

# Rapport de recherche

PROGRAMME ACTIONS CONCERTÉES

*Intégration de la programmation en mathématiques et en sciences au  
secondaire: quels enjeux pour la formation des enseignants.*

**Chercheuse principale**  
Fabienne-Venant, UQÀM

**Cochercheur**  
Raoul-Kamga Kouamkam, UQÀM

**Collaboratrices ou collaborateurs**  
Martin-Baril, CSS de la Capitale  
Sonya Fiset, RECIT\_MST

**Établissement gestionnaire de la subvention**  
Université du Québec À Montréal

**Numéro du projet de recherche**  
293415

**Titre de l'Action concertée**  
Programme de recherche-action sur le numérique en éducation et en enseignement supérieur

**Partenaire(s) de l'Action concertée**  
Le ministère de l'Éducation du Québec  
Et le Fonds de recherche du Québec – Société et culture (FRQSC)

## Résumé

Beaucoup d'enjeux citoyens actuels reposent sur la capacité du système éducatif de permettre à tous d'acquérir des compétences de calibre mondial en littératie, en numératie et en sciences, tout en développant la conscience citoyenne et éthique. Les avancées informatiques récentes, notamment en termes de stockage et d'analyse de données numériques ont fait naître le besoin de démocratiser des compétences informatiques avancées, comme la programmation et la robotique. Parmi la maîtrise des compétences numériques attendues de la part de la main-d'œuvre ou des citoyens, celles liées à l'usage de la programmation informatique sont de plus en plus au cœur des débats éducatifs (Barma, 2018). Cependant, l'intégration de l'informatique dans les milieux scolaires constitue encore un défi. Pourtant reconnue comme une compétence du 21<sup>e</sup> siècle (Romero et al, 2017), la programmation, et la pensée informatique qu'elle permet de développer (Wing, 2006), peinent à prendre leur place au sein des programmes de formation. La pensée informatique constitue pourtant un outil particulièrement intéressant pour faire le lien entre les compétences disciplinaires, les compétences numériques et l'éducation citoyenne. (Henda, 2017 ; Karsenti et Bugmann, 2017). Les avancées technologiques numériques ont à la fois rendu possible et complexifié son intégration à l'école, en amenant sur le marché éducatif numérique des outils plus conviviaux mais de plus en plus nombreux (Scratch, Blockly, SageMath, Thymio, Ozobot, Lego EV3...). Les avenues sont innombrables et l'enseignant peut rapidement se sentir perdu face au foisonnement des outils. L'intégration de la pensée informatique passe par l'accompagnement des enseignants dans l'appropriation des outils, de la programmation informatique, et des liens qu'ils permettent de faire avec les approches d'enseignement ouvertes comme la résolution de problèmes individuelle ou collaborative (Barma, 2018). C'est pourquoi nous avons réalisé une recherche visant à développer et expérimenter de nouveaux modes d'action auprès des enseignants pour faciliter l'intégration de la programmation informatique en classe de mathématiques et de science. Ce projet répond aux objectifs généraux de l'appel de propositions en visant le développement des connaissances sur les usages du numérique les plus susceptibles de favoriser la réussite éducative de tous et de toutes. Notre recherche repose sur la collaboration avec des enseignants au primaire, au secondaire et à

l'éducation aux adultes. Elle s'inscrit donc à la visée multi-ordre et multi-âges de l'appel à propositions. Elle répond plus particulièrement au besoin d'accompagnement et de formation pour le personnel des réseaux de l'éducation et de l'enseignement supérieur exprimé dans l'axe 6. Dans le contexte actuel de la pénurie d'enseignants, il est de plus en plus difficile de libérer les enseignants pour des journées de perfectionnement personnel. Il est donc primordial de proposer de nouveaux modes d'accompagnement des enseignants qui souhaitent s'engager dans le virage numérique pour répondre au besoin spécifique

### 1.1 Quels modèles d'accompagnement permettent de développer, maintenir et rehausser la compétence numérique du personnel des réseaux de l'éducation et de l'enseignement supérieur ?

Nous avons pour cela mis en place une recherche qui s'apparente à une recherche-action dans la mesure où nous avons opté pour une forme de recherche participative. Les rapports entre praticiens et chercheurs forment le cœur de cette démarche (Guillemette & Savoie-Zajc, 2012). Nous avons travaillé en partenariat avec deux conseillers pédagogiques, l'un en mathématiques, l'autre en sciences et technologie.

Nos résultats portent sur l'évolution des pratiques des enseignants participants relativement à leur usage pédagogique de la programmation informatique. Face à la très grande hétérogénéité des expertises en programmation des participants, nous avons rapidement renoncé aux formations magistrales. Le besoin de partage exprimé par les participants nous a alors amenés à opter pour une démarche inspirée des Lesson study, et basée sur la construction de ressources pour la classe et le partage d'expérience. Cette démarche a porté ses fruits, notamment en termes d'évolution des pratiques enseignantes. Au démarrage du projet, deux profils bien distincts se dessinaient : les modestes : « Je fais du Scratch avec mes élèves mais je ne maîtrise pas bien. Les élèves me dépassent au bout de cinq minutes et je leur dis » et les passionnés : « J'aime dire aux élèves que je suis un nerd 100% assumé. Je commence à explorer ce que cela peut débloquent au niveau de la compréhension en mathématiques. » Tous avaient en commun de considérer la programmation comme une activité importante socialement, utile pour la gestion de classe et favorisant l'engagement des élèves, mais à la marge de la planification annuelle des apprentissages. La programmation était majoritairement perçue comme une activité

ludique comportant, intrinsèquement, une part diffuse de mathématiques. Sous l'influence du projet, les tâches proposées aux élèves ont peu à peu été mises en lien avec les apprentissages mathématiques prescrits. La question de l'initiation des élèves à la programmation est cependant restée centrale. Elle a majoritairement été prise en charge en marge du travail mathématique. Les enseignants ont fait preuve de beaucoup de créativité dans leurs stratégies pour pallier leur manque d'expertise en programmation ainsi que celui de leurs élèves. Ainsi, malgré les lacunes en programmation, les activités ont été menées jusqu'au bout et la majorité des élèves y a pris plaisir. Les objectifs mathématiques n'ont cependant pas toujours été atteints. Souvent, le manque de recul algorithmique a empêché l'enseignant d'anticiper certains enjeux mathématiques : « Moi je n'étais pas rendue là (isoler l'inconnue dans une variable), je n'étais pas à l'aise. Ils m'ont dépassée. » Certains contenus mathématiques ont également été découverts en cours de route : « Je n'avais pas vu qu'il y avait autant de mathématiques. » Le projet a fait émerger deux enjeux majeurs pour les enseignants : la possibilité de faire des liens explicites avec les apprentissages mathématiques prescrits par le programme et la quasi-impossibilité de reprendre une activité « clé-en main ». La confrontation à la résolution de problèmes algorithmique et informatique est incontournable, peu importe le niveau d'aisance en programmation. C'est tout le processus de planification qui doit donc être revisité à l'aune de cette nouvelle contrainte. Ce changement de posture s'ancre fortement dans le travail collaboratif proposé par le projet, mais aussi par les possibilités de soutien et d'accompagnement qu'il offre : « On avait eu notre rencontre entre les deux et c'est ça qui m'avait allumé: il fallait que je sois prête ». Notre étude a permis de confirmer le potentiel pédagogique de la programmation informatique en classe de mathématique. Les activités pédagogiques créées et expérimentées par les enseignants ont permis de mettre l'activité algorithmique au service des apprentissages mathématiques. Nous avons également dégagé 3 enjeux cruciaux pour la formation des enseignants :

### **La nécessité d'un changement de posture avant, pendant et après la classe :**

Tous les participants au projet témoignent d'un changement de posture dans la gestion des interactions et de la dynamique de la classe. Cette posture les amène à assumer le fait que leurs élèves apprennent plus vite qu'eux

en programmation. Paradoxalement, ils expriment une plus grande confiance en eux car ils se sentent les garants des enjeux mathématiques. Il en résulte un réel plaisir à utiliser la programmation en classe, dans une reconnaissance du droit à l'erreur pour les élèves comme pour l'enseignant. Le groupe devient alors une ressource importante pour comprendre et corriger l'erreur.

### **La nécessité de coconstruire par l'expérience et le partage:**

Face aux difficultés et au manque d'expertise, la communauté constitue une ressource incontournable. Le travail collaboratif est à favoriser à tous les niveaux : pour les élèves, en groupe classe, pour les enseignants au sein de communautés pédagogiques et professionnelles locales et élargies. Ce travail collaboratif doit comporter une part de mise en action et des retours d'expérience. Il encourage et soutient la diffusion et surtout la reconnaissance, financière et intellectuelle, des initiatives portées par tous les intervenants.

### **La nécessité de baliser clairement les compétences et les habiletés en programmation informatique:**

Ni les enseignants, ni les élèves ne sont formés en programmation informatique. Il leur est donc difficile de penser l'articulation entre travail mathématique, travail informatique et travail algorithmique (Briant & Bronner, 2015; Venant, 2022). Les enseignants doivent penser l'initiation informatique, la leur et celles de leurs élèves en même temps que sa mise en œuvre mathématique. C'est à la fois épuisant et contre-productif. Ils auraient besoin de pouvoir s'appuyer sur des connaissances établies chez les élèves. Il faudrait pour cela que la programmation informatique ne soit plus une activité laissée à la libre initiative de l'enseignant, mais une activité prescrite par le curriculum.

Il en ressort que la programmation informatique n'est pas un simple outil pédagogique. C'est une activité dont les aspects algorithmiques et techniques doivent être documentés et prescrits pour pouvoir être articulés de façon pertinente avec les apprentissages disciplinaires. Cela demande davantage de recherche articulant la didactique de l'informatique et les didactiques disciplinaires.