

RAPPORT

# Projet : Portrait du Québec pour le domaine des mathématiques

LAÏLA **OUBENAÏSSA**, chargée de projets, Projet Numératie

LOUISE **POIRIER**, directrice adjointe CRM



**EN  
AVANT!  
MATH!**

**Rapport**  
**Projet : Portrait du Québec pour le domaine des mathématiques**

**Laïla Oubenaïssa**  
Chargée de projets, Projet Numératie

**Louise Poirier,**  
Directrice adjointe CRM

Juin 2021

Projet réalisé dans le cadre du projet « En avant math! », une initiative CRM-CIRANO  
<https://enavantmath.org>

# Table des matières

<b>Faits saillants</b> .....	4
<b>Sommaire exécutif</b> .....	6
<b>Introduction</b> .....	14
<b>Première partie – Tests TIMSS et PISA</b> .....	17
Introduction .....	18
Données TIMSS .....	18
Les données PISA .....	35
<b>Deuxième partie – Données BCI : Mathématiques</b> .....	52
<b>Troisième partie – Données BCI : domaines connexes</b> .....	73
<b>Conclusions générales</b> .....	103
<b>Bibliographie</b> .....	106
<b>Références consultées</b> .....	106

## FAITS SAILLANTS

Dans le présent rapport, les constats sur le portrait mathématique du Québec sont présentés à la lumière des problématiques suivantes : performance, genre et/ou taux de féminité, statuts des étudiants et pénurie.

### Performance :

- Il est très important d'aller au-delà des communiqués de presse en lien avec l'annonce des résultats des tests internationaux :
- Bien que le Québec se démarque toujours au Canada et à l'international par ses résultats en mathématiques, il est important de préciser, qu'en termes de performance, il est en déclin, et ce, depuis 2003 pour TIMSS (Trend in International Mathematics and Science Study), et que l'écart entre ses scores moyens et ceux des pays du top 10 ne fait qu'augmenter.
- À préciser que les élèves de la 8<sup>e</sup> année (secondaire 2 au Québec) bien qu'ils performant beaucoup mieux que ceux de la 4<sup>e</sup> année, enregistrent un déclin continu y compris pour TIMSS 2019.
- L'effectif des inscrits en mathématiques dans les universités du Québec est toujours en déclin pour l'ensemble des cycles : 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle.

### Genre

Le système d'éducation québécois enregistre une problématique-genre de plus en plus alarmante depuis une vingtaine d'années. Les résultats des derniers tests TIMSS 2019 montrent un écart entre la performance des garçons et des filles des plus significatifs; alors que ce ne fût pas le cas en 1995 et en 1999 (TIMSS) où les filles performaient mieux que les garçons. Il est important de se pencher sur l'origine de ce déclin en termes de performance. La situation genre est, par ailleurs, préoccupante en enseignement supérieur, le bas taux de féminité dans certains domaines est alarmant.

### Taux de féminité

Certains domaines mathématiques ou connexes aux mathématiques comptent une majorité d'hommes ce qui contribue au maintien des métiers majoritairement masculins (MMM). Le système d'éducation du Québec contribue largement à la problématique genre au niveau de l'enseignement supérieur. Le Québec pourrait renverser cette tendance. D'autres pays l'ont fait par exemple l'Australie grâce à des projets en éducation STIM au primaire (voir Rapport sur les expériences à l'international). Les données du BCI indiquent que le taux de féminité le plus bas et qui continue de diminuer est pour le génie (Génie : 16,43 % 2007-2008 et 11,28 % pour 2018-2019) avec une légère augmentation des inscriptions féminines en sciences appliquées pour le 1<sup>er</sup> cycle.

Pour les mathématiques, une nette augmentation des inscrits masculins s'accompagne d'une chute du taux de féminité dans le domaine des mathématiques qui passe de **40 %** en 2018 à **12,5 %** en 2019.

### **Statuts des élèves/étudiants versus pénurie**

Le projet Portrait mathématique du Québec est l'occasion de constater un ensemble d'éléments importants en lien avec les choix des étudiants. Les différentes données exploitées des deux bases de données, OCDE (Organisation de la Coopération et du Développement Économiques) et celles du BCI (Bureau de la Coopération Interuniversitaire) du Québec, mettent en relief des informations qu'il serait pertinent de documenter davantage pour leur potentiel d'informer les décideurs et les responsables sur la nature des initiatives et actions à privilégier pour ne pas aggraver la situation de pénurie et de déficit que connaît le Québec pour les professions en lien avec les mathématiques et les STIM.

### **Un premier constat**

Deux domaines semblent se disputer un même public-cible : les sciences mathématiques et les sciences informatiques et ce, pour environ la même tranche d'âge, entre 18-19 ans et 20-24 ans. On note aussi une augmentation du nombre de femmes inscrites en sciences informatiques (de 15,61 % en 2007-2008 à 24,70 % en 2018-2019). Alors qu'on assiste à une décroissance d'inscriptions en mathématiques, probabilités-statistiques et mathématiques appliquées ainsi qu'en sciences physiques, une augmentation appréciable en termes d'effectifs s'enregistre pour les sciences informatiques.

Un autre fait à souligner est que pour le 1<sup>er</sup> cycle universitaire, les domaines des sciences pures, des sciences appliquées et du génie sont majoritairement représentés par des étudiants étrangers et des résidents permanents. Pour le 2<sup>e</sup> cycle, et d'après les données extraites de la base de données du BCI, la pénurie en génie semble être comblée en grande partie par une augmentation de 57 % des étudiants résidents permanents. L'internationalisation de l'enseignement supérieur est une politique publique déjà en œuvre pour contrer ce type de pénurie et permet de mieux exploiter la mobilité des étudiants étrangers en assurant un retour sur investissement au court, moyen et long termes <sup>1</sup>.

Le projet sur le portrait mathématique du Québec a nécessité l'exploitation de plusieurs données de différents types : données issues des tests et des classements internationaux (OCDE), des données statistiques (BCI) ainsi que des données et réflexions issues d'articles de recherche que nous avons tenu à relater pour exposer l'argumentaire de certaines politiques publiques à prendre pour exemple tout particulièrement pour leurs impacts immédiats et pour leur retour sur investissement qui pourraient inspirer le Québec.

---

1 Intervention du directeur des HEC Montréal, Monsieur Federico Pasin, dans le cadre des conférences du CORIM (1<sup>er</sup> décembre 2020) : l'internationalisation de l'enseignement supérieur.

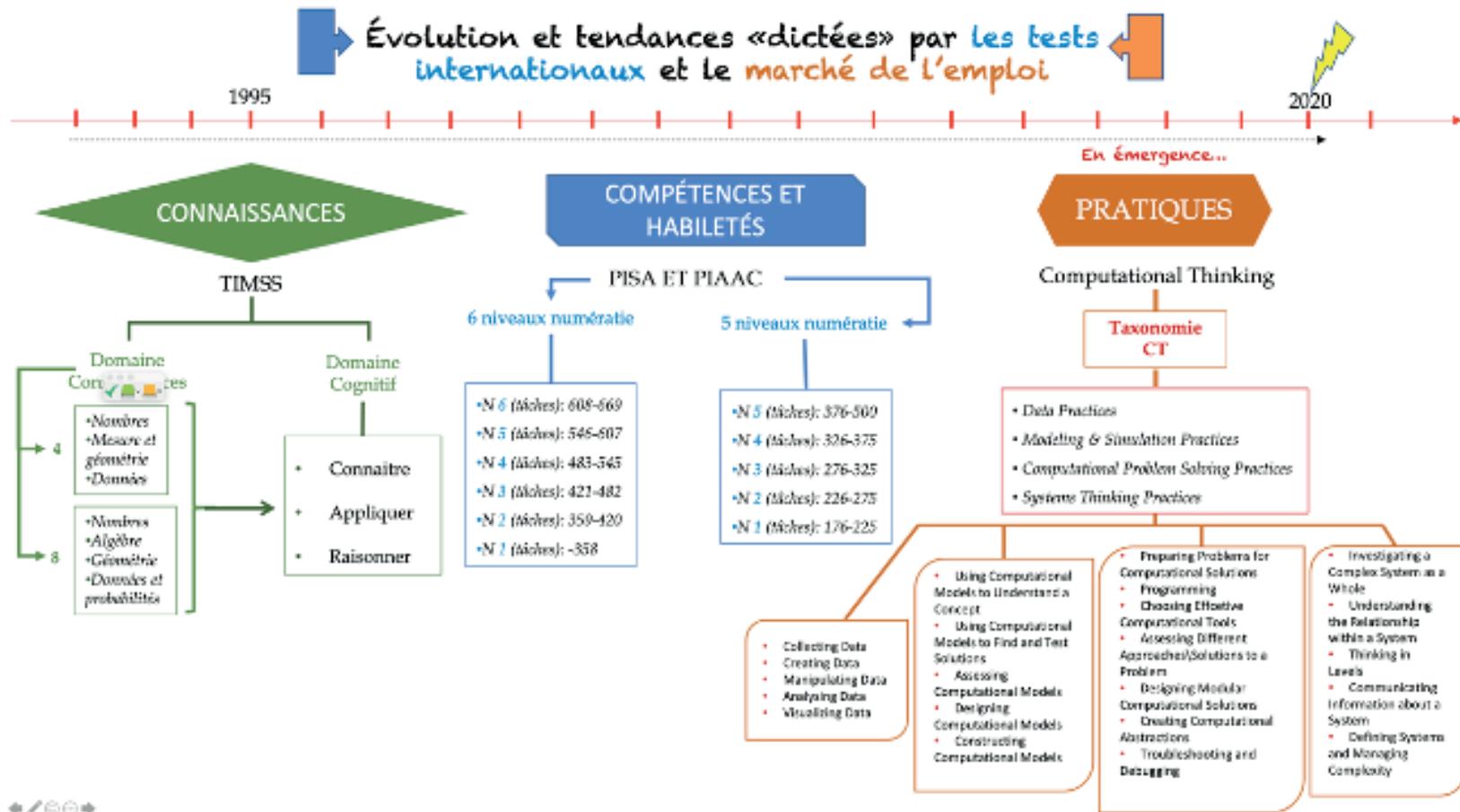
## SOMMAIRE EXÉCUTIF

Ce rapport est un portrait factuel de la situation des étudiants et des élèves du Québec par rapport aux mathématiques. Il présente des tableaux qui alimenteront la réflexion autour des STIM au Québec.

Deux bases de données ont été exploitées pour conduire ce projet sur le portrait du Québec en mathématiques. D'une part, les données issues des tests internationaux de l'OCDE en lien avec les mathématiques et la numératie; en particulier les tests de TIMSS et de PISA. D'autre part, les données du Bureau de la Coopération Interuniversitaire (BCI) afin de pouvoir se prononcer sur une éventuelle pénurie au Québec en termes de relève dans le domaine des mathématiques. Dans le contexte du projet *En avant math*, sous la supervision du Ministère des Finances du Québec en lien notamment avec l'élaboration d'une stratégie visant à favoriser le développement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée en mathématiques appliquées pour des domaines de pointes, plusieurs informations publiées par l'OCDE et extraites des bases de données du BCI ont été réinvesties avec le but premier d'obtenir un portrait de la situation du domaine des mathématiques considéré comme ayant un pouvoir économique, socioéconomique, et un retour sur investissement des plus stratégiques. L'objectif du projet est de présenter une configuration de la situation propre au Québec qui ferait une jonction entre, d'une part, les acquis et « résidus » de son système scolaire et de formation et, d'autre part, les prescriptions et prérequis formulés par le marché du travail et le secteur de l'emploi. L'analyse des informations mises à disposition par les deux bases de données permettrait, éventuellement, l'élaboration d'une vision stratégique pour la valorisation et la promotion des mathématiques au Québec tout en considérant ses retombées économiques et sociétales (figure 1). Dans ce rapport, nous mettons en relief quatre dimensions souvent relevées dans les rapports et les travaux de recherche à savoir les questions de performance, du genre, du statut des élèves et des étudiants ainsi que de la pénurie.

Dans notre rapport sur les expériences à l'international en numératie, nous avons tenu à analyser le Québec en tant que cas; au même titre que Singapour. En effet, le Québec se distingue au Canada et à l'international par une culture mathématique qui lui est propre et qu'il cultive depuis plusieurs décennies. Mais, le Québec risque, comme c'est déjà le cas pour 80 % des pays de l'OCDE, de « couvrir » une sévère pénurie dans le domaine des mathématiques. Sa participation aux tests de l'OCDE lui permet de retracer une évolution particulière dans le domaine des mathématiques et de la numératie face à des cadres de référence très dynamiques et en constante évolution. L'observation de cette évolution pourrait apporter des éléments de réponse à la question de ses secrets dans les classements internationaux, et, par le fait même, à l'identification des ingrédients de qualité afin de l'inviter à investir dans l'optimisation de sa performance comme l'a fait Singapour il y a une vingtaine d'années.

**Figure 1 :** Les tests de l'OCDE pour le domaine des mathématiques et de la numératie : entre Connaissances, Compétences et Pratiques en émergence.



Le présent rapport exploite en particulier les données des tests TIMSS et PISA en soulignant le potentiel, les caractéristiques, les limites et les risques que le Québec encourt dans le domaine particulier des mathématiques et de la numératie. Les données du BCI enregistrent, quant à elles, des faits importants à considérer comme des indicateurs et des indices de tendance, de processus, et de dynamique à étudier pour leurs éventuels impacts en premier sur la mobilité des étudiants au Québec et sur le RSI de certaines de ses politiques d'immigration et de l'emploi.

Le rapport sur le portrait mathématique du Québec se présente en trois parties : une 1<sup>re</sup> partie principalement consacrée aux données issues des bases de données de l'OCDE concernant les élèves du primaire et du secondaire, une seconde partie misant sur l'exploitation des données du BCI avec le souci de circonscrire certains éléments d'interrogation sur les caractéristiques des étudiants dans le domaine des mathématiques, et, enfin, une troisième partie qui tend d'explorer l'arborescence de la pénurie dans le domaine des mathématiques une fois mise en contexte avec les domaines en lien avec les STIM.

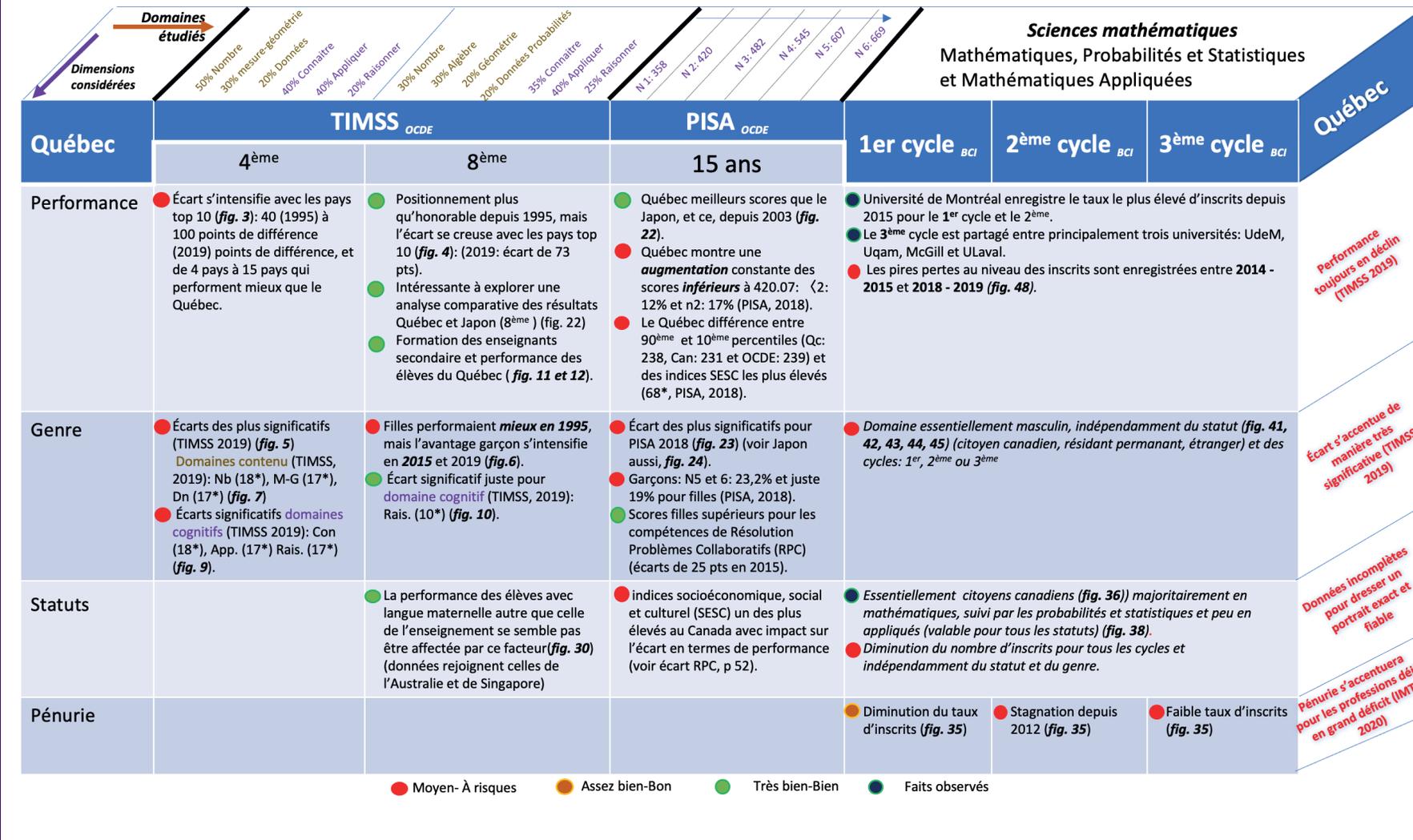
Dans les paragraphes qui suivent, nous présentons les éléments saillants de notre analyse et ce dans l'ordre suivant : performance, genre, statuts et pénurie (figure 2). Chaque dimension sera accompagnée des références aux données auxquelles elle se rattache, aux problématiques et potentiels biais qui lui sont souvent associés, avec quelques pistes ou réflexions orientées solution.

## **Performance**

Bien que le Québec se distingue par sa culture mathématique aussi bien au Canada qu'à l'international, plusieurs données montrent qu'il ne performe pas à son plein potentiel comme en attestent les données de l'OCDE. En effet, ses scores dans les tests TIMSS et PISA enregistrent depuis une vingtaine d'années un déclin continu de performance (figure 1 et figure 2). Au-delà de son classement souvent qualifié d'honorable, les données issues de l'OCDE montrent que l'écart entre les scores moyens des élèves de la 4<sup>e</sup> et de la 8<sup>e</sup> année au Québec et les pays top 10 des classements internationaux ne fait qu'accroître. Alors qu'en 1995, seuls 4 pays performaient mieux que le Québec au niveau des scores de la 4<sup>e</sup> année en mathématiques, ce sont déjà 14 pays qui le dépassent en **2015**. Et ceci est d'autant plus inquiétant que la différence entre les scores moyens enregistrés a presque doublé pour la 4<sup>e</sup> année (de 40 en **1995** à 82 points de différence en **2015**). Et bien que les données en lien avec la 8<sup>e</sup> année restent en faveur du Québec, il n'en demeure pas moins que l'écart des scores entre le Québec et les pays top 10 ne cesse de se prononcer (de 53 en **1995** à 78 en **2015**). Et les derniers résultats de TIMSS 2019 confirment, hélas, cette tendance. Plusieurs pays qui ont rejoint les top 10 ont apporté des réformes de fond à leurs systèmes d'éducation avec une attention particulière pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Ce n'est pas le cas du Québec. Bien qu'il occupe toujours un rang honorable aux tests internationaux, le Québec est en perte de vitesse. Résoudre ce problème de performance consiste en premier lieu à identifier les

ingrédients de qualité qui caractérisent la culture mathématique du Québec et par la suite à établir une stratégie pour l'optimisation de sa performance dans le domaine particulier des mathématiques en considérant les tendances en termes de compétences, de cadre de référence, de domaines de recherche, et bien sûr, des attentes et exigences du milieu du travail et de celui de l'emploi.

**Figure 2 : Portrait du Québec : entre potentiels, zones de faiblesse, risques et singularités**



## Genre

Le Québec, déjà en 1995, affichait des données aux tests internationaux de l'OCDE où les filles performaient mieux que les garçons pour le niveau de 8<sup>e</sup> année et où pour le niveau 4<sup>e</sup> année, l'écart des scores moyens n'était pas si significatif. C'est plutôt en 2003, et encore plus critique depuis 2015, que l'écart des scores fille-garçon pourrait être qualifié d'inquiétant pour le domaine des mathématiques (figure 3, 4, 25 pour le test PIAAC 2015). L'historique des données depuis 1995 pour TIMSS et depuis 2000 pour les tests PISA obligent une étude sur 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. La posture et la vision du professeure Maria Klawe est intéressante à cet égard puisqu'elle la formule en termes de design et de mode de livraison des programmes STIM, avec une attention particulière accordée à l'importance de la programmation.

Cela rejoint les réflexions de Villani (2016) par rapport aux liens étroits entre les mathématiques et la pensée informatique<sup>2</sup>. Mieux concevoir les programmes informatiques, et ce déjà pour le primaire, permettrait d'intégrer la pratique de la pensée informatique chez les filles les aidant ainsi à acquérir les mêmes préalables et compétences pour les mathématiques que les garçons de leurs âges. D'ailleurs, les scores enregistrés chez les femmes pour le test PIAAC, sont toujours largement inférieurs à ceux pour les hommes.

## Statuts

Dans notre analyse des données de l'OCDE et de celles du BCI, nous avons accordé une attention particulière aux statuts des sujets puisqu'ils sont souvent utilisés pour des corrélations en lien avec la performance, par le biais soit de la langue ou des facteurs socioéconomiques. Par ailleurs, ces statuts nous ramènent à des considérations économiques et retour sur investissement pour le Québec, surtout en lien avec deux politiques : immigration et la mobilité des étudiants.

Dans la figure 19, et selon les données de PISA 2015, on note qu'il y a 13 % d'écart entre le pourcentage des élèves qui ne performent pas en mathématiques entre les pays de l'OCDE et le Canada, et ce pour les scores inférieurs à 420,07 et selon leur situation socio-économique. Nous présentons dans le rapport ces mêmes données mais selon leur situation migratoire.

Ce qui nous semble important à retenir des données par rapport aux statuts est d'une part qu'au Canada, les étudiants immigrants de première génération - c.-à.-d. nés à l'extérieur du Canada ainsi

---

2 La figure 1 illustre cette évolution et tendance que nous observons actuellement dans la place et la portée que représente et représenterait la pensée informatique dans tous les tests internationaux de l'OCDE et particulièrement pour le domaine des mathématiques avec différentes transitions entre un focus sur les connaissances vers celui des pratiques avec leurs retombées immédiats sur les domaines de mesure et d'évaluation des compétences, et par conséquent, des profils de sortie du système d'éducation et de formation.

que leurs parents- sont plus performants que pour l'ensemble des pays de l'OCDE. Par contre, pour les étudiants nés au Canada, la situation est plus critique. Ces derniers réussissent mieux dans les autres pays de l'OCDE comparativement au Canada.

Dans le domaine particulier des mathématiques, les interprétations fondées sur les corrélations positives, par exemple, entre langues d'enseignement- langue maternelle et performance sont à considérer avec beaucoup de réserve. Les données de l'Australie ainsi que celle de Singapour montrent que souvent les élèves qui performant le mieux et au niveau les plus élevés en mathématiques, sont souvent issus de l'immigration et n'ont pas comme langue maternelle celle de l'enseignement.

Par ailleurs, les données issues du BCI révèlent que la relève en mathématiques pour le Québec reste principalement québécoise puisque les étudiants étrangers résidents permanents y sont peu représentés, et pratiquement absents dans le domaine des mathématiques appliquées.

Mais, c'est la question du genre qui est alarmante puisque les données montrent que le domaine est pratiquement « masculin » indépendamment du domaine des mathématiques et des statuts des étudiants.

## **Pénurie**

Il s'agit de l'aspect le plus préoccupant pour le Québec comme le révèlent clairement les données du BCI. La relève pour le domaine des mathématiques étant principalement québécoise selon les données du BCI, c'est éventuellement sur le système éducatif et celui de la formation qu'il faudrait agir : primaire, secondaire et collégial. Les perspectives que présente aujourd'hui la pensée informatique et sa contribution dans le développement des compétences mathématiques de haut niveau oblige à accorder une attention particulière aux programmes de formation et d'enseignement dans ce domaine en privilégiant une stratégie d'institutionnalisation pour sa mise en œuvre. La réflexion et la recherche autour de cette question semble conclure la pertinence d'intervenir dans cette direction et la logique des liens entre informatique et mathématiques a été si bien énoncée par le médaillé Fields Cédric Villani (2016).

## **Principaux constats du Rapport**

### **Constats tirés des résultats des élèves québécois aux tests TIMSS et PISA.**

- TIMSS 2019 : Au-delà de la position du Québec dans le classement international, qualifiée toujours d'excellente, les résultats de l'OCDE soulignent que le Québec affiche un écart « genre » significatif, les filles performant moins bien que les garçons.
- Au Québec, les scores des filles aux tests PISA 2015 étaient de 24 points supérieurs à ceux des garçons et plus de filles que de garçons se retrouvaient au niveau plus élevé pour les

compétences de résolution collaborative de problèmes. La situation est maintenant inversée. Les garçons ont 7 points de plus (536) que les filles (529), un des écarts les plus importants parmi les pays participants. Les garçons les plus performants (niveaux 5 et 6) sont plus nombreux (23,2 %) que les filles les plus performantes (19 %)

- Selon la situation migratoire des étudiants, le test PISA 2015 présente des données particulièrement distinctes de celle de la moyenne de l'OCDE. Le Canada présente un meilleur score en mathématiques pour les étudiants issus de l'immigration (2<sup>e</sup> et 1<sup>re</sup> générations). Une tendance inverse est observée pour la moyenne de l'OCDE.
- La confiance en ses capacités est le facteur qui affecte le plus le rendement scolaire des élèves en mathématique (une différence de 27 points entre les scores moyens des élèves).

### **Constats tirés des données du BCI pour les STIM**

- Depuis 2017, le nombre total des inscrits en mathématiques (incluant mathématiques, probabilités et statistiques et mathématiques appliquées) est en décroissance.
- La grande majorité de ces étudiants est formée d'hommes citoyens canadiens.
- Nette pénurie d'étudiants en mathématiques, probabilité-statistique et mathématiques appliquées et en sciences physiques, avec une amélioration appréciable pour les sciences informatiques.
- Le génie présente le plus bas taux de féminité et ce taux continue de diminuer. Cette diminution affecte également les sciences appliquées alors que le taux se maintient pour les sciences pures.
- Pour le 1<sup>er</sup> cycle, les domaines des sciences pures, des sciences appliquées et du génie sont majoritairement représentés par des étudiants étrangers et des résidents permanents.
- Les mêmes observations notées pour le 1<sup>er</sup> cycle se maintiennent pour le 2<sup>e</sup> cycle : les taux de féminité les plus bas sont en génie, sciences appliquées et sciences pures. On note toutefois une augmentation du nombre d'inscriptions chez les femmes en sciences appliquées.

Le but du projet Portraits des élèves du Québec en mathématiques est de contribuer à dresser une image des atouts et des défis auxquels fait face le Québec et ce, en exploitant les données de l'OCDE (Organisation de la Coopération et du Développement Économiques) et celles du BCI (Bureau de la Coopération Interuniversitaire) du Québec.

Le choix des deux bases de données n'est pas aléatoire. Les tests internationaux que mènent l'OCDE, dans notre cas, les tests TIMSS, PISA et PIECA reposent sur des cadres de référence qui permettent une interprétation circonscrite des résultats et des données publiés. En absence d'un cadre de référence et/ou d'un modèle, toute interprétation d'une donnée risque une dérive ou une aberration (Villani, 2016). Dans le présent rapport, nous présentons les données de l'OCDE et du BCI qui nous

semblent pertinentes pour dresser le portrait de la situation des élèves et des étudiants relative aux sciences mathématiques avec à certains endroits, quelques réflexions, réserves ou remarques soulevées en recherche en lien avec les biais d'interprétation ou de validité des données en question.

Dans le projet Portrait des Élèves du Québec en Mathématiques, nous avons accordé une attention particulière aux données en rapport avec la performance, la problématique du genre; tout en considérant certains facteurs ou variables qui semblent affecter le rendement scolaire des élèves. L'objectif du projet est, d'une part, de mettre en relief les ingrédients de qualité qui caractérisent la culture mathématique du Québec, et d'autre part, d'identifier les enjeux pour le Québec. Dans le rapport sur les expériences à l'international en numératie, nous avons introduit les particularités de la culture mathématique du Québec dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques qui lui permettent de se distinguer autant au Canada qu'à l'international<sup>3</sup>.

## INTRODUCTION

Le Québec participe aux tests internationaux organisés par l'OCDE depuis plus d'une vingtaine d'années ; depuis 1995 pour le test TIMSS (Trend in International Mathematics and Science Study). Pour les tests PISA (Programme for International Student Assessment) et PIAAC (*Programme for International Assessment of Adult Competencies*), le Québec y participe depuis leur lancement. Les données issues de ces tests permettent, d'une part, de dresser une image intéressante des portraits des élèves à une ère que l'on qualifie d'« *Era of Mathematics* » (Bond, 2018).

D'autre part, les tests de l'OCDE permettent de dessiner une sorte de trajectoire montrant une nette transition entre un territoire qui fût essentiellement un domaine de connaissances et de savoir mathématiques, et un territoire émergeant, celui de la numératie, domaines des compétences et des pratiques mathématiques. Un espace où sont énoncés directement ou indirectement les profils attendus et requis sur le marché de l'emploi et les préalables pour l'inclusion sociale et la responsabilité citoyenne.

L'usage fait des données issues des tests TIMSS, PISA et PIAAC est impressionnant. Ces tests sont autant des moyens que des instruments qui servent à pondérer à l'échelle internationale un des systèmes les plus essentiels et des plus puissants, celui de l'éducation. Directement ou indirectement, les tests deviennent le véhicule par lequel la qualité des systèmes de l'éducation est mesurée, comparée, et par la suite les données sont réinvesties et prennent la forme de prévisions et de prescriptions en lien avec la croissance économique d'un pays, le potentiel de son capital humain et les prescriptions pour les politiques. Les données issues des tests sont souvent récupérées par

---

3 Voir la partie Cas du Québec dans le rapport sur les expériences à l'international en numératie.

d'autres organisations aussi puissantes que l'OCDE ou l'UNESCO, pour exposer des principes, des directives et des recommandations.

Dans le rapport sur l'expérience à l'international sur la numératie, nous avons présenté le Québec comme un Cas parce qu'il présente certaines particularités dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques qui le distinguent. Le Québec occupe depuis plus d'une vingtaine d'années une position que l'on qualifie d'honorable, en particulier dans les tests de TIMSS et de PISA. Les provinces canadiennes tentent de comprendre ce que l'on qualifie de « recette du Québec ». Dans les rapports de l'OCDE, on souligne souvent les réalisations et les innovations pédagogiques menées au Québec surtout en enseignement et apprentissage des mathématiques au primaire. Le Québec s'est doté d'une culture mathématique qui mérite d'être davantage valorisée et promue.

La présentation des données des tests de l'OCDE vise principalement à mettre en relief les facteurs limitant la performance du Québec tout en considérant les ingrédients de qualité de son système d'éducation et l'apport de ses institutions éducatives en termes de ressources, de cultures et de pratiques. Le Québec présente une articulation intéressante entre une pédagogie centrée sur la résolution de problèmes (et projets), une approche particulière de la didactique des mathématiques et une dynamique culturelle qui génère des expériences et des innovations que l'on peut retracer depuis les années 70.

Si les bases de données de l'OCDE nous permettent d'utiliser les informations cumulées depuis plus d'une vingtaine d'année pour présenter un portrait des élèves du Québec en mathématique, la base de données du Bureau de la Coopération Interuniversitaire (BCI) met à notre disposition des données de tout autre nature : des statistiques. Moore (2011) compte que parmi les Big Ideas du domaine des statistiques est l'idée du : « Data Beat Anecdotes ». Il questionne la question : « is this the right question? » tout en soulignant l'importance des points suivants : « association is not causation », « omnipresence of variation », « conclusions are uncertain ». Des recommandations à considérer lors de l'interprétation des données de l'OCDE également.

À l'ère des mathématiques, les données du BCI sont d'une grande importance puisqu'elles permettent de dresser une image des perspectives du domaine des sciences mathématiques au Québec en termes de relève pour la recherche et en termes de qualifications et de profils de compétences pour le marché du travail et de l'emploi. Dans son rapport « *Era of Mathematics* », Bond (2018) présente une constellation de domaines et de secteurs économiques qui requièrent des compétences mathématiques. Dans son dernier rapport sur les compétences, l'Unesco consacre une attention particulière à la problématique de surplus et de pénurie dans différents domaines de connaissances, et on observe que la pénurie dans le domaine des mathématiques affecte presque

80 % des pays de l'OCDE (OCDE, 2019). Les données du BCI présentées dans le rapport contribuent à illustrer la gravité de cette pénurie au Québec.

Nous présentons les données extraites des deux bases de données, celle de l'OCDE et celle du BCI, avec une emphase sur la question de performance, du genre, de certains facteurs socioéconomiques et de statuts des élèves et de la langue. Les données sont illustrées sous forme d'histogrammes, de courbes, de pie-chart, d'aires compilées ou de tableaux. Pour la partie I et la partie II, les thématiques abordées sont dans l'ordre suivant : performance, genre, statuts des sujets (et généralement la question de la langue). Pour la partie III du rapport, une succession de représentations sont présentées en exposant d'éventuelles hypothèses ou corrélations entre les données en référant aux recherches en cours portant sur les différentes facettes de la performance en mathématiques, le taux de féminité en mathématiques et le domaine des STIM, ainsi que celles des statuts des étudiants.

**PREMIÈRE PARTIE**  
Tests TIMSS et PISA

## Introduction

Les données de l'OCDE sont d'une importance cruciale puisqu'elles permettent directement ou indirectement de se prononcer sur les systèmes d'éducation et de formation à travers le monde. La plus grande partie des puissances économiques y participent soit en tant que pays membres de l'OCDE ou de pays partenaires. Les données issues des tests des classements internationaux de l'OCDE servent, par ailleurs, à identifier les modèles exemplaires des systèmes éducatifs et les bonnes pratiques en lien avec les secteurs les plus puissants en économie : celui de l'éducation et celui de la formation. Les données de l'OCDE sont par la suite réinjectées dans des études et des enquêtes en lien avec divers indices dont celui de la croissance économique, d'innovation, d'inclusion, etc.

Dans ce rapport, trois tests de classements internationaux de l'OCDE sont exposés pour leurs liens avec les connaissances et les compétences du domaine des mathématiques; à savoir les tests TIMSS, PISA et PIAAC. En effet, ils nous renseignent sur un ensemble d'éléments et de dimensions du domaine des mathématiques et de la numératie : connaissances, cognition, compétences et tâches qui contribuent au développement de ces connaissances ainsi que les facteurs qui affectent positivement ou négativement leur développement.

Le Québec participe aux tests menés par l'OCDE depuis plus d'une vingtaine d'années, depuis 1995 pour le cas de TIMSS. Cela permet de dresser une image et un portrait intéressants à étudier du Québec.

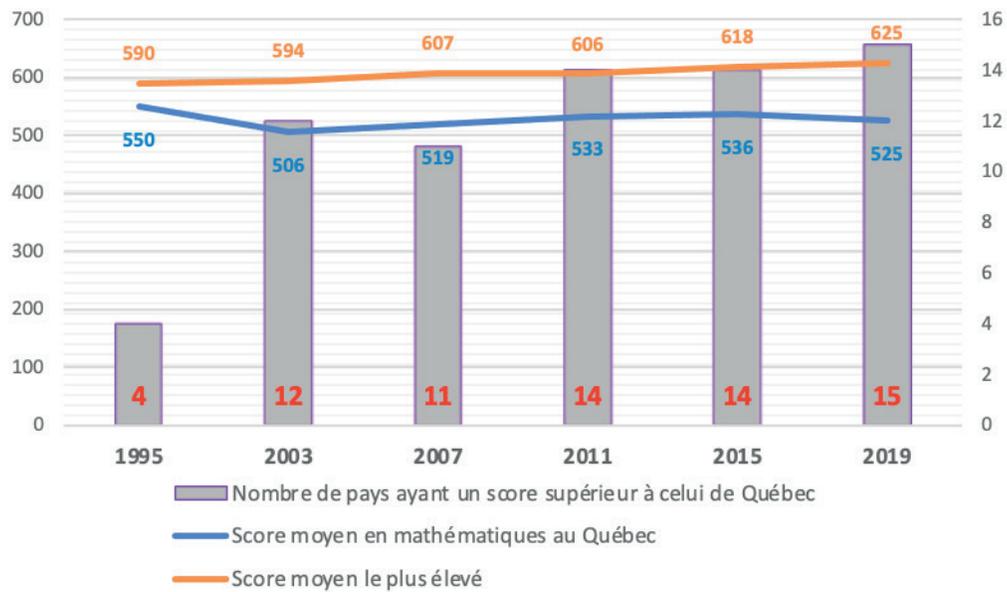
## Données TIMSS

Les données de TIMSS sont présentées dans l'ordre suivant : performance, genre et variables en lien soit avec les facteurs socio-économiques, le statut des parents et la langue maternelle.

### *Performance*

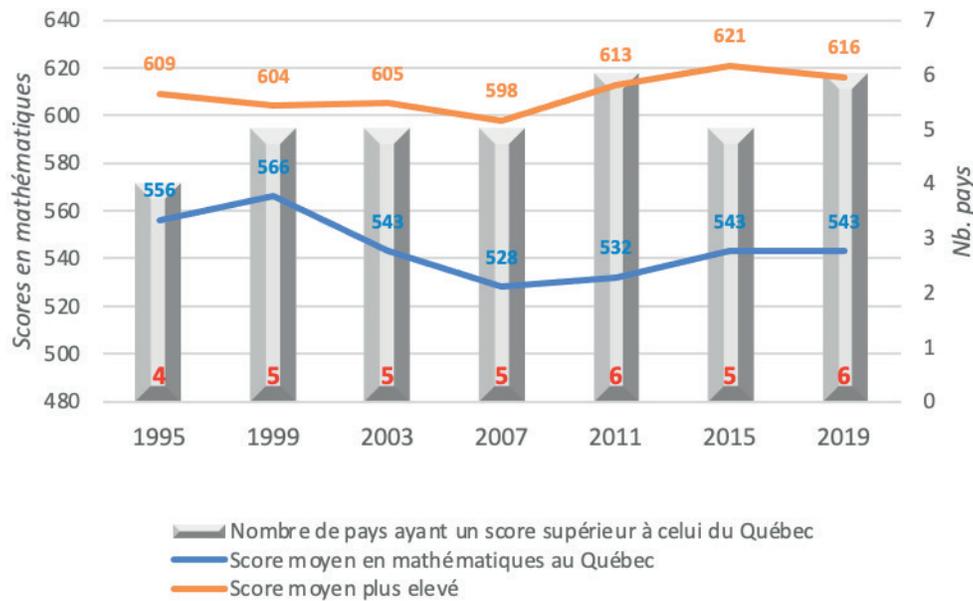
La participation du Québec au test TIMSS depuis 1995 permet de voir sa progression et sa performance par rapport à un ensemble de pays, membres de l'OCDE et partenaires. Bien que le Québec occupe toujours une place plus qu'honorable et que les élèves québécois sont toujours sur le podium, il est important de retenir que le Québec, et ce depuis 2003, ne présente pas une forte performance. Alors qu'en 1995, aux résultats de la 4<sup>e</sup> année, seuls **4** pays présentaient des scores moyens plus élevés que le Québec, en 2019, ce sont **15** pays qui présentent des scores moyens plus élevés que ceux du Québec (figure 3).

**Figure 3 :** Évolution du score obtenus en mathématiques par les élèves du 4<sup>e</sup> niveau au Québec en comparaison avec le score moyen le plus élevé parmi les pays participant aux tests



Par contre, pour la 8<sup>e</sup> année, le Québec maintient depuis 1995 sa position avec seulement +/- 5 pays qui présentent des scores moyens plus élevés (figure 4).

**Figure 4 :** Évolution des scores obtenus en mathématiques par les élèves du 8<sup>e</sup> niveau au Québec en comparaison avec le score moyen le plus élevé parmi les pays participant aux tests.



Il est cependant important de noter l'écart grandissant entre les scores moyens du Québec et les autres pays participant aux tests TIMSS, davantage pour la 4<sup>e</sup> année que pour la 8<sup>e</sup> année.

Différences entre le score moyen au Québec et le score moyen le plus élevé			
4 <sup>e</sup> année		8 <sup>e</sup> année	
2019	100	2019	73
2015	82	2015	78
1995	40	1995	53

L'écart entre les scores moyens du Québec et celui le plus élevé enregistré par les pays participants a plus que doublé pour la 4<sup>e</sup> année depuis 1995. Il est important de cerner pourquoi le Québec maintient cependant une meilleure compétition pour la 8<sup>e</sup> année. Un ensemble de facteurs et de variables sont à considérer pour cerner cette tendance dont principalement les facteurs socioéconomiques et les ressources mises à la disposition des élèves souvent pointés des doigts par la communauté québécoise (études et articles d'opinion).

## Genre

Quand la performance est posée en termes genre, le score moyen des garçons pour la 4<sup>e</sup> année est toujours plus élevé que celui des filles, et ce depuis 1995. Par contre, en 1995 et en 1999, ce sont les filles au Québec qui enregistraient le score le plus élevé pour la 8<sup>e</sup> année. Ce n'est plus le cas depuis 2003 et l'écart entre les deux scores moyens ne fait que s'amplifier (figure 5).

**Figure 5** : Évolution des scores moyens des élèves en mathématiques niveau 4<sup>e</sup> année au Québec selon leurs sexes.



Pour la 8<sup>e</sup> année, il est important de retenir le fait qu'en 1995 et en 1999, ce sont les filles qui performaient le mieux en mathématique, et la différence entre les scores moyens entre fille et garçon, malheureusement, a commencé à se creuser davantage à partir des TIMSS 2003 avec un écart encore plus accentué avec les résultats de 2015 et qui se poursuit avec les résultats de TIMSS 2019 (figure 6).

**Figure 6** : Évolution des scores moyens des élèves en mathématiques niveau 8<sup>e</sup> au Québec selon leurs sexes.



TIMSS 2019 : Fait saillant : au-delà de la position du Québec dans le classement international, qualifiée toujours d'excellente, les résultats de l'OCDE soulignent que le Québec affiche un écart genre des plus significatifs.

Pour les mathématiques, les tests TIMSS s'articulent autour de deux domaines :

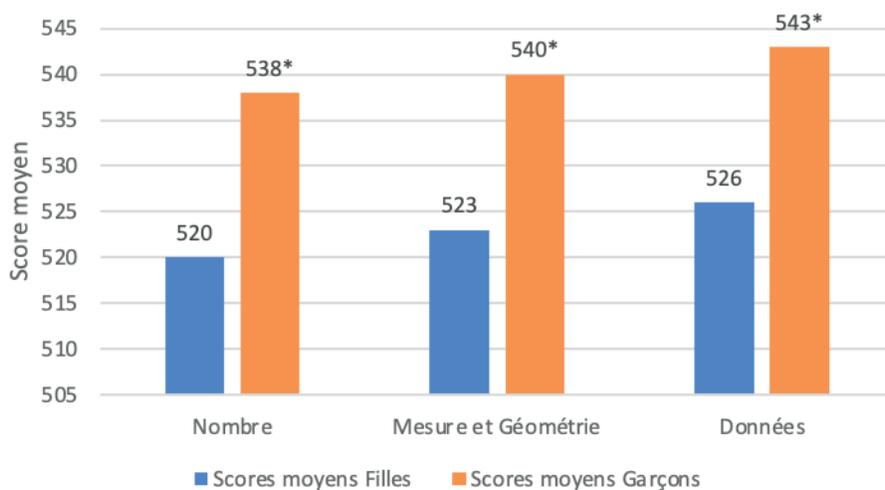
- Domaine lié au contenu mathématique : nombres, mesure et géométrie et données pour la 4<sup>e</sup> année et nombres, algèbre, géométrie et données et probabilités pour la 8<sup>e</sup> année.
- Domaines cognitifs : Connaître, appliquer et raisonner pour la 4<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> année.

Pour TIMSS 2019, en plus de l'écart genre observé en termes de performance en faveur des garçons pour les deux niveaux, 4<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> année (figure 7), les données enregistrées pour les filles confirment certaines tendances.

## Domaine contenu

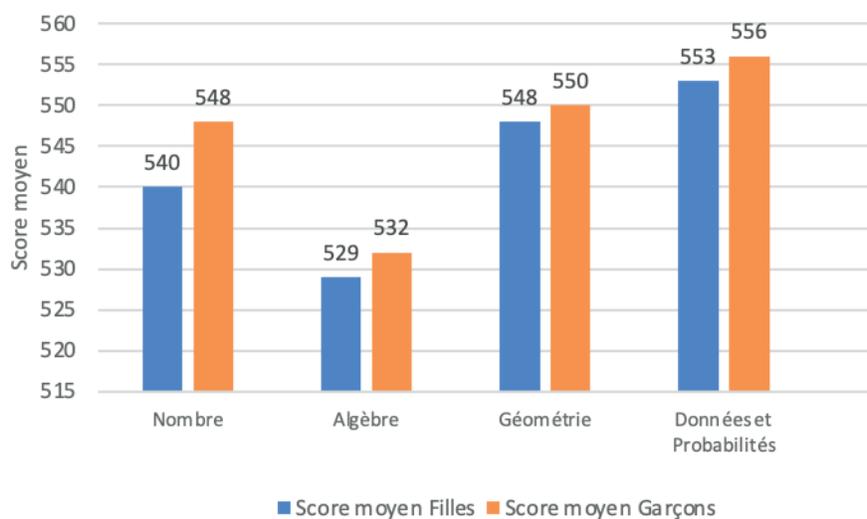
Pour la 4<sup>e</sup> année

**Figure 7** : Écart genre pour la 4<sup>e</sup> année pour le domaine contenu pour TIMSS 2019



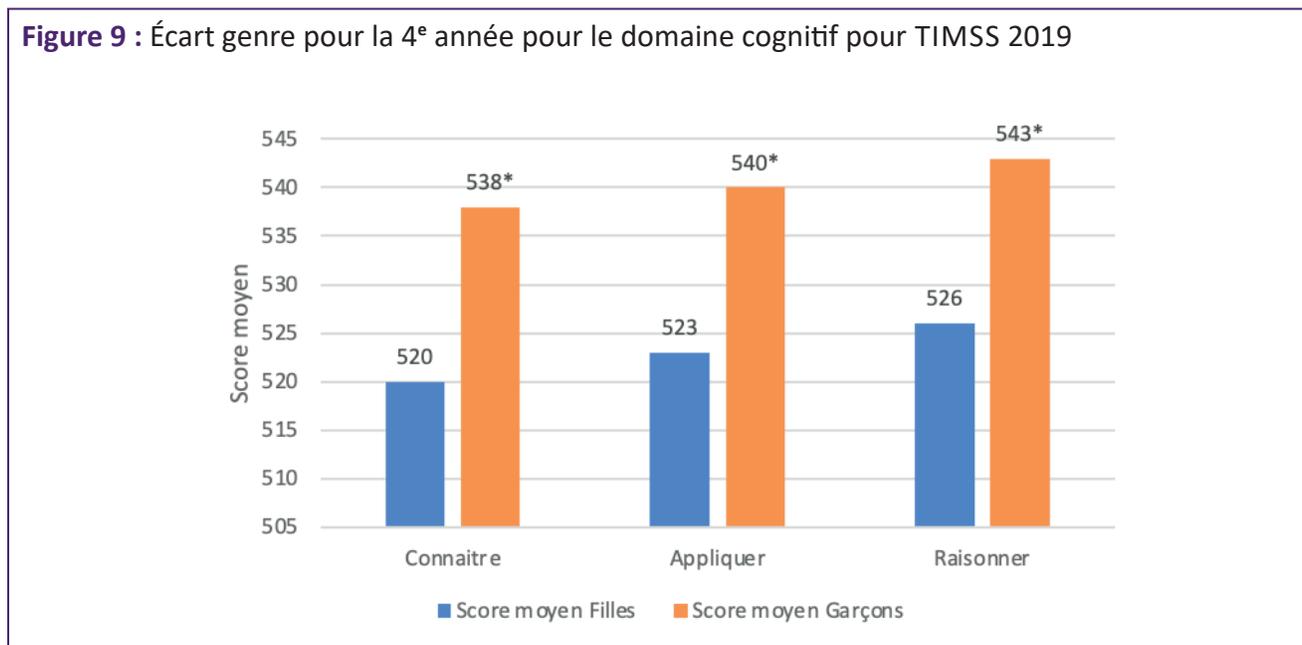
Pour la 8<sup>e</sup> année

**Figure 8** : Écart genre pour la 8<sup>e</sup> année pour le domaine contenu pour TIMSS 2019

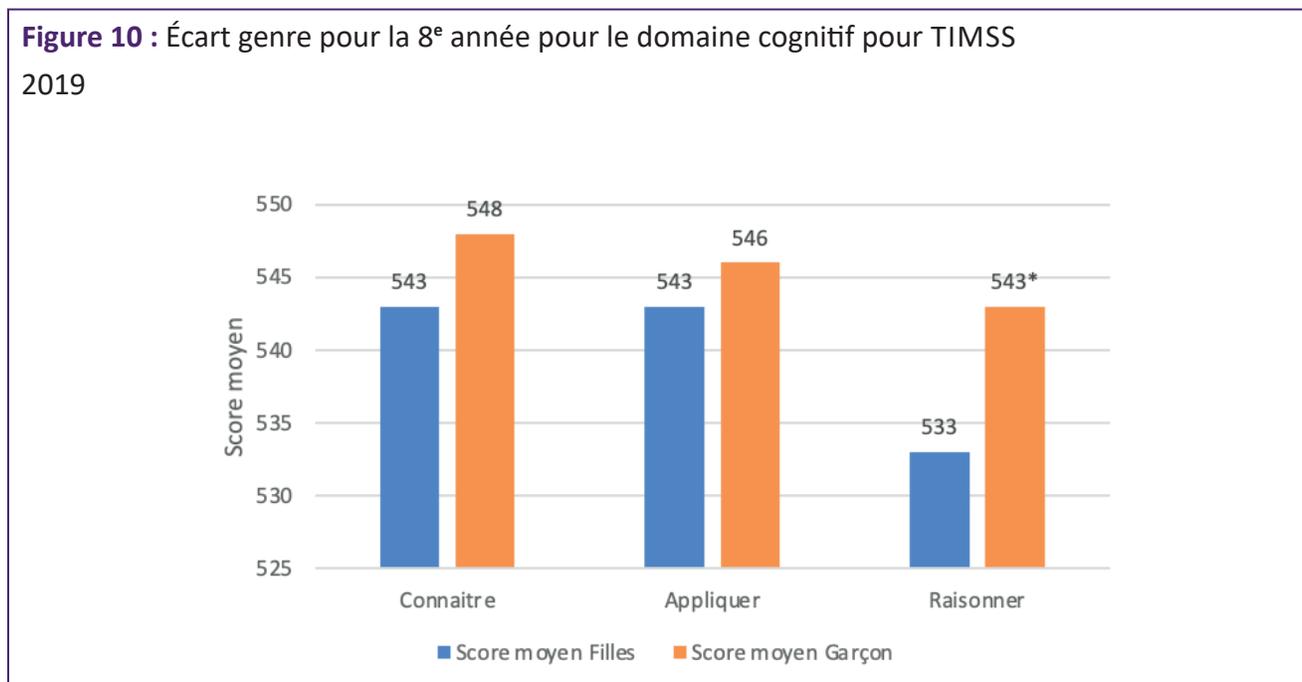


## Domaine cognitif

Pour la 4<sup>e</sup> année



Pour la 8<sup>e</sup> année



D'après les données de TIMSS 2019, l'écart genre enregistré pour le Québec est l'un des plus significatifs et on note qu'il est souligné particulièrement pour la 4<sup>e</sup> année; et n'est significatif pour la 8<sup>e</sup> année que pour le domaine cognitif Raisonner.

Dans les rapports de l'IEA's Trends in International Mathematics and Science Study-TIMSS 15, pour le domaine des mathématiques, et pour les 49 pays participant aux tests TIMSS 2015 :

**23** pays n'affichent **aucune** différence au niveau des scores moyens entre les filles et les garçons

**8** pays montrent des scores moyens, pour **les filles, supérieurs** de **18** points par rapport aux garçons

**18** pays montrent des scores moyens pour les garçons **supérieurs** à ceux des filles de **9** points.

On note que l'annonce des résultats TIMSS 2019 s'accompagne d'une nouvelle configuration dans la communication des données en lien avec la question du genre où on ne précise plus l'étendue de l'écart dans les faits saillants.

Pour la 4<sup>e</sup> année

**27** pays n'affichent **aucune** différence au niveau des scores moyens entre les filles et les garçons

**27** pays montrent des scores moyens, pour les garçons, **supérieurs** à ceux des filles.

**4** pays avec des scores moyens, pour **les filles, supérieurs** à ceux des garçons

Pour la 8<sup>e</sup> année

**26** pays n'affichent **aucune** différence au niveau des scores moyens entre les filles et les garçons

**6** pays montrent des scores moyens, pour les garçons, **supérieurs** à ceux des filles.

**7** pays avec des scores moyens, pour **les filles, supérieurs** à ceux des garçons

Il est important de circonscrire les facteurs et les agents contribuant à cette différence et écart entre les genres par une analyse holistique de plusieurs variables et tendances, en regardant de plus près, par exemple, l'évolution d'une certaine ségrégation qui s'instaure entre le parcours des garçons et des filles en enseignement supérieur. Comme nous allons le voir dans la partie 3 du rapport, un grand écart est enregistré entre les effectifs en sciences et génie et ceux en génie informatique. Alors que pour les sciences, on note un taux de féminité qui oscille entre 70 et 65 % de 1999 à 2005, pour le génie informatique, et pour la même période, le taux de féminité passe de +/- 25 % à +/- 11 %.

On peut émettre l'hypothèse selon laquelle ce sont les pratiques auxquelles s'adonnent les garçons, plus qu'une prédisposition génétique ou un conditionnement culturel des filles qui expliqueraient les différentes des scores, et par la suite, les différents parcours observés. L'informatique, avec ses algorithmes et sa pensée computationnelle aurait largement favorisée le parcours mathématique

chez les garçons. Les projets tels *The Algorithm Literacy Project*<sup>4</sup> (Commission Canadienne pour l'Unesco) créent, par ailleurs, des opportunités pour promouvoir des pratiques intéressantes qui contribuent au développement de la pensée mathématique et aux compétences de numératie, et ce dès le jeune âge; aussi bien chez les garçons que chez les filles.

Nous accordons une attention particulière à la réflexion de Maria Klawe et à ses réalisations dans un domaine aussi masculin que celui des sciences informatiques en y apportant sur le terrain la possibilité de la parité femme-homme. « *Increasing diversity in the STEM workforce* » (Klawe, 2013)<sup>5</sup> propose une formulation de la problématique genre en incluant des éléments de solution. Alors que plusieurs études tendent de comprendre l'inégalité qui s'impose même au sein des sociétés les plus équitables en examinant des facteurs tels l'anxiété, la confiance et leurs effets sur la performance et la persistance des filles dans les domaines mathématiques et STIM -comme pour le Danemark et d'autres pays nordiques- Maria Klawe -plus effective et plus efficace- remet en question les modèles d'intervention. Elle va dans le sens de plusieurs recherches en cours sur la numératie et la pensée computationnelle, et soutient les fondements de programmes comme celui du CodCan et sa popularité auprès des filles.

*Comment expliquer les scores relativement élevés pour le Québec pour la 8<sup>e</sup> année en comparaison à une moindre performance enregistrée pour la 4<sup>e</sup> année?*

### ***Facteurs contribuant à la performance relative du Québec***

Le Québec montre depuis presque une vingtaine d'année d'excellents résultats et une performance pour le niveau de 8<sup>e</sup> année. Nous avons trouvé dans une autre base de données, celle du Bureau de la Coopération Interuniversitaire (BCI) du Québec, des données qui apportent à certain éclairage à ce questionnement.

#### **La formation des enseignants**

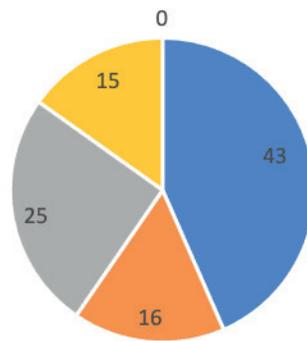
Le profil des enseignants au secondaire du Québec pourrait expliquer en grande partie les scores relativement honorables des élèves de la 8<sup>e</sup> année (figure 11).

---

4 [www.kidscodejeunesse.com](http://www.kidscodejeunesse.com)

5 Maria Klawe : <https://www.hmc.edu/about-hmc/president-klawe/>

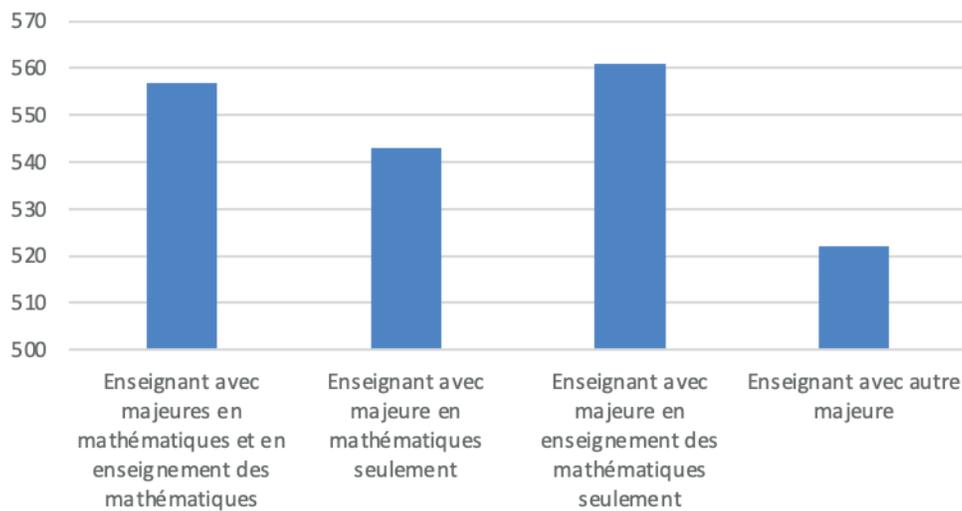
**Figure 11** : Pourcentage des étudiants en mathématiques au 8<sup>e</sup> niveau au Québec selon la majeure de leurs enseignants



- Enseignant avec majeures en mathématiques et en enseignement des mathématiques
- Enseignant avec majeure en mathématiques seulement
- Enseignant avec majeure en enseignement des mathématiques seulement
- Enseignant avec autre majeure
- Enseignement sans éducation formelle après les études secondaires supérieures

Il est, par ailleurs, intéressant de voir les associations possibles entre les scores des élèves et la formation des enseignants avec la figure 12.

**Figure 12** : Scores moyens des étudiants en mathématiques au 8<sup>e</sup> niveau au Québec selon la majeure de leurs enseignants



Les meilleurs scores moyens<sup>6</sup> sont associés à des élèves dont les enseignants détiennent un majeur en enseignement des mathématiques seulement ou des majeures en mathématiques et en enseignement des mathématiques.

#### Perceptions et facteurs émotionnels des élèves

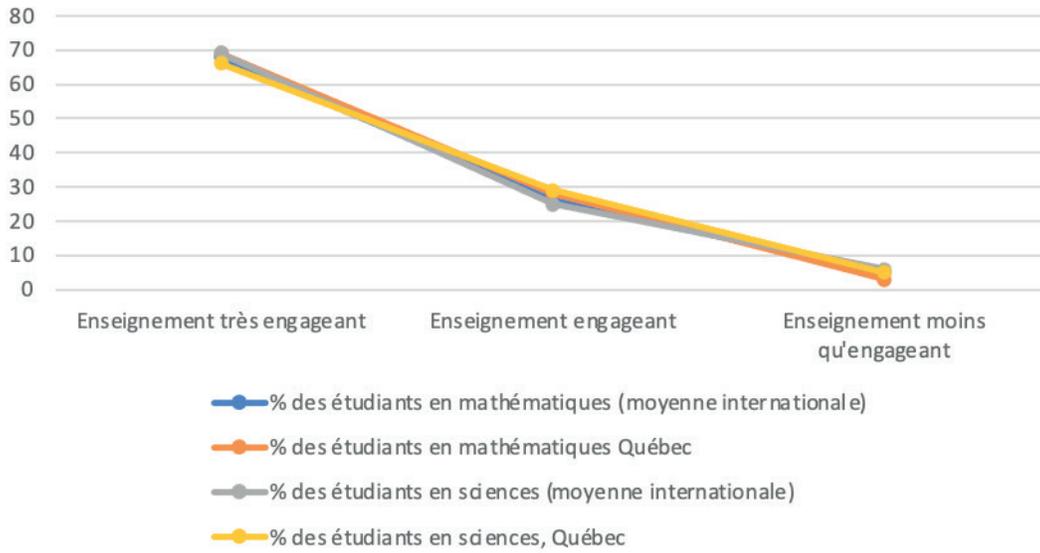
Les tests TIMSS documentent plusieurs variables et facteurs qui affectent la performance des élèves, entre autres, la nature de l'enseignement, les attitudes des élèves, la confiance, etc. Un ensemble de facteurs et variables qui régulent et affectent, directement et indirectement, les scores et le rendement scolaire des élèves en mathématique<sup>7</sup>.

Les données des tests TIMSS 2015 nous permettent de circonscrire l'option des élèves de la 4<sup>e</sup> année au Québec sur le degré de l'engagement de l'enseignement qu'ils reçoivent et qui rejoint la moyenne internationale (figure 13).

6 Les données citées dans cette section réfèrent aux données de TIMSS 2015.

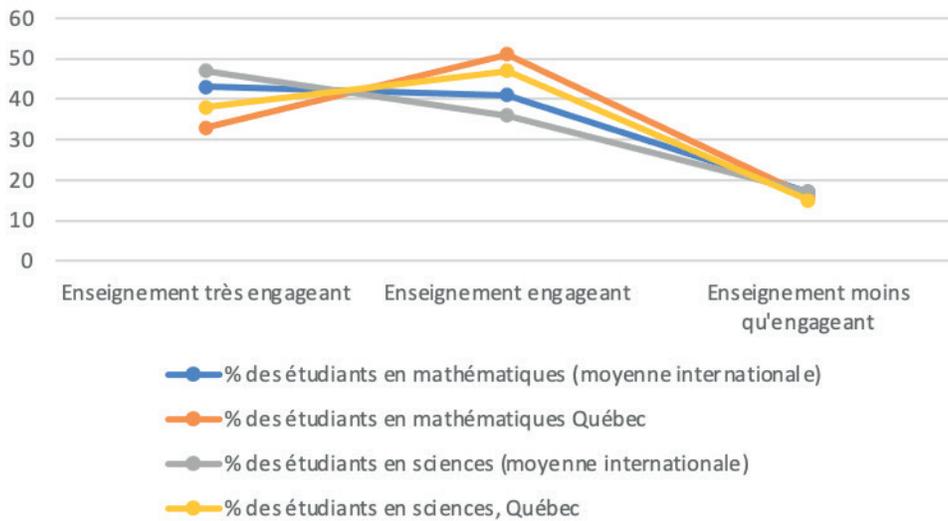
7 «*The dynamics of affect, cognition, and social environment in the regulation of personal processes: the case of mathematics.*» (Malmivuori, 2001) est un document intéressant à consulter pour la compréhension et l'interprétation des données TIMSS, en particulier dans l'exploitation que l'auteur fait du modèle de Weiner (1986, 1992) : «*causal attribution of achievement motivation*».

**Figure 13 :** Opinion des élèves sur le degré d'engagement de l'enseignement qu'ils reçoivent au 4<sup>e</sup> niveau au Québec, par rapport à la moyenne internationale.



Il est cependant intéressant de voir que les excellentes réalisations du Québec pour la 8<sup>e</sup> ne semblent pas nécessairement être associées avec le fait que l'enseignement soit perçu comme engageant par les élèves (figure 14).

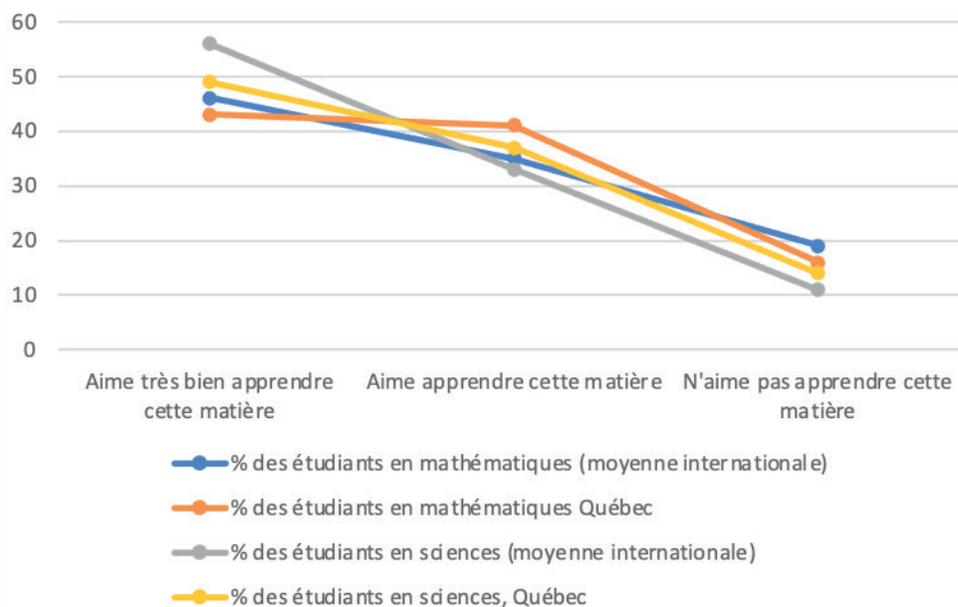
**Figure 14 :** Opinion des élèves sur le degré d'engagement de l'enseignement qu'ils reçoivent au 8<sup>e</sup> niveau au Québec, par rapport à la moyenne internationale.



Moins que 50 % des élèves de la 8<sup>e</sup> année trouve que l'enseignement des mathématiques est engageant; au même titre que celui de l'enseignement des sciences.

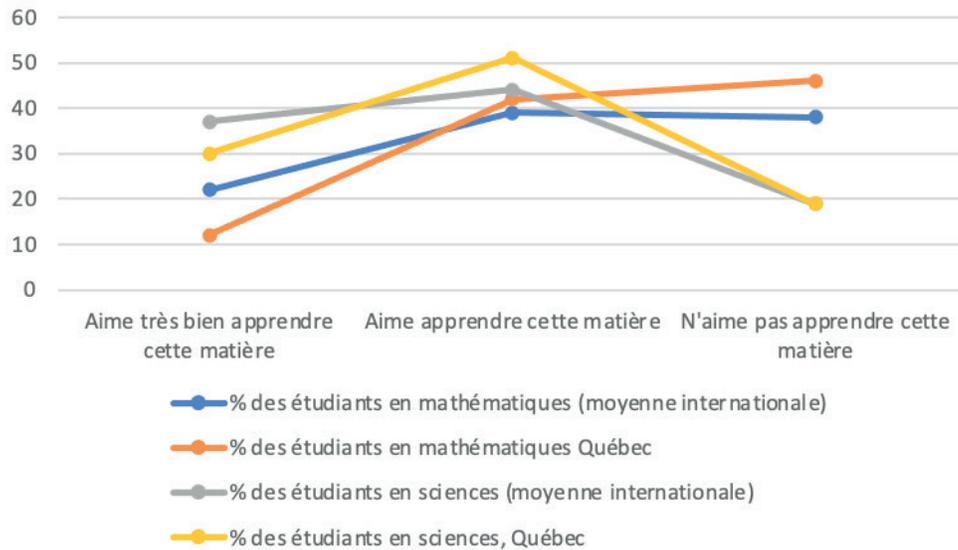
On peut aussi remarquer que les élèves de la 4<sup>e</sup> année trouvent plus de plaisir à apprendre les sciences que les mathématiques, mais restent cependant au même niveau que la moyenne internationale (figure 15).

**Figure 15 :** Niveaux du plaisir d'apprendre les mathématiques et les sciences par les élèves du 4<sup>e</sup> niveau au Québec, par rapport à la moyenne internationale.



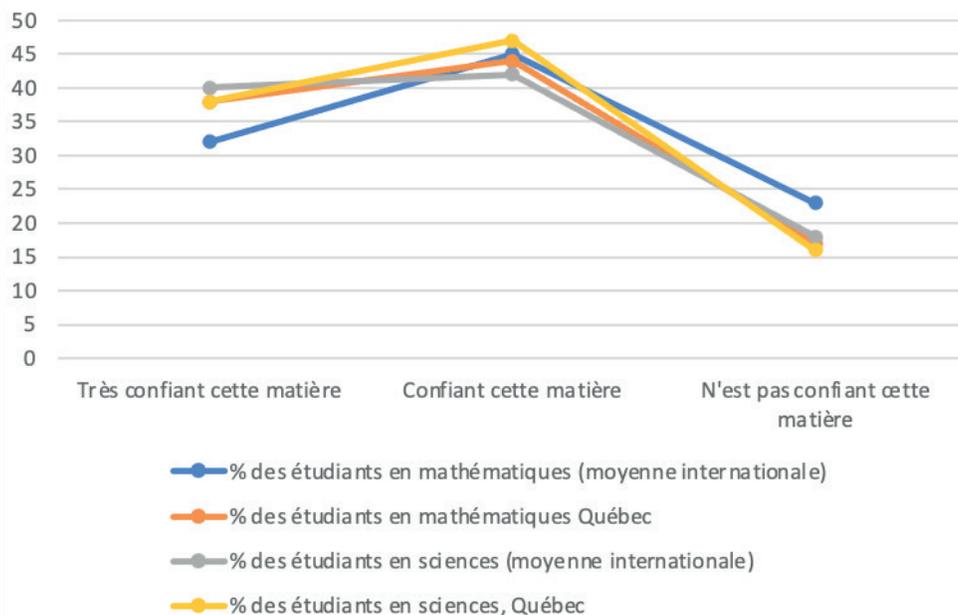
Par contre, pour la 8<sup>e</sup> année, la différence entre l'appréciation pour les sciences et celle pour les mathématiques est très marquée, avec une large préférence pour les sciences, et malheureusement, au-dessous de la moyenne internationale pour les mathématiques (figure 16).

**Figure 16** : Niveaux du plaisir d'apprendre les mathématiques et les sciences par les élèves du 8<sup>e</sup> niveau au Québec, par rapport à la moyenne internationale.

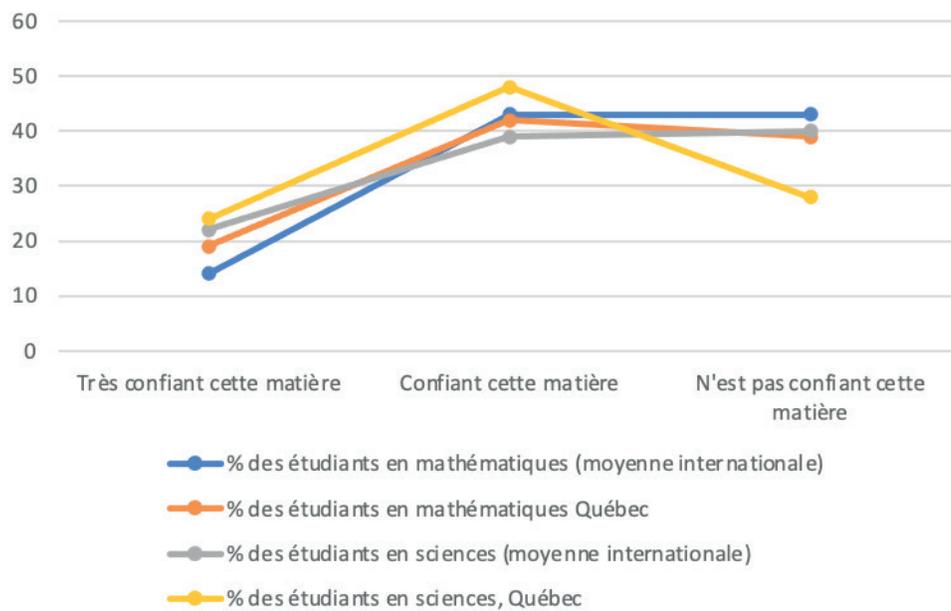


Quant à la confiance en mathématiques et en science, les élèves du Québec sont plus confiants que la moyenne internationale, toujours au-dessus de la moyenne internationale, et toujours plus élevée pour les sciences que pour les mathématiques, autant pour la 4<sup>e</sup> année que pour la 8<sup>e</sup> année (bien que largement plus faible) (figure 17).

**Figure 17** : Niveaux de confiance des élèves au 4<sup>e</sup> niveau en mathématiques et en sciences au Québec, par rapport à la moyenne internationale.

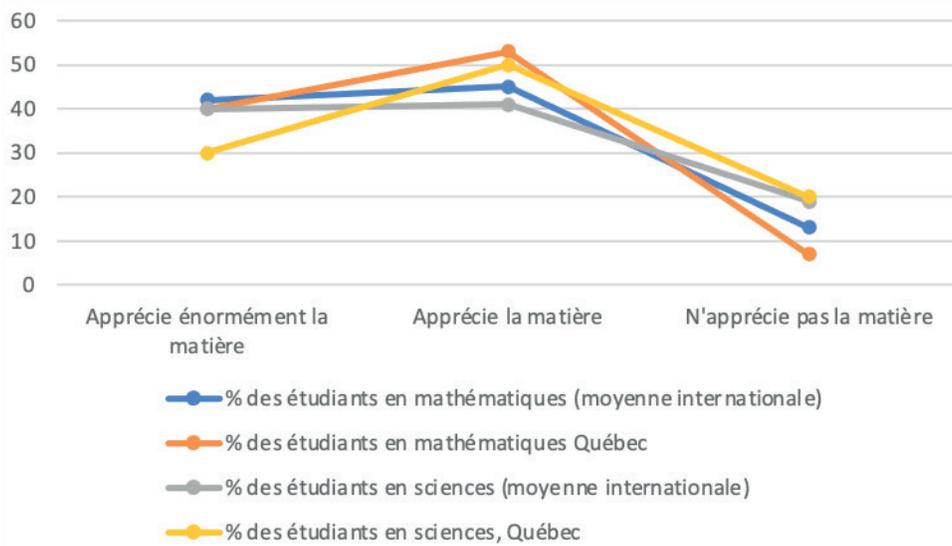


**Figure 18 :** Niveaux de confiance des élèves au 8<sup>e</sup> niveau en mathématiques et en sciences au Québec, par rapport à la moyenne internationale.



Les mêmes observations sont notées pour le niveau d'appréciation par les élèves des mathématiques et des sciences pour les deux niveaux et par rapport à la moyenne internationale (figure 19).

**Figure 19** : Niveaux d’appréciation des mathématiques et sciences par les élèves en 4<sup>e</sup> niveau au Québec, par rapport à la moyenne internationale.



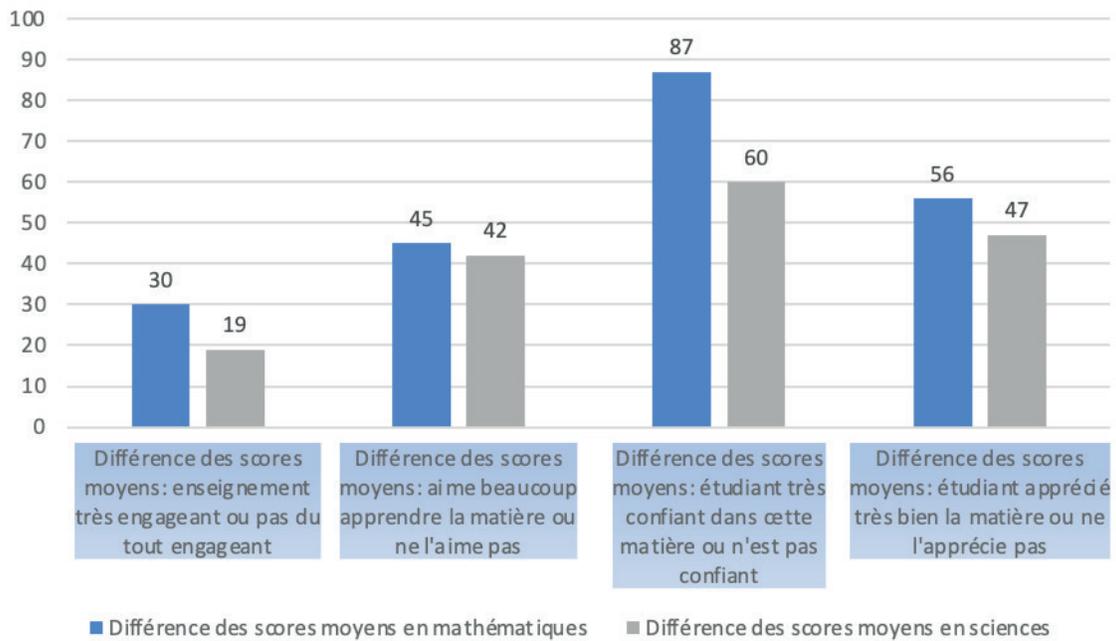
Un fait important, cependant, à retenir est l’impact de la confiance sur les scores moyens des élèves en comparaison à la dimension d’appréciation, des attitudes et au fait que l’enseignement soit engageant ou pas.

*La confiance en ses capacités est le facteur qui affecte le plus le rendement scolaire des élèves en mathématique (une différence de 27 points entre les scores moyens des élèves)<sup>8</sup>*

Pour les deux niveaux, 4<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup>, années, après la confiance en ses capacités, c’est la nature de l’enseignement des mathématiques et des sciences (enseignement engageant) qui impactent le plus les scores moyens des élèves (figure 21).

8 Les données auxquelles on se réfère dans cette section sont toujours celles de TIMSS 2015.

**Figure 21** : Différence des scores moyens obtenus en mathématiques au 8<sup>e</sup> niveau au Québec selon les attitudes des étudiants



D'autres facteurs et acteurs contribuent aux rendements des élèves. Ces informations sont rapportées, par contre, par des sujets autres que les élèves : les directeurs d'établissement et les enseignants. Ces facteurs s'intéressent au degré de satisfaction des enseignants pour leur profession, pour leur école, leur niveau de plaisir à enseigner, leur fierté pour leur profession, mais aussi leur degré de satisfaction ou d'insatisfaction quant au nombre d'élèves dans leurs classes, le contenu à enseigner, le matériel mis à leur disposition ou encore le nombre d'heures d'enseignement.

Il est important de circonscrire les facteurs et les agents contribuant à cette différence et à cette tendance en analysant de plus près, par exemple, l'évolution d'une certaine ségrégation qui s'instaure entre le parcours des garçons et des filles en enseignement supérieur; surtout entre les effectifs en sciences et génie et ceux en génie informatique. Alors que pour les sciences, on note un taux de féminité qui oscille entre 70 et 65 % de 1999 à 2005, pour le génie informatique, et pour la même période, le taux de féminité passe de +/- 25 % à +/- 11 %.

On peut émettre l'hypothèse selon laquelle ce sont les pratiques auxquelles s'adonnent les garçons, plus qu'une prédisposition génétique ou un conditionnement culturel des filles qui expliqueraient les

parcours observés. L'informatique, avec ses algorithmes et sa pensée computationnelle a largement favorisé le parcours mathématique des garçons.<sup>9</sup>

Il est par ailleurs important de questionner la formation des enseignants de mathématiques pour le primaire au Québec. Selon plusieurs chercheurs, cette formation est déterminante dans le parcours et la réussite scolaire futurs des élèves.<sup>10</sup>

## Les données PISA

Contrairement aux tests TIMSS qui mesurent et évaluent les savoirs et savoir-faire en mathématiques (Knowledge and Skills) à partir de l'analyse des curricula des pays participants et d'une liste de contenus organisant les notions mathématiques, PISA réfère à une analyse des compétences requises et nécessaires à l'adaptation à un monde de travail en constante et rapide évolution; et dans un contexte d'éducation tout au long de la vie.

En 1997, PISA a eu pour mission de déterminer dans quelle mesure les élèves qui approchent du terme de leur scolarité obligatoire possèdent les savoirs et les savoir-faire indispensables pour participer à la vie de société (OCDE, 2005). PISA contribue à l'évolution de la notion de littératie pour divers domaines : compréhension de l'écrit (reading literacy), compétence mathématique (numeracy), littératie scientifique, financière, numérique, etc. PISA explore et détermine ce que sont les connaissances plutôt fonctionnelles ou ce qu'on appelle Working knowledge et donc, plus proche du monde et du marché de l'emploi que celui de l'académique.

Alors que TIMSS s'articule autour de deux domaines : contenu et compétences cognitives, PISA aborde trois aspects ou dimensions :

*Processus mathématiques* : employer, interpréter et évaluer des résultats mathématiques

*Contenus mathématiques* nécessaires pour le traitement des questions en lien avec les relations, espaces, formes, quantité, incertitudes et données

*Contextes* : dans lesquels les questions s'inscrivent : personnels, professionnels, sociétal, scientifiques, etc.

---

9 Les réflexions sur les espaces de convergence entre les mathématiques et l'informatique exposées par le médaillé Fields, Cédric Villani doivent être étudiées et documentées davantage (Villani, 2016). <https://www.youtube.com/watch?v=H-iPEowuPMk>

10 Les travaux et la réflexion de Hung-Hsi Wu sont intéressantes à ce sujet : What's Sophisticated about Elementary Mathematics? Plenty-That's Why Elementary Schools Need Math Teachers (American Educator, 2009).

Alors que les tests TIMSS ciblent les élèves de la 4<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> année, les enquêtes PISA concernent plutôt les élèves dont l'âge est compris entre 15 ans et trois mois et 16 ans et deux mois; quelque que soit leur niveau scolaire et les filières dans lesquelles ils sont scolarisés.

Dans le cadre de l'initiative nationale *En avant math*, l'importance des données PISA repose sur le fait que l'enquête aborde la numératie; une compétence qui a des répercussions sur le marché du travail tant du point de vue des compétences de base en numératie requises pour tout emploi que des compétences poussées en mathématiques qui peuvent devenir le moteur de l'innovation économique (Orpwood, Schmodt, et Jun, 2012).

Dans son rapport sur l'emploi, l'OCDE (2019) présente un graphique qui montre l'évolution de la répartition de l'emploi, par groupes de professions définis selon le niveau de compétence moyen des travailleurs en numératie et les professions en émergence et en demande sont celles qui exigent les scores moyens les plus élevés. Le niveau de compétence en numératie est de plus en plus déterminant pour l'occupation d'un emploi (Bynner & Parsons, 2005). Et l'amélioration des compétences mathématiques et la croissance économique d'un pays sont reliées (OCDE, 2010). Nous l'avons vu dans le rapport sur les expériences à l'international en numératie, combien la promotion et la valorisation de la numératie est véhiculée et alimentée par le souci de la croissance économique et l'importance du développement humain. De plus en plus de pays sonnent l'urgence du développement des compétences en numératie et de la culture mathématique, et convertissent les faibles niveaux enregistrés par leurs élèves et citoyens en dépenses et coût pour le pays, à l'instar de la Grande-Bretagne qui récemment affiche environ 2,4 milliards de dollars par an de dépense à cause du taux élevé des niveaux faibles en numératie de sa population (KPMG Report). Plusieurs facteurs contribuent aux scores moyens en numératie et ceux en lien avec les facteurs socio-économiques sont soulignés dans tous les rapports (OCDE, Unesco).

### **Mais qu'en est-il pour le Québec?**

Nous avons tenu à considérer les données des tests PISA dans ce rapport sur le portrait mathématique du Québec malgré le fait que les données sur la performance des élèves du Québec sont souvent remises en question soit pour des questions d'échantillonnage ou que les données sont biaisées.

Selon plusieurs chercheurs, les données recueillies par les tests PISA sont une source extrêmement riche d'informations, et il est fortement recommandé de les réinvestir (Blais, 2005). Avec le test PISA 2018, l'aventure PISA entame son 3<sup>e</sup> cycle avec le domaine principal pour le prochain test : les mathématiques. Nous profitons du projet *En avant math* pour tenter d'exploiter à bon escient, et de manière différente, la participation du Québec aux tests PISA depuis 2000, et ce, sous deux perspectives. La première en considérant le Québec comme un participant aux tests qui se distingue à l'international en juxtaposant son parcours à celui d'un pays asiatique faisant partie des Top 10 des

classements; le Japon. La seconde en examinant ses caractéristiques face aux autres juridictions canadiennes. Le but de l'exercice est, au-delà des limites et des biais associés aux données du Québec, extraire différentes informations pour enrichir le portrait mathématique du Québec.

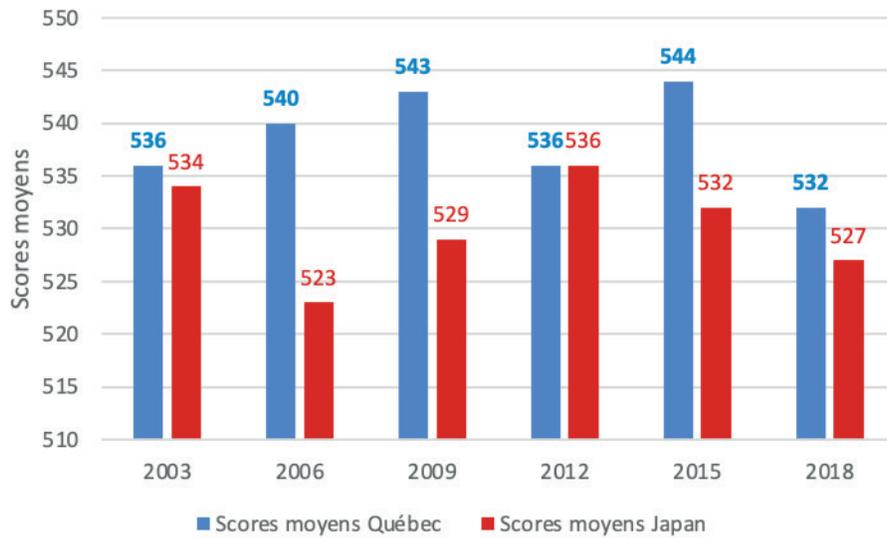
Comme nous avons procédé pour les tests TIMSS -et nous le ferons pour les données du bureau de la Coopération Interuniversitaire (BCI)- nous tenterons d'élaborer le portrait du Québec sous l'angle de la performance, la question genre, les statuts des élèves et -indirectement, sur la problématique au Québec de la pénurie dans le domaine des mathématiques.

### *Performance*

Le Québec dispose des données reflétant les trois cycles de PISA : 1<sup>er</sup> de 2000-2006, 2<sup>e</sup> de 2009-2015 et le 3<sup>e</sup> de 2018-2024 dont le prochain aura comme domaine principal les mathématiques. Depuis 2000, les compétences et les habiletés évaluées par les tests ont largement évolué et de nouvelles compétences importantes pour les mathématiques -directement et/ou indirectement- ont pris place. Il est important de réitérer le fait que PISA investigate davantage les dimensions fonctionnelles et opérationnelles des connaissances et des habiletés plutôt que se limitent simplement aux savoirs. PISA pourrait être appréhendé comme étant un miroir des compétences attendues et requises par le marché du travail et qu'un bon système d'éducation doit en assurer -en partie ou en grande partie- l'acquisition et le développement.

Le projet sur les expériences internationales nous a permis de nous pencher sur deux pays que nous avons considérés comme des cas : Singapour et le Québec. En étudiant le cas de Singapour, nous avons constaté que plusieurs dimensions réinvesties par Singapour, experte dans le réinvestissement des synthèses des connaissances et la systématisation et la formalisation des méthodes et des pédagogies, sont reprises dans leurs pratiques d'apprentissage, d'enseignement et de formation des enseignants par plusieurs pays dont le Québec (didactique et résolution de problèmes) et le Japon (lesson study et processus de résolution de problèmes). Étant donné que les deux pays participent aux tests PISA depuis leurs lancements, nous avons pensé confronter leurs parcours afin de voir ce qui freine la progression du Québec dans les classements internationaux (figure 22).

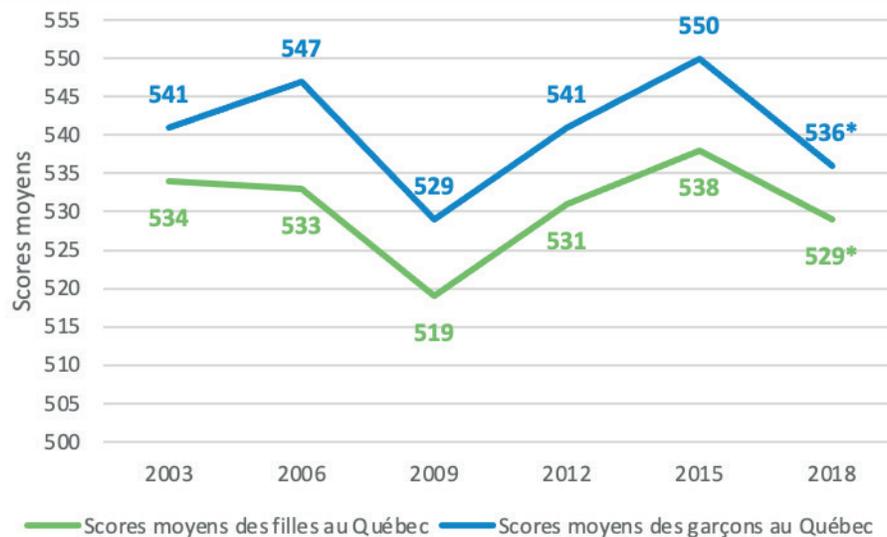
**Figure 22** : Scores moyens des élèves âgés de plus de 15 ans, du Québec et du Japon, dans les tests PISA, et ce, depuis 2003



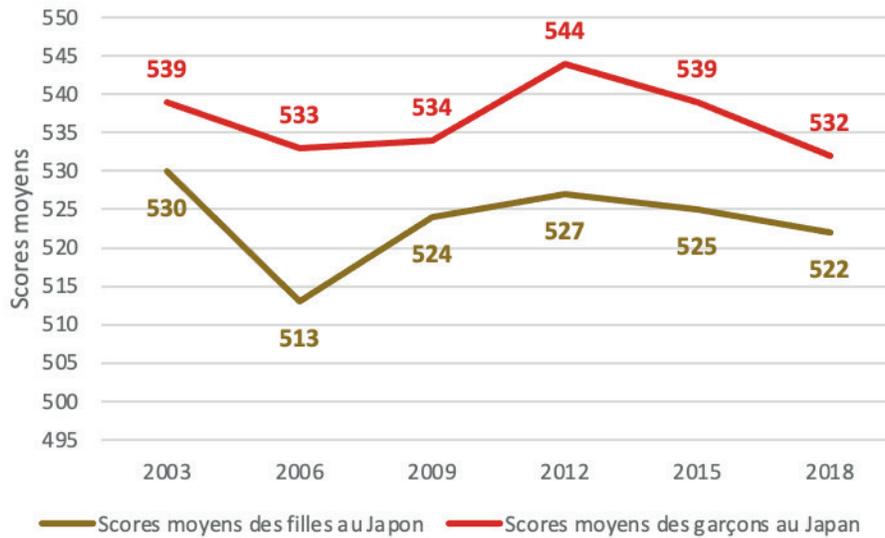
En se référant aux données de l'OCDE sur les scores moyens en mathématiques pour les deux pays, on voit nettement que le Québec, progresse mieux que le Japon dans les tests PISA.

Par ailleurs, les deux pays affichent des scores moyens plus élevés en mathématiques pour les garçons que pour les filles (figure 23).

**Figure 23** : Scores moyens des filles et des garçons âgés de plus de 15 ans au Québec aux tests de PISA, et ce, depuis 2003



**Figure 24 :** Scores moyens des filles et des garçons âgés de plus de 15 ans au Japon aux tests PISA, et ce, depuis 2003



*Le Québec et le Japon ont développé une expertise reconnue en recherche en lien avec les éléments constituant le cadre conceptuel de la méthode de Singapour. Tous deux, cependant, peinent à performer. Ils possèdent les ingrédients essentiels pour un enseignement et un apprentissage des mathématiques effectif et efficace, mais n'ont pas encore systématisé de méthode qui leur est propre, afin que par la suite, ils puissent la mettre en œuvre; comme Singapour.*

Comme le montrent les données de PISA ainsi que la recherche sur les pratiques et les traditions dans l'enseignement, la formation et l'apprentissage des mathématiques au Japon, rejoignent à plusieurs égards, celles du Québec. Les deux pays semblent montrer certaines tendances, des particularités ainsi que des obstacles apparents pour une meilleure performance aux tests PISA. Retenons, cependant, que leurs pédagogies et leurs approches sont exemplaires, reconnues à l'international et qu'elles ne peuvent être remises en question puisqu'elles forment le noyau et l'essence même de la méthode et du cadre conceptuel de Singapour pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques : résolution des problèmes et une approche « didactique » pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

Par ailleurs, cette performance, pour le cas du Québec, est sujette à plusieurs analyses et corrélations dont la plus critique suscitant des débats sur l'égalité des opportunités pour les élèves du Québec, opportunités qui affectent largement leurs réussites en mathématiques. Il s'agit des données sur l'écart entre les élèves les plus performants et les moins performants.

Différences entre le 90<sup>e</sup> et le 10<sup>e</sup> percentiles

	Année 2012	Année 2015	Année 2018
Canada	231	227	231
Québec	<b>237</b>	<b>227</b>	<b>238</b>
OCDE	239	232	239

En termes de niveaux de compétences en mathématiques, le Québec semble enregistrer une légère augmentation du nombre d'élèves qui performant aux niveaux inférieurs si on compare entre 2012 et 2018 :

Pourcentages d'élèves à chaque niveau de compétence en mathématiques

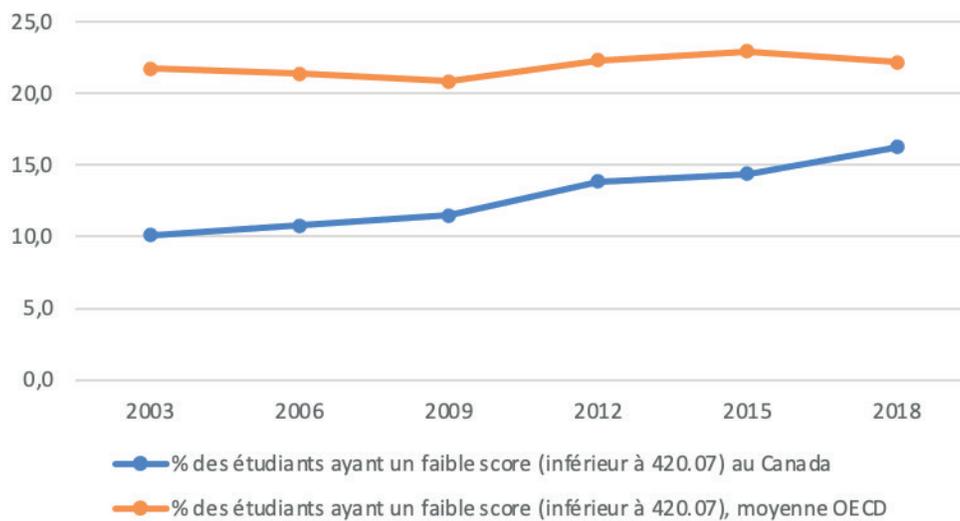
Niveaux de compétence	Année 2012	Année 2018
Niveaux 5 et 6 (606,99-)	22 %	21 %
Niveau 4 (544, 68-)	26 %	25 %
Niveau 3 (482,38-)	24 %	26 %
Niveau 2 (420,07-)	16 %	17 %
Sous le niveau 2	11 %	12 %

Les figures suivantes illustrent le positionnement du Québec par rapport au Canada.

Le Canada affiche un pourcentage d'élèves ayant un score moyen inférieur à 420,07 plus faible que la moyenne des pays membres de l'OCDE<sup>11</sup> et semble maintenir ce pourcentage depuis 2003. Le score 420,07 correspond au niveau de compétence 2 (annexe) pour plus de 22 % de la population pour les données 2018 (figure 25).

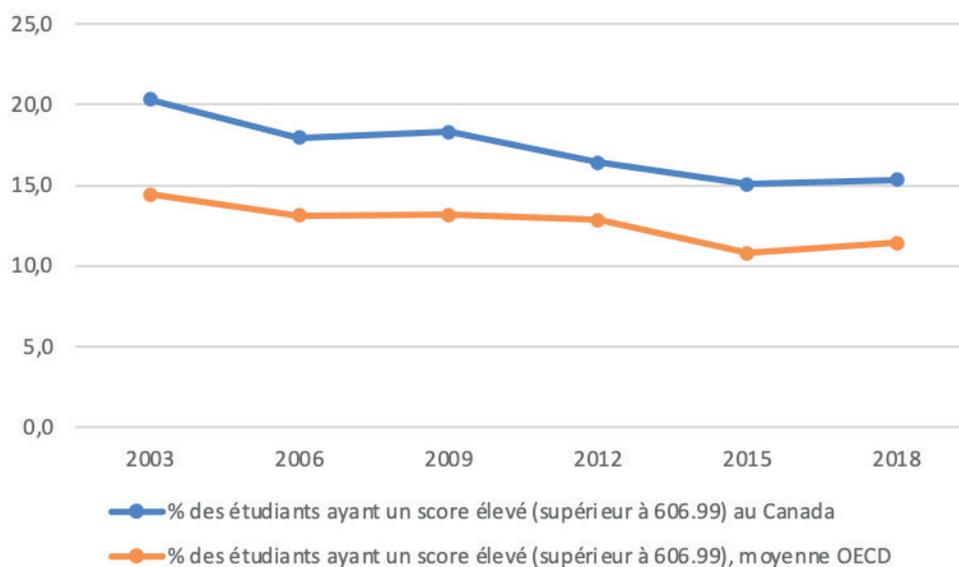
11 Remarque: la moyenne considérée de l'OCDE inclut tous les pays membres de l'OCDE à l'exception de l'Autriche, Chili, Colombie, Estonie, Israël, Lituanie, Slovaquie, et la Grande-Bretagne.

**Figure 25 :** Evolution du pourcentage des étudiants les moins performants en mathématiques au Canada en comparaison à la moyenne des pays membres de l'OCDE



Pour le niveau supérieur à 606, 99, niveau de compétence supérieure en mathématique (niveau 5 et 6), le Canada montre, malheureusement, un déclin (figure 26) (voir le graphique sur l'évolution de l'emploi, OCDE, 2019).

**Figure 26** : Evolution du pourcentage des étudiants les plus performants en mathématiques au Canada en comparaison à la moyenne des pays membres de l'OCDE



Alors que le Canada semble enregistrer une chute dans le pourcentage des élèves plus performants, le Québec semble, quant à lui, enregistrer une légère augmentation du niveau 5 et 6 pour l'année 2018.

### Genre

La question des écarts genres n'est pas une problématique propre au Québec puisque valable pour la majorité des pays de l'OCDE. L'évolution des tests PISA, surtout ceux en lien avec les compétences à la résolution de problème collaboratif introduites en 2015 pourrait apporter un nouvel éclairage sur cette problématique associée à la question genre.

PISA 2015 introduit dans ses tests les compétences en résolution collaborative de problèmes. La grille pour évaluer cette compétence suppose d'une part une maîtrise des processus individuels de résolution de problèmes, et d'autre part, des compétences à la résolution collaborative de problèmes. Quatre niveaux de performance sont associés à ces compétences auxquels sont assignées les caractéristiques des tâches (voir annexes).

*Au Québec, les scores des filles aux tests PISA 2015 étaient supérieurs de 24 points à ceux des garçons et plus de filles -que de garçons- se retrouvaient dans le niveau le plus élevé, le niveau 4 pour les compétences de résolution collaborative de problèmes.*

Les mêmes observations sont enregistrées pour les compétences globales intégrées dans PISA 2018 (voir annexe : les dimensions des compétences globales ainsi que le test cognitif : connaissances et habiletés). Les filles performant mieux que les garçons.

Soulignons aussi que les filles enregistrent toujours les meilleures performances en science. Mais, en dehors de ces compétences en lien avec les compétences mathématiques -directement ou indirectement- les scores les plus élevés en mathématiques sont réservés aux garçons.

*Au Québec, en mathématiques, les garçons ont 7 points de plus (536) que les filles (529), un des écarts les plus significatifs parmi les pays participants. Les garçons les plus performants (niveaux 5 et 6) sont plus nombreux (23,2 %) que les filles les plus performantes (19 %).*

Pour les derniers tests PISA, 2018, l'écart entre les scores moyens des garçons et des filles est un des plus significatifs. Les différents rapports sur les résultats de PISA 2018 soulignent ce fait et il devient urgent pour le Québec d'analyser la situation et d'y apporter des solutions. Cet écart « genre » pour les tests PISA date depuis 2000!

Les données et informations sur les diverses compétences que manifestent les filles, et que les tests PISA permettent de mettre en relief, contribuent à soutenir l'argument de Maria Klawe (2013) selon lequel les filles auraient des styles d'apprentissage différents et disposent de compétences particulières en résolution de problèmes à réinvestir pour contrer l'effet genre. Un des éléments de solution proposé par Maria Klawe (2000, 2013) réside dans la révision des modèles de design et de conception des cours de certaines matières dont les mathématiques et les sciences informatiques, et non dans la remise en question des compétences des filles en ces matières. L'approche de Maria Klawe, l'éducation STIM ainsi que les projets en lien avec le codage, contribueraient, certainement, à pallier ce clivage; à condition de les intégrer dès le plus jeune dans l'âge dans le parcours scolaire et académique des filles.

### ***Statuts des élèves***

Les tests PISA permettent plusieurs triangulations autour de la performance des élèves. Et ce sont les corrélations, ou les relations positives, qui en découlent qui, souvent, mettent le Québec en mauvaise posture : lien entre la performance et Statut socioéconomique de l'élève, lien entre performance et le statut immigrant ou non immigrant de l'élève, ainsi que les différents écarts entre les différents percentiles. Il est important de situer le Québec par rapport aux autres provinces canadiennes puisque ses scores affectent et se répercutent sur les scores du Canada.

Il est important de préciser comment les statuts sont définis pour comprendre leurs répercussions et leurs interférences sur le statut socioéconomique et culturel de l'élève, et éventuellement sur la question de la langue.

Dans le cadre des tests PISA (ceux de 2015), les élèves sont classés en trois groupes définis au regard de l'immigration (PISA 2015, page 14) :

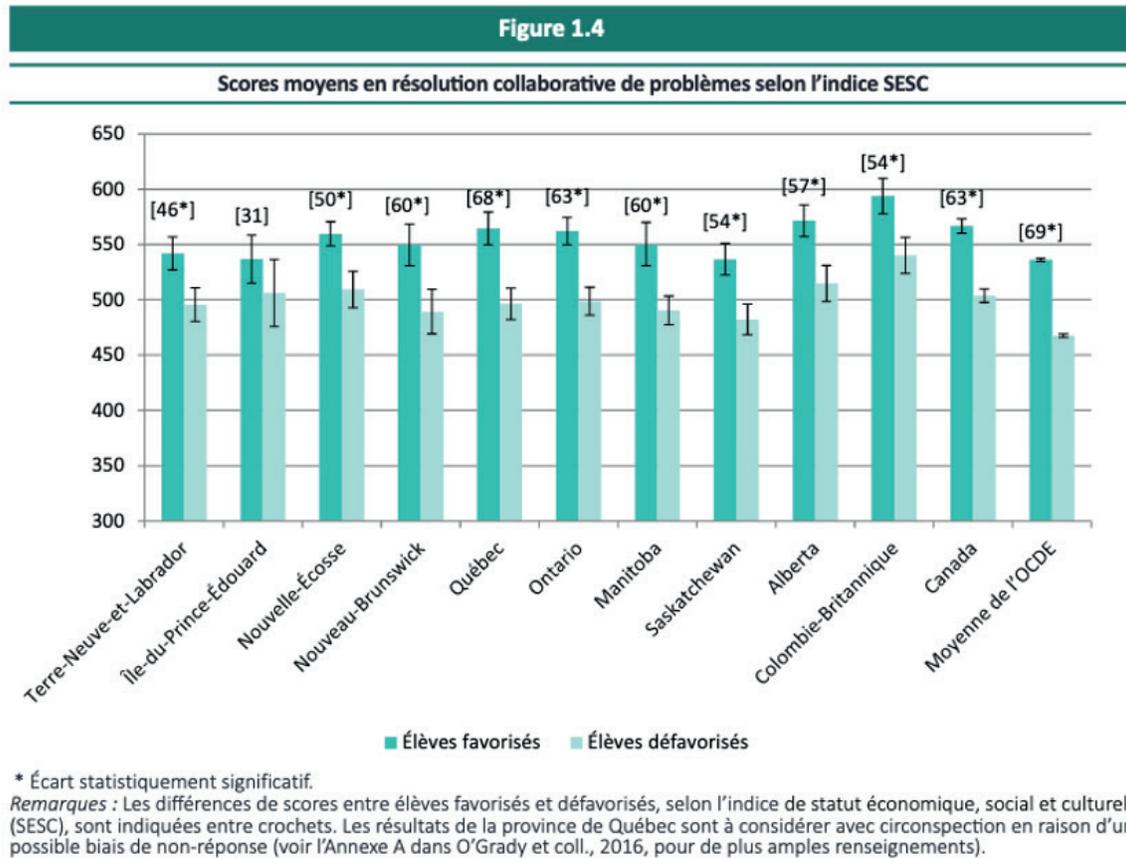
- Élèves non immigrantes ou non immigrants : élève dont au moins un parent est né dans le pays où l'évaluation a eu lieu, que l'élève soit né ou non dans ce pays,
- Élèves immigrantes ou immigrants de deuxième génération : élèves nés dans le pays où l'évaluation a eu lieu, mais dont les parents sont nés à l'étranger.
- Élèves immigrantes ou immigrants de première génération : élèves nés à l'étranger de parents également nés à l'étranger.

Par ailleurs, le statut socioéconomique, social et culturel (SESC), dans les tests PISA est : « construit à partir de variables : statut professionnel le plus élevé des parents, le niveau d'instruction le plus élevé des parents, un certain nombre de biens appartenant à la famille et pouvant servir de variables indicatives de la richesse matérielle, ainsi que le nombre de livres et d'autres ressources éducatives présents à la maison. Plus l'indice SESC est élevé plus le statut socioéconomique est élevé (PISA 2015, p-14).

Bien qu'une mise en garde formulée par l'OCDE stipule que le lien entre le statut socioéconomique et le rendement des élèves n'est ni absolu ni automatique, et qu'il ne faut donc pas le surestimer (OCDE, 2016a, p.63), les résultats des tests PISA appuient ce lien. L'indice pour le Canada est de 0,42 (Québec : 0,37). Seuls trois pays enregistrent des scores supérieurs pour cet indice : l'Islande, la Norvège et le Danemark.

*L'amélioration des scores en résolution collaborative de problèmes associée à une augmentation d'une unité à l'égard du statut socioéconomique des élèves est de 32 points au Québec (figure 1.4, PISA 2015, p.15, Résolution collaborative de problèmes).*

Figure 1.4



Selon les données de l'OCDE et celles de PISA 2015 et 2018, les élèves favorisés sur le plan socioéconomique surpassent les élèves défavorisés dans le PISA 2018, dans tous les pays et économies représentés, même si les écarts de rendement liés au statut socioéconomique varient considérablement (OCDE, 2019c). Il en est de même pour le Canada et pour le Québec.

Dans les paragraphes qui suivent, nous nous limitons à présenter certaines données du Canada en recommandant de faire le même travail pour le Québec. Contrairement aux données pour les tests TIMMS, nous n'avons pas accès directement aux données du Québec pour les tests PISA. Nous avons accès aux données du Canada.

Les scores moyens en mathématiques selon la situation socio-économique des élèves se présentent comme ainsi :

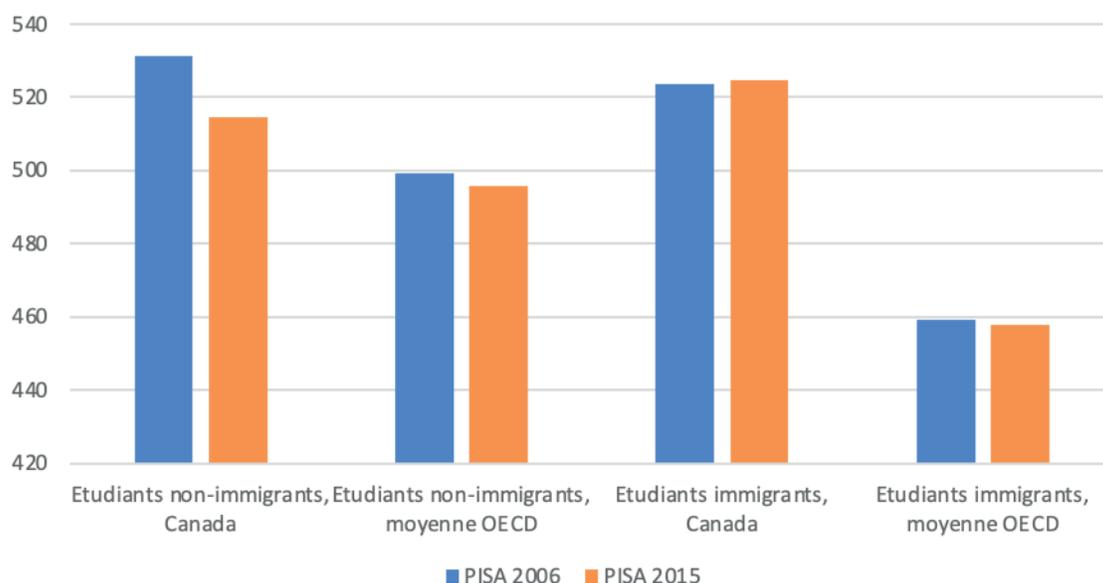
	Score moyen en mathématiques	Scores moyens en mathématiques selon la situation socio-économique			
		Quart inférieur	2 <sup>e</sup> quart	3 <sup>e</sup> quart	Quart supérieur
<b>Canada</b>	516	482	505	529	549
<b>Moyenne OECD</b>	490	451	478	501	535

*Selon la situation migratoire des étudiants, le test PISA 2015 affiche des données particulièrement distinctes de celle de la moyenne de l'OCDE. Le Canada affiche un meilleur score et performance en mathématiques pour les étudiants issus de l'immigration : 2<sup>e</sup> et 1<sup>re</sup> génération. Une tendance inverse est observée pour la moyenne de l'OCDE.*

	Pourcentage des étudiants immigrants pour PISA 2015	Performance en mathématiques selon la situation migratoire			
		Étudiants non-immigrants	Étudiants immigrants	Immigrants de la deuxième génération	Immigrants de la première génération
<b>Canada</b>	30.1	514	525	522	527
<b>Moyenne OECD</b>	12.5	496	458	471	450

Pour le Canada, alors que les étudiants non immigrants enregistrent une diminution des scores de 2015 par rapport à 2006, les élèves immigrants maintiennent leurs scores moyens avec une légère augmentation entre les données de 2006 et celles de 2015 (figure 27).

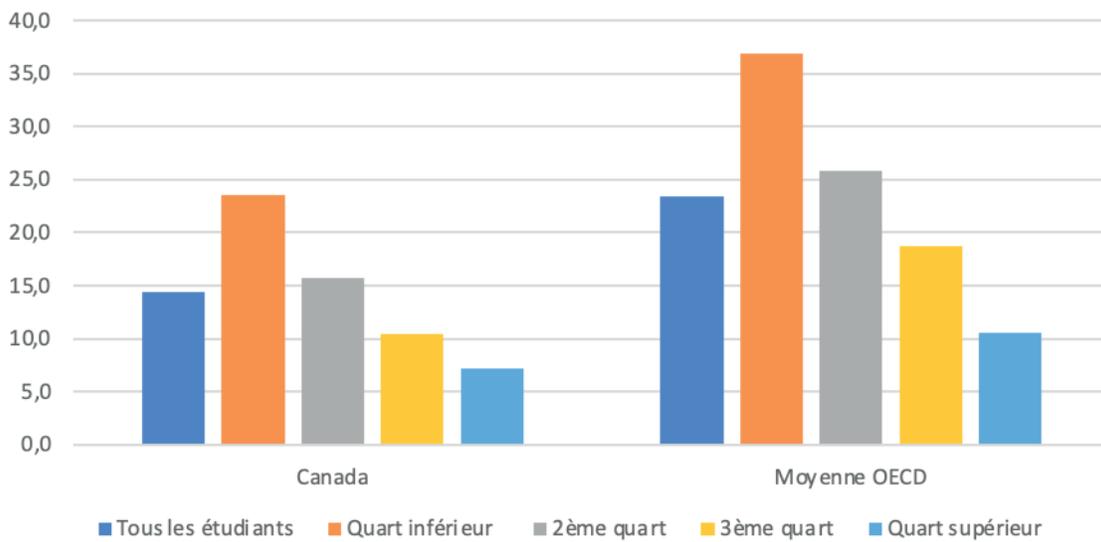
**Figure 27** : Scores moyens en mathématiques selon la situation migratoire des étudiants



Les données PISA 2015 permettent d'illustrer l'impact des facteurs socio-économiques sur les scores en mathématiques.

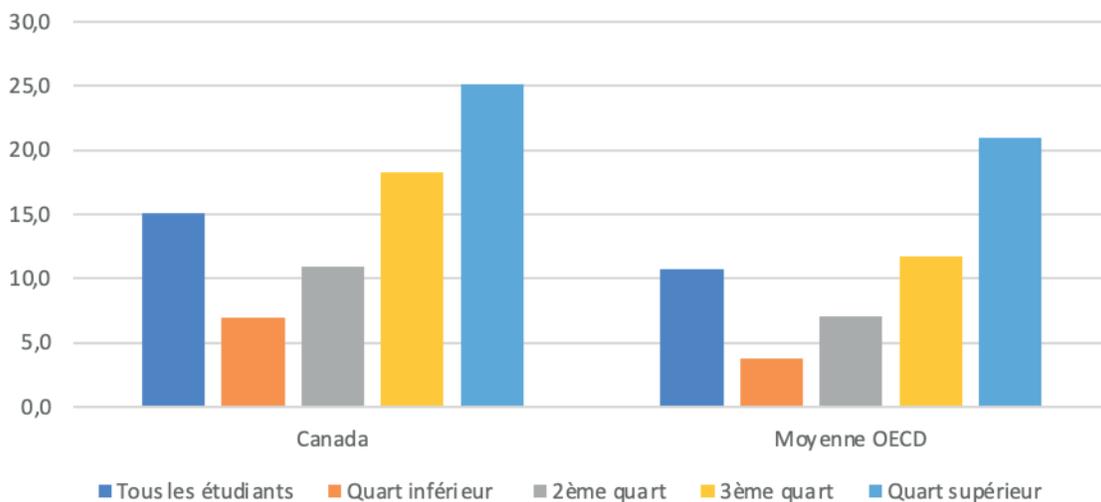
Pour les scores inférieurs à 420,04 en mathématiques (figure 28), on note que l'écart interquartile pour le Canada est de -13 et est inférieur à celui de la moyenne de l'OCDE (-18).

**Figure 28** : Pourcentage des étudiants les moins performants en mathématiques (score inférieur à 420.07) selon leur situation socio-économique - données PISA 2015



Pour les scores supérieurs à 660, compétence la plus élevée en mathématiques, l'écart semi-quartile pour le Canada est de 11,4 alors que la moyenne de l'OCDE est de 7,9 (figure 29).

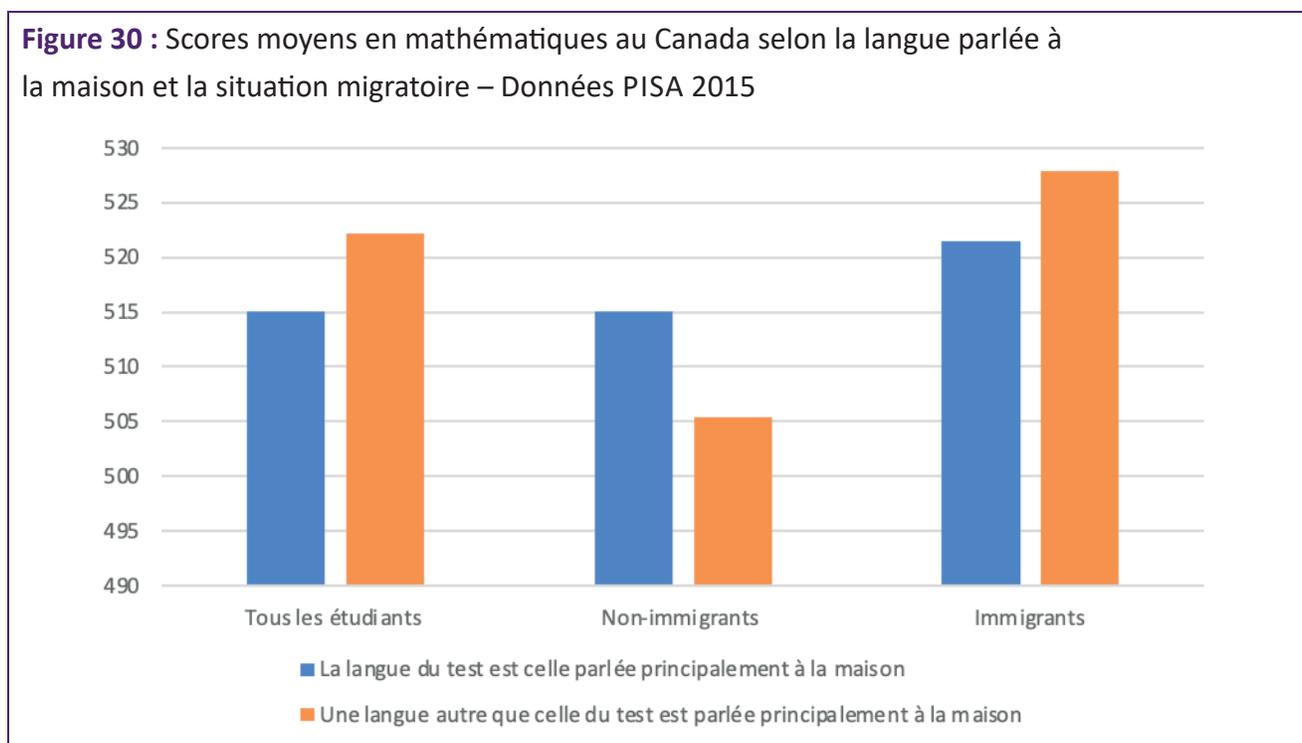
**Figure 29** : Pourcentage des étudiants les plus performants en mathématiques (score supérieur à 606.99) selon leur situation socio-économique - données PISA 2015



En plus des facteurs socio-économiques, l'enquête PISA 2015 permet de présenter les résultats de la performance en tenant compte des données sur la langue parlée à la maison et la situation migratoire des élèves.

	La langue du test est celle parlée principalement à la maison			Une langue autre que celle du test est parlée principalement à la maison		
	Tous les étudiants	Non-immigrants	Immigrants	Tous les étudiants	Non-immigrants	Immigrants
<b>Canada</b>	515	515	522	522	505	528
<b>Moyenne OCDE</b>	496	497	467	452	452	459

Les scores les plus élevés sont associés aux élèves immigrants dont la langue parlée à la maison n'est pas la langue du test PISA (figure 30).

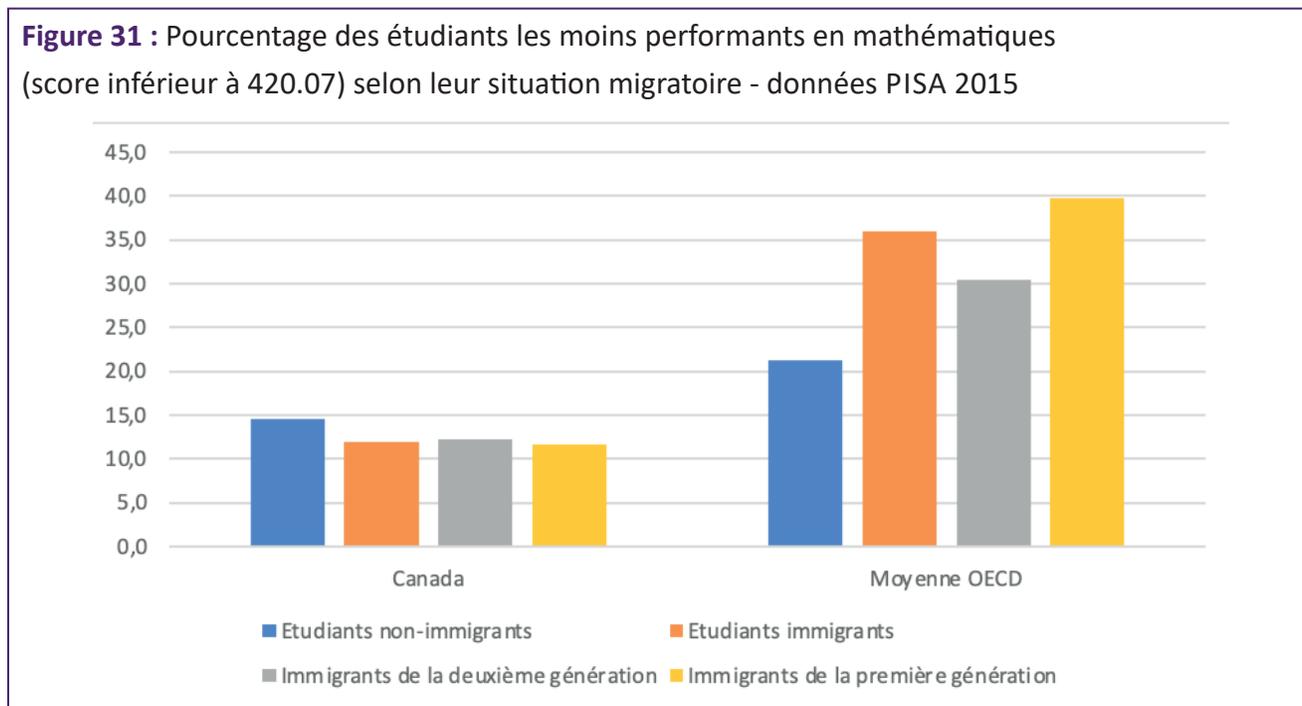


*Les mathématiques disposent d'un langage universel et leur maîtrise n'est pas déterminée par les langues d'enseignement mais par la pédagogie d'enseignement et d'apprentissage.*

Plusieurs pays dont l'Australie, Singapour et autres pays d'immigration, semblent présenter les mêmes constatations surtout en lien avec la langue. Pour l'Australie, les scores les plus élevés sont tenus par des élèves dont la langue parlée à la maison est autre que celle de la langue du test PISA. Quant au cas de Singapour, dans les tops 10 depuis plus d'une vingtaine d'année, il est l'État-Cité qui

démontre qu'une pédagogie riche et bien articulée permet de contourner les effets potentiels de plusieurs barrières et obstacles à la réussite scolaire<sup>12</sup>.

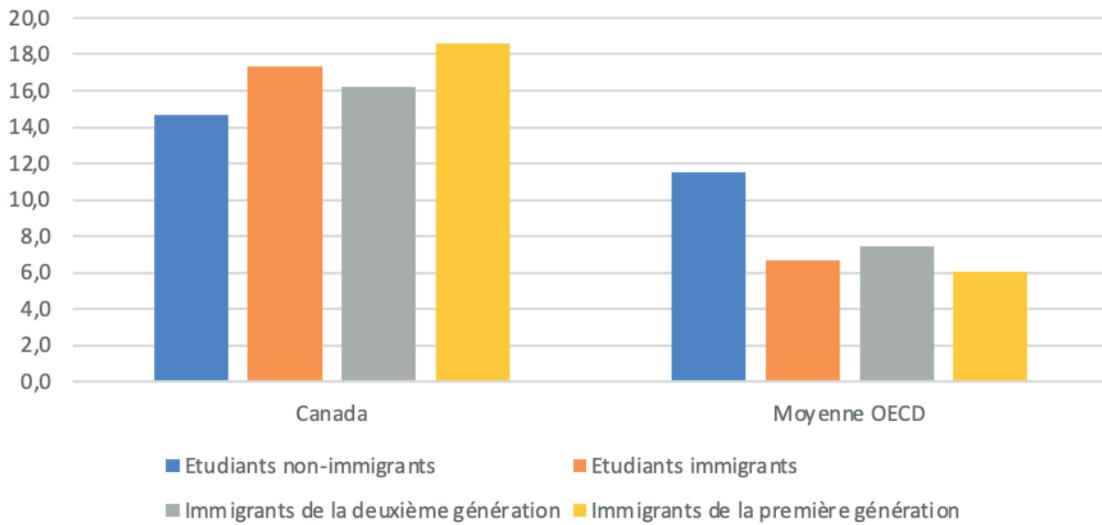
Le pourcentage des élèves les moins performants en mathématiques (score inférieur à 420,07) est selon leur situation migratoire vient consolider cette caractéristique du Canada en comparaison à la moyenne de l'OCDE où on observe une importante proportion des élèves à faible niveau en numératie issus de l'immigration; alors que cela ne semble pas affecter autant les élèves canadiens (figure 31).



Et cela se manifeste aussi pour les niveaux élevés en mathématiques où les élèves issus de l'immigration sont bien représentés (figure 32).

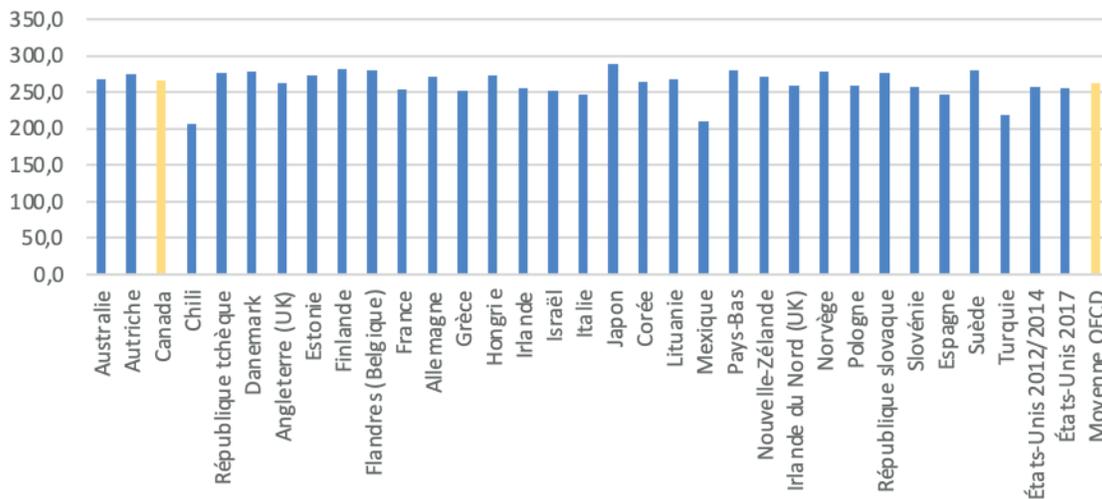
12 Il est important de documenter tous les pays d'immigration qui ont opté pour la méthode Singapour dont la France, l'Australie, la Grande-Bretagne, les États-Unis en partie parce que son approche pédagogique pour l'apprentissage des mathématiques repose sur plusieurs stratégies d'illustration graphique et de modélisation conceptuelle (voir rapport sur les expériences à l'international sur la numératie).

**Figure 32** : Pourcentage des étudiants les plus performants en mathématiques (score supérieur à 606.99) selon leur situation migratoire - données PISA 2015



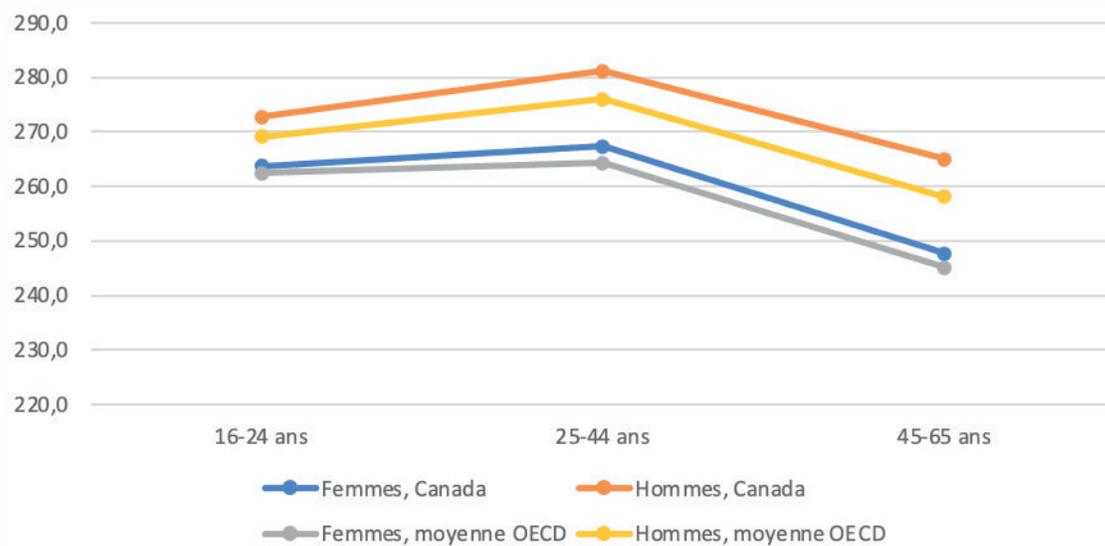
Les résultats du test PIECA 2019 montrent cependant que beaucoup de travail reste à faire dans le domaine de la numératie au Québec et au Canada. Avec un score moyen de 265,5, les objectifs du Big Ideas que le Canada prônait en 2015 tardent encore à se concrétiser prônant la numératie comme une compétence de base essentielle pour tous les citoyens du Canada (figure 33).

**Figure 33** : Scores moyens des pays en numératie selon les données du PIAAC, mises à jour en Novembre 2019



Les tendances en numératie au Canada en tenant en compte la question genre restent en faveur des hommes avec des scores plus élevés surtout pour la tranche d'âge entre 45 et 65 ans (figure 34).

**Figure 34 :** Scores moyens en numératie selon le groupe d'âge et le sexe (données PIAAC mises à jour en Novembre 2019)



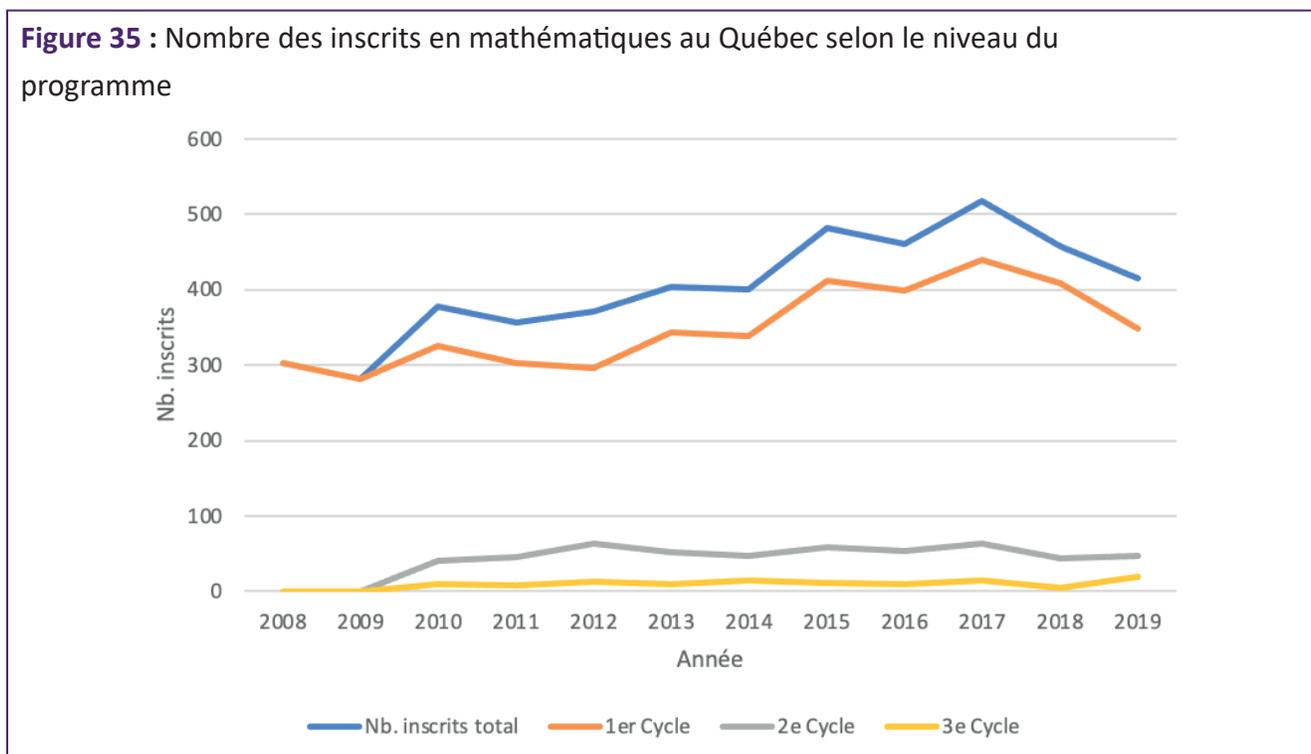
**DEUXIÈME PARTIE**  
Données BCI : Mathématiques

## Les données du BCI

Les données du BCI sont des statistiques provenant des diverses universités québécoises. Nous tenons à préciser que dans notre extraction des données, nous avons tenu à explorer certains aspects en lien avec la relève en mathématiques au Québec : 1- quel est l'état des effectifs dans le domaine des mathématiques au Québec pour l'ensemble des universités québécoises? Quel est le portrait de ces effectifs (statut des étudiants)? Quel est l'état de la problématique genre en mathématiques? Dans quelle mesure le Québec pourrait assurer une relève au Québec dans la recherche en mathématiques? Dans quelle mesure le Québec peut répondre aux profils de compétences attendus en entreprise et en industrie à l'ère des mathématiques?

Une série de diagrammes et de tableaux sont présentés dans cette section afin de répondre directement ou indirectement à tout cet ensemble de questions et de questionnements.

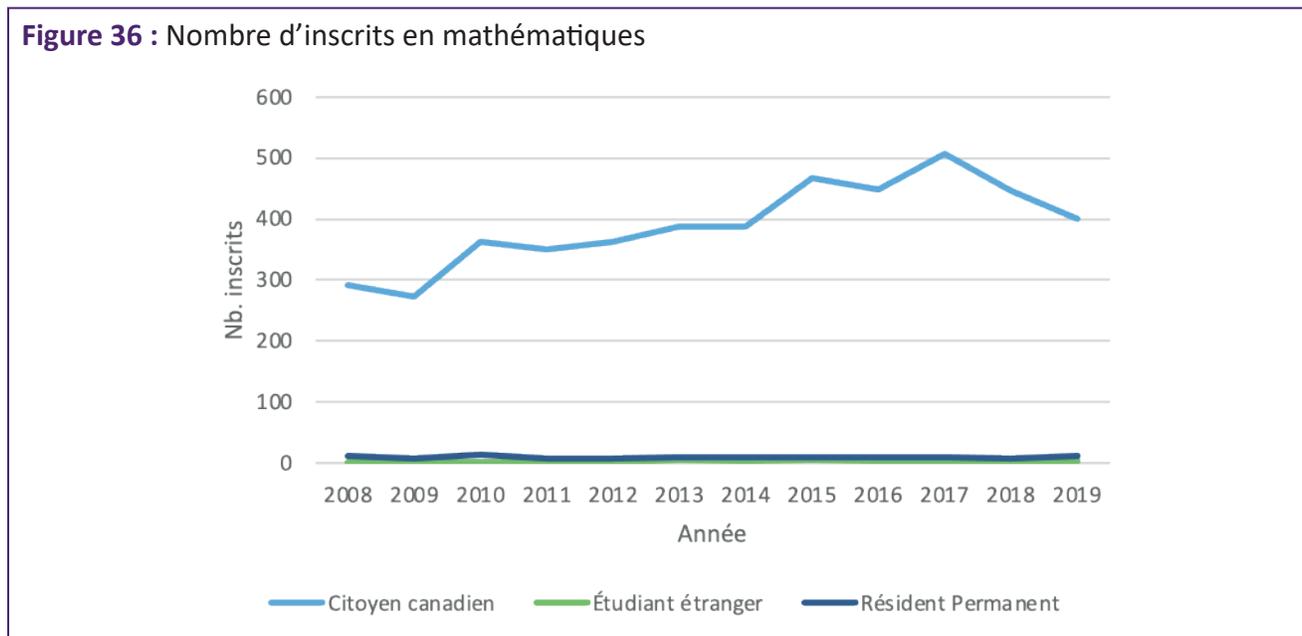
## Les inscrits en mathématiques dans les universités du Québec (figure 35)



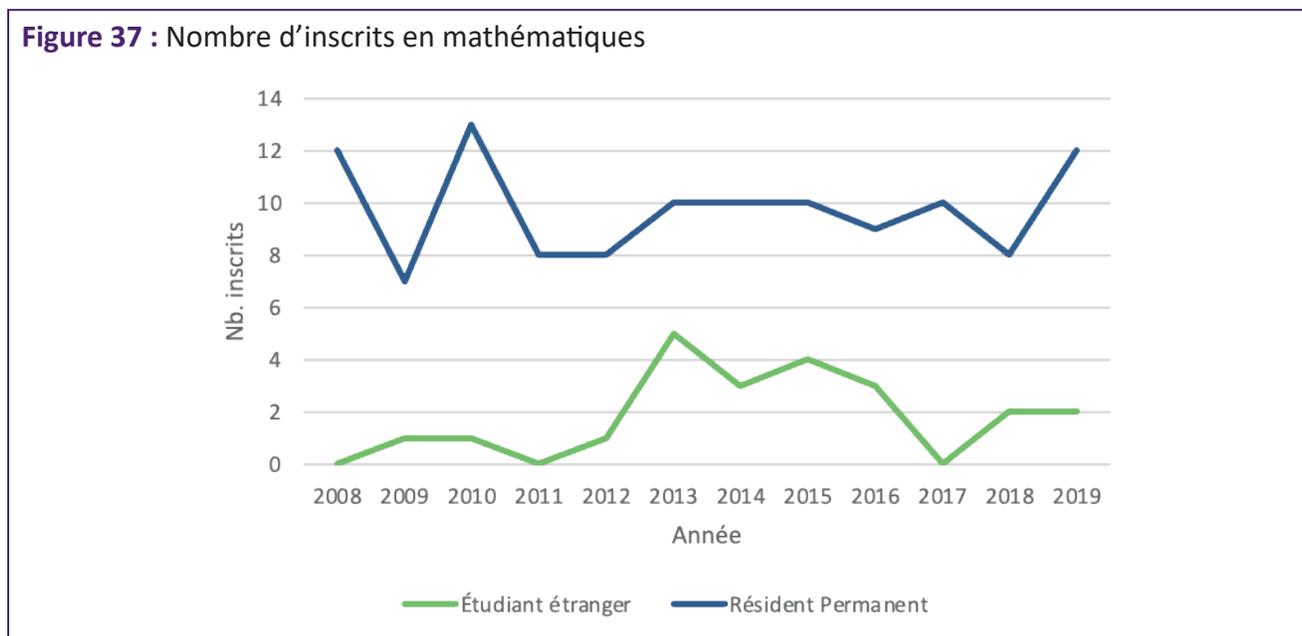
Les mathématiques ici incluent trois domaines : Mathématiques, Probabilités et statistiques, Mathématiques appliquées.

On peut noter que le nombre total des inscrits en mathématiques connaît une décroissance depuis 2017.

On notera aussi que le taux des inscrits est principalement alimenté par les étudiants citoyens canadiens (figure 36).



Avec une proportion plus représentative des résidents permanents comparativement aux étudiants étrangers (figure 37).

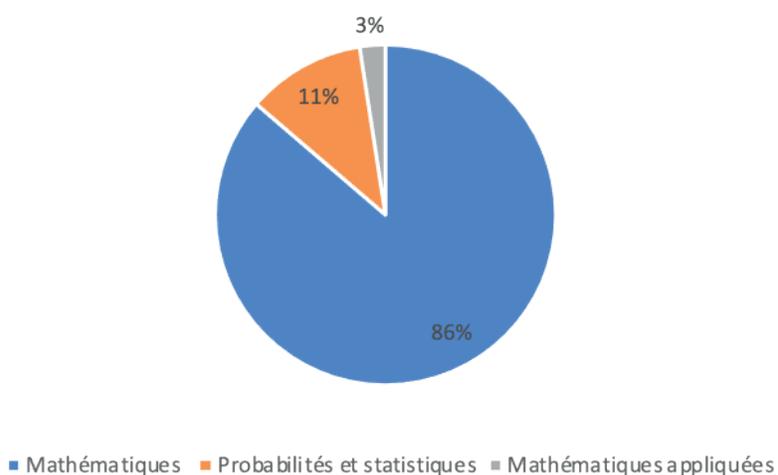


De 2015 à 2019, le nombre total des inscrits en mathématiques selon leurs sous-disciplines et le statut légal au Canada.

	Mathématiques	Probabilités et statistiques	Mathématiques appliquées
Citoyen canadien	1,793	235	51
Étudiant étranger	9	2	0
Résident Permanent	42	4	1
<b>Nombre total des inscrits</b>	<b>1,844</b>	<b>241</b>	<b>52</b>

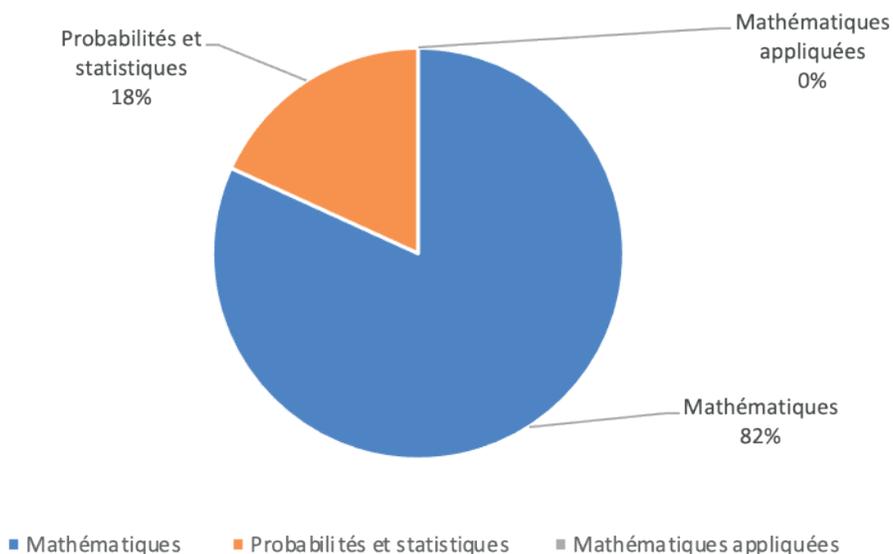
De 2015 à 2019, 86 % des inscrits sont pour les mathématiques, 11 % pour les probabilités et les statistiques et seulement 3 % pour les mathématiques appliquées (figure 38).

**Figure 38** : Pourcentage des inscrits en mathématiques selon la sous-discipline entre 2015 et 2019



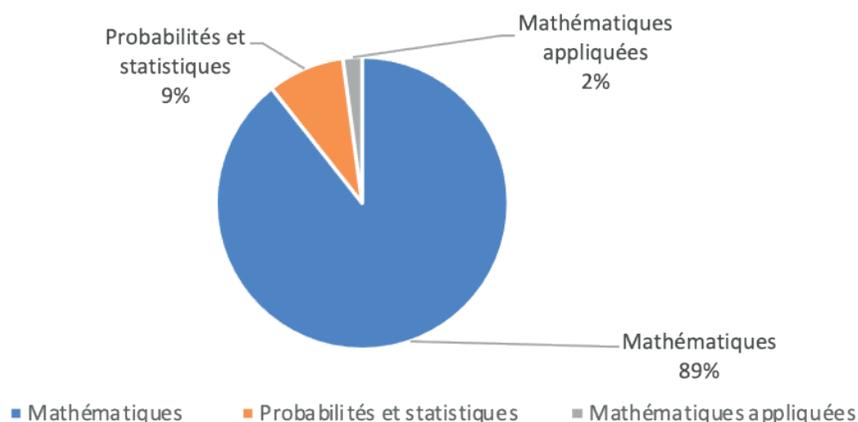
Quant aux résidents étrangers : 82 % pour les mathématiques et 18 % pour les probabilités et statistiques (figure 39).

**Figure 39** : Pourcentage des « étudiants étrangers » inscrits en mathématiques selon la sous-discipline entre 2015 et 2019

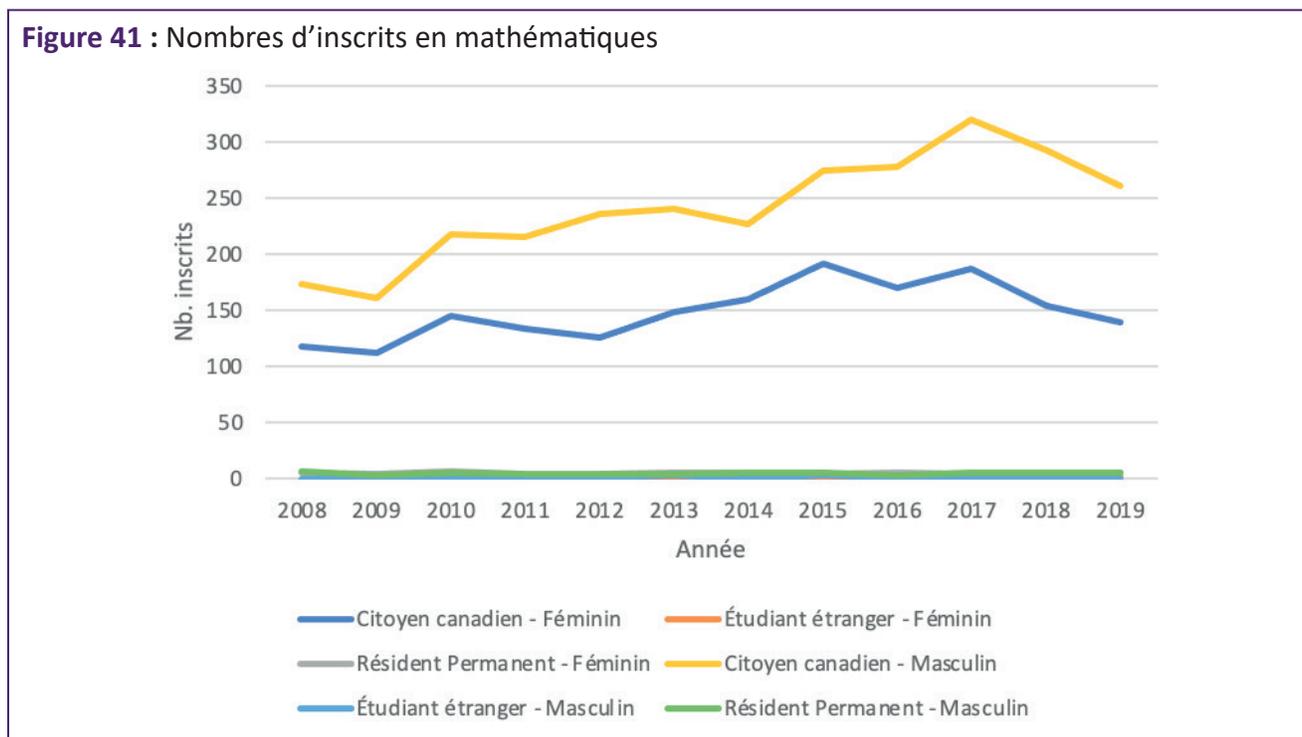


Pour les résidents permanents, on note la même tendance avec majoritairement d'étudiants pour les mathématiques, et quelques rares en probabilité et statistiques et 2 % pour les mathématiques appliquées (figure 40).

**Figure 40** : Pourcentage des « résidents permanents » inscrits en mathématiques selon la sous-discipline entre 2015 et 2019



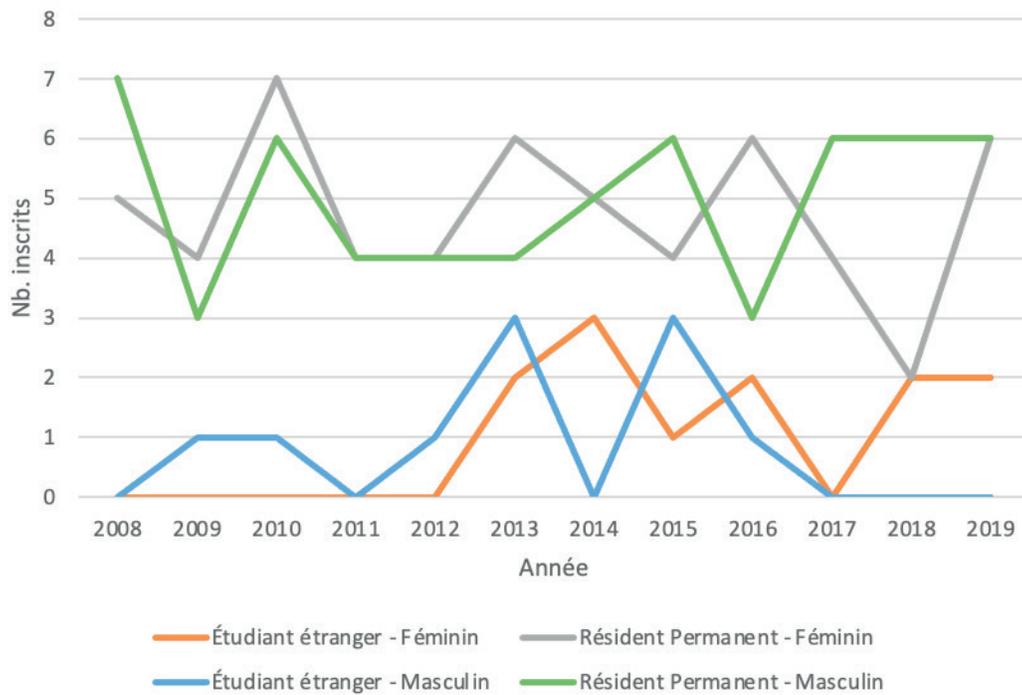
Comment se pose la question du genre en mathématiques tout en considérant le statut des étudiants (figure 41)?



Ce sont toujours les citoyens canadiens qui alimentent le domaine des mathématiques avec un écart bien marqué en faveur des hommes bien que les fluctuations des inscrits marquent les mêmes tendances.

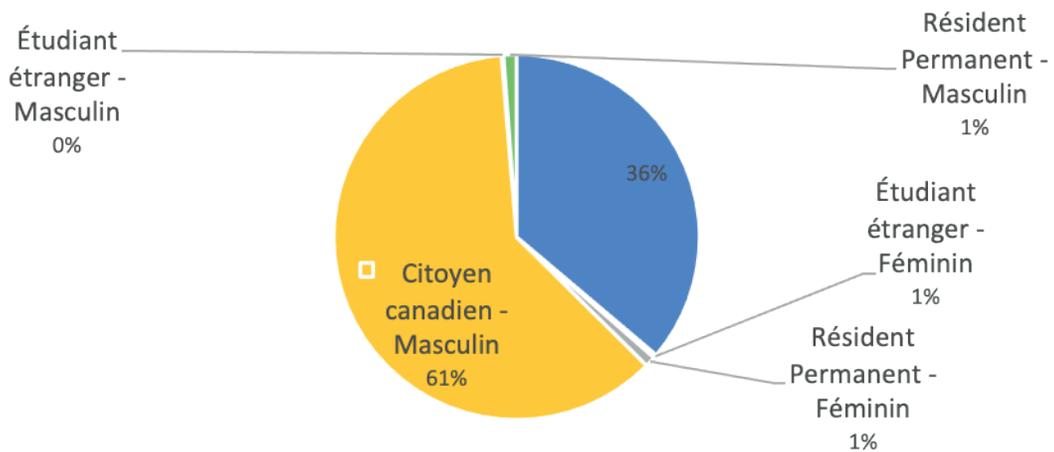
On peut noter, par ailleurs, que les étudiantes étrangères et ayant le statut de résident permanent semblent s'intéresser aux mathématiques depuis 2018 (figure 42).

**Figure 42 : Nombre d'inscrits en mathématiques**

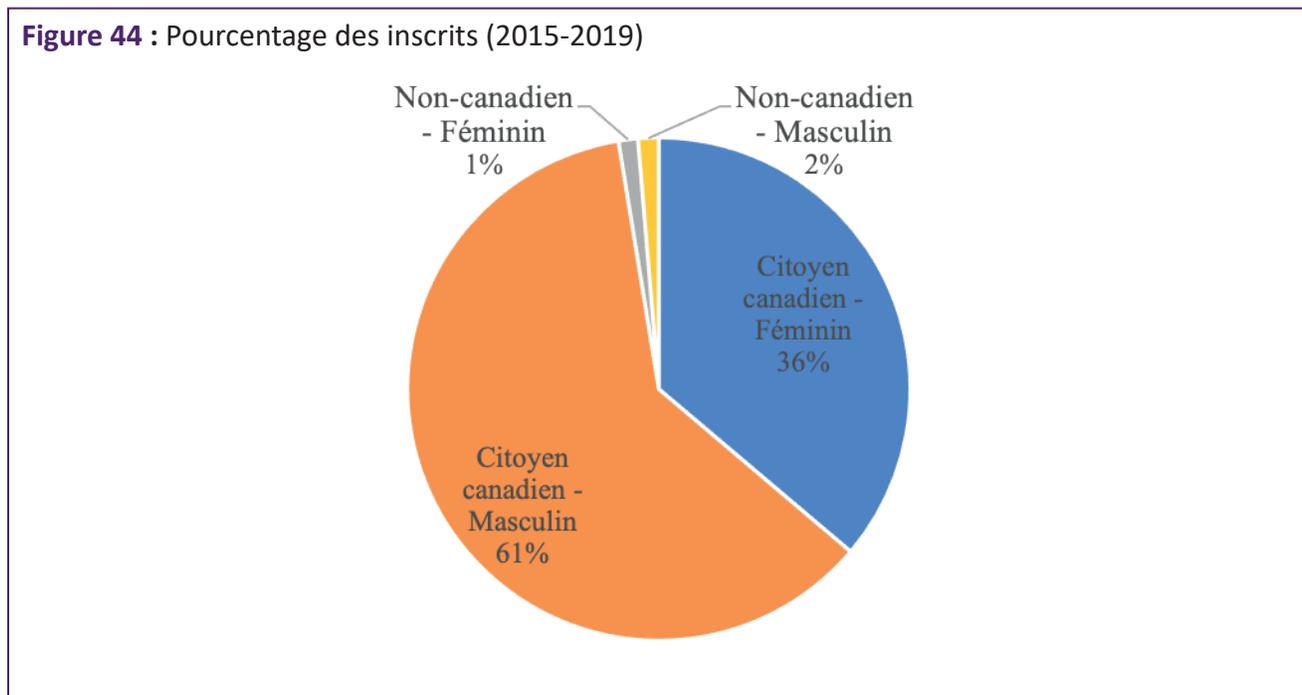


## Genre

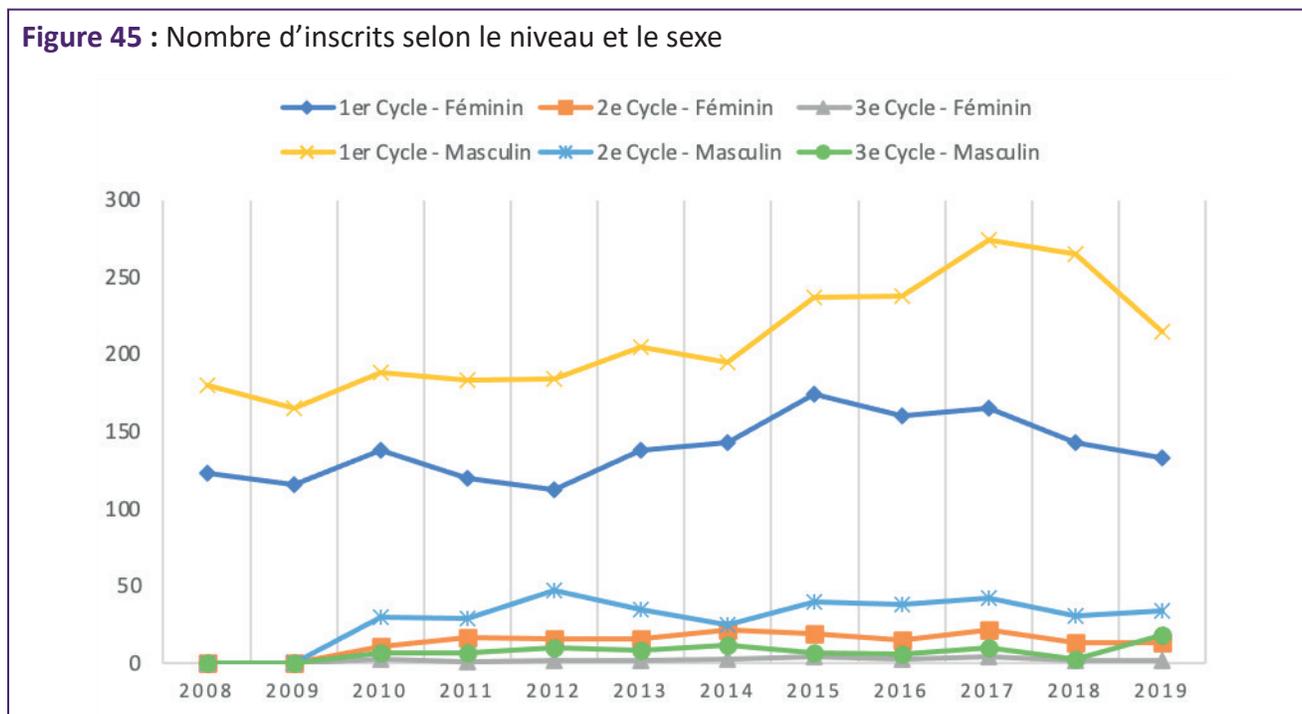
**Figure 43 : Pourcentage des inscrits (2015-2019)**



Pourcentage filles



Pourcentage en fonction du genre



Pour illustrer les perspectives STIM et les mathématiques en considérant la question genre,

Mathématiques : mathématiques, probabilités et statistiques, et mathématiques appliquées.

Sciences : sciences de la santé, sciences pures (autres que les mathématiques) et sciences appliquées (autre que génie).

Génie : Ingénierie, génie aérospatial, aéronautique et astronautique, génie agricole, génie rural, génie alimentaire, génie biologique et biomédical, génie chimique, génie civil, de la construction et du transport, génie électrique, électronique et des communications, génie mécanique, génie géologique, génie industriel et administratif, génie métallurgique et des matériaux, génie minier, génie physique, génie nucléaire, géodésie (arpentage), génie informatique et de la construction des ordinateurs, génie des pâtes et papiers, génie forestier, foresterie et sciences du bois (sylviculture), génie agro-forestier.

	1 <sup>er</sup> Cycle - Féminin	2 <sup>e</sup> Cycle - Féminin	3 <sup>e</sup> Cycle - Féminin	1 <sup>er</sup> Cycle - Masculin	2 <sup>e</sup> Cycle - Masculin	3 <sup>e</sup> Cycle - Masculin
<b>Mathématiques</b>	723	78	14	1,131	176	44
<b>Sciences</b>	40,386	12,083	680	20,242	5,273	623
<b>Ingénierie (génie)</b>	4,631	899	80	18,028	2,428	346
<b>Autres</b>	111,500	34,722	2,782	58,462	16,609	1,274

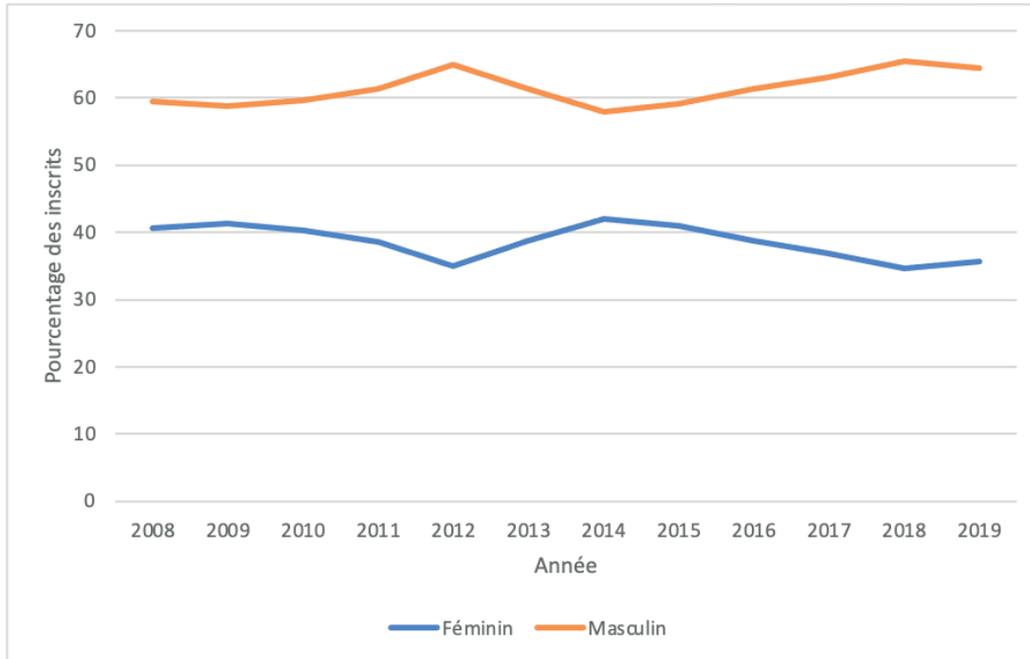
On peut noter la prédominance des filles en sciences (presque le double).

On peut noter aussi qu'autant pour les hommes que pour les femmes, il y a une certaine « déperdition » à partir du premier cycle.

Nombre d'inscrits total/ additif de 2015 à 2019 dans les différentes disciplines.

Si par contre, on représente le pourcentage des inscrits en mathématiques (Mathématiques, Probabilités et Statistiques, Mathématiques appliquées) par rapport à la question genre, indépendamment des cycles (tous cycles inclus).

**Figure 47** : Pourcentage des inscrits en mathématiques selon le sexe



*Les inscrits en mathématiques ont un parcours moins linéaire que ceux en génie?*

La base du BCI nous permet de distinguer, dans les inscrits aux programmes de mathématiques, les étudiants qualifiés de « non-sortant des collègues ayant un DEC ».

« Cette catégorie désigne toute personne qui ne correspond pas à la définition d'un sortant des collèges, mais qui est titulaire d'un DEC. » Il s'agit donc d'individus dont le parcours d'études est moins linéaire que les sortants des collèges. Après avoir obtenu leur DEC et avant de déposer une demande d'admission à l'université, ces personnes peuvent, à titre d'exemple, avoir voyagé ou être allées sur le marché du travail pendant une période de deux ou trois années ».

## Les mathématiques et les universités du Québec

### *Pour le 1<sup>er</sup> cycle*

Évolution du nombre total des inscrits en mathématiques de 2015 à 2019 selon l'université

Année	Université Laval	Université de Montréal	Université de Sherbrooke	Université du Québec	Université McGill	Université Concordia	Université Bishop's
2015	46	231	16	76	23	17	2
2016	57	189	32	70	17	32	1
2017	60	223	30	64	28	34	0
2018	57	214	25	63	18	30	1
2019	36	154	15	72	27	42	2
<b>Total des inscrits (2015-2019)</b>	<b>256</b>	<b>1,011</b>	<b>118</b>	<b>345</b>	<b>113</b>	<b>155</b>	<b>6</b>

Pour le 1<sup>er</sup> cycle, c'est l'Université de Montréal qui se démarque par le plus grand nombre des inscrits presque égal à la somme des tous les inscrits des autres universités du Québec.

### *Pour le 2<sup>e</sup> cycle*

Évolution du nombre total des inscrits en mathématiques de 2015 à 2019 selon l'université pour le 2<sup>e</sup> cycle d'études.

Année	Université Laval	Université de Montréal	Université de Sherbrooke	Université du Québec	Université McGill	Université Concordia	Université Bishop's
2015	8	27	2	16	3	3	0
2016	5	20	2	17	4	5	0
2017	9	22	8	18	4	3	0
2018	6	17	3	8	5	5	0
2019	7	22	4	5	2	7	0
<b>Total des inscrits (2015-2019)</b>	<b>35</b>	<b>108</b>	<b>19</b>	<b>64</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>0</b>

Pour le 2<sup>e</sup> cycle, l'Université de Montréal est toujours en tête de liste pour le nombre des inscrits suivie de l'Université du Québec à Montréal.

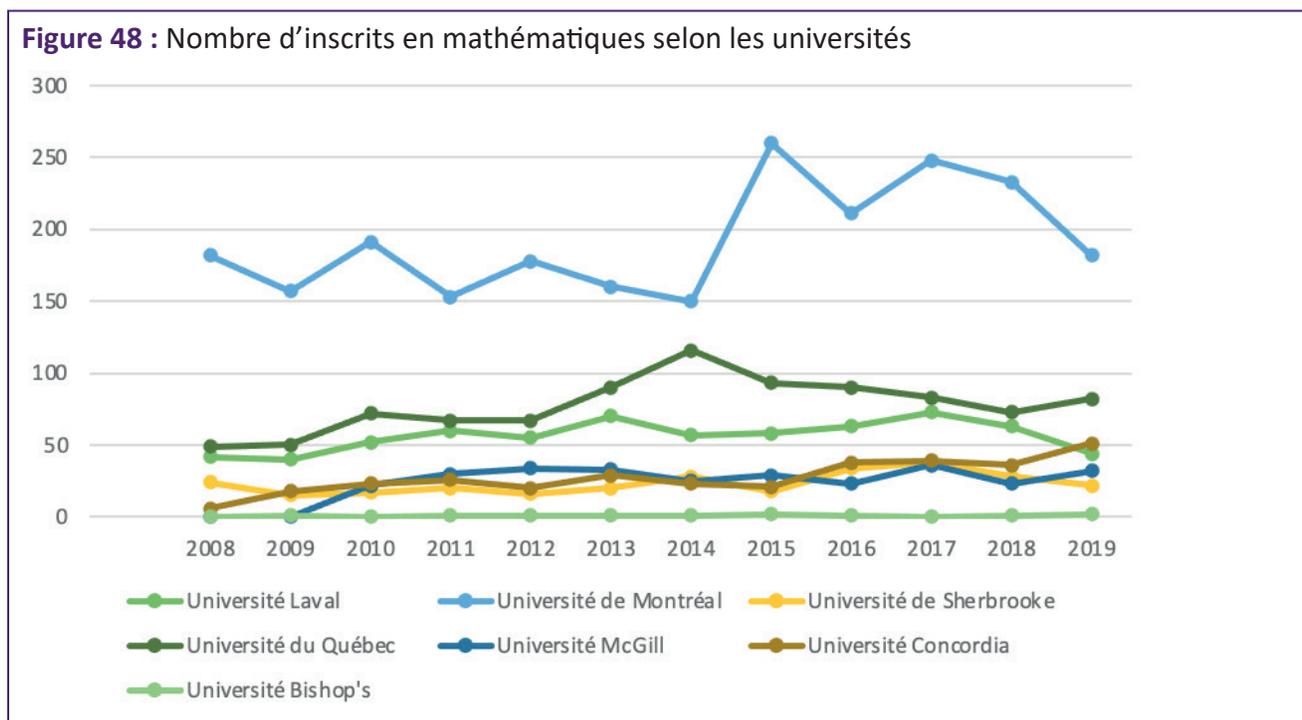
### Pour le 3<sup>e</sup> cycle

Évolution du nombre total des inscrits en mathématiques de 2015 à 2019 selon l'université pour le 3<sup>e</sup> cycle d'études.

Année	Université Laval	Université de Montréal	Université de Sherbrooke	Université du Québec	Université McGill	Université Concordia	Université Bishop's
2015	4	2	0	1	3	1	0
2016	1	2	0	3	2	1	0
2017	4	3	0	1	4	2	0
2018	0	2	0	2	0	1	0
2019	1	6	3	5	3	2	0
<b>Total des inscrits (2015-2019)</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

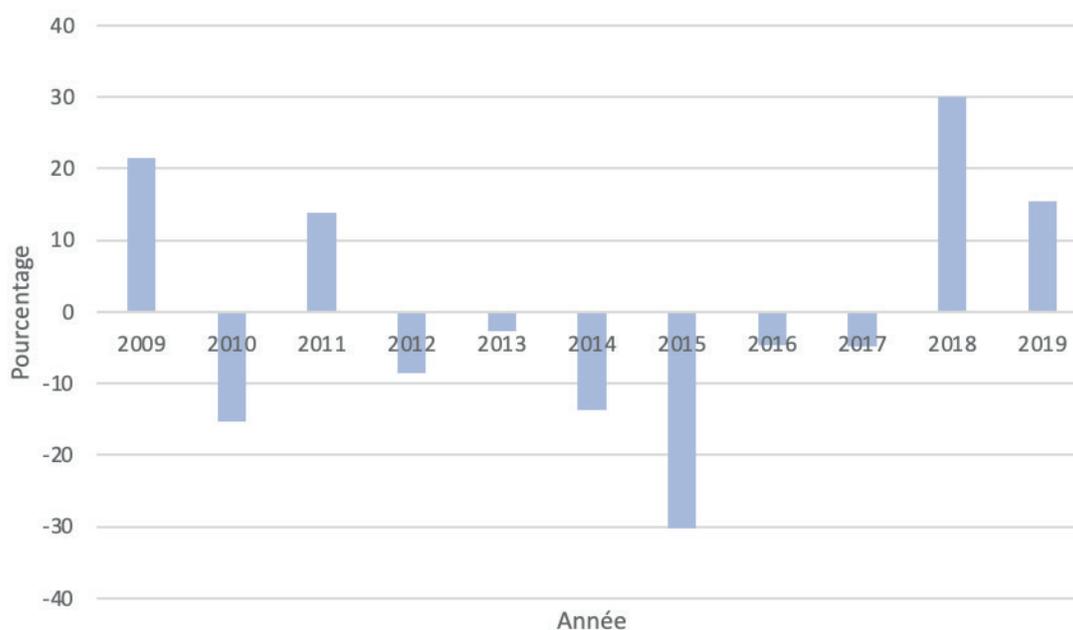
On observe que, pour le 3<sup>e</sup> cycle, l'Université de Montréal se partage les quelques inscrits en premier avec l'Université du Québec de Montréal et avec McGill.

Dans le graphique qui suit on peut voir que l'Université de Montréal a connu certain monopole entre 2014 et 2015 et un déclin depuis 2017 (figure 48).



Pour illustrer davantage cette progression spectaculaire entre 2014 et 2015 pour l'Université de Montréal, on représente les pourcentages de différence par rapport à l'année précédente.

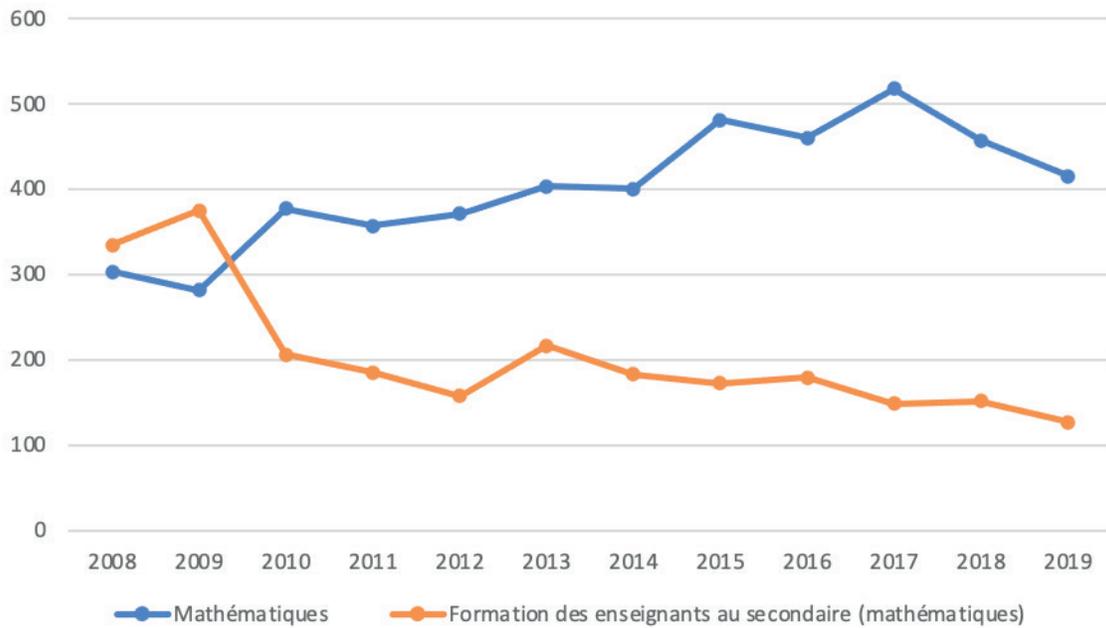
**Figure 49 :** Pourcentage de différence dans le nombre d'inscrits par rapport à l'année précédente



*Il serait intéressant de documenter, pour le domaine des mathématiques, les années 2009, 2015 et 2018.*

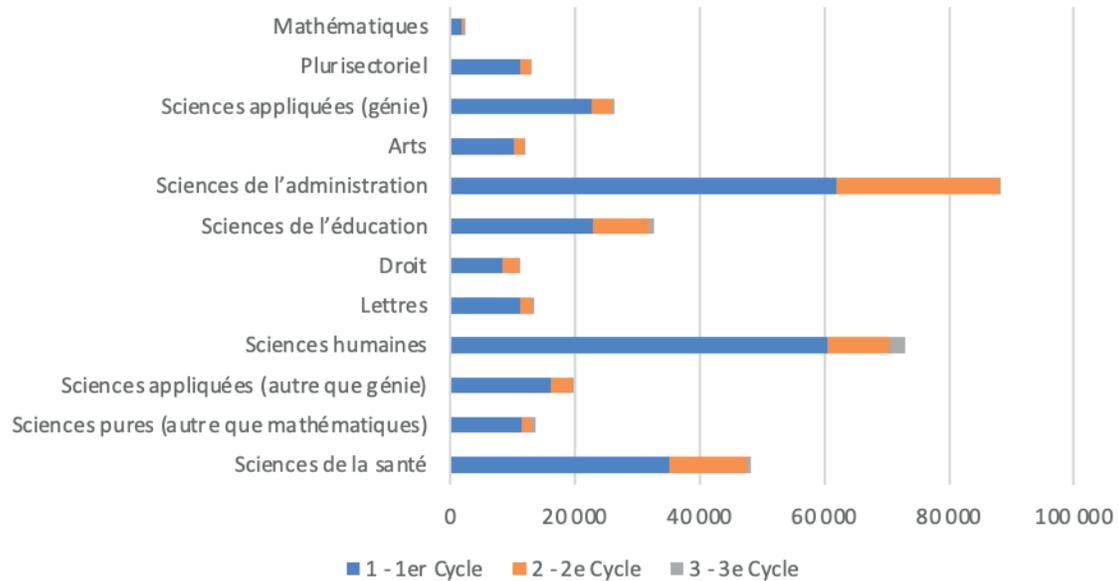
Pour faire le lien entre la formation en mathématiques et celle en enseignement des mathématiques, et surtout pour l'enseignement au secondaire, le diagramme devrait être analysé à la lumière des données des tests de TIMSS et PISA.

**Figure 50** : Nombre d'inscrits selon la discipline et l'année



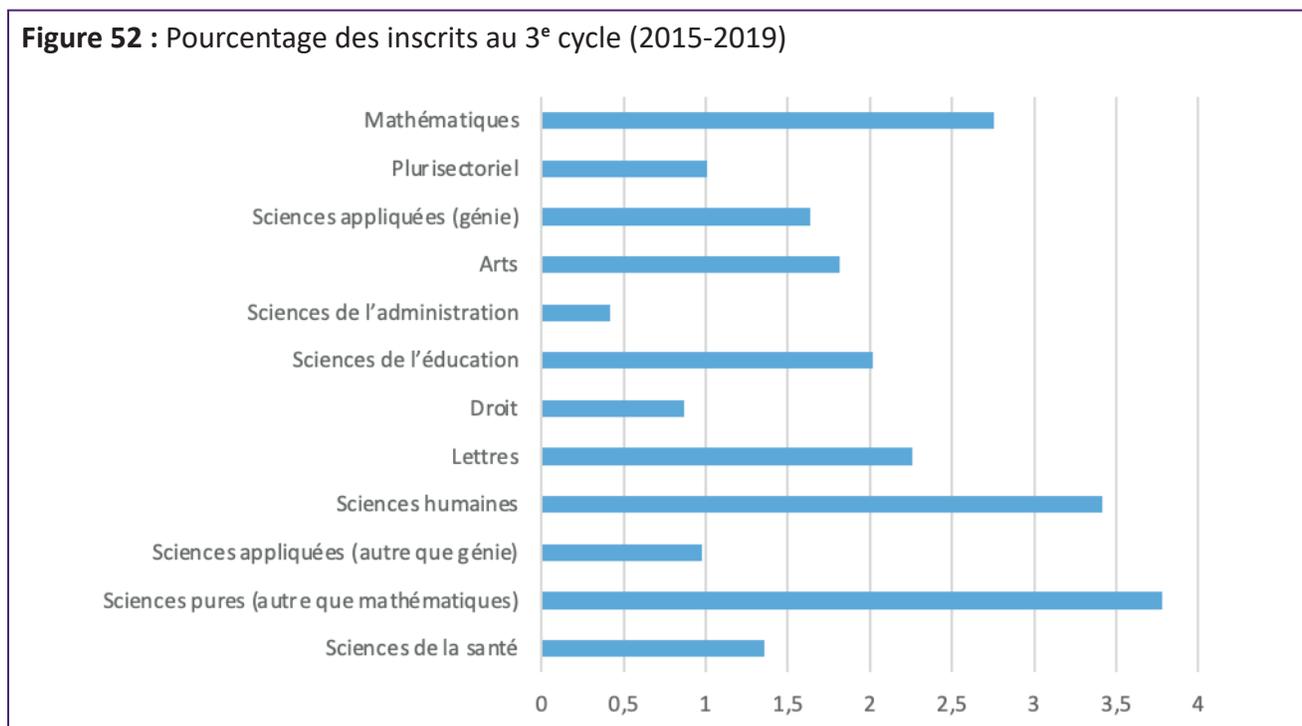
Et le pourcentage

**Figure 51** : Nombre total des inscrits (2015-2019)



On est loin du quota requis par exemple en Grande-Bretagne pour 100 doctorants par an pour assurer la relève et le défi en recherche et en innovation dans le domaine des mathématiques.

Le pourcentage des étudiants en 3<sup>e</sup> cycle par rapport aux inscrits aux 2 autres cycles.



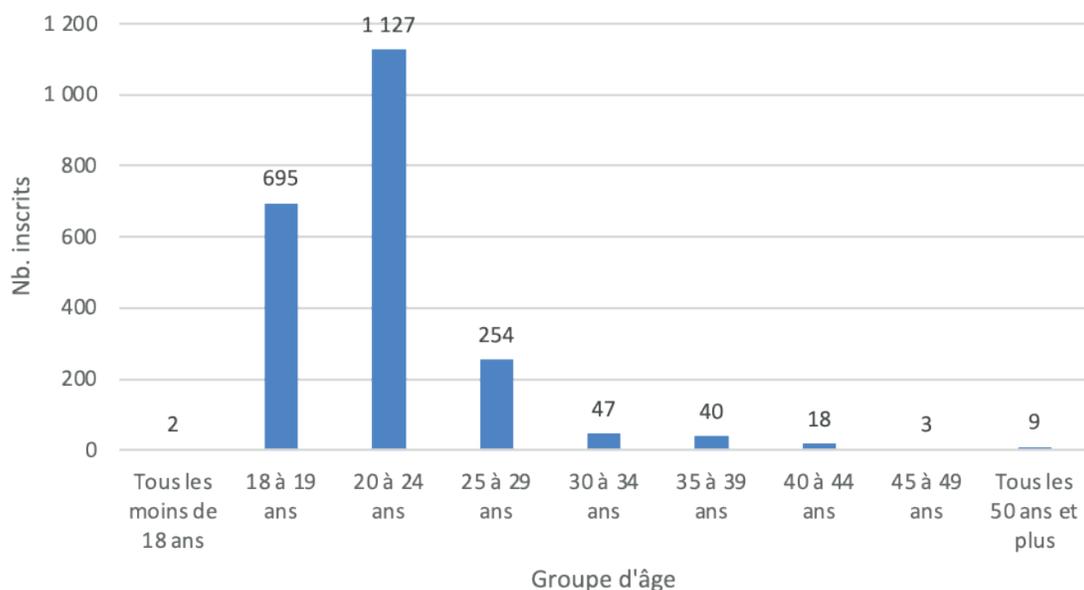
Nombre des inscrits en Formation des enseignants au secondaire (mathématiques) par université et année.

Année	Université Laval	Université de Montréal	Université de Sherbrooke	Université du Québec	Université McGill	Université Concordia	Université Bishop's
2015	28	34	20	73	16	1	0
2016	33	32	17	83	14	0	0
2017	27	21	21	68	11	0	0
2018	27	18	18	79	10	0	0
2019	20	27	15	52	13	0	0
<b>Total des inscrits (2015-2019)</b>	<b>135</b>	<b>132</b>	<b>91</b>	<b>355</b>	<b>64</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Pour la formation en enseignement au secondaire, l'Université du Québec mène le leadership, suivie de l'Université de Laval et de l'Université de Montréal.

## Selon l'âge

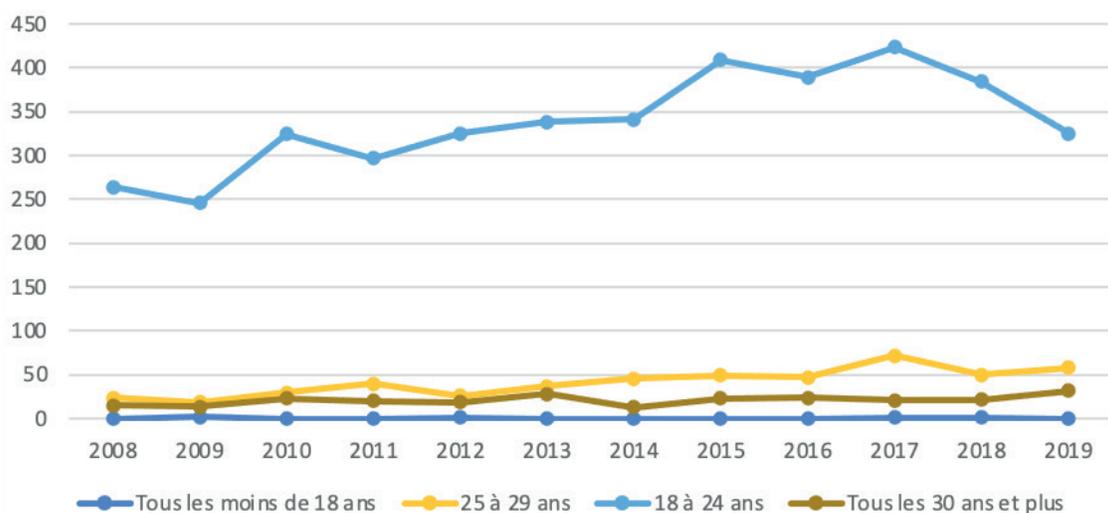
**Figure 53 :** Nombre des inscrits en mathématiques selon le groupe d'âge (2015 à 2019)



D'après les données, c'est l'intervalle 20 à 24 ans qui correspond à la tranche d'âge ayant un intérêt marqué pour les études en mathématiques. Et plus précisément, l'âge de 18 à 24 ans qui prédomine le nombre d'inscrits le plus élevé en mathématiques de 2008 à 2019.

Nombre d'inscrits en mathématiques

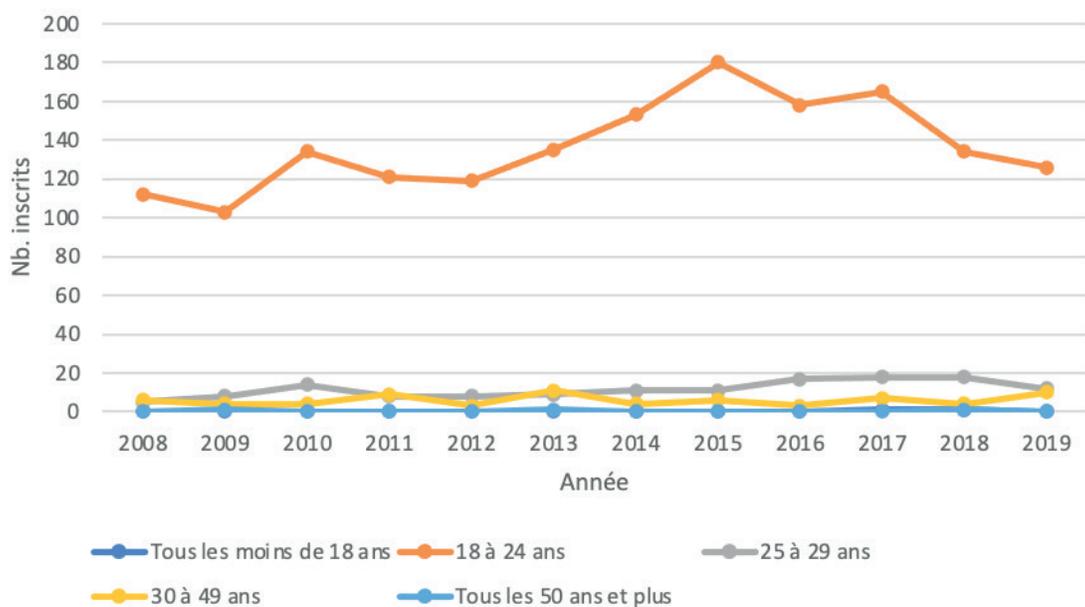
**Figure 54 :** Nombre des inscrits en mathématiques



Cette tranche d'âge, 18 à 24 ans, est importante à considérer aussi pour les filles.

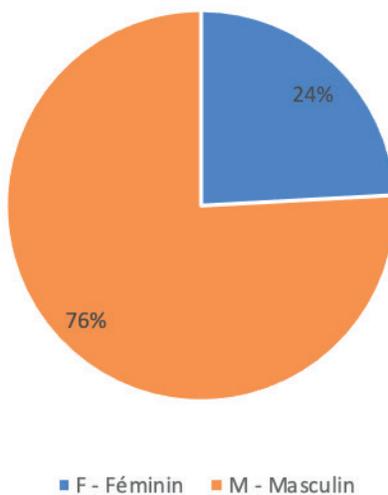
## Nombre d'inscrits en termes de genre

**Figure 55 :** Nombre des inscrits en mathématiques du sexe féminin selon l'âge

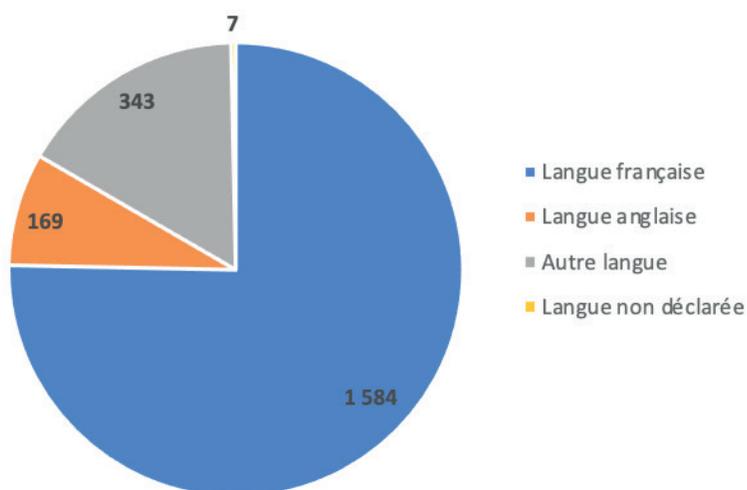


On note un déclin dans le nombre d'inscrits des filles depuis 2015.

**Figure 56 :** Pourcentage des inscrits en mathématiques au 3<sup>e</sup> cycle entre 2015 et 2019 selon le sexe des étudiants



**Figure 57** : Nombre et pourcentage des inscrits selon leur langue maternelle (2015-2019)



On note, par ailleurs, que 75 % des inscrits en mathématiques sont des francophones.

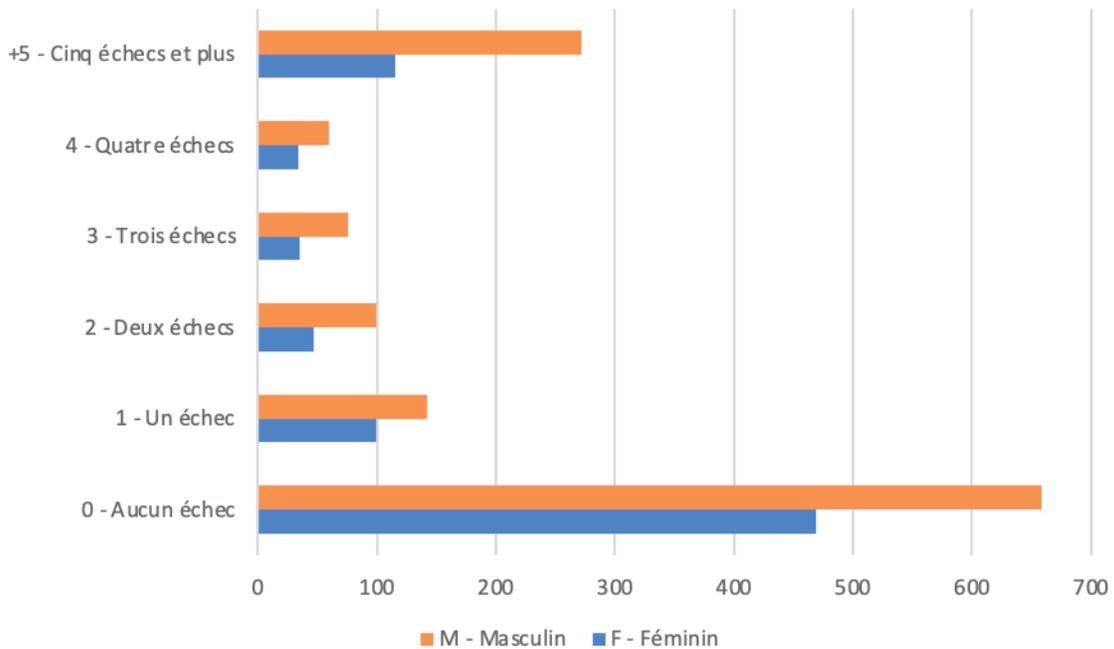
La base de données du BCI nous permet également de documenter un élément important pour le domaine des mathématiques, à savoir les expériences académiques des étudiants en mathématiques, en termes de nombre de cours échoués dans les différents programmes du DEC.

#### ***Note de la base du BCI***

« 3.2.4. Nombre de cours échoués dans le cadre d'un ou de plusieurs programmes de DEC.

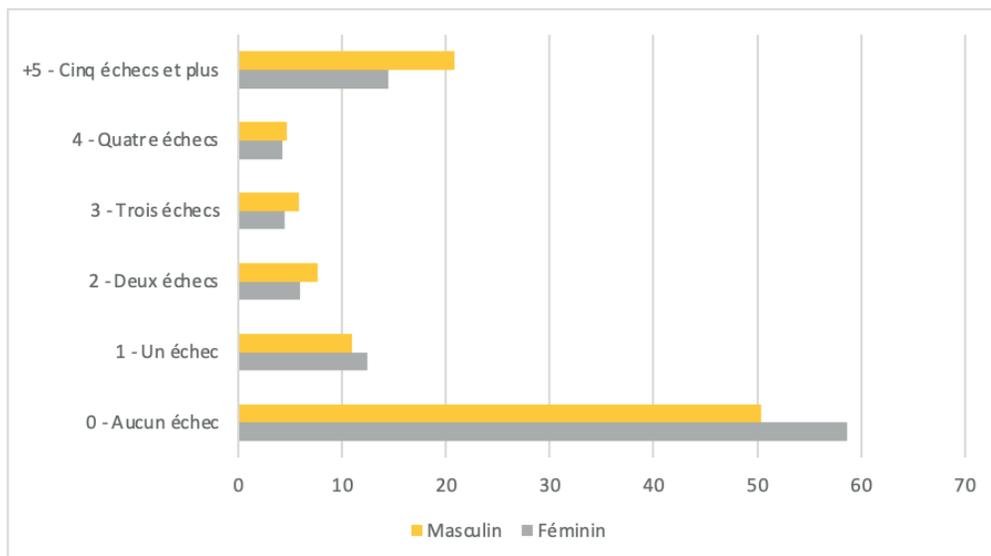
Cette dimension indique, selon un nombre prédéfini de catégories, le nombre total de cours échoués dans le cadre d'un ou de plusieurs programmes de DEC.

**Figure 58** : Nombre de cours échoués (DCE) par les inscrits en mathématiques (2015-2019) selon leur sexe



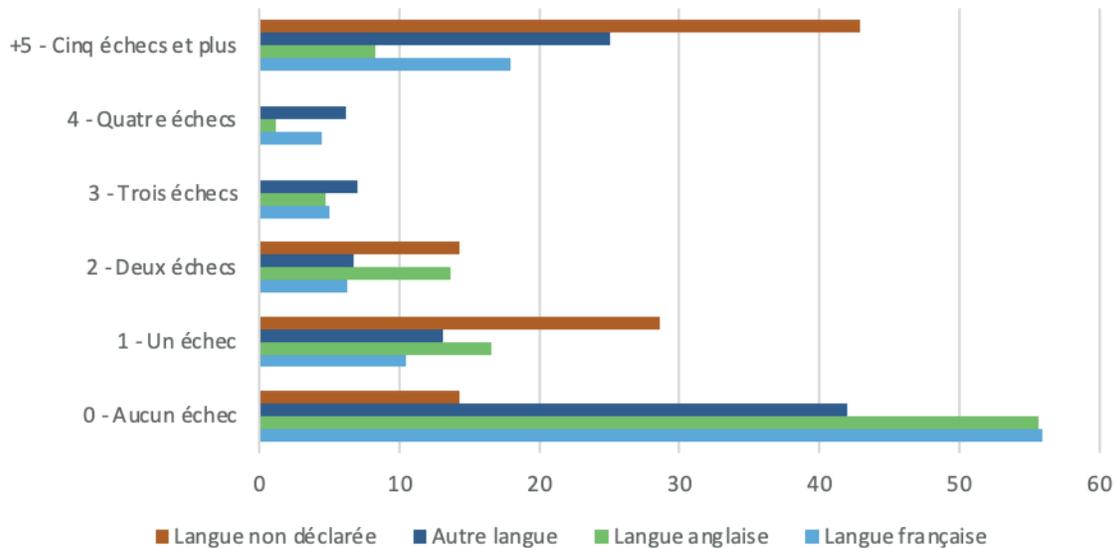
Le plus grand nombre des inscrits en mathématiques n'ont aucun échec dans les programmes du DEC.

**Figure 59** : Pourcentage des inscrits en mathématiques (2015-2019) selon le nombre des cours échoués (DCE) et le sexe



## Échec et langues

**Figure 60 :** Pourcentage des inscrits en mathématiques (2015-2019) selon le nombre des cours échoués (DCE) et la langue maternelle



Il est important de voir une corrélation entre la langue et le nombre d'échecs au niveau du DEC.

Nombre total des inscrits en mathématiques entre 2015 et 2019 selon leurs collèges de provenance.

Universités du Québec	Nombre total des inscrits en mathématiques entre 2015 et 2019
Abitibi-Témiscamingue	11
Bas-Saint-Laurent	34
Capitale-Nationale	187
Centre-du-Québec	34
Chaudière-Appalaches	43
Côte-Nord	8
Estrie	48
Gaspésie--Îles-de-la-Madeleine	5
Lanaudière	87
Laurentides	117
Laval	70
Mauricie	78
Montréal	274
Outaouais	27
Saguenay--Lac-Saint-Jean	61

Nombre total des inscrits en Formation des enseignants au secondaire (mathématiques) entre 2015 et 2019 selon leurs collèges de provenance.

Collègues de provenance	Nombre total des inscrits en Formation des enseignants au secondaire (mathématiques) entre 2015 et 2019
Abitibi-Témiscamingue	17
Bas-Saint-Laurent	27
<b>Capitale- Nationale</b>	<b>81</b>
Centre-du- Québec	21
Chaudière- Appalaches	29
Côte-Nord	8
Estrie	21
Gaspésie--Îles-de-la-Madeleine	4
Lanaudière	46
Laurentides	40
Laval	44
Mauricie	39
<b>Montérégie</b>	<b>96</b>
<b>Montréal</b>	<b>239</b>
Outaouais	29
Saguenay--Lac-Saint-Jean	24

Aussi bien pour les collègues que pour la formation des enseignants du secondaire, Montréal occupe une place importante -et sans égale- pour le domaine des mathématiques.

**TROISIÈME PARTIE**  
Données BCI : domaines connexes

## Introduction

Dans cette troisième partie du rapport sur le portrait du Québec dans le domaine des mathématiques, nous adoptons une certaine posture par rapport à trois problématiques en lien avec : la question genre, le statut des étudiants, et ce qui contraste dans les effectifs des inscrits dans les domaines des sciences pures, appliquées et en génie. Notre posture s'appuie, d'une part, sur les stratégies et les politiques adoptées par certains pays face à la pénurie sévère que connaît le domaine des mathématiques et celui des STIM, stratégies et politiques qui s'avèrent effectives à certains égards. Et d'autre part, nous avons opté pour la question du genre un angle d'analyse pour les données qui ne risque pas de nous ramener à un débat autour de questions complexes, mais plutôt à un usage stratégique et opérationnel des données, à l'instar de plusieurs pays. À la question du genre, nous lui avons soumis celle de taux de féminité afin préciser identifier les domaines où les filles sont majoritaires et de voir dans l'évolution de cette représentation féminine dans le temps, s'il est possible d'identifier certaines corrélations. La participation des femmes dans des domaines prioritaires comme les mathématiques et les STIM où sévit une sévère pénurie est urgente et un facteur économique déterminant pour plusieurs pays.

Dans notre exploitation des données du BCI, nous avons élargi l'éventail des données explorées à des domaines très connexes aux mathématiques, ceux qui directement ou indirectement ont une incidence sur STIM et/ou sont des espaces de transfert des savoirs mathématiques.

Les rapports de l'OCDE et de l'UNESCO soulignent depuis plusieurs années la pénurie présagée- à l'échelle mondiale- dans les domaines des mathématiques et de ses domaines connexes, en particulier, ceux en lien avec les STIM. Déjà en 2000 – 20 ans- les ÉU sonnaient l'alarme. Les ÉU s'inquiétaient de leur 29<sup>e</sup> rang (sur 109 pays) en termes de pourcentage des diplômés dans le domaine des mathématiques et des sciences (pour la tranche d'âge de 24 ans). On y menait déjà des analyses fines sur le pourcentage de ses PhD en termes de statuts des étudiants : en 2000, 50 % de ses PhD en sciences sont issus de l'immigration alors qu'en 1990, ils ne représentaient que 27 % (pour la tranche d'âge de moins de 45 ans). De ce constat, des politiques ont été formulées pour résoudre le défi STIM<sup>13</sup> (k-12, collègue, graduate school, work-related immigration). En 2019, les données de l'OCDE et de l'Unesco placent les ÉU en tête pour la mobilité des étudiants pour les études supérieures. À elle seule, elle s'attribue 14 % des étudiants étrangers (rapport Unesco sur la science).

En 2015, dans son rapport sur la science, l'Unesco affiche les ÉU comme pays accueillant à lui seul près de la moitié des doctorants internationaux en science et en ingénierie (49,1 %) avec 4

---

13 Position paper: addressing the STEM challenge by expanding specialty Math and Science High Schools. By Robert D. Atkinson, Janet Hugo, Dennis Lundgren, Martin J. Shapiro and Jerald Thomas. 14 NCSSMST Journal.

doctorants internationaux sur 10 inscrits dans un programme de doctorat ou un autre programme d'enseignement supérieur offerts par ses institutions (figure 2-12, Unesco 2015, voir annexes)<sup>14</sup>.

Si les statuts des étudiants et des diplômés en sciences et en génie sont investis dans l'équation de la pénurie, et par conséquent, dans les prévisions économiques des nations, la question genre est elle aussi d'actualité. Elle suscite un débat en termes d'inclusion et d'équité tout en l'exposant comme une solution -et une nécessité- pour contrer cette pénurie par le réengagement des filles et des femmes dans les domaines d'études, de recherche et de carrière professionnelle. Plusieurs chercheurs ont longtemps associé la question genre à des facteurs culturels, biologiques, de stéréotype, d'inclusion et d'exclusion, et d'équité. Les données issues de la recherche et des tests internationaux pratiquent souvent cette tendance de convertir les données en corrélation, et par la suite, en conclusions souvent de type cause-effet. Des titres genre : « *Investigating gender-equality paradox : in fairer societies, fewer women enter science* » viennent souligner les paradoxes en lien avec ses corrélations (en référant aux données publiées par *Global Gender Gap Index*, voir annexes). Par ailleurs, plusieurs recherches et études se penchent sur les corrélations entre la performance en mathématiques et les facteurs socio-économiques, le statut des élèves et des étudiants, le background des parents, etc. Ces corrélations se penchent aussi sur d'éventuelles stratégies d'immigration : *Immigrant student performance in Math : Does it matter where you come from*<sup>15</sup>?

On ne peut représenter ce portrait du Québec en mathématiques sans y inclure ces domaines connexes où s'opèrent son pouvoir, ses impacts et ses divers transferts de savoirs et connaissances. Dans sa définition des mathématiques, dans son livre « *Era of mathematics* », Bond appréhende en termes de : « *powerful, impactful and knowledge transfer* », associe aux mathématiques toute une panoplie d'industries et de secteurs qui lui sont dépendants et, plus important, un quota par année de PhD pour assurer la relève et un essor économique qui reste de plus en plus tributaire aux savoirs et connaissances mathématiques. Les mathématiques étant une sorte de gisement à ciel ouvert où sa matière première est réinvestie dans et par toutes les sciences.

C'est pour l'ensemble de ces raisons que dans cette troisième partie nous avons tenu à circonscrire le portrait du Québec en mathématiques en ne les dissociant pas des autres sciences, sciences pures et appliquées et celle du génie. Nous avons, par ailleurs, déplacé le regard de la question du genre à celle du taux de féminité dans ces disciplines et domaines. Le but de cette troisième partie est de préciser le portrait, toujours en termes de besoins, caractéristiques, tendances, zones de faiblesse et territoires

---

14 Unesco (2015). Rapport de l'Unesco sur la science.

15 Gianelli et Rapallini (2016). Immigrant student performance in Math: Does it matter where you come from?. *Economics of Education review*, 52, 291-304. Éléments saillants de l'article: «1- The immigrant-native performance gap in math is investigated using PISA 2012;2- the performance gap is lower the higher the math performance of the country of origin; 3- coming from top quintile improves the absolute score gap by nearly 33 points, 4- the coefficient is higher than those of parental education and socioeconomic status».

d'intervention et d'éventuelles hypothèses à formuler. Comment la pénurie en mathématiques se corrèle, s'accroît et se manifeste lorsque approchée en considérant les autres disciplines qui lui sont connexes est un objectif de cette troisième partie.

Dans les paragraphes qui suivent nous présentons les données du BCI en mathématiques et domaines connexes, sous un nouvel angle; celui des effectifs versus taux de féminité et statuts des étudiants dans les domaines particuliers des sciences pures, sciences appliquées et génie et pour l'ensemble des cycles : 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle. Nous précisons lorsque les données du BCI le permettent le statut des étudiants : citoyen canadien, résident permanent et étudiant étranger.

## Portrait du 1<sup>er</sup> cycle

### *Effectifs et taux de féminité*

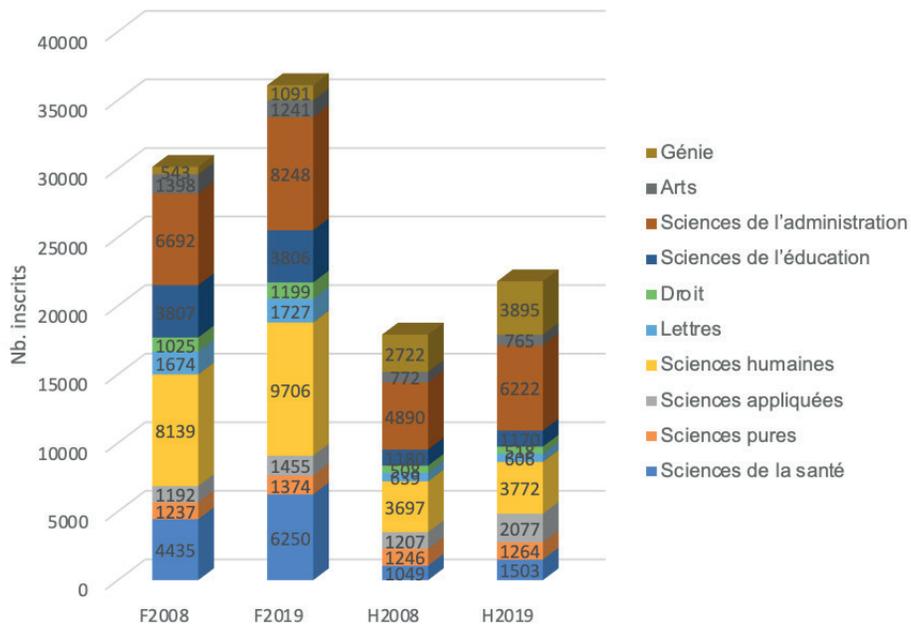
Il est toujours important lorsqu'on se penche sur la question du genre de préciser, données à l'appui, qu'en enseignement supérieur, les femmes sont majoritaires et que cette pré-dominance s'inscrit dans le temps, et qu'il est possible d'appréhender leur faible représentativité dans certaines disciplines plutôt comme un indice ou un phénomène de décrochage<sup>16</sup>. La figure 61 illustre cette prédominance en termes de nombre d'inscrits pour l'année 2008 et pour l'année 2019 (Femme et Homme) où on peut noter par comparaison :

- 1 - Faible effectif pour les sciences pures, appliquées et génie
- 2 - Nette prédominance des hommes en génie
- 3 - Légère augmentation d'inscriptions pour les femmes en génie pour 2019

---

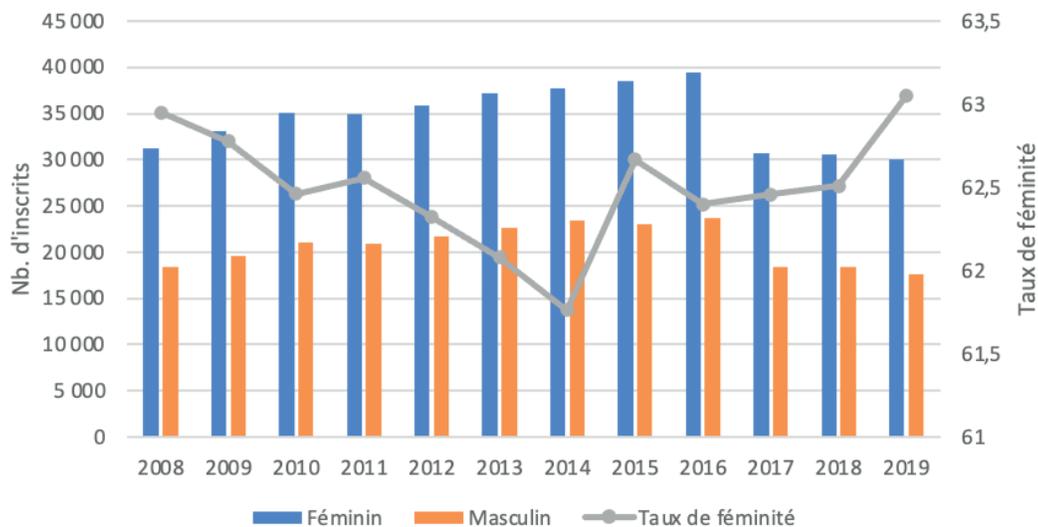
16 Plusieurs chercheurs utilisent de plus en plus le terme de rétention comme défi pour augmenter le taux de représentativité des filles dans certains domaines (Cotner et al., 2020).

**Figure 61** : Répartition des inscrits au premier cycle selon le secteur et le sexe



Il est à noter que le taux de féminité en enseignement supérieur oscille toujours autour de 60 % de l'ensemble des inscrits au 1<sup>er</sup> cycle, toutes disciplines confondues, et ce, depuis une dizaine d'années (2008-2019).

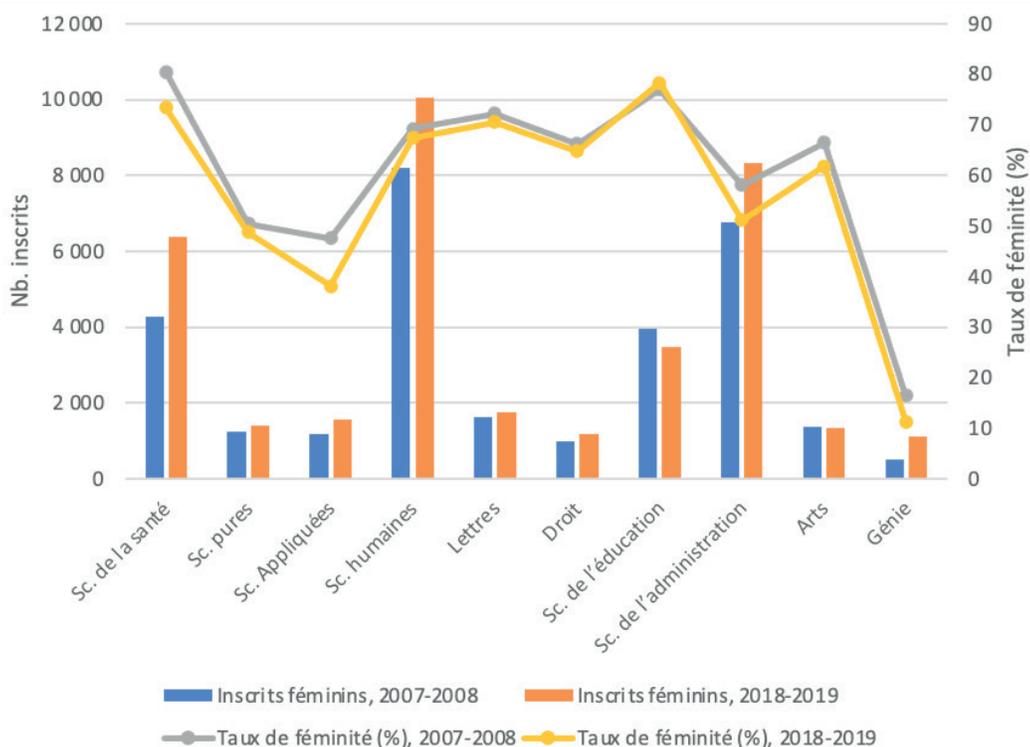
**Figure 62** : Nombre des inscrits et taux de féminité au premier cycle, toutes disciplines confondues, 2008 à 2019



Le taux de féminité est largement fonction des domaines d'études et se démarque particulièrement pour certains. Ce qui rend le taux de féminité un indice ou indicateur autour duquel plusieurs

hypothèses pourraient s'articuler, et éventuellement, autour duquel plusieurs éléments de solution pourraient être formulés.

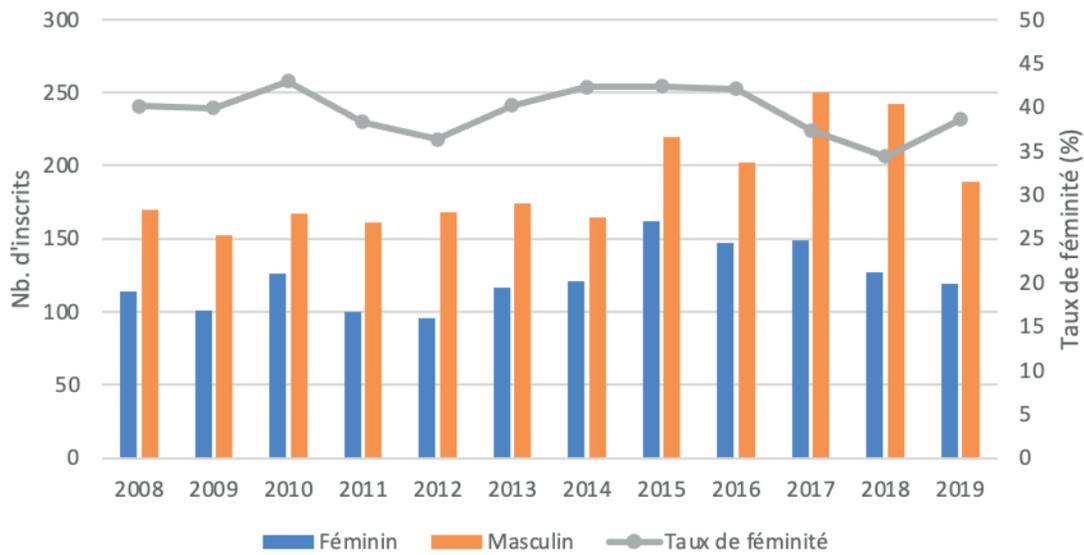
**Figure 63** : Inscriptions féminines et taux de féminité (%) au premier cycle dans tous les domaines



*On remarque que le génie présente le plus bas taux de féminité et ce taux continue de diminuer (Génie : 16,43 % 2007-2008 et 11,28 % pour 2018-2019)<sup>17</sup> et que cette diminution affecte également les sciences appliquées alors que le taux se maintient relativement bien pour les sciences pures.*

17 Le taux de féminité continue de baisser, mais le nombre d'inscrits des femmes a doublé entre 2007-2008 et 2018-2019.

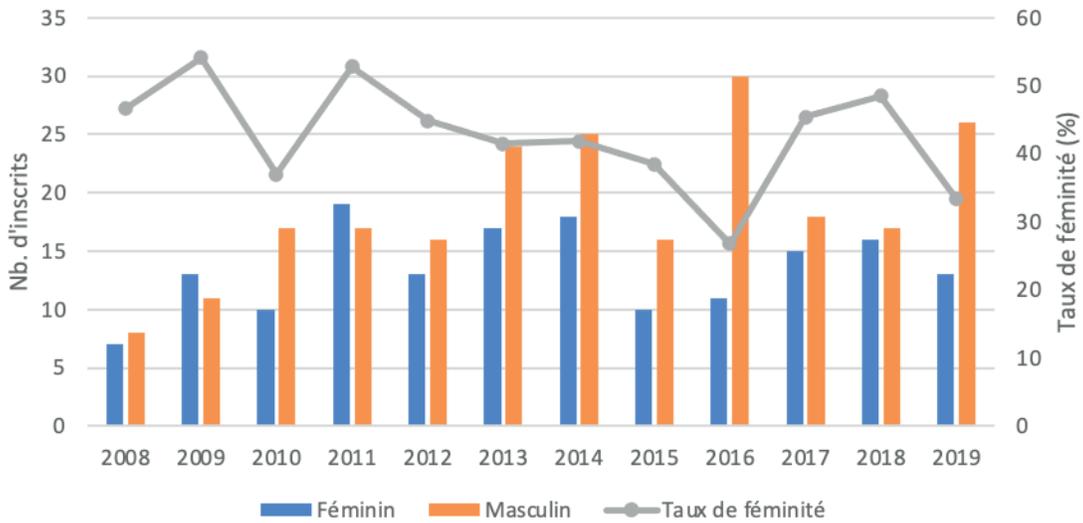
**Figure 64** : Nombre des inscrits et taux de féminité au premier cycle en mathématiques, 2008 à 2019



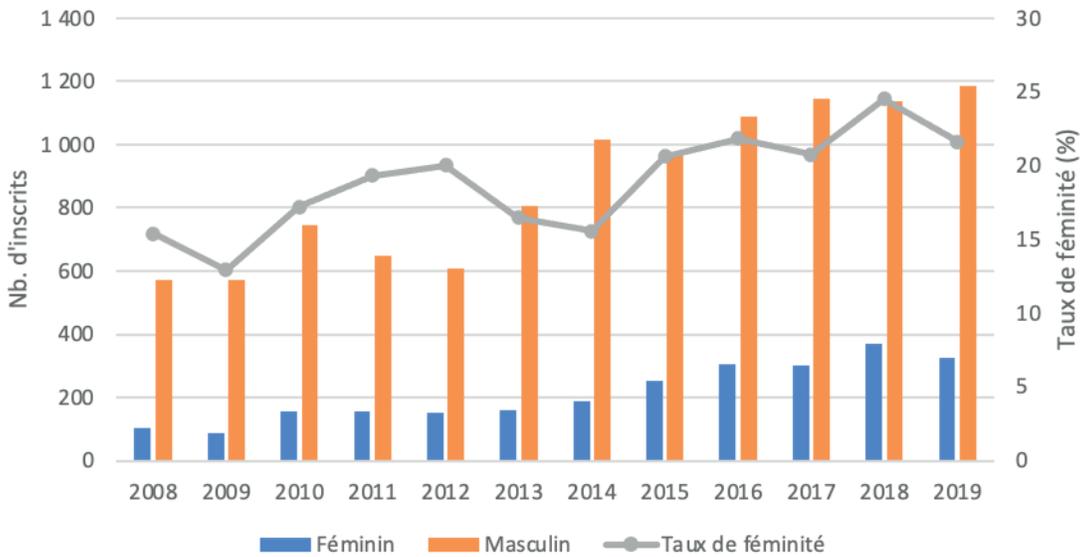
Pour le domaine particulier des mathématiques, le taux de féminité reste relativement stable avec le plus bas en 2018 (34,41 %) et une légère augmentation enregistrée pour 2019 (38,63 %). On peut noter, par ailleurs, que les pertes en termes de représentativité sont inscrites pour la période **2010-2012** et pour la période **2015-2018**.

Il est, par ailleurs, intéressant de voir comment le taux de féminité varie -et/ou oscille- pour certaines disciplines mathématiques comme c'est le cas pour les probabilités et les statistiques. Alors que ce taux était de **54,16 %** en **2009** indice que ce domaine était d'un certain intérêt des filles pour cette discipline, graduellement, c'est le nombre d'inscrits des garçons qui augmente jusqu'en **2016** qui marque le taux le plus bas de féminité pour cette discipline : **26,82 %**. On enregistre une autre chute importante de ce taux entre 2018 et 2019.

**Figure 65** : Evolution du nombre des inscriptions féminines et masculins et du taux de féminité ( %) au 1<sup>er</sup> cycle en probabilités et statistiques, 2008 à 2019



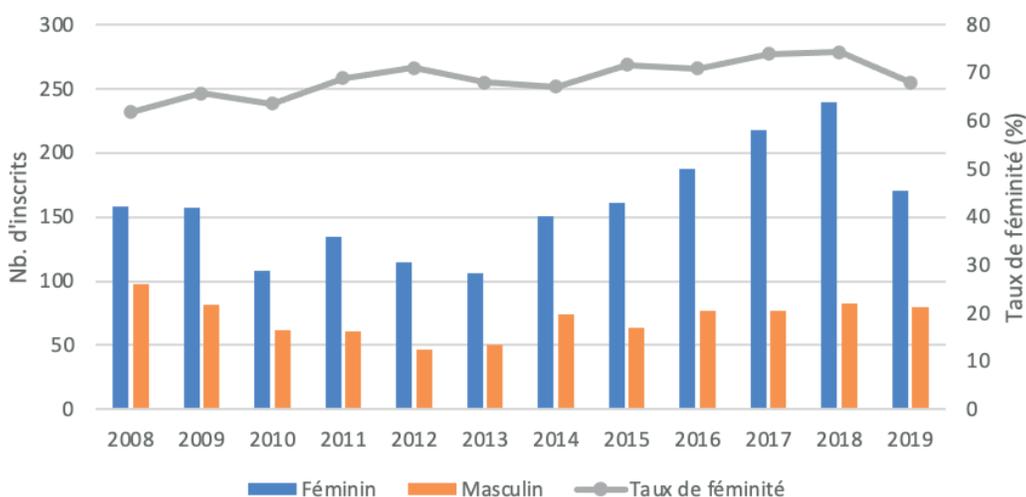
**Figure 66** : Evolution du nombre des inscriptions féminines et masculins et du taux de féminité ( %) au 1<sup>er</sup> cycle en sciences informatiques, 2008 à 2019



Le taux de féminité pour les sciences informatiques, de 2008 à 2019, vacille entre **12,91 %** en **2009** et **24,50 %** en **2018** (son **max**). Avec, une légère baisse entre 2018 et 2019.

Pour observer les fluctuations du taux de féminité, nous avons pris un autre domaine celui de l'agriculture. Le taux de féminité y est relativement stable depuis 2008. Et contrairement aux sciences informatiques, le taux de féminité se situe entre **61,71 %** (2008) et **74,22 %** (2018).

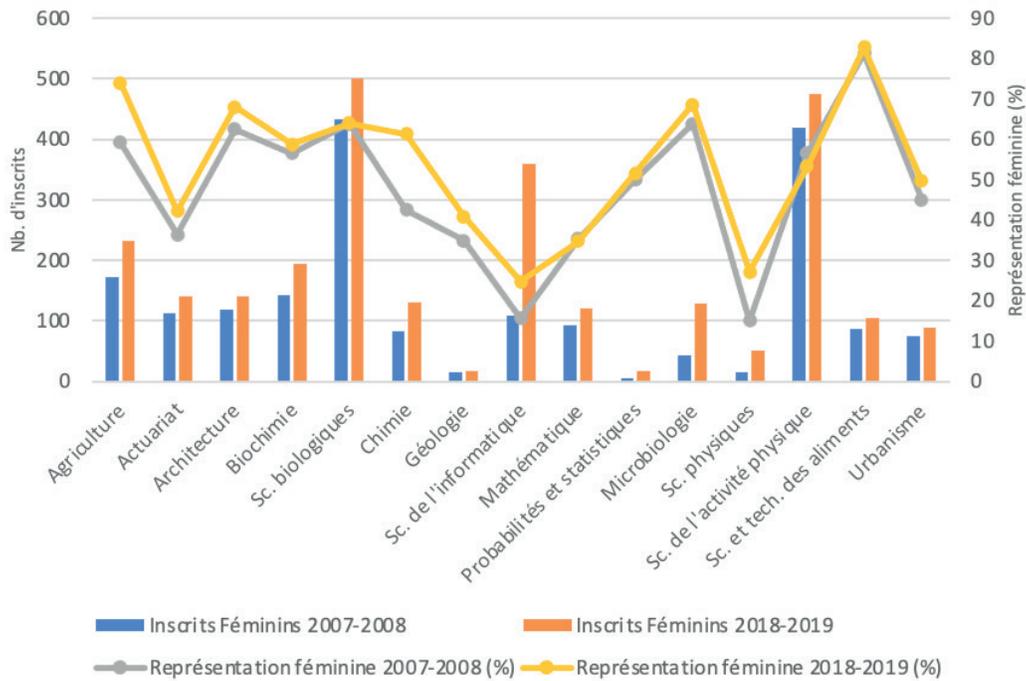
**Figure 67** : Evolution du nombre des inscriptions féminines et masculines et du taux de féminité (%) au 1<sup>er</sup> cycle en agriculture, 2008 à 2019



Pour le 1<sup>er</sup> cycle, et dans le cadre de notre projet sur les mathématiques, les taux de féminité les plus bas sont observés pour le génie et les sciences informatiques, et les taux les plus élevés pour les probabilités et les statistiques.

La figure 68 expose la représentativité des filles dans un plus large éventail de domaines.

**Figure 68** : Nombre des inscriptions féminines et représentation féminine ( %) au premier cycle dans les disciplines en sciences pures et appliquées



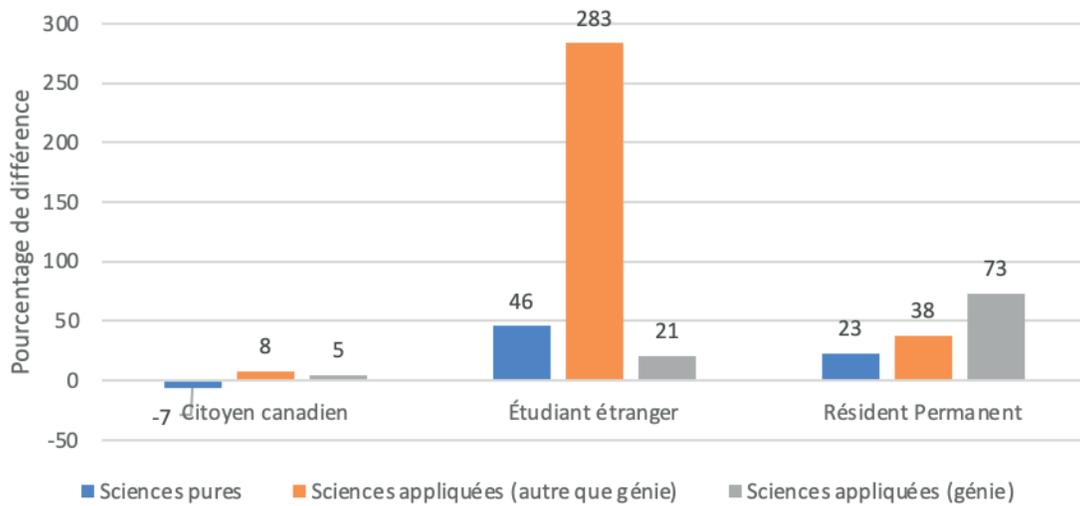
À partir de la figure 65, on voit que le taux de féminité augmente de manière significative dans les domaines suivants : en sciences physiques, en sciences informatiques, chimie et géologie.

Nous pourrions observer une importante manifestation pour les sciences informatiques avec la figure 65 (15,61 % pour **2007-2008** et **24,70 %** pour **2018-2019**).

### **Statuts des étudiants**

Pour le 1<sup>er</sup> cycle, nous nous sommes penchés également sur le statut des étudiants. D'après les données disponibles du BCI, nous avons la configuration suivante (figure 69).

**Figure 69** : Pourcentage de différence dans le nombre des inscrits en sciences pures, sciences appliquées et génie au premier cycle entre 2015 et 2019 selon leur statuts



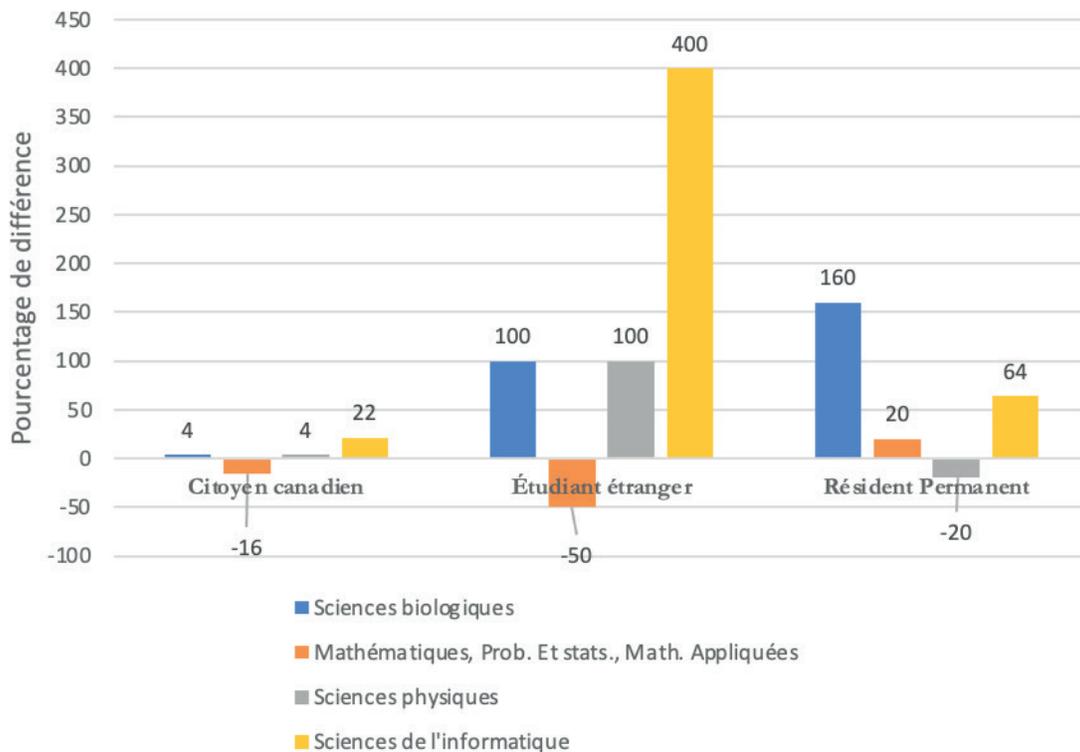
Pour représenter où réside l’apport des étudiants étrangers et résidents permanents dans la configuration du domaine des sciences pures, sciences appliquées et génie, nous avons calculé le pourcentage des différences entre les inscrits pour l’année 2015 et 2019 (figure 66)<sup>18</sup>.

*Pour le 1<sup>er</sup> cycle, les domaines des sciences pures, des sciences appliquées et du génie sont majoritairement représentés par des étudiants étrangers et des résidents permanents.*

Afin de raffiner le paysage pour le 1<sup>er</sup> cycle, nous avons exploré la configuration en termes de statuts des étudiants pour d’autres disciplines qui pourraient avoir une incidence directe ou indirecte sur les domaines qui nous intéressent dans le cadre de notre projet.

18 Les valeurs représentées sur les histogrammes indiquent le pourcentage de différence qui est égal :  $\% = \frac{\text{valeur en 2019} - \text{valeur en 2015}}{\text{valeur en 2015}} \times 100$ .

**Figure 70** : Pourcentage de différence dans le nombre des inscrits en sciences biologiques, sciences physiques, sciences de l’informatiques et en mathématiques au 1<sup>er</sup> cycle entre 2015 et 2019 selon leur statuts



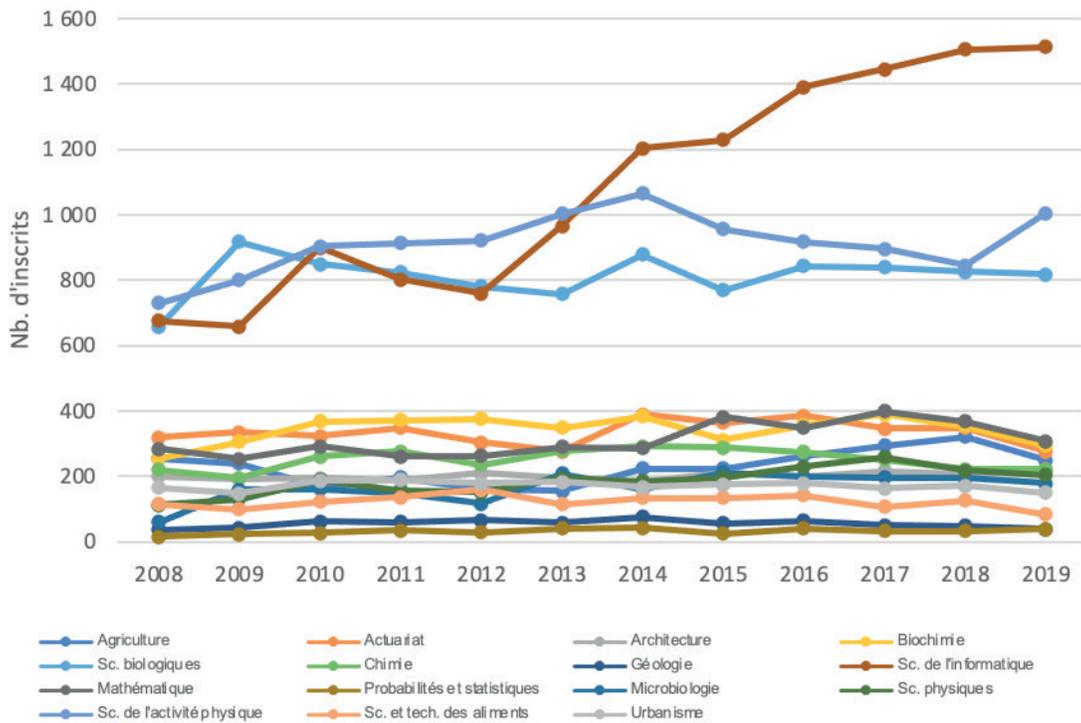
Cet exercice permet de cerner davantage les domaines qui connaissent une certaine pénurie et arrivent à compenser avec les étudiants étrangers et résidents permanents.

Plusieurs données de la base du BCI manquent pour certains statuts et rendent difficiles la lecture des représentations. Plusieurs croisements de données nous permettent, cependant, de faire certaines triangulations et avancer certains faits :

*Nette pénurie en mathématiques, probabilités-statistiques et mathématiques appliquées et en sciences physiques, avec une amélioration appréciable pour les sciences informatiques.*

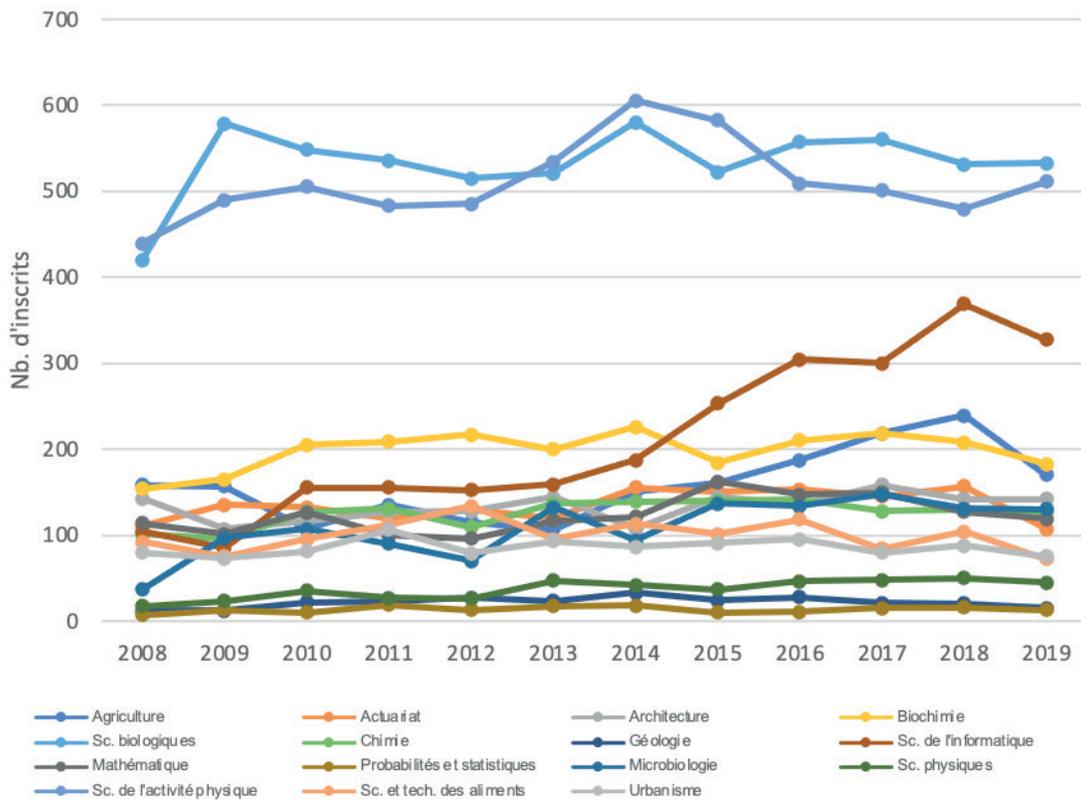
La remarque sur les sciences de l’informatique s’illustre davantage avec la figure 69 -surtout à partir de 2012- et montre comment les sciences informatiques évoluent par rapport aux mathématiques et probabilités-statistiques.

**Figure 71** : Evolution du nombre d'inscrits dans les disciplines des sciences pures et appliquées au premier cycle, 2008 à 2019



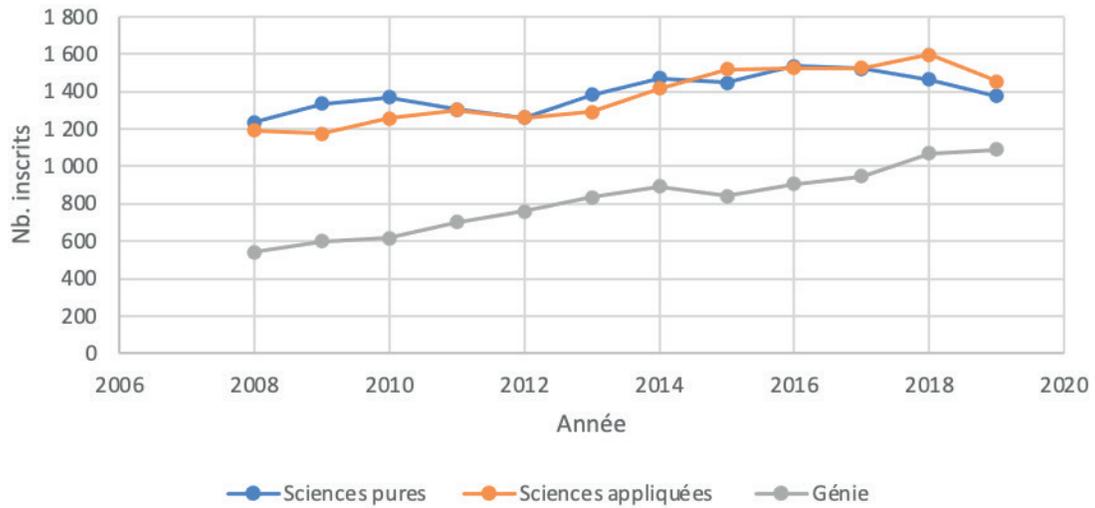
Cette performance relativement intéressante pour les sciences informatiques se manifeste par le nombre d'inscriptions féminines également à partir de 2012 et se maintient pour 2019.

**Figure 72** : Evolution du nombre des inscriptions féminines dans les disciplines des sciences pures et appliquées au premier cycle, 2008 à 2019



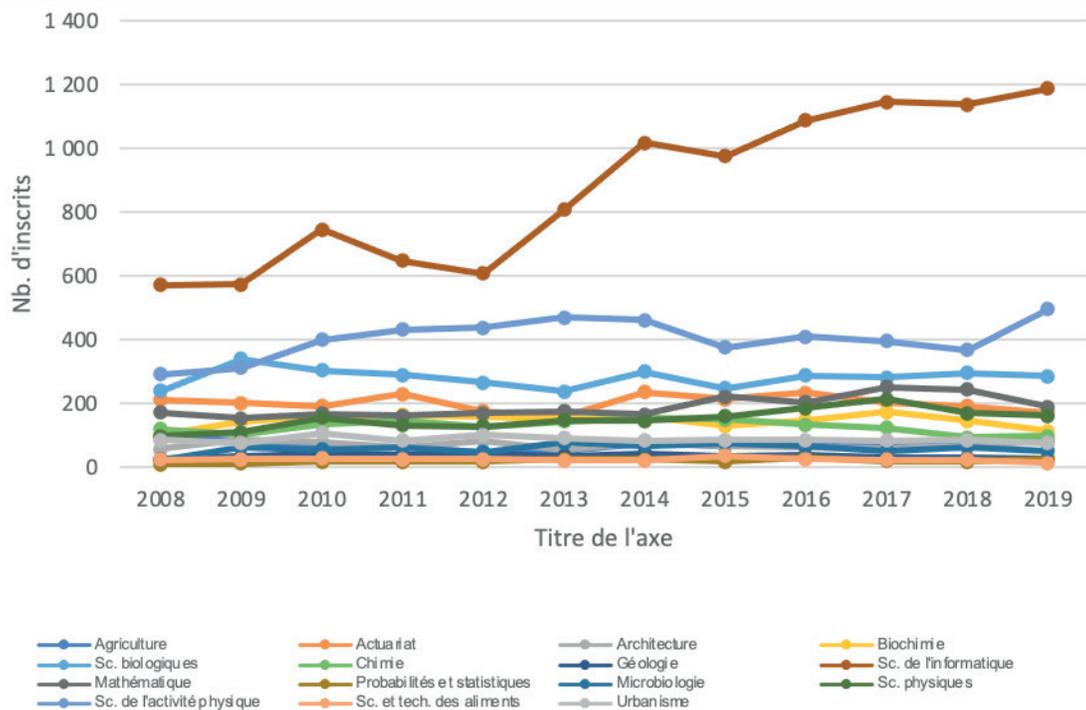
On note, par ailleurs, que les filles contribuent également dans l'augmentation des inscrits dans les domaines critiques : sciences pures, appliquées; avec même une augmentation appréciable en génie (depuis 2008).

**Figure 73** : Evolution des inscriptions féminines au premier cycle, 2008 à 2019

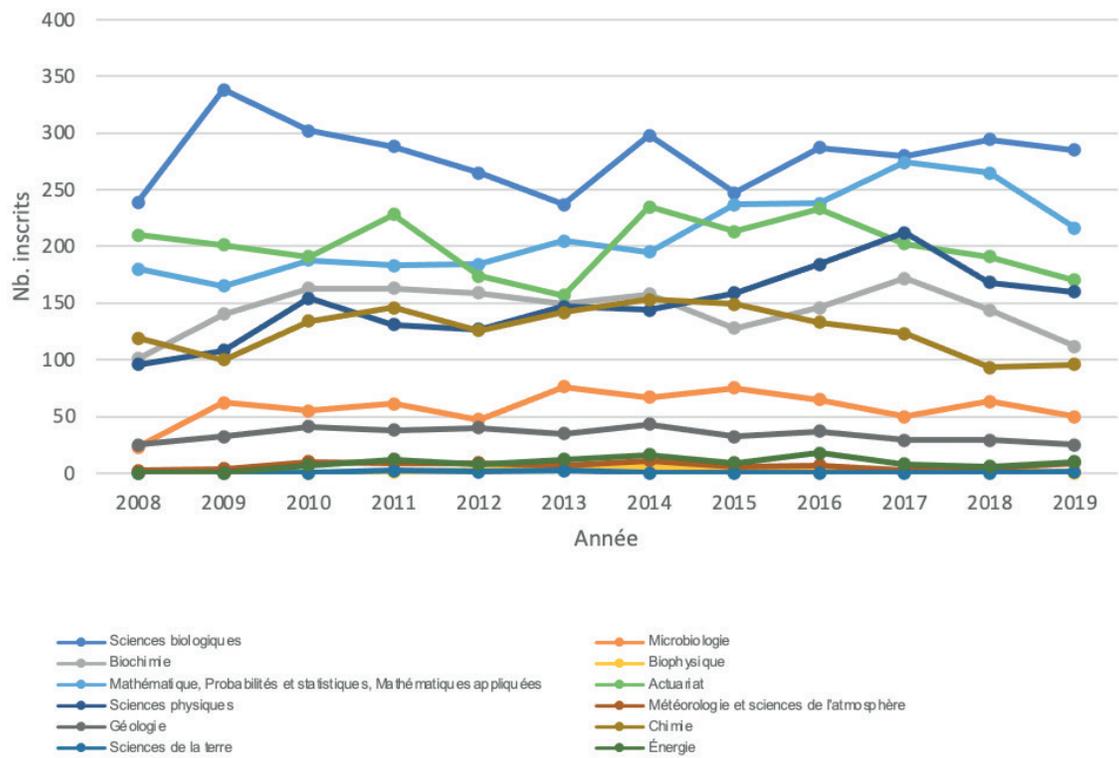


Mais, les territoires occupés par les filles diffèrent de ceux occupés par les garçons et diffèrent, par ailleurs, des territoires graduellement investis. Il s'agit d'une dynamique qui serait intéressante d'étudier; soit en termes de parcours ou de préférence. L'équivalent de la figure 71 pour les inscrits masculins est intéressante à juxtaposer. Il est, par ailleurs, intéressant également de voir comment les territoires investis par les filles diffèrent de ceux investis par les garçons.

**Figure 74 :** Evolution du nombre des inscrits masculins dans les disciplines des sciences pures et appliquées au premier cycle, 2008 à 2019



**Figure 75** : Evolution du nombre des inscrits masculins au premier cycle en sciences pures par discipline, 2008 à 2019



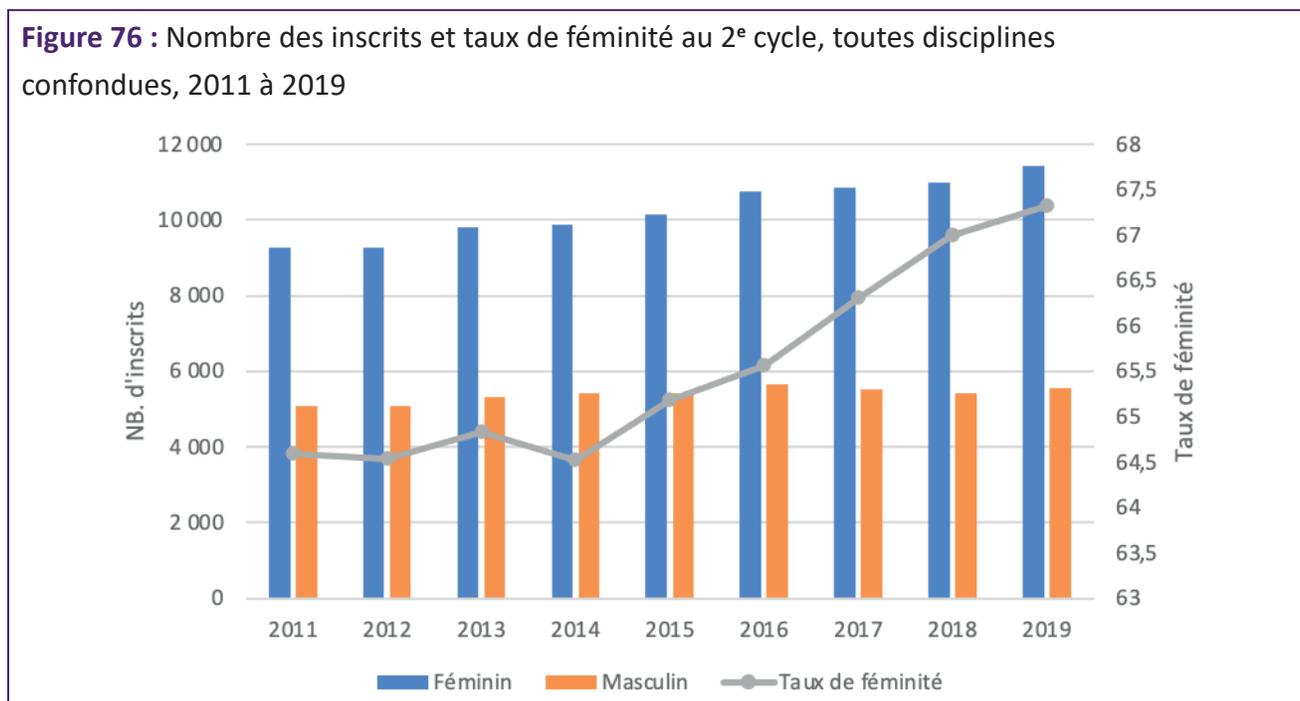
## Portrait du 2<sup>e</sup> cycle

### Effectifs et taux de féminité

La prédominance des filles en enseignement supérieur se manifeste aussi dans le 2<sup>e</sup> cycle. Le nombre d'inscriptions des **filles** continue d'augmenter : de **9 255** inscriptions (2011) à **11 411** inscriptions (2019). Le nombre d'inscriptions pour les **garçons** augmente lui également mais pas dans les mêmes proportions : **5 073** inscriptions (2011) et **5 540** inscriptions (2019).

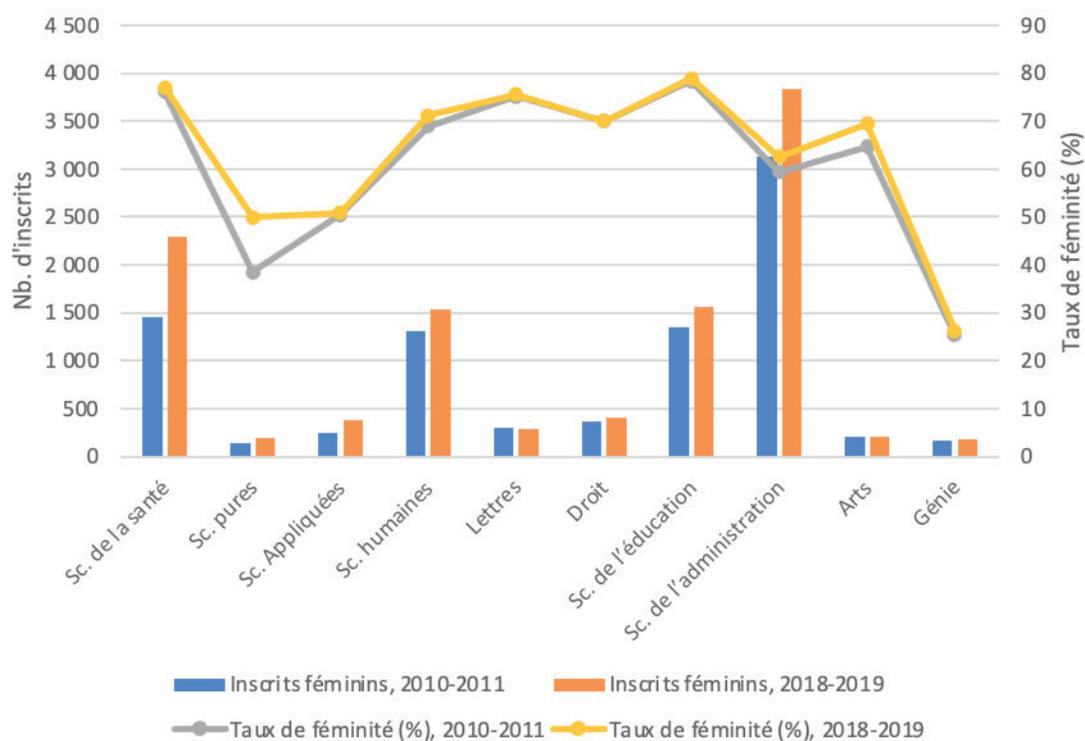
Toutes disciplines confondues, le taux de féminité pour le 2<sup>e</sup> cycle, comme l'est pour le 1<sup>er</sup> cycle, se reflète par augmentation du taux de féminité (figure 74).

Année	2011	2019
Taux de féminité	64,59%	67,31%



Mais qu'en est-il du taux de féminité des domaines qui nous intéressent : sciences appliquées, sciences pures et génie en comparaison avec les autres domaines?

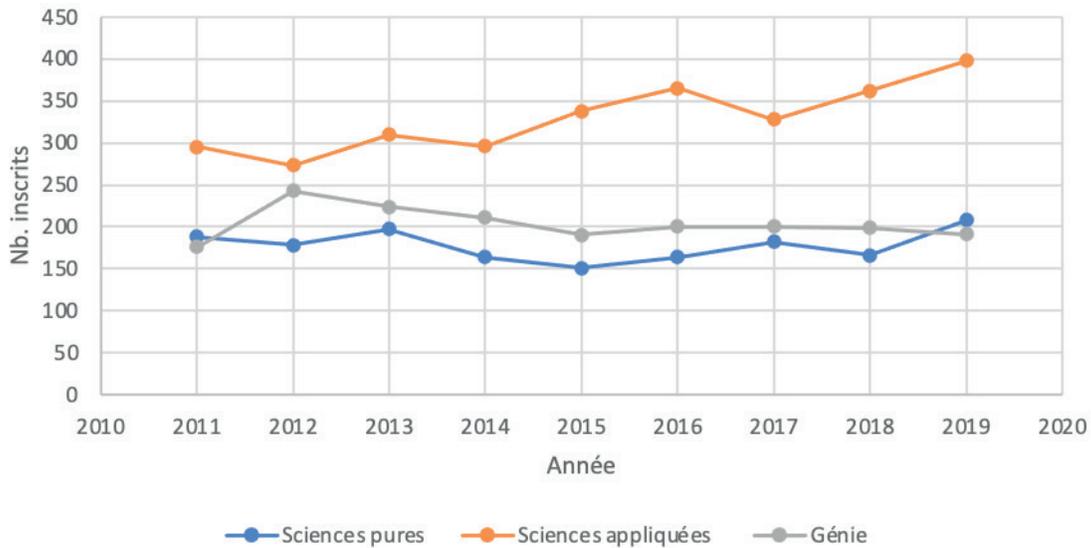
**Figure 77** : Inscriptions féminines et taux de féminité (%) au 2<sup>e</sup> cycle dans tous les domaines



Taux de féminité	Année	
	2010-2011	2018-2019
Génie	25,29	<b>26,28</b>
Sciences Pures	38,44	<b>49,86</b>
Sciences Appliquées	50,51	<b>50,81</b>

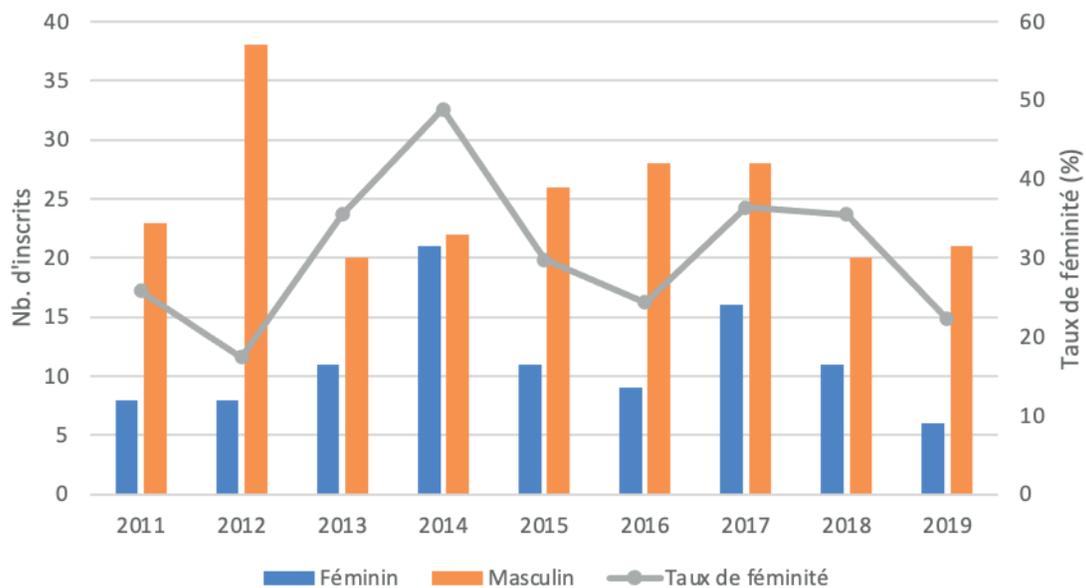
*Les mêmes observations notées pour le 1<sup>er</sup> cycle se maintiennent pour le 2<sup>e</sup> cycle : les taux de féminité les plus bas sont pour : génie, sciences appliquées, sciences pures. Mais on note une augmentation du nombre d'inscriptions des femmes pour les sciences appliquées.*

**Figure 78** : Evolution des inscriptions féminines au 2<sup>e</sup> cycle, 2011 à 2019



Pour le cas particulier des mathématiques, pour le 2<sup>e</sup> cycle, les données en lien avec le taux de féminité sont présentées dans la figure 79.

**Figure 79** : Nombre d'inscriptions selon le genre et taux de féminité au 2<sup>e</sup> cycle en mathématiques, 2011 à 2019



Pour le 2<sup>e</sup> cycle

Le taux de féminité le plus bas est enregistré en 2012 : 17,39 %

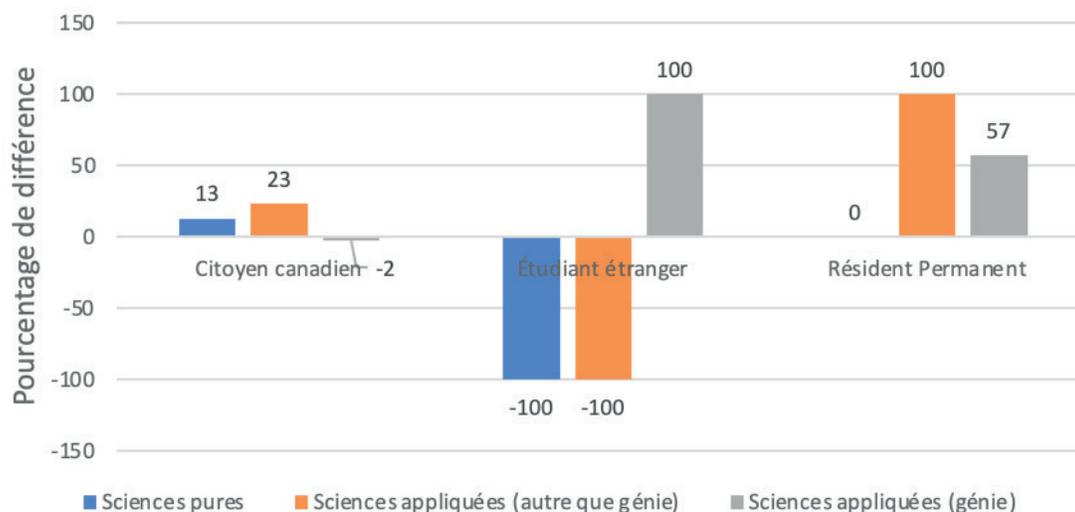
Le taux de féminité le plus élevé est enregistré en 2014 : 48,83 %

Le taux connaît un déclin et il est en 2019 : 22,22 %

## Statuts des étudiants

### Qu'en est-il du statut des étudiants pour le 2<sup>e</sup> cycle?

**Figure 80** : Pourcentage de différence dans le nombre des inscrits en sciences pures, sciences appliquées et génie au 2<sup>e</sup> cycle entre 2015 et 2019 selon leur statuts

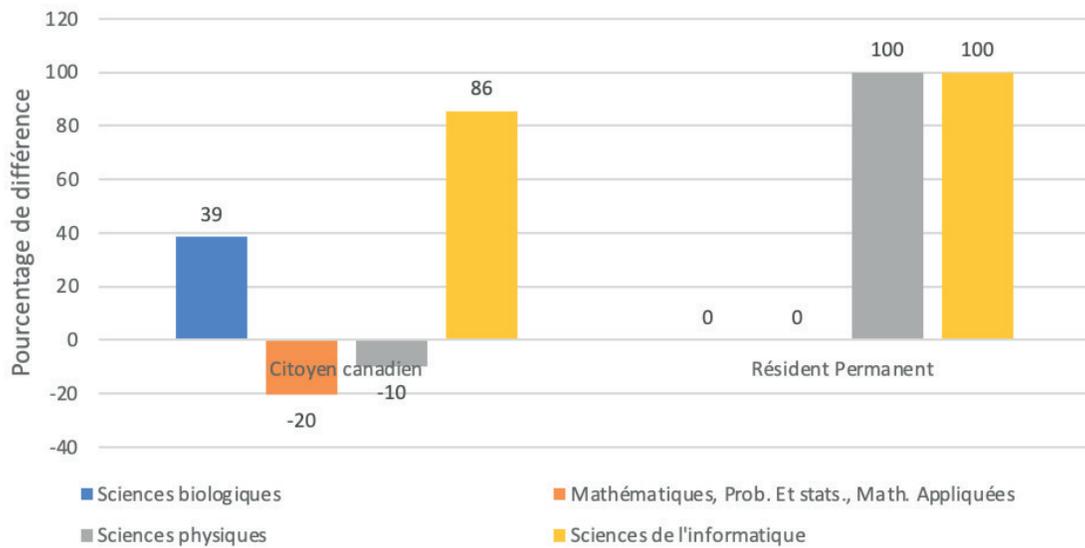


Malheureusement, plusieurs données manquent -ou ne sont pas reportées- dans la base de données du BCI ne laissant possible qu'une représentation des citoyens canadiens<sup>19</sup> qui montre une légère augmentation des inscriptions en sciences appliquées et sciences pures, mais un recul pour le génie qui est largement compensé par les étudiants ayant le statut de résident permanent.

Pour compenser l'absence de certaines données soit en lien avec les étudiants étrangers et résidents permanents, nous avons fait le même exercice que pour le 1<sup>er</sup> cycle : essayer de compenser le manque des données pour certains domaines en explorant les domaines qui leur sont connexes ou qui les représentent et où les données sont disponibles.

19 Le pourcentage 100% représente les cas où le nombre des inscrits en 2015 est égal à zéro ou non reporté et est différent de zéro en 2019.

**Figure 81** : Pourcentage de différence dans le nombre des inscrits en sciences biologiques, sciences physiques, sciences de l’informatiques et en mathématiques au 2<sup>e</sup> cycle entre 2015 et 2019 selon leur statuts

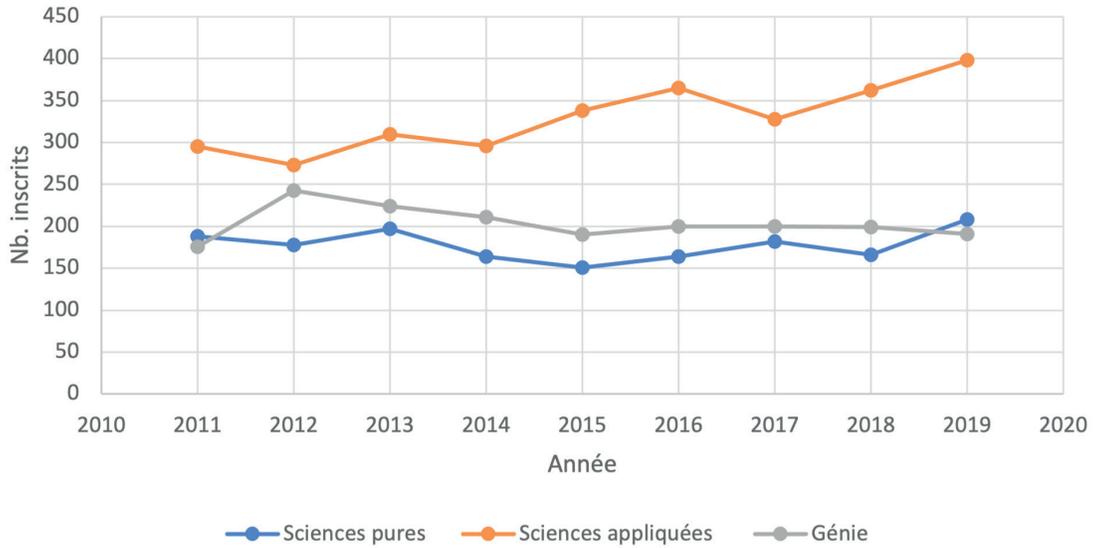


Pour le 2<sup>e</sup> cycle, même si des données sont manquantes pour les étudiants résidents permanents<sup>20</sup> et non disponibles pour les étudiants étrangers, on peut noter la pénurie qui s’accroît pour les mathématiques et les sciences physiques, avec cependant, une nette augmentation pour les sciences informatiques.

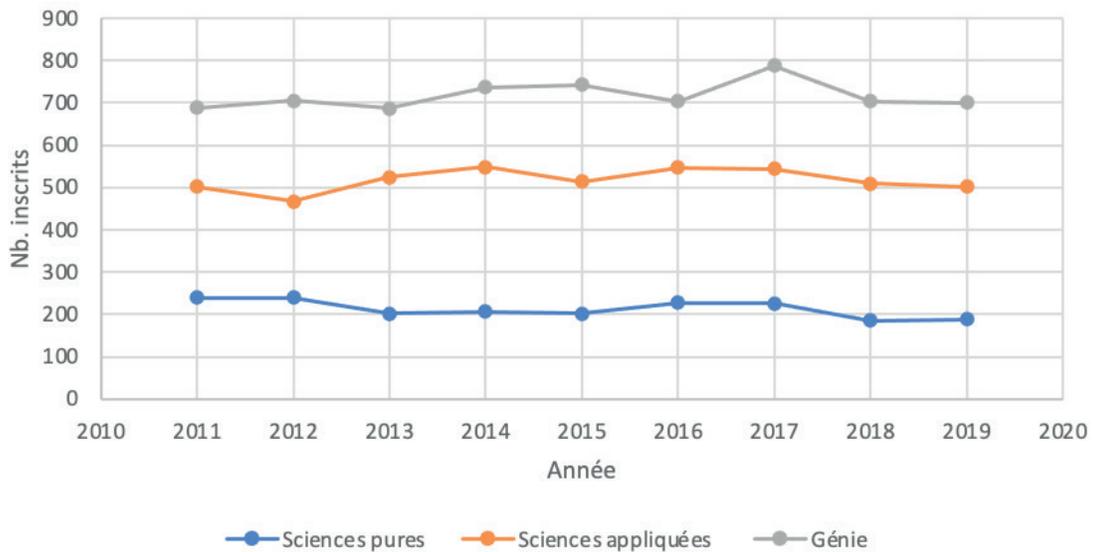
Nous présentons l’évolution des inscriptions féminines en sciences pures, appliquées et en génie à la figure 82 ainsi que l’évolution des inscriptions masculines à la figure 83.

20 Le pourcentage 0% représente le cas où le nombre des inscrits est non reporté pour 2015 et 2019. Pour le 2<sup>e</sup> cycle, les données manquent pour les étudiants étrangers.

**Figure 82 :** Evolution des inscriptions féminines au 2<sup>e</sup> cycle, 2011 à 2019



**Figure 83 :** Evolution des inscriptions masculines au 2<sup>e</sup> cycle, 2011 à 2019

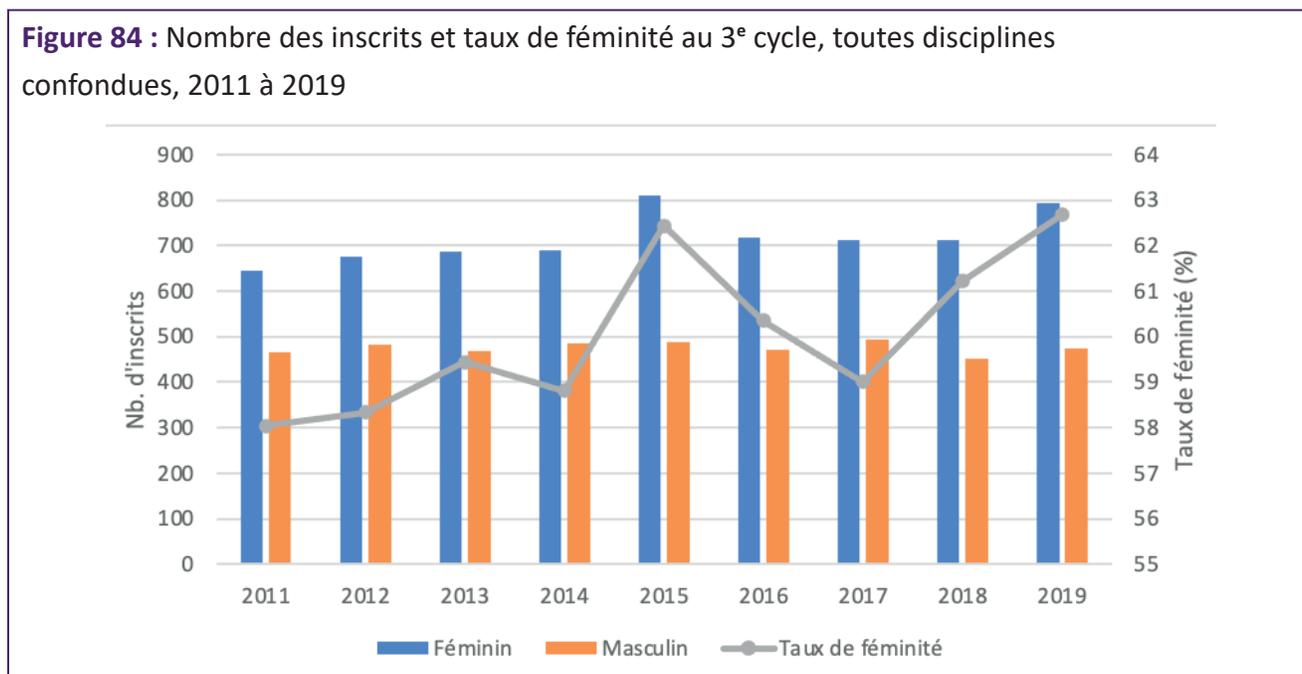


Des deux évolutions des inscrits, c'est celle des filles qui semble montrer une tendance positive pour les sciences appliquées depuis 2012.

## Portrait du 3<sup>e</sup> cycle

### Effectifs et taux de féminité

Les données pour le 3<sup>e</sup> cycle montrent plusieurs fluctuations dans l'évolution du taux de féminité que nous essaierons de préciser chaque fois que les données du BCI le permettent.

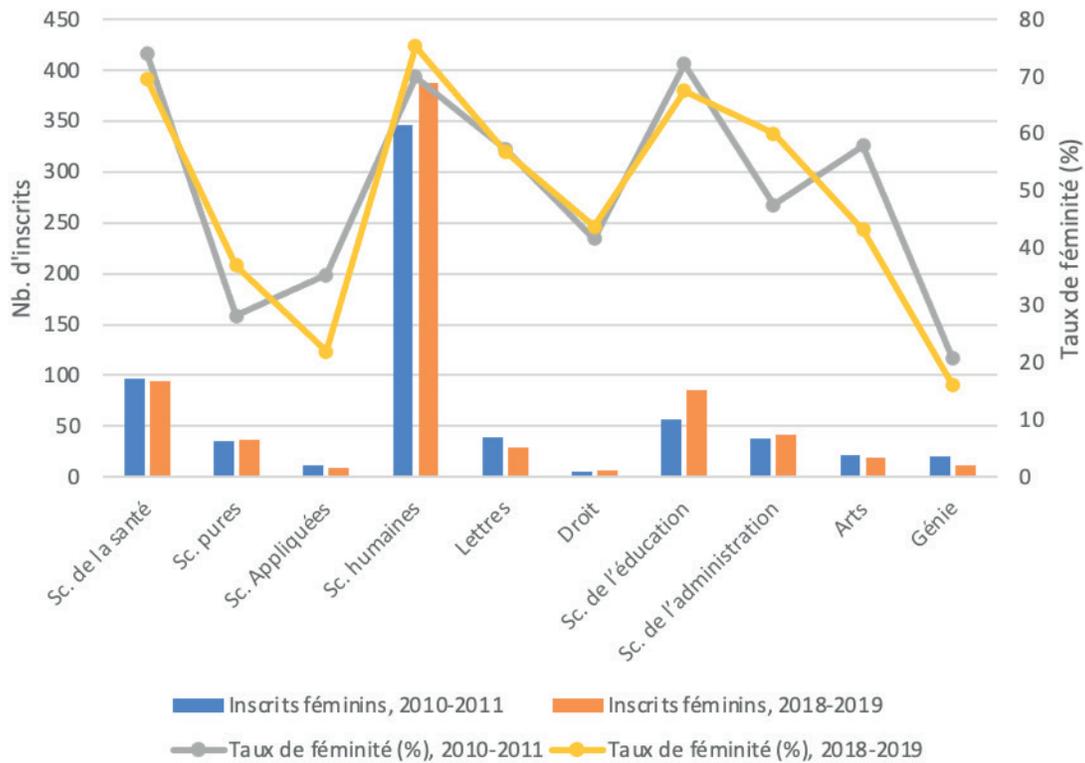


Malgré les fluctuations, le taux de féminité pour le 3<sup>e</sup> cycle reste compris entre un minimum enregistré en 2011 (58,04 %) et 2019 (62,66 %).

En 2019, on peut encore souligner qu'au Québec les femmes sont très bien représentées en enseignement supérieur et dans tous les cycles, y compris celui du 3<sup>e</sup> cycle.

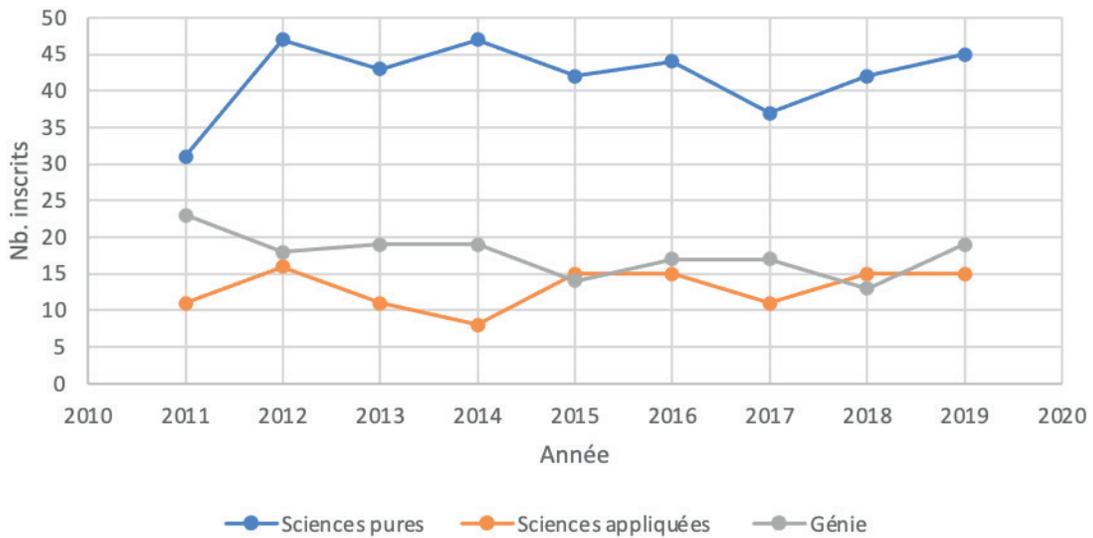
Mais, comment se présente ce taux de féminité une fois sous la loupe des domaines et secteurs?

**Figure 85 :** Inscriptions féminines et taux de féminité (%) au 3<sup>e</sup> cycle dans tous les domaines



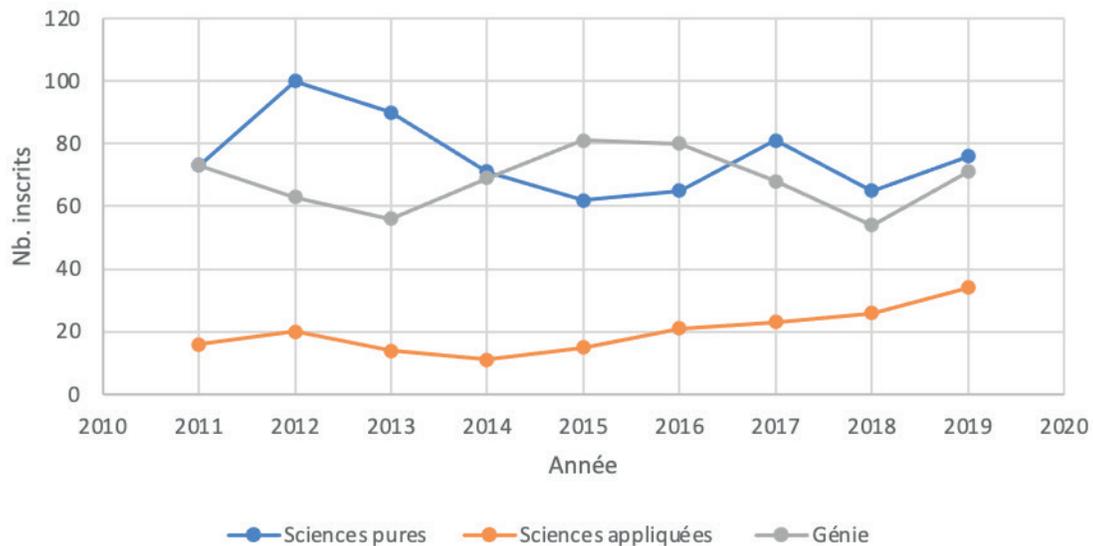
Alors que l'évolution des inscriptions féminines en génie et en sciences appliquées s'entrecroisent régulièrement depuis 2015, il semble que le domaine des sciences pures, au 3<sup>e</sup> cycle, connaît une relative augmentation des inscrits depuis 2017.

**Figure 86** : Evolution des inscriptions féminines au 3<sup>e</sup> cycle, 2011 à 2019



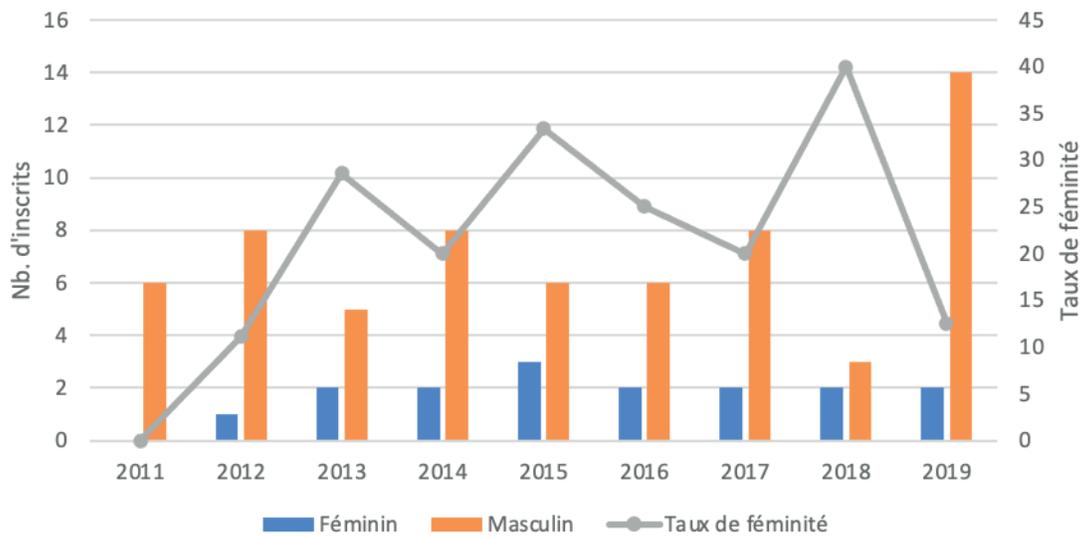
Il est intéressant, par ailleurs, de voir de nouveau, cette évolution distincte des inscriptions féminines et masculines au 3<sup>e</sup> cycle : un entrecroisement sciences appliquées-génie pour les filles, d'une part, et un entrecroisement génie-sciences pures pour les garçons, d'autre part (figure 87).

**Figure 87** : Evolution des inscriptions masculines au 3<sup>e</sup> cycle, 2011 à 2019 (sciences pures, appliquées et génie)



Pour les mathématiques, une nette augmentation des inscriptions masculines s'accompagne d'une chute du taux de féminité dans le domaine qui passe de **40 %** en 2018 à **12,5 %** en 2019.

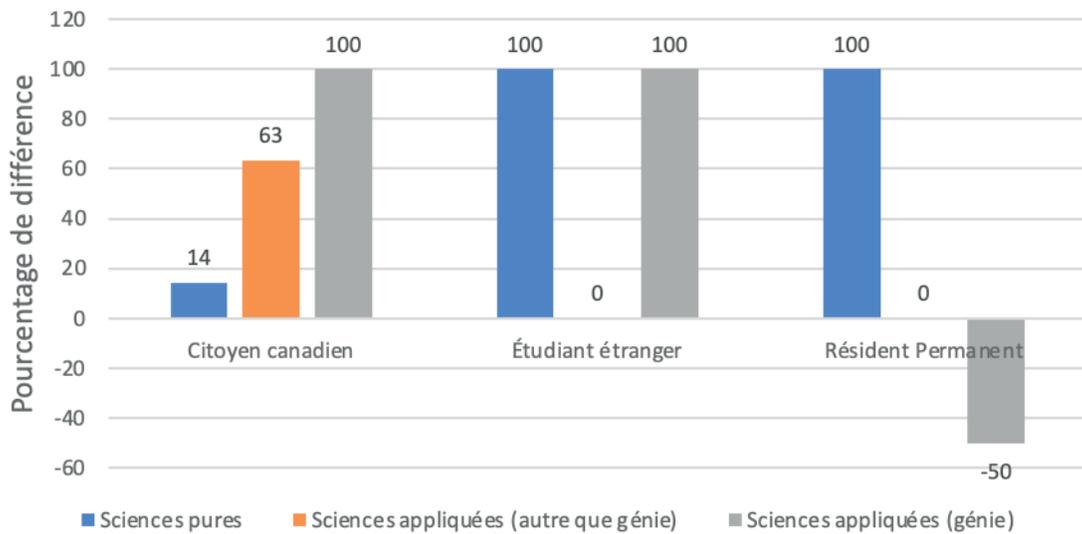
**Figure 88** : Nombre des inscrits et taux de féminité au 3<sup>e</sup> cycle en mathématiques, 2011 à 2019



Quant aux inscrits masculins, on note cette fois une sorte de croisement entre le génie et les sciences pures qui s'opère alors que les sciences appliquées semblent connaître une légère augmentation dans les inscrits masculins.

Même si plusieurs données manquent à la base de données du BCI pour présenter la configuration du 3<sup>e</sup> cycle dans les domaines qui nous intéressent, nous pouvons tout de même avoir une idée au moins pour les étudiants canadiens (figure 89).

**Figure 89** : Pourcentage de différence dans le nombre des inscrits en sciences pures, sciences appliquées et génie au 3<sup>e</sup> cycle entre 2015 et 2019 selon leur statuts



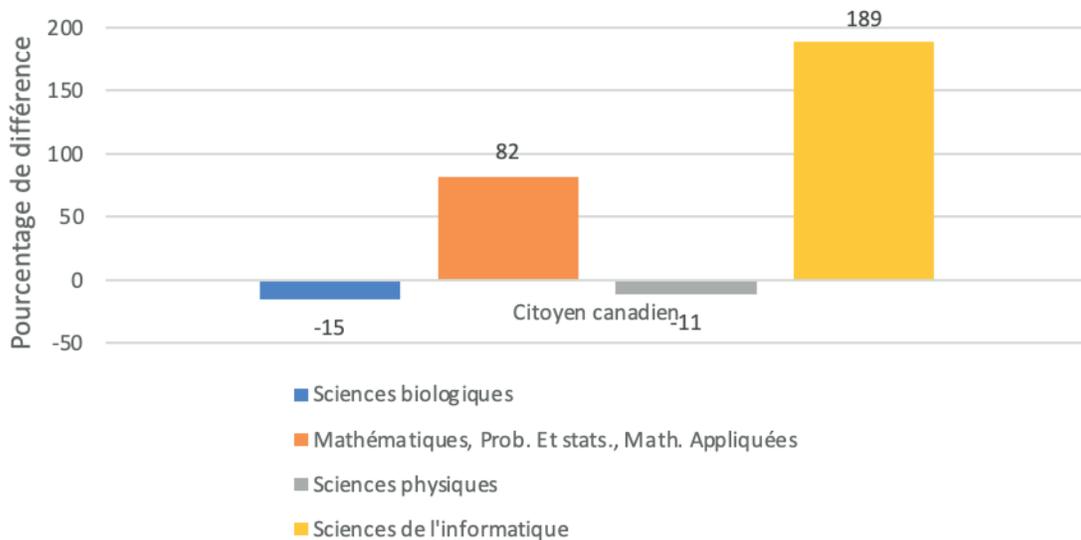
La nette augmentation des étudiants ayant le statut de citoyen canadien pourrait avoir plusieurs explications surtout en absence de données, d’une part, sur les étudiants étrangers et, d’autre part, celles des résidents permanents qui affichent une diminution de 50 %<sup>21</sup>.

Comme nous l’avons fait pour le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> cycle, nous avons tenté de représenter la configuration du 3<sup>e</sup> cycle même si les données pour les étudiants étrangers et résidents permanents ne sont pas reportées. L’absence des données en lien avec les statuts pourrait être compensée par d’autres données, pour d’autres domaines ou secteurs, ou des données de toute autre nature, celles en lien avec la tranche d’âge.

Par exemple pour les domaines des sciences biologiques, physiques, de l’informatique et des mathématiques, nous avons les données suivantes pour les étudiants citoyens canadiens (figure 90).

21 Le pourcentage 0% représente le cas où le nombre des inscrits est non reporté pour 2015 et 2019.

**Figure 90** : Pourcentage de différence dans le nombre des inscrits en sciences biologiques, sciences physiques, sciences de l’informatiques et en mathématiques au 3<sup>e</sup> cycle entre 2015 et 2019 selon leur statuts



*Il est à noter qu’en terme de pourcentage de différence, on enregistre une intéressante augmentation des nombres des inscrits en sciences de l’informatique (189 %) et de 82 % pour les mathématiques, probabilités et statistiques et mathématiques appliquées.*

## Tranches d’âge

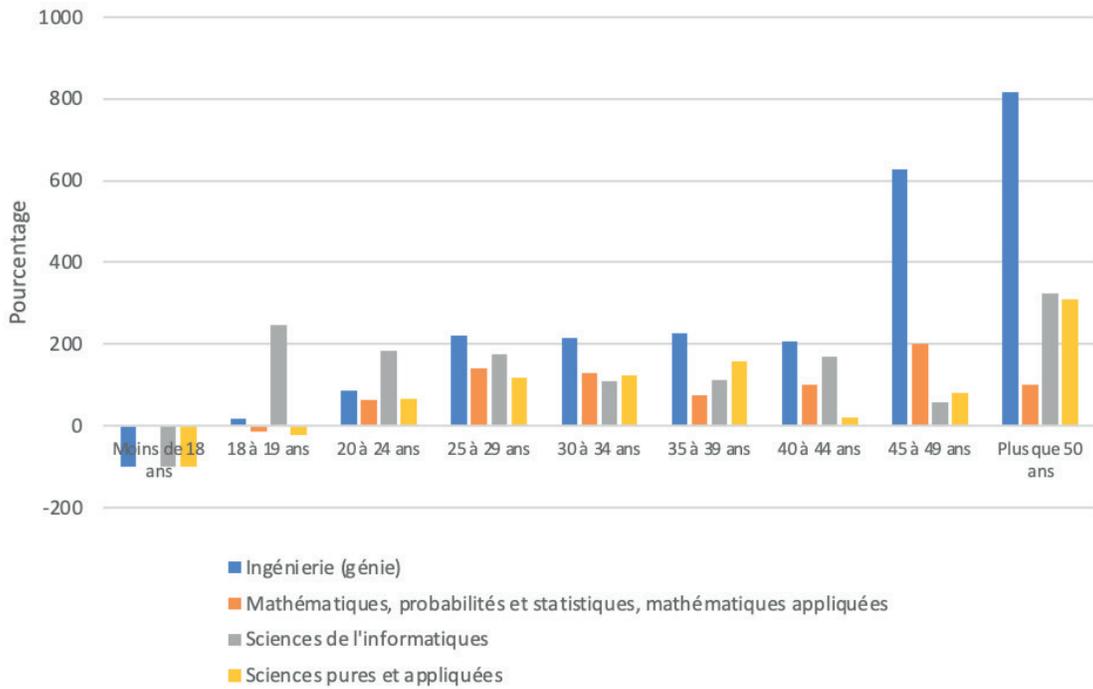
En plus du statut des étudiants, la tranche d’âge des étudiants nous semble intéressante à explorer -et à exposer- car elle pourrait contribuer soit à clarifier la problématique de la pénurie en termes de domaines, soit à apporter des éléments de solution éventuels à la problématique de la pénurie.

Dans les paragraphes qui suivent, nous survolons rapidement certaines données du BCI que nous considérons pertinentes au projet *En avant math*.

La figure 89 représente le pourcentage de différence dans les inscrits à tous les cycles entre 2008 et 2019 selon la tranche d’âge pour les domaines qui nous semblent critiques : génie, mathématiques, probabilités-statistiques et mathématiques appliquées, sciences de l’informatique, sciences pures et appliquées.

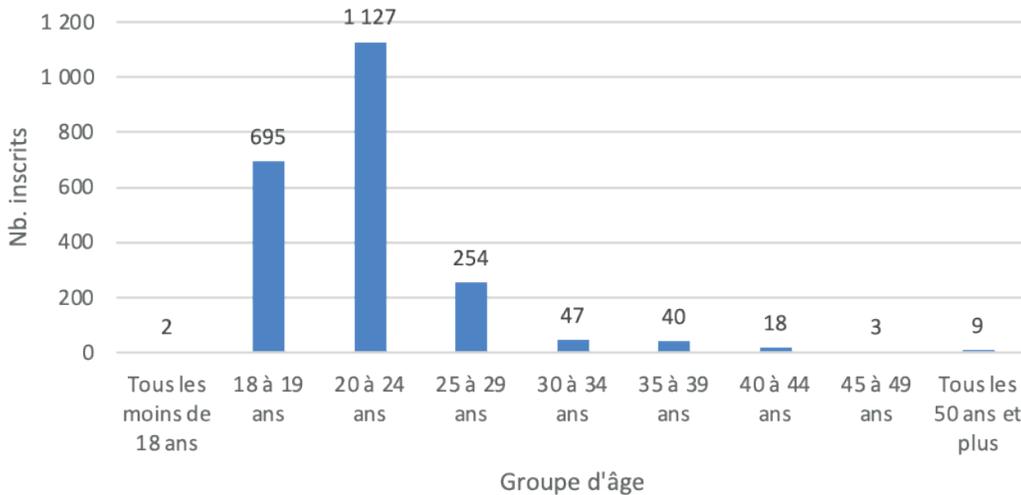
Les données du BCI sont intéressantes et critiques : valeurs négatives pour la tranche d’âge de moins de 18 ans pour l’ensemble des domaines, une croissance nette pour les sciences de l’informatique pour les 18-19 ans, et domaine de génie majoritairement pris en charge par les 40 et 50 ans et plus.

**Figure 91** : Pourcentage de différence dans les inscrits à tous les cycles entre 2008 et 2019 selon la tranche d'âge



Les données de la figure 91 devraient être mises en relation avec les données sur les statuts des étudiants pour les domaines cités ci-dessus.

**Figure 92** : Nombre des inscrits en mathématiques selon le groupe d'âge (2015 à 2019)



La figure 92 permet de préciser la tranche d'âge des inscrits pour les mathématiques, on remarque que la majorité des inscrits sont dans la tranche d'âge de 20-24 ans, suivie de la tranche d'âge des 18-19 ans.

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES

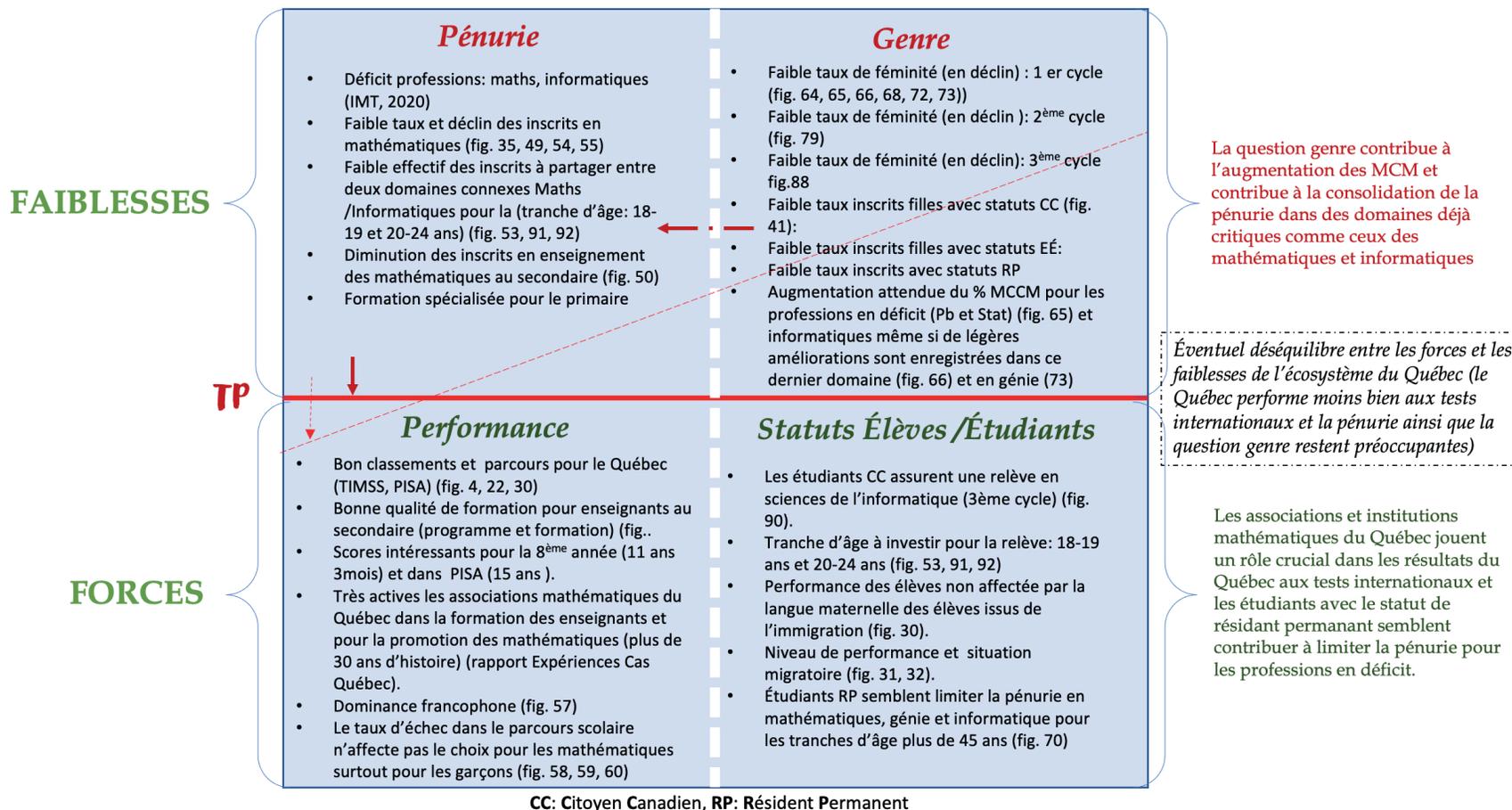
Un des objectifs de l'initiative *En avant math* est de contribuer à l'élaboration d'une stratégie visant à favoriser le développement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée en mathématiques pour des domaines de pointe. Le projet sur le portrait du Québec dans le domaine stratégique des mathématiques et de ses domaines connexes a été mené afin de servir cette finalité. D'une part, nous avons tenu à résumer les données du Québec en lien avec certains tests internationaux, en particulier TIMSS et PISA (figure 2) pour voir comment se porte le Québec en termes de potentiels et perspectives d'avenir. Les données ont été structurées autour de quatre axes : performance, genre, statuts et pénurie. Cette partie interpelle davantage le système d'éducation québécois. D'autre part, nous avons dressé le portrait du Québec en articulant ces mêmes données avec celles issues des domaines connexes aux mathématiques, ceux des STIM et de l'informatique.

La figure 93 résume l'essentiel de la synthèse des données du rapport sur le portrait du Québec dans le domaine des mathématiques et dont le but premier est de représenter le puzzle québécois sous forme de forces et faiblesses en usant du concept du « *Tipping Point* » pour prendre conscience de la position fragile et critique, actuelle, du Québec.

La matrice représentée par la figure 93 identifie les divers croisements à analyser en termes de portée et de stratégies d'intervention qui décrivent en ce moment le fragile et critique équilibre que connaît le Québec et qui est le résultat de la convergence de quatre problématiques complexes sur lesquelles il est important et urgent d'agir.

**Figure 93** : Matrice représentant l'éventuel « Tipping Point » que pourrait générer la convergence des quatre problématique sur l'écosystème du Québec

**M<sub>2</sub>**  
**«Tipping Point»: Forces et faiblesses dans le portrait Maths Québec**



Dans les paragraphes qui suivent nous revenons sur quelques points qui nous interpellent à la suite de ce projet sur le portrait du Québec en lien avec le domaine des mathématiques, ceux des STIM et ceux de l'informatique. Rappelons toutefois que certaines informations manquent à la base de données du BCI limitant par le fait même l'interprétation de certaines données.

- Importance du Taux de féminité versus question genre : Le taux permet de comprendre la représentativité des filles dans les domaines des sciences pures, appliquées et génie en termes de décrochage et de pouvoir de rétention de certains domaines plutôt que sous la perspective de performance, confiance ou de facteurs culturels : « *Women are always less likely to choose a STEM program, regardless of mathematical ability. Among those who went to university, 23 % women in the three highest categories of PISA scores (out of six) chose a STEM program, compared with 39 % of men in the three lowest categories of PISA score.* » (Hango, 2013).
- Le statut des étudiants étant **dynamique**, il est difficile de dresser un portrait fiable des profils des étudiants. Le manque ou la non-publication de certaines données limitent l'analyse et l'identification des pistes de solution.
- Deux domaines, les mathématiques et les sciences informatiques pourraient se disputer un même public-cible pour plus au moins la même tranche d'âge : 18-19 ans et 20-24 ans En précisant la tranche d'âge des inscrits pour les mathématiques, on remarque que la majorité des inscrits sont dans la tranche d'âge de 20-24 ans, suivie de la tranche d'âge des 18-19 ans. On note, par ailleurs, une importante manifestation des filles pour les sciences informatiques (**15,61 %** pour **2007-2008** et **24,70 %** pour **2018-2019**).
- Alors que l'on observe une nette pénurie pour les mathématiques, probabilités-statistiques et mathématiques appliquées et sciences physiques (déjà en déficit net au Québec d'après le IMT, 2020), une amélioration appréciable en termes d'effectif est enregistrée pour les sciences informatiques.
- Le taux de féminité le plus bas et qui continue de diminuer est pour le génie (Génie : **16,43 %** **2007-2008** et **11,28 %** pour **2018-2019**) avec une légère augmentation des inscriptions féminines en sciences appliquées pour le 1<sup>er</sup> cycle.
- Pour les mathématiques, une nette augmentation des inscrits masculins s'accompagne d'une chute du taux de féminité dans le domaine qui passe de **40 %** en 2018 à **12,5 %** en 2019.
- Pour le 1<sup>er</sup> cycle, les domaines des sciences pures, des sciences appliquées et du génie sont majoritairement représentés par des étudiants étrangers et des résidents permanents.
- Pour le 2<sup>e</sup> cycle, il se peut que la pénurie en génie puisse avoir été compensée par une augmentation de 57 % des étudiants résidents permanents.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bond, P. (2018). *The Era of Mathematics. An Independent Review into Knowledge Exchange in the Mathematical Sciences*. Facilitated by the Engineering and Physical Sciences Research Council and the Knowledge Transfer Network. <https://ktn-uk.co.uk/news/the-era-of-mathematics-review-findings-on-knowledge-exchange-in-the-mathematical-sciences-published>
- Klawe, M. (2013). Increasing Female Participation in Computing : The Harvey Mudd College Story. Gender Diversity in Computing. *Computer, March*, 56-58. Published by the IEEE Computer Society  
[https://www.cs.unm.edu/~learningcomputing/readings/13\\_klawe.pdf](https://www.cs.unm.edu/~learningcomputing/readings/13_klawe.pdf)
- Klawe, M., Cavers, I., Popowich, F. & Chen, G. (2000). ARC : A Computer Science Post-Baccalaureate Diploma Program that Appeals to Women. Ellen Balka and Smith Richard (Eds.), « *Women, Work and Computerization : Charting a Course to the Future* (pp- 94-101). Kluwer Academic, 2000. <http://www.mun.ca/cwse/klawe,Maria.pdf>
- Klawe, M. (2016) Lunch with a Leader (2016). Maria Klawe Shares Lessons on Leadership, Governance, and Diversity. March 8, 2016. 2015-2016 Series. Bedrosian Center, University of Southern California. <https://bedrosian.usc.edu/maria-klawe-shares-lessons-on-leadership-governance-and-diversity/>
- Villani, C. (2016). *Pasc@line : 10 ans au service du numérique*. Conférence 10 ans de l'association pasc@line du 24 mars 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=OU-6UXWKbj8>

## RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- Angier, N. & Chang, K. (2005). Gray Matter and Sexes : A Gray Area Scientifically. The New York Times, Jan. 24 2005. <https://www.nytimes.com/2005/01/24/science/gray-matter-and-sexes-a-gray-area-scientifically.html>
- Asunda, P. A. (2014). A Conceptual Framework for STEM Integration into Curriculum Through Career and Technical Education. *Journal of STEM Teacher Education*, 49(1), 3-15.
- Atkins, K., Dougan, B.M., Dromgold-Sermen, M.S., Potter, H., Sathy, V. & Panter, A.T. (2020). Looking at Myself in the Future : how mentoring shapes scientific identity for STEM students from underrepresented Groups. *International Journal of STEM Education*, 7(42), 1-15.
- Atkinson, R.D., Hugo, J., Lundgren, D., Shapiro, M.J. & Thomas, J. (2007). Addressing the STEM Challenge by Expanding Specialty Math and Science High Schools. *NCSSMST Journal*, Spring, 14-23. (NCSSMST : National Consortium for Specialized Secondary Schools of Mathematics, Science, and Technology).
- Augello, A., Oliveri, G., Gaglio, S., Pilato, G. (2014). *Mathematical patterns and cognitive architectures* (7p). [https://www.researchgate.net/publication/289305112\\_Mathematical\\_patterns\\_and\\_cognitive\\_architectures](https://www.researchgate.net/publication/289305112_Mathematical_patterns_and_cognitive_architectures)
- BCI (2018). *Rapport annuel 2017-2018*. Déposé à l'Assemblée générale annuelle, du 5 octobre 2018.
- BCI (2020). *Programmes offerts en partenariat dans les établissements universitaires du Québec, 22 juillet 2020*. BCI.
- BCI (2020). *L'offre de formation universitaire sur le territoire québécois : comparaison sommaire des données entre les trimestres d'automne 2008 à 2018*. 6 mai 2020.
- 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.
- Blais, J-G. (2007). Note sur la recherche et les méthodes. Research and Practice Note. 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.

- Bodin, A. (2016). *PISA, TIMSS, et les MATHÉMATIQUES*. Étude réalisée pour le CNESCO (Conseil National d'évaluation du système Scolaire) [www.cnesco.fr](http://www.cnesco.fr).
- 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.
- Burton, L. (2004). Confidence is everything. Perspectives of teachers and students on learning mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 357–381.
- 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 (2020). *An Update on the Cambridge Mathematics Framework*. <https://www.cambridgemaths.org/Images/cambridge-mathematics-framework.pdf>
- Campbell, P.B. & Storo, J.N. (1996). *Teacher Strategies That Work for Girls and Boys. Math and Science for the Coed Classroom*. Education Development Center, Inc., Newton, MA.
- Campbell, P.B. & Storo, J.N. (1994). *Girls Are... Boys Are... : Myths, Stereotypes & Gender Differences*. Office of Educational Research and Improvement U.S. Department of Education Richard W. Riley, Secretary. Copyright © 1994 by Patricia B. Campbell.
- Casad, B.J.; Hale, P. & Wach, F.L. (2015). Parent-Child math anxiety and math-gender stereotypes predict adolescents' math education outcomes. *Frontiers in Psychology*, November 2015, volume 6, article 1597.
- Catalyst (2018). *Quick Take : Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*. <https://www.catalyst.org/research/women-in-science-technology-engineering-and-mathematics-stem/>
- Chevalier, M., Christian Giang, C., Alberto Piatti, A. & Francesco Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics : a model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7(39), 1-18.
- Choi, S. S., Taber, J. M., Thompson, C. A., & Sidney, P. G. (2020). Math anxiety, but not induced stress, is associated with objective numeracy. *Journal of Experimental Psychology : Applied*, 26(4), 604–619. <https://doi.org/10.1037/xap0000268>
- CMEC (2010). *Measuring up : Canadian results of the OCDE PISA study. The performance of Canada's Youth in Reading, Mathematics and Science*. 2009 First Results for Canadians Aged 15.
- 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 âgés de 15 ans.
- CMEC (2017). *TIMSS 2015. Canadian Results from the Trends in International Mathematics and Science Study*
- 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](https://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/396/PISA2018_PublicReport_FR.pdf)
- CMEC (2020). TEIMS 2019. *Résultats canadiens de l'étude Tendances de l'enquête internationale sur les mathématiques et les sciences*. [https://www.cmec.ca/docs/TIMSS/TIMSS2019\\_Highlights\\_FR.pdf](https://www.cmec.ca/docs/TIMSS/TIMSS2019_Highlights_FR.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>
- Cotner, S., Jenö, L.M., Jorgensen, C. & Vandvik, V. (2020). Gender gap in the performance of Norwegian biology students : the roles of test anxiety and science confidence. *International Journal of STEM Education*, 7(55), 1-10.
- Daniela, L. & Lytras, M.D.(2019). Educational Robotics for Inclusive. *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 219-225.
- 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>
- Deloitte (2012) *Measuring the Economic Benefits of Mathematical Science Research in the UK*, [www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/mathsciresearch/](http://www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/mathsciresearch/)

- Dixon, T. & Vittle, K. (2014). *Mathematical Sciences People Pipeline Project Qualitative Information Study*. Final Report. ERS Research and Consultancy. ©ERS Ltd.2014.
- 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>
- Dudzic, S. & Lee, S. (2017). *Assessing new mathematics curricula 16-18. Lessons from developing Core Maths and A level Maths qualifications*. IMA and CETL-MSOR 2017 : Mathematics Education beyond 16 : Pathways and Transitions.
- Duncan., G.J., Dowsett, C.J., Claessens. A., Magnuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., Pagani, L.S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K. & Japel, C. (2007). School Readiness and Later Achievement. *American Psychological Association*, 43(6), 1428-1446.
- Eacott, S. & Holmes, K. (2010). Leading Reform in Mathematics Education : Solving a Complex Equation. *Mathematics Teacher Education and Development*, 12 (2), 84–97.
- Eisenhart, M., Weis, L., Allen, C.D., Cipollone, K., Stich, A. & Dominguez, R. (2015). High School Opportunities for STEM : Comparing Inclusive STEM-Focused and Comprehensive High Schools inTwo US Cities. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(6), 763–789.
- Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) (2010). *International Review of Mathematical Sciences*, 5 –10 December 2010. <https://epsrc.ukri.org/newsevents/pubs/international-review-of-mathematical-sciences/>
- EPSRC (2014). *Mathematical Sciences People Pipeline Project. Qualitative Information Study*. Final Report. ©ERS Ltd. 2014.
- EPSRC (2015). *Mathematical Sciences People Pipeline Pro-ject : Summary of outcomes*, <http://tinyurl.com/EPSRC-2015>
- Ernest, P. (2000). *Why Teach Mathematics? The Aims, Outcomes and Opportunities Afforded by Its Teaching and Learning*. In John White and Steve Bramall Edition (*Why Learn Maths?*) London : London University Institute of Education, 2000.
- Ernest, P. (2002). *What is empowerment in mathematics education?* In P. Valero & O. Skovsmose (Eds.), *Proceeding of the 3dt International MES Conference* (pp. 1-12). Copenhagen. Denmark : Centre for Research in Learning Mathematics.
- Fradera, A. (2018). Investigating the STEM gender-equality paradox-in fairer societies, fewer women enter science. *Educational, Gender, Occupational*, March 14, 2018.
- Freiman, V. & Chiasson, M. (2017). *Repenser à fond l'école du 21<sup>e</sup> 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.
- Fryer, R.G.Jr. & Levitt, S.D. (2010). An Empirical Analysis of the Gender Gap in Mathematics. *American Economic Journal : Applied Economics*, 2(2), 210-240.
- GDMQ (2007). *La didactique des mathématiques au Québec : Genèse et perspectives*. Actes du colloque du Groupe des Didacticiens des Mathématiques du Québec, 2007. Université de Québec à Rimouski, 6-7 juin 2007.
- GDMQ (2008). *Enseignement des Mathématiques et Interdisciplinarités*. Actes du colloque du Groupe des Didacticiens des Mathématiques du Québec 2008. Université de Sherbrooke, 22-23 mai 2008.
- 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.
- Giannelli, G.C. & Rapallini, C. (2015). Immigrant Pupils' Performance in Math : Does it Matter Where One is From? *Economics of Education Review*, 52, 291-304.
- Gilleece, L., Cosgrove, J. & Sofroniou, N. (2010). Equity in Mathematics and Science Outcomes : Characteristics Associated with High and Low Achievement on PISA 2006 in Ireland. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 475-496.

- 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.
- Godec, S., Patel, U., Archer, L. & Emily Dawson, E. (2020). Young people's tech identity performances : why materiality matters. *International Journal of STEM Education*, 7(51), 1-12.
- Hango, D. (2013). *Gender differences in science, technology engineering, mathematics and computer science (STEM) programs at university*. Published by authority of the Minister responsible for Statistics Canada. @Minister of Industry. 2012.
- Hango, D. (2013). *Gender differences in science, technology, engineering, mathematics and computer science (STEM) programs at university*. Statistics Canada. Catalogue no. 75006X. ISSN 2291-0840
- Haut Conseil de l'Égalité (HCE) (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](http://www.nuffieldfoundation.org). [https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2019/12/Mathematics\\_after\\_16\\_v\\_FINAL.pdf](https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2019/12/Mathematics_after_16_v_FINAL.pdf)
- 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](https://www.institutduquebec.ca/docs/default-source/Indice-Emploi/9652_d%C3%A9crochage-scolaire-au-qu%C3%A9bec_idq_br.pdf?sfvrsn=4)
- 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>
- Hoyles, C. & Lagrange, J-B. (201). *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. International Commission on Mathematical Instruction. The 17<sup>th</sup> ICMI study. Springer.
- Hwang, J. & Taylor, J.C. (2016). Stemming on STEM : A STEM Education Framework for Students with Disabilities. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*,19(1), 39-49.
- Hyde, J., Jennifer Petersen, J. & Linn, M.C. (2010). New Trends in Gender and Mathematics Performance : A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 136(6),1123-35.
- IEA (2015). *Advanced Mathematics. IEA's Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS Advanced 2015*. <http://TIMSS2015.org/advanced/download-center/>
- IMA(2018). IMA Strategy 2018-2023. <https://cdn.ima.org.uk/wp/wp-content/uploads/2018/10/IMA-Strategy-2018-2023.pdf>
- IMT (2020). État d'équilibre du marché du travail à court et à moyen termes : diagnostics pour 500 professions. Édition 2019. @Gouvernement du Québec (2020). [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/travail-emploi-solidarite-sociale/publications-adm/documents-administratifs/RA-diagnostic\\_professions.pdf?1581611107](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/travail-emploi-solidarite-sociale/publications-adm/documents-administratifs/RA-diagnostic_professions.pdf?1581611107)
- International Study Center (TIMSS & PIRLS) (2015). *TIMSS 2015—20 Years of Trend Data*.
- Kane, J.M. & and Mertz, J.E. (2012). Debunking Myths about Gender and Mathematics Performance. *Notices of the American Mathematical Society*, 59(1), 10-21.
- Kelley, T.R. & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11.
- 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.
- 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.

- Leder, G. (2018). *Mathematics, Gender, and Careers*. 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>
- Lefebvre, P. et Merrigan, P. (2020). *Les inégalités provinciales aux tests internationaux nationaux de littéracie* : Québec, Ontario et autres provinces canadiennes 1993-2018. Cahier Scientifique 2020S-29. CIRANO.
- Let's Talk Science (2017). *Canada 2067 STEM Learning Framework : An Invitation to Contribute*. <https://canada2067.ca/app/uploads/2017/12/Canada-2067-STEM-Learning-Framework.pdf>
- 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>
- Li, Y. (2020). Six years of development in promoting identity formation of STEM education as a distinct field. *International Journal of STEM Education*, 7(59), 1-7.
- London Mathematical Society (2018). *Good Practice Scheme for Mathematical Sciences. Advancing women's careers in university mathematical sciences departments*. [https://www.lms.ac.uk/sites/lms.ac.uk/files/files/GPS\\_Booklet\\_A5FINAL.pdf](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/>
- 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](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 (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 (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.
- 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*.
- Mercure, P. (2016). *Les résultats québécois aux tests PISA remis en question. Les élèves québécois sur le podium*. La Presse+ Édition du 7 décembre 2016, section Actualités.
- 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](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](http://www.edu.gov.on.ca/eng/policyfunding/memos/april2016/dm_math_strategy.pdf)

- Mons, N. (2009). Effets théoriques et réels des politiques d'évaluation standardisée. *Revue Française de Pédagogie*, 169, Octobre-Décembre 2009, mis en ligne le 01 octobre 2013, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rfp/1531>
- Mullis, I, V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, d.L. Bethany Fishbein, B. (2020). *Highlights TIMSS 2019. International Results in Mathematics and Science*. TIMSS & PIRLS International Survey Center.
- Mullis, I., Martin, M.O., Foy, P. & Hooper, M. (2015). *TIMSS 2015, International results in Mathematics*. TIMSS & PIRLS International Survey Center.
- Mullis, I.V.S.; Martin, M.O.; Foy, P. & Hooper, M (2015). *TIMSS 2015, International results in Mathematics*. TIMSS & PIRLS International Survey Center.
- Noss, R., Hoyles, C. & Pozzi, S. (2000). Working Knowledge, Mathematics in use. Dans Bessot & Ridgway (Eds.), *Education for Mathematics in the Workplace* (pp. 17-35). Kluwer Academic Publishers.
- OCDE (2007). PISA 2006. *Les compétences en sciences, un atout pour réussir. Volume 1 : Analyse des résultats*. @OCDE.
- 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>
- Office of Innovation and Improvement (Department of Education, USA) (2016). *STEM 2026 A Vision for Innovation in STEM Education*. <https://www.air.org/system/files/downloads/report/STEM-2026-Vision-for-Innovation-September-2016.pdf>
- Olive, J., Makar, K., Hoyos,V., Kor, L.K., Kosheleva, O., Sträber, 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 (pp. 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. <https://collections.ola.org/mon/26006/317837.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.
- 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>
- Roll, M.J.J. & Ifenthaler, D. (2020). The Impact of Learning Factories on Multidisciplinary Digital Competencies. In *Vocational Education and Training in the Age of Digitization. Challenges and Opportunities*. Ed. By Eveline Wuttke, Jürgen Seifried, Helmut Niegemann. Published by Verlag Barbara Bud rich.
- 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](http://www.rse.org.uk/wp-content/uploads/2018/11/Women-in-STEM-report-2018_final.pdf)
- Rozgonjuk, D., Kraav, T., Mikkor, K., Orav-Puurand, K. & Täht, K. (2020). Mathematics anxiety among STEM and social sciences students : the roles of mathematics self-efficacy, and deep and surface approach to learning. *International Journal of STEM Education*, 7(46), 11pages.
- Scerbina, T., Deussing, M-A., O'Grady, K. & Tao, Y. (2016). À la hauteur : résultats canadiens de l'étude PISA 2015 de l'OCDE. Le rendement des jeunes de 15 ans du Canada en résolution collaborative de problèmes. CMEC. Canada.
- Singer, A., Montgomery, G. & Schmoll, S. (2020). How to foster the formation of STEM identity : studying diversity in an authentic learning environment. *International Journal of STEM Education*, 7(57), 1-12.
- Skills/Compétences Canada (2017). *Essential Skills. Work ready youth program. Numeracy Workbook*. <https://skillscompetencescanada.com/en/>

- Stoet, G. & Geary, D.C. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, 29(4) 581-593.
- Stoet, G. & Geary, D.C. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, 29(4), 581-593.
- Stoet, G. & Geary, D.C. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, 29(4) 581-593.
- Svensson Källberg, P. (2018). *Immigrants students' opportunities to learn mathematics. In(ex)clusion in mathematics education*. Department of Mathematics and Science Education. Stockholm University 2018. ISBN PDF 978-91-7797-130-6.
- 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.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Didier Van de Velde, D., Van Petegem, P., Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education : A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 2018, 3(1), 12pages.
- TIMSS & PIRLS (2020). Mathematics Grade 4. Average Mathematics Achievement. Countries Mathematics & Sciences Achievement : Mathematics Grade 4. *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science* (pp. 7-78)
- TIMSS & PIRLS (2020). Mathematics Grade 8. Average Mathematics Achievement. Countries Mathematics & Sciences Achievement : Mathematics Grade 8. *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science* (pp. 150-215)
- TIMSS 2015 (2015). *IEA's Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS 2015. Mathematics- Fourth Grade*. <http://TIMSS2015.org/download-center/>
- 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 pedagogized society : PIAAC and other international surveys in the context of global educational policy on lifelong learning. *Educational Studies in Mathematics*, 87, 167–186.
- UNDP (2016). *How to Conduct a Gender Analysis. A Guidance Note For UNDP Staff*. United Nations Development Programme. Bureau of Policy and Programme Support Gender Team 2016 (20 pages).
- Unesco (2015). *Unesco Science Report : Towards 2030*. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/unesco-science-report-towards-2030-part1.pdf>
- UNESCO (2017). « Cracking the Code : Girls' Education in STEM' ». UNESCO International Symposium and Policy Forum. UNESCO International Symposium and Policy Forum. 28-30 August 2017, Bangkok, Thailand, 28 - 30 August 2017, Bangkok, Thailand.
- UNESCO (2017). *Cracking the code : Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. The Global Education 2030 Agenda.
- Unesco (2019). *Planifier l'éducation à l'ère de l'IA : un bond en avant*. Document final de la Conférence internationale sur l'intelligence artificielle et l'éducation. 16-18 mai 2019, Beijing, République populaire de Chine.
- Vashchshyn, I. & Chernoff, E.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.
- Volante, L., Klinger, D., Bilgili, Ö. & Siegel, M. (2017). Making Sense of the Performance (Dis)advantage for Immigrants Students Across Canada. *Canadian Journal of Education*, 40(30), 329-361.
- White, D. W. (2014). What Is STEM Education and Why Is It Important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9. <http://www.fate1.org/journals/2014/white.pdf>
- Wiberg, M. (2019) : The relationship between TIMSS mathematics achievements, grades, and national test scores. *Education Inquiry*, DOI :10.1080/20004508.2019.1579626. <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1579626>
- Wiest, L. R. (2014). *Strategies for educators to support females in STEM*. Reno, NV : University of Nevada, Reno. Retrieved from <http://www.unr.edu/girls-math-camp/resources/educators/tips>

Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.

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.

Yau, J.Y-K. & Ifenthaler, D. (2020). Reflections on Different Learning Analytics Indicators for Supporting Study Success. *International Journal of Learning Analytics and Artificial Intelligence for Education (ijAI)*, 2 (2). <https://doi.org/10.3991/ijai.v2i2.15639>

Zhbanova, K.S. Developing Creativity through STEM Subjects Integrated with the Arts *Journal of STEM Arts, Craft, and Constructions*, 4 (1), 1-15.

Ziya, E., Dogan, N.& Kelecioğlu, H., (2010). What is the Predict Level of Which Computer Using Skills Measured in PISA for Achievement in Mathematics. *TOJET : The Turkish Online Journal of Educational Technology*, October 2010, 9(4), 185-191.