

# PERSPECTIVES

10 février 2023

## Améliorer les compétences en mathématiques au Québec

Cinq recommandations tirées d'*En avant math* !

### GENEVIEVE DUFOUR

Directrice des grands projets de collaboration, CIRANO

### NATHALIE DE MARCELLIS-WARIN

Professeure titulaire, Polytechnique Montréal  
Présidente-directrice générale, CIRANO

### MOLIVANN PANOT

Professionnel de recherche, CIRANO

### LOUISE POIRIER

Professeure honoraire, Université de Montréal

Le CIRANO et le Centre de recherches mathématiques (CRM) sont partenaires d'*En avant math* !, une initiative d'envergure nationale pour promouvoir les mathématiques et accroître la numératie. Depuis trois ans, plusieurs travaux ont permis d'identifier des pistes de solutions afin d'assurer le développement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée en mathématiques appliquées et favoriser une meilleure adéquation entre les compétences des personnes et les besoins du marché du travail, particulièrement dans les secteurs des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM). Les auteurs présentent ici les principaux enseignements et recommandations qui se dégagent des travaux de la première phase d'*En avant math* !.

À l'occasion d'une conférence organisée en septembre 2022, des chercheuses et chercheurs associés au projet *En avant math* ! ont présenté les résultats d'une dizaine de projets de recherche réalisés dans le cadre du premier volet du partenariat et à partir desquels de précieux enseignements peuvent être tirés en matière de recommandations stratégiques pour le Québec.

Ce premier volet a réuni des spécialistes du milieu de la recherche universitaire autour d'enjeux stratégiques comme l'adéquation entre les concepts enseignés à l'école secondaire au Québec et les concepts utilisés en milieu de travail dans l'industrie des STIM, la formation en mathématique des enseignantes et enseignants et les outils mis à leur disposition, les déterminants des choix de domaines d'étude, l'évolution de la demande de compétences liées aux STIM ou encore les liens entre numératie et succès sur le marché du travail.

### Performances et contre-performances du Québec

Le portrait des mathématiques au Québec réalisé par Laïla Oubenaïssa et Louise Poirier, toutes deux du

Centre de recherches mathématiques, et celui qu'elles dressent des approches et interventions mises en œuvre dans d'autres juridictions font ressortir l'importance de mettre en valeur la culture d'enseignement et de supervision pour l'apprentissage des mathématiques et la nécessité de formaliser et systématiser la pratique de la numératie au Québec.

En particulier, le portrait des mathématiques au Québec a révélé que bien qu'il occupe toujours un rang enviable aux tests internationaux, le Québec est en perte de vitesse, d'où l'importance d'identifier les « ingrédients de qualité » qui caractérisent la culture mathématique du Québec. Ceci permettrait d'établir une stratégie pour l'optimisation de la performance du Québec dans le domaine particulier des mathématiques en tenant compte des tendances en matière de compétences, cadre de référence et domaines de recherche, et en considérant bien sûr les attentes et exigences du milieu du travail et de l'emploi. Les deux auteures soulignent également l'importance d'étudier les causes du déclin des scores des filles en y apportant des éléments d'explication autres que la prédisposition ou un quelconque facteur culturel ou génétique.

## **Il faut aller à la rencontre des enseignantes et enseignants**

Une autre étude réalisée par Louise Poirier pointe vers un certain nombre de constats et de pistes de réflexion en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques dans les écoles primaires et secondaires. Spécialiste de la didactique des mathématiques à l'Université de Montréal, la chercheuse suggère qu'il faut aller à la rencontre des enseignantes et enseignants pour bien connaître les manuels, sites internet et autres outils qu'ils utilisent pour enseigner les mathématiques et mieux comprendre les critères décisionnels et mécanismes par lesquels ils choisissent tel outil plutôt que tel autre.

La chercheuse souligne l'importance de fournir un soutien aux enseignantes et enseignants dans leur choix de matériel. On peut penser à la création d'un groupe de travail qui réunirait conseillers pédagogiques, corps enseignant et didacticiens des mathématiques afin de dresser une liste des divers outils disponibles et

d'évaluer le matériel, et ce, sur une base régulière. Une autre avenue serait la mise en place d'un programme de soutien à la formation continue du personnel scolaire par la recherche collaborative avec des chercheurs universitaires, comme c'était le cas du programme Chantier 7 créé en 2008 puis aboli quelques années plus tard.

## **Les concepts mathématiques enseignés au secondaire sont souvent mal alignés avec les conditions de réussite pour une carrière en STIM**

Annie Savard de l'Université McGill, Alexandre Cavalcante de l'Université de Toronto et Daniela Căprioară de l'Université Ovidius en Roumanie, tous trois spécialistes de la didactique des mathématiques, s'appuient sur l'épistémologie, les motivations et sentiments du corps enseignant par rapport à l'enseignement des mathématiques afin de voir dans quelle mesure les concepts enseignés à l'école secondaire au Québec sont bien alignés avec ceux utilisés en milieu de travail dans l'industrie des STIM. Afin d'identifier les points forts et points faibles du programme québécois, d'autres programmes ailleurs dans le monde ont été sélectionnés pour comparaison selon qu'ils présentaient des similitudes ou des différences marquées avec le programme du Québec. Les auteurs ont retenu les programmes d'enseignement en Colombie-Britannique, Californie, France, Roumanie et à Singapour.

Leurs analyses suggèrent que certains concepts mathématiques qui sont beaucoup utilisés en milieu de travail dans l'industrie des STIM sont en fait peu enseignés au secondaire. Il y aurait donc un désalignement important qui pourrait amener les élèves à avoir une vision erronée des compétences en mathématiques qui sont exigées pour poursuivre une carrière en STIM. Par exemple, l'enseignement au secondaire des notions de mathématiques financières porte sur des concepts trop abstraits et déconnectés de leur contexte financier dans la vie réelle. Une fois sur le marché du travail, les personnes qui doivent utiliser des mathématiques financières dans le cadre de leur travail, comme c'est le cas en ingénierie notamment, y sont souvent mal préparées.

## Il est toujours rentable d'investir dans l'éducation universitaire de premier cycle au Québec

Une autre série de rapports réalisés dans le cadre de l'initiative **En avant math !** repose plutôt sur l'application d'approches économiques. C'est le cas du rapport publié en 2020 par Claude Montmarquette, pionnier au Québec de l'économie expérimentale.

Traditionnellement, les modèles économiques qui tentent d'expliquer les choix des domaines d'études reposent sur l'hypothèse que les préférences individuelles sont connues et évoluent peu dans le temps. Aujourd'hui, les domaines de la psychologie et de l'économie expérimentale nous amènent à remettre en cause ce postulat. Les intérêts et les préférences se développent au fil du temps. Ainsi, les élèves qui sont exposés à divers environnements ou expériences peuvent apprendre à mieux se connaître et mieux cerner leurs préférences. Selon le chercheur, les jeunes devraient être exposés à l'ensemble des choix qui s'offrent à eux, et ce, avant la fin du secondaire. Aussi, donner des rétroactions aux élèves tôt dans leur parcours au secondaire à propos de leurs chances de réussite pourrait les inciter à redoubler d'efforts et même à suivre des cours supplémentaires dans les domaines d'études souhaités, notamment ceux liés au STIM.

La vaste revue de littérature réalisée par l'auteur montre sans équivoque que le choix du domaine d'étude est principalement motivé par les revenus et autres avantages associés à différents parcours professionnels, ce que les économistes appellent *la valeur actualisée des avantages (comparatifs) pécuniaires et non pécuniaires anticipés*. Il est donc primordial de fournir aux étudiantes et étudiants des informations claires, actuelles et précises sur le sujet.

Des informations sur le flux des revenus futurs associés aux études postsecondaires permettent d'ailleurs d'évaluer la rentabilité de s'engager dans la poursuite des études. Sur un deuxième projet, Claude Montmarquette a collaboré avec François Vaillancourt et Brigitte Milord pour mener une évaluation économétrique de la rentabilité des études universitaires à la fois sur les

plans privé et social. Leurs analyses s'appuient sur une définition plus fine des domaines d'études que ce qui avait été fait antérieurement, permettant ainsi d'estimer des taux de rendement par domaine d'étude, et en particulier pour ceux liés aux STIM.

Leur étude montre qu'il est toujours rentable d'investir dans l'éducation universitaire de premier cycle au Québec, autant du point de vue de l'individu que de la société. Le rendement social est toujours plus faible que le rendement privé, puisqu'une partie du coût total d'une formation universitaire est supportée par la société.

## Les taux de rendement sont généralement plus élevés pour les femmes

Les taux de rendement supérieurs pour les femmes reflètent en grande partie les inégalités importantes auxquelles les femmes font face sur le marché de l'emploi. En effet, les rendements sont plus élevés parce que les revenus de travail auxquels celles-ci *renoncent* en poursuivant des études universitaires sont plus faibles que les revenus auxquels les hommes renoncent en poursuivant leurs études.

Les taux de rendement varient fortement selon la filière, les programmes d'étude dans les domaines des STIM affichant les rendements les plus élevés. À noter : en STIM et contrairement aux autres programmes, les taux de rendement privés sont plus faibles pour les femmes que pour les hommes. Autrement dit, il est toujours rentable d'obtenir un diplôme en STIM, mais cela est moins « payant » pour les femmes que pour les hommes.

Raquel Fonseca, Catherine Haeck et Marie-Mélanie Fontaine se sont intéressées au rôle crucial des compétences en mathématiques – ou numératie – dans les expériences des hommes et des femmes sur le marché du travail. Elles contribuent à combler une lacune dans la littérature puisqu'aucune étude sur le sujet n'avait été menée pour le Québec ou le Canada.

Leurs analyses s'appuient sur les données de la première vague du Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA), un programme mené

sous l'égide de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Le PEICA est une enquête transversale fournissant des informations démographiques et socio-économiques ainsi que des mesures de compétence dans trois domaines : la littératie, la numératie et la résolution de problèmes dans des environnements technologiques.

Les chercheuses ont pu jumeler les données pour le Québec provenant du PEICA aux données de l'Enquête longitudinale et internationale des adultes (ELIA), laquelle est menée auprès de répondants à travers l'ensemble du Canada au sujet de leur travail, leur éducation, leur santé et leur famille. Les données de l'ELIA sont elles-mêmes jumelées à des données administratives et fiscales permettant de tracer les trajectoires de revenus des individus depuis 1982.

Les auteures obtiennent ainsi un portrait très détaillé qui révèle notamment une forte association entre le niveau de compétences en numératie et plusieurs facteurs tels que le type d'occupation ou la profession, le niveau d'éducation des individus et celui de leurs parents. Ce portrait montre notamment que les jeunes de moins de 35 ans ont des compétences en numératie plus élevées que ceux des générations précédentes. Les jeunes du Québec ont des scores en numératie légèrement supérieurs à ceux des jeunes du reste du Canada, ce qui leur confère un avantage sur le marché du travail puisqu'ils seront plus à même de décrocher les emplois demandant de fortes compétences en numératie. En ce qui concerne les disparités hommes-femmes, le portrait révèle que seulement 7 % des femmes de 16 à 64 ans au Québec ont un niveau de compétences en numératie élevé ou très élevé comparativement à 14 % des hommes.

Les analyses économétriques montrent qu'il existe une forte association entre les compétences en numératie et les parcours professionnels et trajectoires de revenus. En moyenne, une augmentation d'un écart-type du score en numératie est associée à une augmentation de 18 % du salaire pour les travailleuses et travailleurs âgés de 16 à 64 ans, comparé à 14 % chez les 25 à 34 ans et 21 % chez les 35 à 54 ans. Les rendements des compétences en numératie au Québec sont parmi les plus élevés. À titre de comparaison, ceux-ci sont de l'ordre de 12 % en Suède, 13 % en Norvège et 14 % en Finlande.

## Les disparités de compétences en numératie expliquent une part importante des écarts de salaire entre les hommes et les femmes

L'application de la méthode de décomposition Blinder-Oaxaca suggère que près de la moitié de l'écart salarial entre les hommes et les femmes est attribuable aux différences de compétence en numératie. En matière de recommandation de politiques, les auteures suggèrent que les interventions qui améliorent la perception qu'ont les filles de leurs capacités en mathématiques seraient efficaces pour réduire la ségrégation de genre dans les domaines d'éducation. Qui plus est, elles argumentent que ces interventions devraient cibler les élèves bien avant le 4<sup>e</sup> secondaire, soit le moment où les élèves choisissent entre différents profils en mathématiques.

Le dernier de cette série de rapports est celui dans lequel Genevieve Dufour, Benoit Dostie et Mikhael Deutsch-Heng appliquent une méthodologie novatrice pour examiner l'évolution de la demande de compétences sur le marché du travail. Leur approche repose sur un appariement des données détaillées des recensements de Statistique Canada de 2006 et 2016 aux données de l'*Occupational Information Network* (O\*NET). O\*NET est un ensemble de données qui associent à chaque emploi des attributs spécifiques en ce qui a trait aux habiletés et compétences requises pour cet emploi.

Dans leur étude, les auteurs ont sélectionné 24 « attributs O\*NET » classés en six catégories : travail physique, interactions sociales, habiletés cognitives, habiletés cognitives verbales, habiletés non cognitives et connaissances. En exploitant tout le potentiel analytique de la base de données O\*NET jumelée aux données de recensement, ils construisent des indices de demande de ces attributs et analysent leur évolution sur 10 ans.

## Avoir de la « facilité avec les nombres » est une compétence de plus en plus recherchée

Les attributs ayant les indices les plus élevés en 2016 sont ceux qui ont trait aux compétences de communications et de relations interpersonnelles. La demande pour les compétences liées aux mathématiques, incluant la « facilité avec les nombres », a aussi augmenté, mais dans une moindre mesure. C'est particulièrement le cas pour les emplois du domaine des STIM ou en lien avec les STIM.

Une importante contribution de leur étude est de mettre en évidence le fait que les transformations du marché du

travail entraînent principalement des changements dans la façon dont les personnes exercent leur travail. Autrement dit, les changements dans la demande de compétences découlant des avancées technologiques s'observent à l'intérieur d'occupations spécifiques, plutôt que par des changements dans la structure occupationnelle du marché du travail. Plutôt que de s'inquiéter de l'impact des changements technologiques sur de possibles pertes d'emplois, les auteurs soutiennent qu'on doit examiner de plus près les tâches qui composent un emploi et comprendre comment ces tâches évoluent dans le temps. Avec la rapidité des transformations du marché du travail, la priorité est d'assurer une formation initiale et une formation continue adaptées aux besoins changeants du marché.

### Cinq recommandations stratégiques pour le Québec

1. S'assurer que les futurs enseignants et enseignantes du primaire possèdent les connaissances nécessaires pour l'enseignement des mathématiques au préscolaire et au primaire et développent une attitude positive envers les mathématiques
2. Mettre en œuvre des initiatives de promotion de la numératie et des mathématiques dès le jeune âge, y compris des initiatives qui améliorent la perception qu'ont les filles de leurs capacités en mathématiques, et ce bien avant le 4<sup>e</sup> secondaire
3. Offrir aux élèves et étudiants des occasions de se familiariser avec divers environnements et être exposés à l'ensemble des choix qui s'offrent à eux et leur fournir des informations claires, actuelles et précises sur leurs chances de réussite et sur les gains associés à différents parcours professionnels
4. S'attaquer aux écarts dans les compétences en numératie des hommes et des femmes afin de contribuer à réduire les inégalités salariales entre les sexes
5. S'assurer que les gouvernements jouent leur rôle informationnel pour identifier les compétences en demande et faciliter l'appariement entre, d'une part, les travailleuses et travailleurs qui veulent améliorer leurs compétences et, d'autre part les formations pertinentes qui s'offrent à eux

### Références

De Marcellis-Warin, N., Dufour, G., Panot, M., & Poirier, L. (2023). État des lieux et recommandations stratégiques pour favoriser le développement des talents en mathématiques au Québec (2023RP-04, CIRANO). <https://doi.org/10.54932/GQIH7311>

Deutsch-Heng, M., Dostie, B. & Dufour, G. (2022). Documenter l'évolution de la demande des compétences liées aux STIM. CIRANO, 2022RP-03. <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2022RP-03>

Fonseca, R., Fontaine, M-M. & Haeck, C. (2021). Le lien entre les compétences en numératie et les rendements sur le marché du travail au Québec. CIRANO, 2021RP-11. <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2021RP-11>

Montmarquette, C. (2020). Les déterminants du choix du domaine d'études universitaires. Une revue de la littérature et identification de pistes d'interventions. CIRANO, 2020RP-11. <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2020RP-11>

Montmarquette, C., Vaillancourt, F. & Milord, B. (2021). Le rendement privé et social de l'éducation universitaire au Québec en 2015. CIRANO, 2021RP-05. <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2021RP-05>

Oubenaïssa, L. & Poirier, L. (2022). Numératie-Définition (2022 À paraître)

Oubenaïssa, L. & Poirier, L. (2021). Projet : Portrait du Québec pour le domaine des mathématiques. CIRANO, 2021RP-19. <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2021RP-19>

Oubenaïssa, L. & Poirier, L. (2022). Expériences en numératie : Exploration des cas Royaume-Uni, Australie, France, Singapour, Ontario et Québec. (2022RP-09, CIRANO). <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2022RP-09>

Poirier, L. (2022). Les enseignants, leur formation ainsi que les outils mis à leur disposition. CIRANO, 2022RP-01. <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2022RP-01>

Savard, A., Cavalcante, A. & Caprioara, D. (2022). L'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires du Québec : L'alignement entre les enseignants, les concepts mathématiques des programmes ministériels et les concepts mathématiques utilisés dans les emplois STIM. CIRANO, 2022RP-08. <https://enavantmath.org/fr/sommaires/2022RP-08>

## Pour citer cet article:

Dufour, G., de Marcellis-Warin, N., & Panot, M. (2023). Améliorer les compétences en mathématiques au Québec: Cinq recommandations tirées d'En avant math ! Revue PERSPECTIVES, 2023PJ-02, CIRANO. <https://doi.org/10.54932/DLCB6893>

PERSPECTIVES est la revue de diffusion et de valorisation de la recherche au CIRANO. Rédigés dans une forme accessible à un auditoire élargi, les articles de la revue PERSPECTIVES assurent une visibilité aux travaux et à l'expertise de la communauté de recherche du CIRANO. Comme toute publication CIRANO, les articles sont fondés sur une analyse rigoureusement documentée, réalisée par des chercheuses, chercheurs et Fellows CIRANO.

Les articles publiés dans PERSPECTIVES n'engagent que la seule responsabilité de leurs auteurs.

ISSN 2563-7258 (version en ligne)

### Directrice de la publication :

Nathalie de Marcellis-Warin, Présidente-directrice générale

### Rédactrice en chef :

Carole Vincent, Directrice de la mobilisation des connaissances

[www.cirano.qc.ca](http://www.cirano.qc.ca)

©CIRANO