématiques, la France opte pour l'adoption de la méthode «SingaporeMaths». Une décision et un choix qui pourraient se révéler stratégique et judicieux au moyen et long termes si le modèle «Singapore Maths» se révèle un modèle opérationnel pour le développement des compétences en lien avec la numératie. La France pourrait ainsi, d'une part, investir comme leader de l'apport des technologies émergentes (Réalité virtuelle enrichie, la Réalité virtuelle augmentée, la modélisation et simulation 3D) (plusieurs recherches en cours dans les laboratoires de recherche et qui rejoignent, par ailleurs, l'idée du nouveau musée de Paris pour les mathématiques).
- **Royaume-Uni et Singapour: deux processus stratégiques d'institutionnalisation de la numératie et de l'enseignement des mathématiques.** Le premier, RU, en privilégiant les politiques publiques et l'inclusion sociale à tous les niveaux et en usant de plusieurs interfaces institutionnelles: cadres (manifeste pour la numératie, charte Athéna SWAN, indice de l'inclusion, *National Numeracy*, *National Numeracy Day*, etc.), et institutions : universités, fondations, trust, écoles et districts, etc. Et ce, depuis plus d'une vingtaine d'années. Le second, Singapour, par l'articulation : 1- d'un cadre de référence (résolution de problèmes mathématiques), 2- coalition institutionnelle (Institut **M2M** : *Maths &*

Mathematic Education), et 3- développement des ressources pour : l'enseignement, l'apprentissage et la formation en mathématiques.

- **Le Canada, bien qu'il ne semble pas encore détenir une véritable vision stratégique pour la numératie (*Big Idea*)** a amorcé plusieurs programmes qui impactent de manière positive sur la promotion des mathématiques et de la numératie tels les programmes en éducation financière et en programmation. Le Canada semble privilégier l'élaboration de déclarations (IA), de charte (diversité et inclusion) et d'incitatifs, pour la revalorisation des mathématiques et de la numératie auprès des jeunes et des adultes, avec une attention particulière pour les Premières Nations et la question genre.
- **L'Ontario semble privilégier les réformes curriculaires pour les mathématiques et la numératie.** Une approche que certains chercheurs critiquent parce que non porteuse; et les récents résultats de l'Ontario aux classements internationaux (2018 et 2019) viennent alimenter cette réserve. On pourrait faire une comparaison entre les actions et les interventions du Royaume-Uni et celles de l'Ontario. Pour le RU, les réformes curriculaires semblent efficaces en fin de cycle d'intervention ou d'institutionnalisation (suivre de près la progression de l'Irlande dans les derniers classements internationaux). Pour l'Ontario, en se dotant d'un cadre essentiellement de leadership, elle pourrait performer des actions, mais pas nécessairement assurer leur pérennité.
- **Le Québec arrive à maintenir un classement que les critiques qualifient d'honorable.** Il semble que le Québec «cultive» une culture d'enseignement des mathématiques, et éventuellement de la numératie, qui lui permet de maintenir un niveau relativement bon dans les tests internationaux (TIMSS, PISA). Le Québec semble détenir quelques éléments ou ingrédients de qualité de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques (et pratique de la numératie). Il serait intéressant d'analyser de plus près les caractéristiques de cet enseignement ainsi que les profils et caractéristiques des élèves du Québec (*projet en cours*) afin de faire évoluer cette «culture québécoise» de la pratique des mathématiques vers un cadre de référence -ou modèle opérationnel- apte à permettre au Québec de viser la performance et d'optimiser ses savoirs et sa pédagogie.

- Le Québec dispose d'un patrimoine d'artefacts pour l'enseignement des mathématiques et la numératie qu'il est urgent de mettre en valeur. Il pourrait correspondre à un modèle exemplaire pour le développement des ressources pour la numératie et pour le développement d'attitudes positives pour les mathématiques.

8. BIBLIOGRAPHIE

- AMSI (by O'Connor, M. & Thomas, J.) (2019). *Australian Secondary Mathematics Teacher Shortfalls: A Deepening Crisis*. AMSI Occasional Paper 2.
- Ansari, D. (2015). Building Blocks of Mathematical Competence: Evidence from Brain and Behaviour. Association of Educational Researchers of Ontario (AERO), Fall Conference «The Science of Learning», Toronto, http://www.aero-aoce.org/uploads/6/6/0/0/6600183/ansari_aero.pdf
- Australian Academy of Science (2015). *The importance of advanced physical and mathematical sciences to the Australian economy*. Australian Academy of Science, Canberra, March 2015.
- Australian Association of Mathematics Teachers (AAMT) (1997). Numeracy - everyone's business. Report of the Numeracy Education Strategy Development Conference. Adelaide: AAMT.
- Australian Council of Deans of Education (2001). *New learning: A charter for Australian education*. ISBN 1 876814 04 7.
- Bastiani, J. (2004). *Ocean mathematics project. A follow-up review*. <http://www.ocean-maths.org.uk/reports.html>
- Bernie, J. & Lall, M. (2008). *Building bridges between home and school mathematics: A review of the ocean mathematics project*. <http://www.ocean-maths.org.uk/reports.html>
- Beswick, K. (2014). Investigative Approaches to Teaching Mathematics and «Getting Through the Curriculum»: the Example of Pendulums. *Australian Mathematics Teacher*, 70, 25-33.
- Boaler, J. (2015). Fluency Without Fear: Research Evidence on the Best Ways to Learn Math Facts. Youcubed at Stanford University. <https://www.youcubed.org/wp-content/uploads/2017/09/Fluency-Without-Fear-1.28.15.pdf>
- Boaler, J. (2015). *What's Math Got to Do With it? How Teachers and Parents Can Transform Mathematics Learning and Inspire Success*. New York: Penguin.
- Bruce, C. & Ross, J. (2011a). External review of Collaborative Inquiry for Learning in Mathematics (CIL-M): Year 3. Trent University
- Campbell, C. (2014). *Stratégie en matière de littératie et de numératie : Étude sur les données probantes d'amélioration*. Division du rendement des élèves. Rapport final. Ontario Institute for Studies in Education.
- Campbell, C. (2014). *Student Achievement Division Literacy and Numeracy Strategy: Evidence of Improvement Study*. Final Report. Ontario Institute for Studies in Education, University of Toronto
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.738.8991&rep=rep1&type=pdf>
- Chagnon, F., Théolis, M., Pouliot, L. et Labelle, P. (2012). *Des activités de transfert des connaissances sur la numératie en CPE. L'évaluation du processus et des effets d'une stratégie développée par le RCPE de Québec et Chaudière-Appalaches*. Chaire d'Étude sur l'Application des Connaissances dans le Domaine des Jeunes et des Familles en Difficulté (Uqam).
https://chairecjmiu.uqam.ca/upload/files/Rapport_final_sur_la_numratie_en_CPE_01072012.pdf

- Chua, B.L., Liu, W.C. & Chia, S.S.Y (2018). Teacher Identity, Professional Practice, and Inquiry (PPI) in Teacher Education. *Asia Pacific Journal of Education*, DOI: 10.1080/02188791.2018.1536602
- Chubb, I. (Australia's Chief Scientist (2013). *Chief Scientist Calls for A National Strategy For Science*. Australia Government. <https://www.chiefscientist.gov.au/2013/07/chief-scientist-calls-for-a-national-strategy-for-science>
- Cockcroft, W. (1982). *Mathematics counts*. London: HMSO.
<http://www.educationengland.org.uk/documents/cockcroft/cockcroft1982.html>
- Colebatch, H.K., Hoppe, R., & Noordegraaf, M. (2011). Working for policy. Amsterdam: Amsterdam University Press. <https://ca1lib.org/book/11020595/60fec3>
- Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-Century Teacher Education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 300-314.
- De Lange, J. (1999). *Framework for Assessment in Mathematics*. Madison, WI: National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science (NCISLA).
- Dimmock, C. & Goh, J.W.P (2011). Transformative Pedagogy, Leadership and School Organisation for the 21st century knowledge-based economy: the case of Singapore. *School Leadership and Management*, 31(3), 215-234.
- Dionne, J. (2007). L'Enseignement des Mathématiques Face aux Défis de l'École au Québec: une Cohérence à Vivre dans une Nécessaire Cohésion. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 7, 6-27.
- Dwyer, M. C., Chait, R. & McKee, P. (2000). *Building Strong Foundations for Early Learning: The U.S. Department of Education's Guide to High-Quality Early Childhood Education Programs*. RMC Research Corp., Arlington, VA.; Office of Educational Research and Improvement (ED), Washington, DC. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED448905.pdf>
- Eves, H.W. (1971). *Mathematical Circles Revisited: A Second Collection of Mathematical Stories and Anecdotes*. Boston Massachusetts PWS-Kent cop.
- Fullan, M. & Leithwood, K. (2012). 21st Century Leadership: Looking Forward. *In Conversation*, Fall 2012, 4(1), 1-22.
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWVpbnxlbmdhZ2luZ256fGd4OjllOGM0ODY0ZTg2OTZiNzY>
- Fullan, M. & Quinn, J. (2015). *Coherence: The Right Drivers in Action for Schools, Districts, and Systems*. Corwin Press: London.
- Gardiner-Garden, J. & Simon-Davies, J. (2012). , [Commonwealth Indigenous-specific expenditure 1968-2012](https://www.apph.gov.au/About_Parliament/Parliamentary_Departments/Parliamentary_Library/pubs/BriefingBook44p/ClosingGap), Background note, Parliamentary Library, Canberra, 28 September 2012.
https://www.apph.gov.au/About_Parliament/Parliamentary_Departments/Parliamentary_Library/pubs/BriefingBook44p/ClosingGap
- Goos, M., Geiger, V. & Dole, S. (2011b). *Teachers' Personal Conceptions of Numeracy*. Proceedings of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Ankara, Turkey (457-464). 10-15 July 2011.
- Goos, M.; Geiger, V. & Bennison, A. (2015). Conceptualising and Enacting Numeracy Across the Curriculum. In Beswick, K., Muir, T. & Wells, J. (Eds.). *Proceedings of 39th Psychology of Mathematics Education conference*, 3, 9-16. Hobart, Australia: PME.

- Gopinathan, S., Wong, B. & Tang, N. (2008). The Evolution of School Leadership Policy and Practice in Singapore: Responses to Changing Socio-Economic and political Contexts (insurgents, implementers, innovators). *Journal of Educational Administration and History*, 40(3), 235-249.
- Government of Canada & Council of Ministers of Education, Canada (2016). *In focus: PIAAC In Canada. What is the role of education in developing literacy and numeracy skills in the territories?*
https://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/363/InFocus_RoleOfEducation_August18_EN.pdf
- Guzman M. (1990). The Role of Games and Puzzles in the Popularization of Mathematics. ICMI lecture given at the 1990 International Congress of Mathematics in Kyoto. *L'Enseignement Mathématique*, 36, 359-368.
- Guzman, M. (1990). *Aventures Mathématiques*. Collection Réflexions sur les Sciences et les Techniques. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR). 184 pages.
- Hoogland, K., Auer, M., Díez-Palomar, J., O'Meara, N., van Groenestijn, M. (2019). *Initiating a Common European Numeracy Framework*. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands.
- Hoogland, K., Auer, M., Díez-Palomar, J., O'apos, N. van Groenestijn, M. (2019). *Initiating a Common European Numeracy Framework*. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands.
- IMA (2018). IMA Strategy 2018-2023. <https://cdn.ima.org.uk/wp/wp-content/uploads/2018/10/IMA-Strategy-2018-2023.pdf>
- Jaworski, B. & Huang, R. (2014). Teachers and Didacticians: Key Stakeholders in the Processes of Developing Mathematics Teaching. *ZDM: the International Journal on Mathematics Education (ZDM)*, 46(2), 173-188. Publisher: Springer Verlag.
- Johnston, B. & Yasukawa, K. (2001). Numeracy: Negotiating the World Through Mathematics. In B. Atweh, R. Forgasz, & Nebres (Eds.) *Sociocultural Research on Mathematics Education: an international perspective* (279-294). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Jordan, N.C., Glutting, J. & Ramineni, C. (2010). The Importance of Number Sense to Mathematics Achievement in First and Third Grades. *Learning Individual Differences* 20(2), 82-88.
- Kalpazidou Schmidt, E. & Cacace, M (2019). Setting Up a Dynamic Framework to Activate Gender Equality Structural Transformation in Research Organizations. *Science and Public Policy*, 46(3), 321-338.
- Kalpazidou Schmidt, E. & Graversen, E.K. (2019). Developing a Conceptual Evaluation Framework for Gender Equality Interventions in Research and Innovation. *Evaluation and Program Planning*, vol 79, 101750.
<https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2019.101750>
- Lajoie, C. et Bednarz, N. (2012). Évolution de la Résolution de Problèmes en Enseignement des Mathématiques au Québec: Un Parcours sur Cent Ans des Programmes et Documents Pédagogiques. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 12(2), 178-213.

- Levy, F. & Murmane, R.J. (2004). *The New Division of Labor: How Computers are Creating the Next Job Market*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Lewis, C. (2000, April 28). *Lesson Study: The Core of Japanese Professional Development*. Invited Address to the Special Interest Group on Research in Mathematics Education, American Educational Research Association Meetings, New Orleans. Retrieved 18 March 2011 from www.csudh.edu/math/syoshinobu/107web/aera2000.pdf
<https://www.atm.org.uk/journal/archive/mt228files/atm-mt228-33-38.pdf>
- Lewis, C. & Tsuchida, I. (1998). A Lesson Is Like a Swiftly Flowing River: How Research Lessons Improve Japanese Education. *Improving Schools*, 2(1):48-56.
- Lindorff, A.M.; Hall, J. & Sammons, P. (2019). *Investigating a Singapore-Based Mathematics Textbook and Teaching Approach in Classrooms in England*. *Frontiers in Education*, 4, 1-21.
- Lyons, I. M., Nuerk, H-C. & Ansari, D. (2015). Rethinking the Implications of Numerical Ratio Effects for Understanding the Development of Representational Precision and Numerical Processing Across Formats. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(5), 1021–1035. <https://doi.org/10.1037/xge0000094>
- Madison, B.L. & Steen, L.A. (2008). Evolution of Numeracy and the National Numeracy Network. *Numeracy*, 1(1), Article 2. <http://scholarcommons.usf.edu/numeracy/vol1/iss1/art2>
- Merttens, R. (2012). The Concrete-Pictorial-Abstract-Heuristic. *Mathematics Teaching* 228. Journal of the Association of Teachers of Mathematic.
- Merttens, R. & Vass, J. (1990). *Sharing Maths Cultures IMPACT: Inventing Maths for Parents and Children and Teachers*. London: Falmer Press.
- Ministère de l'Éducation de l'Ontario (2006). *Guide de l'Enseignement Efficace des Mathématiques*. Fascicule 2. Toronto : Gouvernement de l'Ontario.
- Moffatt, M. & Rasmussen, H. (2016). *Big Idea: Thicken Labour Markets*. Canada2020 <https://canada2020.ca/labour/>
- Morgan, A. & Tremere, P. (1993). IMPACT: A Humberside perspective. In R. Marttens & J. Vass (Eds.), *Partnerships in math: parents and Schools the IMPACT project*. London, UK: The Falmer Press.
- Muir, T. (2011). Join the Club: Engaging Parents in Mathematics Education. In J. Clark, B. Kissane, J. Mousley, T. Spencer & Thornton (Eds.), *Mathematics: Traditions and (New) Practices* (Proceedings of the 2011 AAMT-MERGA Conference (531-539). Alice Springs, NT: MERGA.
- National Numeracy (2015). National Numeracy for Everyone for Life. Final report. Parental Engagement. Paul Hamlyn Foundation. https://www.nationalnumeracy.org.uk/sites/default/files/images/parental-engagement/parental_engagement_-_final_report.pdf
- National Numeracy (2019). National Numeracy for Everyone for Life. National Numeracy 2019 Impact report. https://www.nationalnumeracy.org.uk/sites/default/files/documents/National_Numeracy_publishes_2019_Impact_Report/nn180_2019_impact_report.pdf
- Ngan Hoe, L. (2015). *Singapore Maths. A Coherent Structure, An Eclectic Approach*. EduNation, Issue 9, Octobre 2015.
- NIE (2017). *Professional Practice Inquiry*. <https://nie.edu.sg/te-undergraduate/practicum/professional-practice-and-inquiry>

- Novotná, J. (2009). Contributions à l'Étude de la Culture Scolaire. Cas de la Résolution de Problèmes dans l'Enseignement des Mathématiques. *Proceeding CIEAEM*, 61, 19-31. http://math.unipa.it/grim/cieaem/proceedings_cieaem_QRDM_Montreal_09_pienieres.pdf
- O'Donoghue, J. (2002). Numeracy and Mathematics. *Irish Mathematical Society Bulletin*, 48, 47-55.
- O'Shea, T. (2003). *The Canadian Mathematics Curriculum from New Math to the NCTM Standards*. <https://cms.math.ca/Events/CSMF2003/panel/oshea.pdf>
- OCDE (2013), *Perspectives de l'OCDE sur les Compétences 2013 : Premiers résultats de l'Évaluation des compétences des adultes*, Éditions OCDE, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264204096-fr>
- Office of the Chief Scientist (2013). *Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach*. July 2013. A Position Paper. Australian Government, Canberra. @ Commonwealth of Australia ISBN 978-1-921916-83-0. <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>
- Orpwood, G. & Sandford Brown, E. (2015). *Closing the Numeracy Gap. An Urgent Assignment for Ontario*. October 2015. https://www.researchgate.net/profile/Emily_Brown14/publication/305180801_Closing_the_Numeracy_Gap/links/5784279a08ae3f355b4a3f7d.pdf
- Ortus Economic Research & Loughborough University (2019). *An Impact Evaluation of the Athena SWAN Charter*. <https://www.ecu.ac.uk/wp-content/uploads/2019/08/Athena-SWAN-Impact-Evaluation-2019.pdf>
- Oxford English Dictionary (3rd ed.) (2011). *Numeracy*. <http://dictionary.oed.com>
- Oxford Research and Policy (2009). *Advancing Women in Mathematics: Good Practice in UK University Departments*. www.oxfordresearchandpolicy.co.uk. Retrieved from <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol41/iss5/5>
- Parsons, S. & Bynner, J. (1998). *Influences on Adult Basic Skills. Factors Affecting the Development of Literacy and Numeracy From Birth to 37*. Report Research. Basic Skills Agency, London (England). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED419160.pdf>
- Peritz, I. (Globe and Mail) (2013). *Quebec Might Hold the Formula to Better Nationwide Math Scores*. <https://www.theglobeandmail.com/news/national/education/quebec-students-place-sixth-in-international-math-rankings/article15815420/>
- Regroupement des CPE des Régions du Québec et Chaudière-Appalaches (2013). *La Numératie. Résultats d'Un Projet d'Accompagnement et de Transfert des Connaissances (avril 2010-mars 2012)*. @ 2013 Regroupement des centres de la petite enfance des régions de Québec et Chaudière-Appalaches. Bibliothèques et Archives Nationales du Québec (BANQ). <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2493393>
- Riveros, A. & Viczko, M. (2015). The Enactment of Professional Learning Policies: Performativity and Multiple Ontologies. *Discourse: Studies in the cultural politics of education*, 36(4), 533-547. <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1173&context=edupub>
- Rock, T. C., & Wilson, C. (2005). Improving Teaching Through Lesson Study. *Teacher Education Quarterly*, 32(1), 77-92.

- Rodgers, C. (2002). Seeing Student Learning: Teacher Change and the Role of Reflection. *Harvard Educational Review*, 72(2), 230-253.
<https://www.researchgate.net/publication/281164864>
- Skovsmose, O. (2012). Towards A Critical Mathematics Education Research Programme? In O. Skovsmose and B. Greer (Eds.), *Opening the Cage: Critique and Politics of Mathematics Education* (343-368). Sense Publishers.
- Stigler, J. & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas From the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York, NY: The Free Press.
- Thomas, J. (2011). Maths Matters: Mathematics Education in Australia, 1980-2011. *The Australian Mathematical Society Gazette*, 38(3), 131-138. [https://austms.org.au/wp-content/uploads/Gazette/2011/Jul11/38\(3\)Web.pdf](https://austms.org.au/wp-content/uploads/Gazette/2011/Jul11/38(3)Web.pdf)
- Vashchyshyn, I. & Chernoff, Egan, J. (2016). A Formula for Success? An Examination of Factors Contributing to Quebec Students' Strong Achievement in Mathematics. *Canadian Journal of Education*, 39, 1, 1-26.
- Villani, C. & Torossian, C. (2018). *Les 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. [https://www.academia.edu/36699586/Rapport Villani Torossian 21 mesures pour enseignement des mathématiques](https://www.academia.edu/36699586/Rapport_Villani_Torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques)
- Volmink, J. (1994). Mathematics By All. In S. Lerman (ed.), *Cultural Perspectives on the Mathematics Classroom* (51-67), © 1994 Kluwer Academic Publishers.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-1199-9_4
- Whiteley, W. & Davis, B. (2003). A Mathematics Curriculum Manifesto. Report of Working Group D. CMESG/GCEDM Proceeding 2003 Working Group Report.
[https://www.researchgate.net/publication/320719854 A Mathematics Curriculum Manifesto](https://www.researchgate.net/publication/320719854_A_Mathematics_Curriculum_Manifesto) [accessed May 03 2020].
- Zevenbergen, R. (2000b). Mathematics, Social Class and Linguistic Capital: An Analysis of a Mathematics Classroom. In B. Atweh, H. Forgasz & B. Nebres (Eds.), *Socio-cultural Aspects of Mathematics Education: An International Perspectives* (201-215). Mahwah, USA: Lawrence Erlbaum.
- Zevenbergen, R. (2004). Reconceptualizing Numeracy for New Times. *Curriculum Perspectives*, 24(3), 1-7.
- Zevenbergen, R. (2004). Technologising Numeracy: Intergenerational Differences in Working Mathematically in New Times. *Educational Studies in Mathematics*, 56, 97-117.

Autres documents pertinents

- AARE (2001). AARE Annual International Conference of the Australian Association for Research in Education. 2-6 December, Fremantle, Australia.
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
- AMSI (2016). *University Surveys 2011-2016*
amsi.org.au/publications_category/publications/discipline-profiles/amsi.org.au/publications/arc-support-for-research-in-the-mathematical-sciences/amsi.org.au/publications/teacher-confidence-education-experience-choose-mathsteachers-survey-2016/

- Atweh, B. & Brady, K. (2009). Socially responsible mathematics education: Implications of an ethical approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 5(3), 267-276.
- Atweh, B. & Goos, M. (2011). The Australian mathematics curriculum: A move forward or back to the future? *Australian Journal of Education*, 55(3), 214-228.
- Australian Association of Mathematics Teachers Inc. (AAMT) (1998). *Numeracy Education in Schools*. <https://primarystandards.aamt.edu.au/About-AAMT/Position-statements/Numeracy-education>
- Australian Council for Educational Research (ACER) (2000). *Improving Numeracy Learning* (Conference Proceedings) (2000). https://research.acer.edu.au/research_conference_2000/2
- Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority (ACARA). *Numeracy learning progression and Science*. The National Numeracy Learning Progressions are licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) licence.
- Australian Research Council (2011). *ARC Support for Research in the Mathematical Sciences, Summary of Trends—Submit Years 2001 to 2011*.
- Australian Research Council (2016). *Excellence in Research for Australia 2010–2015* www.arc.gov.au/excellence-research-australia
- Autorités des Marchés Financiers (2018). *Rapport annuel des membres du directeur de 2017/2018*. Sujets: activités. <http://meetings.actuaries.ca/afc-fca/finances/Actuarial%20Foundation%20of%20Canada%202018%20Member%20Report.pdf>
- Autorités des Marchés Financiers (AMF) (2019). *Stratégie québécoise en éducation financière. Orientations et plan d'action. 2019-2022*. https://lautorite.qc.ca/fileadmin/lautorite/education-financiere/strategie-education-financiere-2019_fr.pdf
- Badger, J. (2013). Teaching Singapore Math: Evaluating Measures to Effectively Teach and Implement a New Mathematics Curriculum in 21 Elementary Schools (2013). *Journal of the Georgia Association of Teacher Educators*, 14 (1), 23-41.
- Barrington, F. & Evans, M. (2016). *Year 12 Mathematics Participation in Australia – The Last Ten Years*. amsi.org.au/publications/participation-in-year-12-mathematics-2006-2016/
- Beswick, K.; Muir, T. & Wells, J. (Eds.) (2015). *Proceedings of 39th Psychology of Mathematics Education conference*, 3, 9-16. Hobart, Australia: PME.
- Biesta, G. (2010). *Good education in an age of measurement: Ethics, politics, democracy*. Boulder, CO: Paradigm Publishers.
- Big Maths (2019). *Mathematics. Big Maths* <http://www.bigmaths.co.uk/>
- BIM (Banque d'Instruments de Mesure). Mes sous, j'y vois. <https://bimenligne.qc.ca/fr>
- Bisanz, J. (201). *Numératie. Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants* [en ligne]. <http://www.enfant-encyclopedie.com/sites/default/files/dossiers-complets/fr/numeratie.pdf>.
- Blais, J-G. (2006). *Avis au Ministère de l'éducation des loisirs et des sports du Québec. Les résultats de l'échantillon d'élèves québécois du primaire ayant participé à l'enquête TIMSS 2003 en mathématiques*. Bibliothèque nationale du Québec, 2007.
- Blais, J-G. (2007). Note sur la recherche et les méthodes. La comparabilité des échantillons dans les enquêtes de l'International Association For the Evaluation of Educational Achievement. Canadian Evaluation Society. *Canadian Journal of Program Evaluation*, 22 (3), 151-156.

- Blunck, S.M. & Yager, R.E. (1990). The Iowa Chautauqua Program: A Model for Improving Science in the Elementary School. *Journal of Elementary Science Education*, 2(2), 3-9.
- Bodin, A. et 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*, 41(1), 1, 67-96.
- Bond, P. (2018). *The Era of Mathematics. An Independent Review into Knowledge Exchange in the Mathematical Sciences*. <https://ktn-uk.co.uk/news/the-era-of-mathematics-review-findings-on-knowledge-exchange-in-the-mathematical-sciences-published>
- Burton, L. (2004). Confidence is everything. Perspectives of teachers and students on learning mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 357–381. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Cai, J. (2003). Investigating parental roles in students' learning of mathematics from a cross-national perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 15(2), 87-106.
- Cambridge Mathematics (2015). <https://www.cambridgemaths.org/manifesto/>
- Cambridge Mathematics (2020). *An Update on the Cambridge Mathematics Framework*. <https://www.cambridgemaths.org/Images/cambridge-mathematics-framework.pdf>
- Chigeza, P. & Sorin, R. (2016). Kindergarten Children Demonstrating Numeracy Concepts through Drawings and Explanations: Intentional Teaching within Play-based Learning. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(5).
- CMEC (2013). *L'évaluation ça compte. Participation des parents à des activités de littératie et de numératie avec les jeunes enfants et rendement des élèves au PIRLS et à la TEIMS 2011. 2013, CMEC*.
- CMEC (2014). *L'évaluation... ça compte! n° 7, 2014 – CMEC*.
- CMEC (2016). *À la hauteur : résultats canadiens de l'étude PISA de l'OCDE. Le rendement des jeunes du Canada en sciences, en lecture et en mathématiques. Premiers résultats de 2015 pour les jeunes du Canada de 15 ans*. <https://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/365/PISA2015-CdnReport-FR.pdf>
- CMEC (2016). *Participation aux évaluations à grande échelle : Quels en sont les bénéfices? L'évaluation... ça compte! n° 10, 2016 – CMEC*. http://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/364/Assessment%20Matters_No%2010_FR.pdf
- CMEC (2019). *À la hauteur : Résultats canadiens de l'étude PISA 2018 de l'OCDE. Le rendement des jeunes de 15 ans du Canada en lecture, en mathématiques et en sciences*. https://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/396/PISA2018_PublicReport_FR.pdf
- CNRS (2017). Rapport de situation comparée entre les femmes et les hommes au CNRS. Édition 2017.
- COAG (Council of Australian Governments) (2008). Closing the Gap. <https://www.closingthegap.gov.au/>
- Cole, P. (2008). *Aligning curriculum with the goals of Schooling*. Stimulus paper prepared for the Curriculum Standing Committee of National Educational Professional Association. http://www.acsa.edu.au/pages/images/cscneps_3.pdf
- Conseil Supérieur de l'Éducation du Québec (1985). *L'enseignement des mathématiques à l'école primaire*. Avis au ministre de l'Éducation, Juillet 1985. <http://www1.cse.gouv.qc.ca/fichiers/documents/publications/Avis/50-0344.pdf>
- Cordingley, P.; Higgins, S.; Greany, T.; Buckler, N.; Coles-Jordan, D.; Crisp, B.; Saunders, L. & Coe, R. (2015). *Developing Great Teaching: Lessons from the international reviews into effective professional development*. Teacher Development Trust. 2015. <https://tdtrust.org/wp-content/uploads/2015/10/DGT-Full-report.pdf>

- Crowe, A.R. (2010). What's Math Got to Do With It?: Numeracy and Social Studies Education, *The Social Studies*, 101(3), 105-110.
- Crowther Report (1959). *Education in England: The History of Our Schools*. <http://www.educationengland.org.uk/document/crowther/crowther15-1.html>
- Curious Minds (2010). *Curious Minds Program*. <https://www.asi.edu.au/programs/curious-minds/>
- Curriculum Corporation (1999). Assessment of Literacy and Numeracy in the Early Years of Schooling, DETYA, Canberra.
- D'Ambrosio, U. (1985). *Sociocultural basis for mathematics education*. In M. Carss (Ed.), *Proceeding of the 5th International Congress on Mathematics Education* (pp. 1-6), Boston, MA: Burkhäuser.
- Day, C. & Smethem, L. (2009). The effects of reform: have teachers really lost their sense of professionalism? *Journal of Educational Change*, 10(2-3), 141-157.
- De Lange, J. (2003). *Mathematics for Literacy. Quantitative Literacy: Why Numeracy Matters for Schools and Colleges*. <http://perrylocal.org/meinkea/files/2011/10/Mathematics-for-Literacy.pdf>
- Department for Education and Children's Services South Australia (1996). Early Years Literacy Profile, DECS, Adelaide.
- Department of Education and Training (Queensland). (2004). *The New Basics project*. Retrieved 24 August 2011 from <http://education.qld.gov.au/corporate/newbasics/index.html>
- Department of Employment, Education, Training and Youth Affairs (1998). Literacy for All: The Challenge for Australian Schools. Commonwealth Literacy Policies for Australian Schools, Australian Schooling Monograph Series No 1, DEETYA, Canberra.
- Dimmock, C. & Tan, C.Y. (2013) Educational leadership in Singapore: Tight coupling, sustainability, scalability, and succession. *Journal of Educational Administration*, 51(3), 320-340, <https://doi.org/10.1108/09578231311311492>.
- Dion, N. (2014). Promouvoir la numératie en tant que compétence essentielle. Toronto : Conseil Ontarien de la Qualité de l'Enseignement Supérieur (COQES). <http://www.heqco.ca/SiteCollectionDocuments/Numeracy%20FR.pdf>
- Dorval, Y-T. (2017). L'éducation financière, essentielle pour les futurs adultes. Point de vue. *Journal le Soleil*, 26 mars 2017. <https://www.lesoleil.com/opinions/point-de-vue/leducation-financiere-essentielle-pour-les-futurs-adultes-c43cc4bd9e64d27aa76794ea9219f922>
- Eacott, S. & Holmes, K. (2010). Leading Reform in Mathematics Education: Solving a Complex Equation. *Mathematics Teacher Education and Development*, 12 (2), 84-97.
- Éducation et Enseignement Supérieur du Québec (2018). *Programme d'études Éducation Financière. Domaine de l'univers social. Formation Générale des adultes*. FBD. Formation de base diversifiée. <http://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3442210>
- Éducation financière au Québec (Financial Literacy in Quebec, Canada). La Simulation Bourstad édition 2020 est lancée le 13 ! jeudi 31 janvier 2020.
- Education Scotland (2016). National Numeracy and Mathematics Progression Framework. <https://education.gov.scot/improvement/research/national-numeracy-and-mathematics-progression-framework-nnmpf>
- Education Scotland (2018). *Numeracy in Social Studies*. <https://education.gov.scot/improvement/learning-resources/numeracy-in-social-studies/>
- EduNation (2015). *Singapore Maths. A Coherent Structure, An Eclectic Approach. A Conversation with Dr Lee Ngan Hoe, Issue 9, October, 2015.* <http://www.edunationsg.com/2015/201509/cover-story01.html#.YhPqTprCpBw>
- Ernest, P. (2002). *What is empowerment in mathematics education?* In P. Valero & O. Skovsmose (Eds.), *Proceeding of the 3rd International MES Conference* (pp. 1-12). Copenhagen. Denmark: Centre for Research in Learning Mathematics.

- Fédération Canadienne des Services de Garde à l'Enfance et Réseau Canadien de Recherche sur le Langage et l'Alphabétisation (2010). *Les fondements de la numératie*. Une trousse de données probantes destinée aux intervenantes en apprentissage des jeunes enfants.
- Feger, S. & Arruda, E. (2008). *Professional learning communities: Key themes from the literature*. Providence, RI: Education Alliance, Brown University.
- Fortin, P. (2017). 53% d'«analphabètes fonctionnels»? Voyons voir...*Affaires et Économie*, 11 juillet, 2017.
- Freiman, V. et Chiasson, M. (2017). *Repenser à fond l'école du 21^e siècle : impact des changements sur l'enseignement et l'apprentissage de mathématiques à l'ère de l'intelligence artificielle et de la cryptographie*. Actes du Colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec 2017, Données, variabilité et tendance vers le futur, 230-242.
- Froese-Germain, B. (2010). *L'OCDE, le PISA et les effets sur la politique en éducation*. Fédération canadienne des Enseignantes et des Enseignants.
- Fullan, M., Rincón-Gallardo, S. & Hargreaves, A. (2015). Professional Capital As Accountability. *Education Policy Analysis Archives*, 23(15).
<http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v23.1998>.
- Geiger, V., Dole, S. & Goos, M. (2011). *The role of digital technologies in numeracy*. In B. Ubuz (Ed.), *Proceeding of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 2, pp. 385-392). Ankara, Turkey: PME.
- Ginsburg, A. & Leinwand, S. (2007). Making maths count: Learning from Singapore Math. *Educational Leadership*, 65(3), 32-36.
- Ginsburg, L., Manly, M. & Schmitt, M.J. (2006). *The components of Numeracy*. National Center for the Study of Adult Learning and Literacy. Harvard Graduate School of Education.
- Globe NewsWire (2018). La littératie financière au Québec : Le manque de compétences et de formation contribue à faire exploser les dettes de consommation. Montréal, 30 oct. 2018. <https://www.globenewswire.com/news-release/2018/10/30/1638973/0/fr/La-litt%C3%A9ratie-financi%C3%A8re-au-Qu%C3%A9bec-Le-manque-de-comp%C3%A9tences-et-de-formation-contribue-%C3%A0-faire-exploser-les-dettes-de-consommation.html>
- Goos, M.; Galbraith, P.; Renshaw, P. & Geiger, V. (2000). Reshaping teacher and student roles in technology-enriched classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 12, 3003-320.
- Gouvernement du Québec (2003). *Definition of the Evaluation Domain*. Adult General Education Diversified Basic Education Program Mathematics. Algebraic and Graphical Modelling. Policy on The Evaluation of Learning (28-29).
- Gouvernement du Québec (2018). *Le Plan Économique du Québec, Mars 2018*.
http://www.budget.finances.gouv.qc.ca/budget/2018-2019/fr/documents/PlanEconometique_18-19.pdf
- Grandir Ensemble (2016). *La numératie...ça compte !* L'Envol, 31, 2. La revue d'Information des Services à l'Enfance.
- Groupe d'Experts pour la Réussite Scolaire (2004). *La numératie en tête. De la 7^e à la 12^e année*. Rapport du Groupe d'experts pour la réussite des élèves. Ministère de l'Éducation de l'Ontario. <http://www.edu.gov.on.ca/fre/document/reports/numeracy/numeracyreportf.pdf>
- Hairon, S. & Dimmock, C. (2011). Singapore schools and professional learning communities: Teacher professional development and school leadership in an Asian hierarchical system. *Educational Review*, 4, November 2011.

https://www.researchgate.net/publication/232890846_Singapore_schools_and_professional_learning_communities_Teacher_professional_development_and_school_leadership_in_an_Aasian_hierarchical_system

- Har, Y.B.; Yin, H.S.; Kaur, B. & Hoe, L.N. (2005). Children Making Sense During Word Problem Solving.
https://www.researchgate.net/publication/240641594_Children_Making_Sense_During_Word_Problem_Solving
- Hargreaves, A. & Fink, D. (2008). Distributed leadership: Democracy or delivery? *Journal of Educational Administration*, 46, 229-240.
- Haut Conseil de l'Égalité (HCÉ) (2016). Formation à l'égalité filles-garçons: Faire des personnels enseignants et d'éducation les moteurs de l'apprentissage et de l'expérience de l'égalité. Rapport n°2016-12-12-STER-025
- Hillman, J. (2014). *Mathematics after 16: the state of play, challenges and ways ahead*.
www.nuffieldfoundation.org. https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2019/12/Mathematics_after_16_v_FINAL.pdf
- Homsy, M. ; Lussier, J. et Savard, S. (2019). *Qualité de l'enseignement et pénurie d'enseignants : L'État doit miser sur l'essentiel*. Institut du Québec. Septembre 2019.
<https://www.institutduquebec.ca/docs/default-source/default-document-library/201909enseignants.pdf?sfvrsn=0>
- Homsy, M. et Savard, S. (2018). *Décrochage scolaire au Québec : dix ans de surplace, malgré les efforts de financement*. Montréal, Institut du Québec, 2018.
https://www.institutduquebec.ca/docs/default-source/Indice-Emploi/9652_d%C3%A9crochage-scolaire-au-qu%C3%A9bec_idq_br.pdf?sfvrsn=4
- Hoyles, C. & Lagrange, J-B. (201). *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. International Commission on Mathematical Instruction. The 17th ICMI study. Springer.
- Hubber, P. J. & Speldewinde, C. (2018). *Evaluation of the Growing Tall Poppies Program: An authentic science experience for Year 10 students (2015-2017)*. Dakin University, March 2018.
- Ingram, J., Strand, S. & Sarazin, M. (2015). The Use of Mathletics and the relationship to achievement at key stage 2 in England. University of Oxford Department of Education, 31st July 2015.
- Institut de Coopération pour l'Éducation des Adultes (2018). *Lutte à l'analphabétisme. Circonscrire le problème et trouver des solutions*. Avis à M. Sébastien Proulx, ministre de l'Éducation, du Loisir et du Sport, dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie d'alphabétisation. https://icea.qc.ca/sites/icea.qc.ca/files/politiques-alpha_analyse-et-problematique_avis-ministre-proulx_avril2018.pdf
- Jamet, J-M. (2018). *La « Méthode de Singapour » : surface émergée de l'iceberg singapourien. Au-delà du visible, comprendre l'excellence singapourienne autrement*.
http://www.3evoie.org/telechargementpublic/Singapour_2018_Jamet.pdf
- Jebeile, N. (2016). *Numeracy Skills Framework*. NSW Department of Education. Numeracy Across the Curriculum. <https://fr.slideshare.net/ReneeHoareau1/connect-with-maths-numeracy-skills-framework-nagla-jebeile>

- Jeffrey, G. & Guzmán, L. (2018). Six Propositions of a Social Theory of Numeracy: Interpreting an Influential Theory of Literacy. *Numeracy*, 11(2) (2018): Article 2. DOI: <https://doi.org/10.5038/1936-4660.11.2.2>
- Jonas, N. (2018). *Numeracy practices and numeracy skills among adults*. OECD Education Working Paper No. 177.
- Jonnaert, Ph. et Koudgobo, J. (2005). *Une numératie pour la construction de connaissances opératoires en mathématiques par les personnes moins performantes : perspectives pour le développement d'un continuum*. Toronto : ministère ontarien de l'Éducation.
- Kalpazidou Schmidt, E., Ovseiko, P.V., Henderson, L.R. & Vasiliki Kiparoglou, V. (2020). Understanding the Athena SWAN Award Scheme for Gender Equality As a Complex Social Intervention In a Complex System: Analysis of Silver Award Action Plans In a Comparative European Perspective. *Health Research Policy and Systems*, 18(19) (21p). <https://health-policy-systems.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12961-020-0527-x.pdf>
- Kennedy, J., Lyons, T. & Quinn, F. (2014). The continuing decline of science and mathematics enrolments in Australian high schools. *Teaching Science*, 60 (2), 34–46. asta.edu.au/resources/teachingscience
- King, D. & Cattling, J. (2015) The impact of assumed knowledge entry standards on undergraduate mathematics teaching in Australia. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(7), 1032–1045.
- Kinsella, E.A. (2001). Reflections on... Reflections on Reflective Practice. *The Canadian Journal of Occupational Therapy*, 68(3), 195-198.
- Koch, I. (2018). Attitude towards Mathematics and Confidence in Mathematical Ability of Students –Can it Change? Symposium: CHOOSEMATHS—an Australian Approach to Increasing Participation of Women in Mathematics. In Hunter, J., Perger, P., & Darragh, L. (Eds.). *Making waves, opening spaces* (Proceedings of the 41st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia) (pp. 85-88). Auckland: MERGA.
- Koch, I. & Li, N. (2017). *Teacher Confidence, Education and Experience: ChooseMaths Teachers Survey 2016, no. 1- 2017*. <https://amsi.org.au/?publications=teacher-confidence-education-experience-choose-maths-teachers-survey-2016>
- Kus, M. (2018). Numeracy. *Brock Education Journal*, 27(2), 58-62.
- Kwek, D.; Hung, D.; Koh, T. S. & Tan J. (2017). *OER-CRPP Innovations for Pedagogical Change: 5 Lessons*. Singapore: National Institute of Education. https://www.nie.edu.sg/docs/default-source/oer/final-compilations-26012018.pdf?sfvrsn=cbb065ee_0
- La Série d'Apprentissage Professionnel (2013). *Promouvoir la Numératie*. Édition Spéciale du Secrétariat No 28. Division du rendement scolaire. http://www.edu.gov.on.ca/fre/literacynumeracy/inspire/research/CBS_SupportNumeracyFr.pdf
- Lajoie, C. et Bednarz, N. (2014). Résolution de problèmes en mathématiques : un outil pour enseigner et un objet d'apprentissage. *Association Canadienne d'Éducation de Langue Française*, 42(2), automne 2014.
- Leder, G. (2018). Mathematics, Gender, and Careers. 2018. In Hunter, J.; Perger, P. & Darragh, L. (Eds.). *Making Waves, Opening Spaces* (Proceedings of the 41st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia) (pp. 93-96). Auckland:

- MERGA. <https://merga.net.au/common/Uploaded%20files/Annual%20Conference%20Proceedings/2018%20Annual%20Conference%20Proceedings/Koch%20symposium%20overview.pdf>
- Leduc, D., Riopel, M., Raîche, G. et Blais, J-G. (2011). L'Influence des Définitions des Habiletés Disciplinaires sur la Création et le Choix d'Items dans le PISA et le TEIMS. *Mesure et Évaluation en Éducation*, 34 (1), 97-130.
- Lee, N.H., Wong, J.H., Chang, S.C.A. & Lee, P.Y. (2001). *Trainee Teachers' Reaction to the Use of Multiple Intelligences in the Mathematics Classroom*. Paper presented at the AARE Annual Conference, Fremantle, 2001.
- Leong, H.K. (2000). Citizen Participation and Policy Making in Singapore: Conditions and Predicaments. *Asian Survey*, 40(3), 436-455. Published by: University of California Press.
- Li, N. (2018). Gender Gaps in Participation and Performance in Mathematics at Australian Schools 2006-2016. Symposium: CHOOSEMATHS—an Australian Approach to Increasing Participation of Women in Mathematics. In Hunter, J., Perger, P. & Darragh, L. (Eds.). *Making waves, opening spaces* (Proceedings of the 41st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia) pp. 89-92. Auckland: MERGA.
<https://merga.net.au/common/Uploaded%20files/Annual%20Conference%20Proceedings/2018%20Annual%20Conference%20Proceedings/Koch%20symposium%20overview.pdf>
- Lindenskov, L. & Valero, P. (2001). *(Dis)empowering Forces in Everyday Mathematics. Challenges to Democracy*. Plenary lectures. Proceeding of the 8th International Conference on Adults Learning Mathematics. 28-30 June 2001 (33-41). Roskilde University, Denmark.
- Lokan, J. (2000). *International Perspectives on Numeracy Learning : PISA and TIMSS*.
http://research.acer.edu.au/research_conference_2000/3
- London Mathematical Society (2018). *Good Practice Scheme for Mathematical Sciences (LMS). Advancing women's careers in university mathematical sciences departments*.
https://www.lms.ac.uk/sites/lms.ac.uk/files/files/GPS_Booklet_A5FINAL.pdf
- Malmivuori, M-L. (2001). The Dynamics of Affect, Cognition, and Social Environment in the Regulation of Personal Learning Processes: The Case of Mathematics. Available at <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kas/kaava/vk/malmivuori/>
- Marchand, P. (2007). *La Didactique des Mathématiques au Québec : Genèse et Perspectives*. Actes du colloque du Groupe des Didacticiens des Mathématiques du Québec (2007).
- Marshall, L. & Swan, P. (2010). Parents as Participating Partners. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(3), 25-32.
- Martin, D.B. (2013). Race, Racial Projects, and Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(1), 316-333.
- Martinovic, D.; Horn-Olivito, H. & El Kordi, N. (2017). *Content Leadership in Mathematics Education: A literature Review*. Réseau de connaissances en mathématiques.
https://pdfs.semanticscholar.org/4da8/e7ebc168e80780009a1b490a911ed8aa0c42.pdf?_ga=2.54888235.1828773368.1582211911-1750411918.1578693349
- Mason, G.; Nathan, M. & Rosso, A. (2015). *State of the Nation: A Review of Evidence on the Supply and Demand of Quantitative Skills*. National Institute of Economic and Social Research (NIESR) and Centre for Learning and Life Chances in Knowledge Economies and Societies (LLAKES).

- MEES, Québec (2017). *Les Faits Saillants. Prévisions de l'Effectif Étudiant au Collégial, 2017-2026*. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur de l'Ontario. Direction des indicateurs et des statistiques. <http://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3280192>
- MEES, Québec (2017). *Program of Study Mathematics. Subject Area: Mathematics, Science and Technology*. Adult General Education. DBE: Diversified Basic Education. Direction de l'Éducation des Adultes et de la Formation Continue. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur, 455p.
- MEES, Québec (2018). *Programme de Formation de l'École Québécoise. Enseignement du secondaire. Éducation financière. Cinquième secondaire*. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_education-financiere_2018.PDF
- MELS (2007). *Trends in International Mathematics and Science Study TIMSS 2007. Results of Québec Students on the 2007 Mathematics and Science Assessments*.
- MELS (2009). *Progression des Apprentissages Mathématique. Programme de Formation de l'École Québécoise. Progression des Apprentissages au primaire*. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PDA_PFEQ_mathematique-primaire_2009.pdf
- Merttens, R. (2012) Response on the Report of the Expert Panel for Policy Makers 3/1/2012 available from ACME
- Merttens, R. (2012). Response on the Report of the Expert Panel for Policy Makers 3/1/2012 available from ACME
- Mevarech, Z. & Kramarski, B. (2014). *Critical Maths for Innovative Societies: The Role of Metacognitive Pedagogies*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264223561-en>
- Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (2017). *Stratégie québécoise. De la Recherche et de l'Innovation 2017-2022*. https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents_soutien/strategies/recherche_innovation/SQRI/sqri_complet_fr.pdf
- Ministère de l'Éducation Ontario (2016). *Ontario's Renewed Mathematics Strategy*. http://www.edu.gov.on.ca/eng/policyfunding/memos/april2016/dm_math_strategy.pdf
- Ministère de la Famille, Gouvernement du Québec (2018). *Programme de Soutien Financier aux Initiatives Soutenant l'Éveil à la Lecture, à l'Écriture et aux Mathématiques*. <https://www.mfa.gouv.qc.ca/fr/publication/Documents/PELEM-norme.pdf>
- Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs (MCEETYA) (2008). *Melbourne declaration on educational goals for young Australians*. http://www.curriculum.edu.au/verve/resources/National_Declaration_on_the_Educational_Goals_for_Young_Australians.pdf
- Ministry of Education of British Columbia (2018). *Graduation Numeracy Assessment. Information for Parents & Students*. May 2018. <https://sd.deltasd.bc.ca/wp-content/uploads/sites/31/2019/04/Numeracy-Assessment-Information-Session.pdf>
- Ministry of Education Republic of Singapore (2012). *Primary mathematics teaching and learning syllabus*. Singapore: Curriculum Planning and Development Division.
- Ministry of Education Republic of Singapore (2013). *Nurturing Early Learners. Numeracy. A Curriculum for Kindergartens in Singapore*. Guide.
- Molla, T. & Cuthbert, D (2015). The Issue of Research Graduate Employability in Australia: an Analysis of the Policy Framing (1999-2013), *The Australian Educational Researcher*, 42(2), 237-256. <https://doi.org/10.1007/s13384-015-0171-6>

- Mons, N. (2008). Évaluation des Politiques Éducatives et Comparaisons Internationales : introduction. *Revue française de pédagogie*, 164, 5-13.
- Mullis, I., Martin, M.O., Foy, P. & Hooper, M. (2015). *TIMSS 2015, International Results in Mathematics*. TIMSS & PIRLS International Survey Center.
- National Curriculum Board (2011). *Shape of the Australian curriculum :Mathematics*. http://www.acara.edu.au/verve/resources/Australian_Curriculum_-_Maths.pdf
- National Institute of Education, Singapore (2017). *Practices of Inquiry: Through the Lens of the Student Teachers*. Edited by Dr Chua Bee Leng. NIE, Institute of Nanyang Technological University.
- National Numeracy (2012). *Manifesto for a numerate UK*. https://www.nationalnumeracy.org.uk/sites/default/files/media/manifesto_for_a_numerate_uk.pdf
- National Numeracy Day (2019). *Campaign guidance*. https://numeracyday.com/sites/default/files/documents/Brandmaterials/NN161_NNDay_Guidelines_2019_v10.pdf
- National Numeracy Day (2019). *We Are All Numbers. People National Numeracy Day 2019. Impact Report*. <https://www.numeracyday.com/sites/default/files/documents/Report/National%20Numeracy%20Day%202019%20Impact%20Report.pdf2018>
- Norton, S.J. & Reid O'Connor, B. (2016). *Mathematics Literature Review: Senior Syllabus Redevelopment*. Prepared for Queensland Curriculum and Assessment Authority (2016). @ The State of Queensland (Queensland Curriculum and Assessment Authority), 2016.
- Noss, R., Hoyles, C. & Pozzi, S. (2000). Working Knowledge, Mathematics in Use. Dans Bessot & Ridgway (eds.), *Education for Mathematics in the Workplace* (17-35). Kluwer Academic Publishers.
- Nunes, T., Schliemann, A. & Carraher, D. (1992). Ethnomathematics and Everyday Cognition. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (557-574). New York: Macmillan.
- Nygaard, P.H. & Hughes-Hallett, D. (2001). Mathematics and Democracy and Achieving Numeracy: The challenge of Implementation. *School Sciences and Mathematics*. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1939.tb04037>
- O'Donoghue, J. (2003). *Mathematics or Numeracy: Does it Really Matter?* In J. Evans, P. Healy, D. Kaye, V. Seabright & A. Tomlin (Eds.), *Policies and Practices for Adults Learning Mathematics: Opportunities and Risks*. Proceedings of the 9th international conference of Adults Learning Mathematics (ALM9) - A Research Forum (34-43). London: ALM and King's College, London.
- O'Grady, K., Deussing, M-A., Scerbina, T., Fung, K. & Muhe, N. (2016). *À la Hauteur : Résultats Canadiens de l'Étude PISA de l'OCDE. Le Rendement des Jeunes du Canada en Sciences, en Lecture et en Mathématiques. Premiers résultats de 2015 pour les jeunes du Canada âgés de 15 ans*. Conseil des Ministres de l'Éducation (Canada). <https://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/365/PISA2015-CdnReport-FR.pdf>
- Oates, T. (2014). *Why textbooks count. A Policy Paper*. Cambridge Assessment. November 2014.
- OCDE (2014). *L'Évaluation des Compétences des Adultes : Manuel à l'Usage des Lecteurs*. Éditions OCDE, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264204126-fr>

- OCDE (2015). *Education Policy Outlook United Kingdom*.
<http://www.oecd.org/education/highlightsuk.htm>
- OECD (2011). *Education at a Glance 2011: OECD Indicators*.
<https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/48631582.pdf>
- OECD (2014). *Measuring Innovation in Education: A New Perspective*. Educational Research and Innovation, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264215696-en>
- OEDE (2010). *Singapore: Rapid Improvement Followed by Strong Performance*. Strong Performers and Successful Reformers in Education: Lessons from PISA for the United States. <https://www.issuelab.org/resource/singapore-rapid-improvement-followed-by-strong-performance.html>
- Olive, J.; Makar, K.; Hoyos, V.; Kor, L.K.; Kosheleva, O. & Sträßer, R. (2010). Mathematical Knowledge and Practices Resulting From Access to Digital Technologies. In C. Hoyles & J. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology – Rethinking the terrain*. The 17th ICMI Study (133-177). New York, NY: Springer.
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4419-0146-0.pdf>
- Orpwood, G., Schollen, L., Leek, G., Marinelli-Henriques, P. & Assiri, H. (2012). *Projet de 2011 Portant sur les Mathématiques au Niveau Collégial*. Rapport final. Toronto: Seneca College of Applied Arts and Technology.
http://collegemathproject.senecac.on.ca/cmp/fr/pdf/FinalReport/2011/CMP_2011_Final_Report%20-%20French%20-%2002May12.pdf
- Orton, K., Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Jona, K. & Wilensky, U. (2016). *Bringing Computational Thinking Into High School Mathematics and Science Classrooms*. 12th International Conference of the Learning Sciences: Transforming Learning, Empowering Learners, ICLS 2016 - Singapore, Singapore, ICLS 2016 Proceedings, 705-712.
- Reid, A. (2005). *Rethinking National Curriculum Collaboration – Towards an Australian Curriculum*. Canberra: Australian Government.
<https://pdfs.semanticscholar.org/b9cf/adda0d33e010807ed037b88ddb26a3eb74c7.pdf>
- Ross, J. & Bruce, C. (2012): Evaluating the Impact of Collaborative Action Research on Teachers: A Quantitative Approach. *Teacher Development: An international Journal of Teachers' Professional Development*, 16(4), 537-56.
<http://dx.doi.org/10.1080/13664530.2012.734746>
- Royal Society of Edinburgh (2018). *Tapping All Our Talents 2018. A Progress Review of Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics in Scotland*.
http://www.rse.org.uk/wp-content/uploads/2018/11/Women-in-STEM-report-2018_final.pdf
- Schillinger, F.L., Vogel, S.E., Diedrich, J. & Grabner, R.H. (2018). Math Anxiety, Intelligence, and Performance in Mathematics: Insights From the German Adaptation of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS-G). *Learning and Individual Differences*, 61, 109-119.
- Schmidt, E.K. & Cacace, M. (2018). Setting Up a Dynamic Framework to Activate Gender Equality Structural Transformation in Research Organizations. *Science and Public Policy*, 46(1), 321-338.
- Schmidt, E.K., Ovseiko, P.V., Henderson, L.R. & Vasiliki Kiparoglou, V. (2020). Understanding the Athena SWAN Award Scheme for Gender Equality As a Complex Social

- Intervention In a Complex System: Analysis of Silver Award Action Plans In a Comparative European Perspective. *Health Research Policy and Systems*, 18(19) (21p). <https://health-policy-systems.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12961-020-0527-x.pdf>
- Secrétariat de la Littératie et de la Numératie de l'Ontario (2007). *Faire la Différence...de la Recherche à la Pratique*. Numéro spécial no 1.
- Shiel, G. & Kelleher, C. (2017). *An Evaluation of the Impact of Project Maths on the Performance of Students in Junior Cycle Mathematics*. Dublin: Educational Research Centre.
- Shomos, A. & Forbes, M. (2014). *Literacy and Numeracy Skills and Labour Market Outcomes in Australia*. Productivity Commission Staff Working Paper, Canberra. <https://www.pc.gov.au/research/supporting/literacy-numeracy-skills/literacy-numeracy-skills.pdf>
- Skills Canada (2017). *Essential Skills. Work Ready Youth Program*. Numeracy Workbook. <https://skillscompetencescanada.com/en/>
- Skovsmose, O. (1994). *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Skovsmose, O. (2009). *In Doubt: About language, mathematics, knowledge and life-worlds*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Smith, J.P. (1999). Tracking the Mathematics of Automobile Production: Are the Schools Failing to Prepare Students for Work. *American Educational Research Journal*, 36(4), 835-878.
- Steen, L. A. (2001). Mathematics and Numeracy: Two Literacies, One Language. *The Mathematics Educator*, 6(1), 10-16.
- Steen, L.A. (1988). The Science of Patterns. *Science*, 240, 611-616.
- Teng, L. K. & Wong, A.F.L (2001). *Students' Perceptions and Attitudes in Upper Primary Computer-Assisted Mathematics Classrooms*. AARE Conference, Fremantle, Australia, 2-6 December 2001.
- Thomson, S., De Bortoli, L. & Underwood, C. (2016). *PISA 2015: A first Look at Australia's Results*. ACER, December 2016. www.acer.org/ozpisa/publications-and-data
- Thomson, S., Wernert, N., O'Grady, E. & Rodrigues, S. (2016). *TIMSS 2015: A First Look at Australia's Results*. ACER, November 2016 research.acer.edu.au/timss_2015/1/
- Thomson, S., Wernert, N., O'Grady, E. & Rodrigues, S. (2017). *TIMSS 2015: Reporting Australia's Results*. ACER, March 2017 research.acer.edu.au/timss_2015/2/
- Thornton, S. & Hogan, J. (2004). Orientations to Numeracy: Teachers' Confidence and Disposition to Use Mathematics Across the Curriculum. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2004, 313-320.
- Torpey, E. (2012). Math at work: Using Numbers on the Job, *Occupational Outlook Quarterly*, fall 2012, 3-13.
- Tsatsaroni, A. & Evans, J. (2013). Adult Numeracy and the Totally Pedagogised Society: PIAAC and Other international surveys in the context of global educational policy on lifelong learning. *Educational Studies in Mathematics*, 87, 167-186.
- Unesco (2015). *Unesco Science report : towards 2030*. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/unesco-science-report-towards-2030-part1.pdf>

- Unesco (2019). *Document final de la Conférence internationale sur l'intelligence artificielle et l'éducation. Planifier l'éducation à l'ère de l'IA : un bond en avant.*
- Wang-Iverson, P., Myers, P., & Lim, E. W. K. (2010). Beyond Singapore Math's textbooks. Focused and Flexible Support for Teaching and Learning. *American Educator*, Winter, 28-38.
- Willis, S. (1990). *Being numerate: What counts.* Australia; ACER.
- Willis, S. (1992). Being Numerate: Whose Right? Who's Left? In *The Right to Literacy*, Vol. 1, 77-94. Melbourne: Australian Council for Adult Literacy, 1992. (ED 367 779)
- Willis, S. (1998). Which Numeracy. *UNICORN*, 24 (2), 32-42.
- Wong, J.L.N. (2010a). Searching for Good Practice in Teaching: A Comparison of Two Subject Based Professional Learning Communities in a Secondary School in Shanghai. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 40 (5), 623-639.
- Wong, J.L.N. (2010b). What Makes Professional Learning Community Possible? A Case Study of a Mathematics Department in a Junior Secondary School of China. *Asia Pacific Education Review*, 11(2), 131-139.
- Wu, H-H. (2009). What's Sophisticated About Elementary Mathematics? Plenty- That's Why Elementary Schools Need Math Teachers. *American Educator*, Fall 2009, 4-14.
- Wu, H. (2011a). The Mis-Education of Mathematics Teachers. *Notices of the American Mathematical Society*, 58(3), 372-384.
- Zevenbergen, R. (1995b). Towards a Socially Critical Numeracy. *Critical Forum*, 4(1), 82-102.