

USAGE DE RESSOURCES BASÉES SUR LES DONNÉES MASSIVES EN ENSEIGNEMENT DE MATHÉMATIQUES : QUEL SENS Y DONNENT DES ENSEIGNANTS

| FREIMAN* VIKTOR, YARO** KWESI, LOUIS*** NATACHA, LÉGER**** MICHEL,
CHIASSEON***** MARIO, KAMBA***** JACQUES ET ERAZO***** ATILIO

Résumé | Cette étude utilise des perspectives mathématiques critiques pour examiner les expériences des enseignants du secondaire dans l'utilisation de ressources de mégadonnées pour enseigner les mathématiques au service du développement durable. Ainsi, six enseignantes du Nouveau-Brunswick (de la 6e à la 9e année) ont participé aux ateliers d'apprentissage professionnel pour créer et mettre en œuvre des tâches mathématiques à l'aide de sources de données massives ouvertes en lien avec les objectifs de développement durable de l'ONU. Nous partagerons les premières conclusions de l'étude qui émanent des expériences des enseignantes en mettant en lumière des aspects du milieu auxquels elles sont sensibles.

Mots-clés : mégadonnées, perspective critique en mathématiques, apprentissage professionnel des enseignants

Abstract | This study uses critical perspective in mathematics education to examine secondary school teachers' experiences using big data resources to teach mathematics for sustainable development. Six female teachers from New Brunswick (grades 6-9) participated in professional learning workshops to create and implement mathematical tasks using open big data sources related to the UN Sustainable Development Goals. We will share initial findings from the study that emerge from the teachers' experiences, highlighting aspects of the *milieu* that they are sensitive to.

Keywords: Big data, critical perspective in mathematics education, teachers professional learning

I. INTRODUCTION

Les origines de notre contribution au GT7 remontent à l'EMF2012, le groupe de travail 6 portant sur les ressources et le développement professionnel des enseignants (Hitt et coll., 2012). Notre présentation portait alors sur le partage de données d'expérimentation de simulateurs virtuels par les enseignants du Nouveau-Brunswick (N.-B., système scolaire francophone) et plus particulièrement à la sensibilité des enseignants (DeBlois, 2006) envers l'utilisation des environnements informatisés mis à leur disposition et les milieux (c'est-à-dire tout ce qui agit sur l'enseignement et l'apprentissage ou ce sur quoi agit l'enseignement et l'apprentissage) vers lesquels ils porteront leur attention. (Freiman et coll., 2012, p. 827). Cette fois-ci, l'on présente les premiers résultats d'un nouveau projet portant sur l'usage de ressources de données massives (ou mégadonnées, ou big data) dans l'enseignement de

* Université de Moncton – Canada – viktor.freiman@umoncton.ca

** Université d'Alberta – Canada

*** Université d'Alberta – Canada

**** Université de Moncton – Canada

***** Université de Moncton – Canada

***** Université de Moncton – Canada

***** Université de Moncton – Canada

mathématiques, en lien avec les objectifs de développement durable (ODD) de l'ONU ([Objectifs de développement durable](#)).

Les données sont devenues un « phénomène social » en raison de leur impact sur la sphère plus large de notre société (Gebre, 2018). Par littératie des données (data literacy), nous entendons la capacité à lire, travailler avec, analyser et argumenter avec des données (D'Ignazio et Bhargava, 2015). Dans le contexte de l'éducation, il y a eu un regain d'intérêt pour l'exploration de stratégies pédagogiques visant à favoriser les compétences en matière de littératie des données chez les élèves du primaire et du secondaire, en mettant l'accent sur l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) et du Big Data (Adams et coll., 2021). Cet intérêt accru est motivé par au moins trois facteurs fondamentaux. Le premier est que notre société moderne est axée sur les données, avec un accès accru à des données facilement et gratuitement disponibles dans divers formats lisibles par l'homme et par la machine (Gebre, 2018). Pour que les élèves utilisent ces données disponibles dans leur vie quotidienne, il est nécessaire de les doter de compétences pertinentes en matière de littératie des données – analyse et interprétation des données. Deuxièmement, les compétences en littératie des données sont fondamentales pour la réussite scolaire des élèves dans l'enseignement postsecondaire, en particulier dans les domaines liés aux STIM (sciences, technologies, ingénierie, mathématiques) exigeant, entre autres, les bases des compétences en pensée computationnelle (*computational thinking*) et en modélisation mathématique qui sont essentielles pour les carrières dans la science des données et l'intelligence artificielle (Khan et Mason, 2021). Outre les perspectives de carrière dans les sciences liées aux données, notre prochaine génération de scientifiques et de citoyens, en général, doit également reconnaître à la fois le potentiel et les limites de l'utilisation des données dans notre monde moderne. Enfin, ce qui est rarement abordé dans les classes de la maternelle à la terminale, les élèves doivent être sensibilisés à la littératie des données et à sa pertinence dans leur vie quotidienne, en particulier être capables d'analyser et d'interpréter de manière critique les données, en vue de les sensibiliser aux problèmes liés à la durabilité locale et mondiale (au-delà de la durabilité environnementale).

Nous situons notre travail dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques à travers des questions liées à la durabilité, à la littératie des données et au big data. Par exemple, les problèmes mondiaux qui nécessitent une attention particulière ne manquent pas : plus de 65 millions de personnes dans le monde sont déplacées (HCR, 2016) ; 9 des 10 années les plus chaudes jamais enregistrées ont eu lieu depuis 2000 (NASA, 2017) ; 1 personne sur 10 dans le monde n'a pas accès à l'eau potable (OMS, 2015). Pour résoudre des problèmes aussi complexes, il est nécessaire d'impliquer diverses parties prenantes (étudiants, enseignants, communautés) possédant de multiples perspectives (politiques, sociales, économiques, culturelles) et issues de domaines variés (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques, sciences humaines, arts). L'enseignement des mathématiques pour le développement durable est une approche permettant de préparer les élèves et les enseignants à la fois à la lecture (compréhension) et à l'écriture (transformation) du monde grâce aux mathématiques (Gutstein, 2006) en réponse au développement des compétences du XXI^e siècle telles que la pensée critique, l'éthique et la responsabilité sociale (Ananiadou et Claro, 2009) chez les élèves du primaire et du secondaire. Cependant, rares sont les ressources visant à soutenir l'enseignement ou l'apprentissage des mathématiques à l'aide de sources de big data pour éduquer les élèves sur les questions liées aux ODD et la durabilité. Par conséquent, les enseignants doivent être conscients des limites et des opportunités de l'utilisation de ces données dans leur pratique.

Une nouveauté dans le contexte de l'enseignement des mathématiques au Nouveau-Brunswick, Canada, l'intérêt pour l'utilisation de données massives n'est toutefois pas étrange aux documents stratégiques du gouvernement en place. Notamment, les objectifs du projet ciblent une problématique clairement identifiée dans le plus récent Plan d'éducation provincial de 10 ans (GNB, 2016a)

permettant à tous les élèves de posséder de solides fondements en numératie, en sciences, ingénierie et technologie qui s'avèrent cruciaux pour une société de savoir (objectif 8). Il est intéressant que cet objectif, faisant l'allusion aux disciplines STIM (sciences, technologie, ingénierie, mathématiques) utilise le nom « numératie » qui remplace (implicitement) les mathématiques, dont le rôle dans cette grappe d'éducation reste encore à définir (LeBlanc et coll., 2022) même si l'intention de souligner des liens de disciplines STIM avec les problèmes de la vie courante y soit apparent. D'ailleurs, la province a commencé, dès septembre 2023, à expérimenter un nouveau programme de mathématiques de 9^e année (15 ans) entièrement basé sur la numératie.

Un autre document stratégique d'importance pour la population d'élèves francophones de la province est le Profil de sortie de l'élève de l'école acadienne et francophone (GNB, 2016b). En mettant l'emphase sur les trois types de compétences, à savoir, les compétences cognitives, socio-affectives et communicationnelles vitales dans le contexte francophone minoritaire, notre projet sur les données massives résonne avec la visée du Profil *Vivre une citoyenneté engagée et éthique*, en permettant à l'élève d'explorer les données réelles liées aux enjeux qui touchent directement sa vie et celle de ses concitoyens (santé, bien-être) ainsi donnant un sens à la société dans laquelle il vit. Également, on rejoint la visée *Développer un désir d'apprendre tout au long de sa vie* visant à développer une attitude d'ouverture dans un monde en pleine mutation bien reflétée dans les données que les élèves seront appelés à analyser dans les scénarios en lien avec la durabilité ; ce lien direct avec la vie de tous les jours leur permettra de poursuivre leurs apprentissages puisque ceux vécus en milieu scolaire sont en lien avec ceux de la vie courante. Finalement, on note un lien direct avec la visée *Mener une vie équilibrée*, car en s'intéressant aux enjeux de durabilité et en s'appuyant sur les données réels, les élèves pourront réfléchir à leur pouvoir agir et ainsi développer des compétences qui contribuent à leur mieux-être et à celui de la collectivité tout en mobilisant et combinant leur ressources internes et externes permettant de faire des choix dans leur projet vie-carrière et leur engagement citoyen.

Du point de vue didactique, notre étude s'inscrit dans la vision interdisciplinaire des mathématiques et de leur enseignement permettant, entre autres, de relier les enjeux mondiaux et locaux (Lafuente-Lechuga et al., 2020). Le contexte de littératie des données permet également de lier plus étroitement les mathématiques, la numératie et le big data (Chiasson et Freiman, 2022). À leur tour, les ODD intégrés à un projet interdisciplinaire ouvrent la voie à l'étude des questions sociales et de la justice dans les cours de mathématiques (Yaro et al., 2020). D'ailleurs, les dimensions inter- et transdisciplinaires sont bien présentes dans les programmes d'études en mathématiques (M-12) au N-B. Le programme formule, entre autres, les résultats d'apprentissages transdisciplinaires (entre autres, la pensée critique et créative et les compétences en technologies de l'information et de la communication). De plus, on y trouve également les principes directeurs visant l'interdisciplinarité et le sens qu'on accorde aux mathématiques, ainsi que les principes didactiques, soit, gérer et résoudre une situation-problème, communiquer mathématiquement, raisonner mathématiquement, et surtout établir des liens de mathématiques avec d'autres disciplines et la vie de tous les jours (Freiman et coll., 2012).

But de notre projet : Explorez des façons innovantes d'enseigner aux étudiants l'application de concepts mathématiques en utilisant des ressources Big Data pour résoudre des problèmes du monde réel liés aux objectifs de développement durable (ODD) et à la justice sociale. En tant qu'objectifs, nous envisageons de (1) collaborer avec les enseignants de mathématiques du primaire et du secondaire (niveaux 6 -12) pour créer des activités ou des tâches utilisant le big data afin de développer les compétences des élèves en littératie des données dans le contexte de problèmes du monde réel dans le cadre de projets interdisciplinaires liés aux STIM ; (2) engager les élèves à explorer des sources authentiques et fiables de big data pour accroître leur compréhension au sujet des problèmes mondiaux

liés aux ODD et à la justice sociale ; (3) augmenter la capacité des élèves à prendre des décisions et à agir, si nécessaire, pour résoudre des problèmes liés au développement durable en s'appuyant sur l'analyse des données et la modélisation mathématique.

II. CADRE CONCEPTUEL : PERSPECTIVE CRITIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DE MATHÉMATIQUES ET MODÈLES DE L'USAGE DE RESSOURCES DE BIG DATA

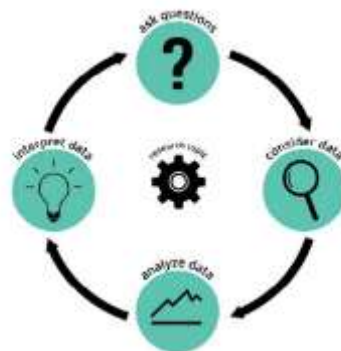
Le cadre conceptuel général de notre étude s'inscrit dans une perspective d'enseignement critique des mathématiques (Skovsmose, 1994) en vues de susciter chez les élèves des connaissances, des compétences et des attitudes nécessaires pour créer des communautés démocratiques qui embrassent la justice sociale à l'intérieur et à l'extérieur de l'école (Aslan et coll., 2011). Dans cette perspective, les mathématiques sont vues comme outil d'analyse de big data pour résoudre des problèmes mondiaux complexes liés à la pauvreté, la croissance démographique, les catastrophes naturelles, épidémies, etc. Ainsi, les problèmes mathématiques qui combinent les

« processus mathématiques de modélisation et d'analyse avec les jugements et l'interprétation des données contextualisées impliquent une vision des mathématiques vues avant tout comme une activité humaine (Yaro et coll., 2020) qui n'est pas "éthiquement neutre, non détachée des connaissances du monde réel et non tranchée" » (Shaughnessy, Garfield et Greer, 1996, p. 226).

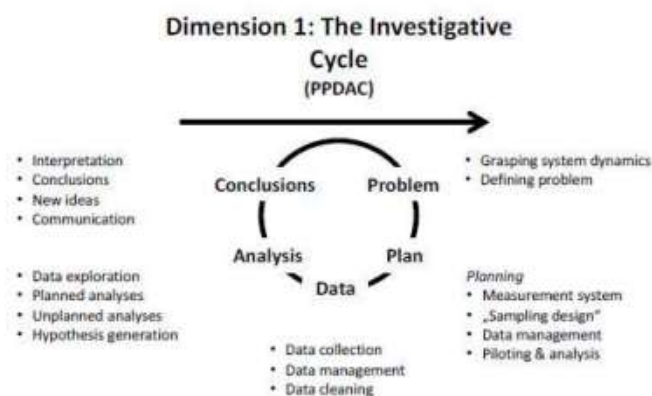
Cette vision implique, entre autres, une conceptualisation de ressources comme étant doublement pertinentes, en tant que dispositif directement ciblé pour l'apprentissage de mathématique dans un contexte authentique lié à la vie de tous les jours et en tant que véhicule d'activation de ressources matérielles (objets tangibles et outils), culturelles (habiletés et connaissances), sociales (interactions et relations), ainsi que symbolique (reconnaissance et prestige) pour résoudre des problèmes réels liés à la communauté (ex. qualité de l'air) (Shim et Yoon, 2024).

Barwell (2013) a mis en évidence la complexité des enjeux lorsqu'on implique les élèves dans l'analyse de phénomènes de vie réelle tels que les changements climatiques. Selon lui, les statistiques descriptives sont nécessaires pour décrire les changements climatiques, mais la modélisation de changements climatiques est basée sur les mathématiques très avancées (Barwell, 2018). Par contre, la communication des enjeux de changements climatiques est aussi l'affaire de numératie qui se base sur les ressources plus diversifiées et moins rigoureuses (médias,...). Cette transformation met en évidence le rôle de chaque apprenant au sein d'une communauté plus large en tant que citoyen critique et actif. Selon l'auteur, la complexité des enjeux crée des obstacles à l'application de méthodes traditionnelles (statistiques classiques). Il faut donc en tenir compte pour l'enseignement de maths.

Les big data constituent ainsi un « phénomène sociotechnique » qui implique la « capacité de rechercher, d'agréger et de croiser de grands ensembles de données [...], pour, entre autres, rechercher des modèles et créer des catégories, des profils ou des indicateurs souvent utilisés pour la prise de décision et les analyses prédictives » (Sander, 2020, p. 3). Le contexte d'usage de données massives met en évidence la nécessité de repenser les paradigmes de l'enseignement des statistiques en donnant plus d'ouverture à la diversité des données et à une variété d'approches d'analyse qui ne reposent pas toujours sur les lois classiques d'inférence statistique (règles plus flexibles) mais plutôt misant sur l'importance du questionnement et du processus cyclique d'investigation permettant de poser des questions, d'identifier les données, d'analyser les données et d'interpréter les données (Gould et al., 2017).



Le projet ProDaBi analysé par Biehler et coll. (2018), a explicitement intégré l'enseignement de statistique et les **enjeux socio-culturels** (16-17 ans) en mettant de l'emphase sur les données, la représentation et la variation en permettant aux élèves, dans le cadre du module d'introduction, de jouer le rôle de « détectives de données » en explorant entre autres, l'outil *Google Trends*. Leur modèle, aussi de nature cyclique, prévoyait l'étape de définition du problème, de planification, de collecte, gestion et nettoyage des données suivie de phases d'analyse et de conclusions (voir figure 1).



(Biehler et coll., 2018)

Figure 1 – Le cycle d'investigation de big data

En favorisant le questionnement chez les élèves, les chercheurs ont identifié des questions de bas niveau (« Do boys use their smartphone more often than girls? ») par opposition à celles de haut niveau (Which differences exist in the digital media use of 5th and 6th graders?)

Par rapport aux apprentissages professionnels des enseignants, notre analyse s'inspire de travaux de DeBlois notamment sur la sensibilité, un concept didactique qui

contribue, à la fois, à distinguer environnement et milieu, ce dernier concept étant emprunté à la théorie des situations didactiques. La notion de sensibilité a permis d'étudier le processus de transformation de l'interprétation des enseignants vis-à-vis de l'apprentissage de leurs élèves, et de repérer l'influence de ces interprétations sur le choix des interventions qu'ils prévoient de réaliser (DeBlois et coll., p. 1128).

Dans le contexte de notre étude, il fallait donc aider les enseignants de mathématiques de l'école intermédiaire (niveaux 6 – 8 du primaire au N.-B.) et secondaire (niveaux 9 -12) à exploiter de nouvelles ressources numériques et technologiques pour fournir des contextes réels riches favorisant un apprentissage et un engagement plus approfondi envers les mathématiques chez les élèves. C'est donc avec cette perspective d'utilisation de ressources par les enseignants et la création de dispositifs

d'enseignement – apprentissage pour les élèves que notre collaboration avec les enseignants s'est déroulée lors de deux ateliers sur l'usage de données massives.

III. ATELIERS SUR L'USAGE DE DONNÉES MASSIVES

Une collaboration entre les équipes de chercheurs de l'Université d'Alberta et de l'Université de Moncton a permis d'élaborer les ateliers pour les enseignants de mathématiques de deux provinces canadiennes en les introduisant au contexte d'utilisation des données massives et leurs liens possibles avec les enjeux de développement durables (objectifs de l'ONU). Ainsi, à Moncton (N.-B.) les deux ateliers d'une durée d'une journée, le premier en novembre 2023 et le deuxième en avril 2024 ont permis aux six enseignantes (niveaux scolaires 6 – 9) d'explorer les ressources, concevoir les scénarios d'enseignement-apprentissage (premiers atelier) et les mettre à l'essai avec leurs élèves (entre les ateliers) pour finalement partager leur expérience avec leurs collègues et les chercheurs (deuxième atelier). Autorisée par le comité d'éthique de la recherche de l'Université de Moncton, une collecte des données lors de deux ateliers a permis de faire des entretiens de groupe avec les enseignants et de recueillir des exemples de leur travail de scénarisation et de mise à l'essai avec les élèves.

Le premier atelier a débuté avec une discussion entre les enseignantes (en petits groupes) et en grand groupe en lien avec leur expérience avec les big data et les ODD, suivie d'une présentation sur l'histoire du big data, les définitions et les trois étapes fondamentales du processus de travail avec ces données (collecte, traitement et visualisation, Bachimont, 1996) ; tout en ressortant des liens avec les mathématiques. Différents exemples ont été discutés par rapport au phénomène de factivisme ([FRENCH Be a Fact-ivist Lesson Plan](#)), l'importance de questionnement, pensée critique quant à l'usage de données, pour terminer avec les stratégies et les exemples de ressources de données massives. L'atelier s'est terminé avec quelques idées initiales sur la scénarisation possible exprimées par les enseignantes.

Le deuxième atelier a débuté avec le partage de l'expérience de l'utilisation de ressources de big data avec les élèves et des éléments de scénarisation. Ce travail a suivi un exposé théorique sur les écrits en lien avec les données massives, leurs usages possibles en salle de classe et des liens avec les enjeux de développement durable. Des exemples de quelques scénarios possibles présentés par l'équipe de chercheurs (déforestation, montée de prix de l'alimentation, qualité d'eau potable, croissance démographique) ont été analysés par les enseignantes. Leur tâche était d'identifier les enjeux de développement durable (en lien avec les objectifs de l'ODD), investiguer le problème à l'aide de plateformes de données massives, donner du sens aux données (à l'aide d'un questionnement continu et critique), choisir de moyens de représentation adéquate de données (visualisation). Le travail de scénarisation s'est ensuite poursuivi. À la fin, une réflexion en grand groupe a permis de revenir sur l'expérience vécue par les enseignantes (ateliers et expérimentation en classe) et la pertinence de poursuivre le travail l'année scolaire suivante (voir figure 2).

Par exemple, une requête effectuée à partir de la plateforme *Worldometer* a permis de ressortir les données en temps réel sur la disparition de forêts à l'échelle planétaire. En analysant les données par jour, l'on pouvait apprendre, entre autres, que 13 144 hectares représentent la superficie de forêts détruite en une seule journée (au moment de la requête). On peut également voir la dynamique (comment ça change d'une minute à l'autre, d'une heure à l'autre, etc, comparer ces chiffres avec un repère local ; comment, par exemple ça se compare avec la superficie de Moncton ? On peut modéliser la dynamique de disparition de forêts (fonction affine) en utilisant, par exemple, le logiciel GeoGebra permettant de jouer avec différents paramètres. On peut aussi examiner l'ampleur du problème au Canada, ex. *Un aperçu des ressources forestières du Canada* (statcan.gc.ca).

ENVIRONNEMENT		
1 465 769	forêt détruite cette année (Hectares)	[+]
1 973 321	Terres arables perdues en raison de l'érosion du sol cette année (ha)	[+]
10 325 266 173	Emissions de CO2 cette année (tonn.)	[+]
3 382 202	Désertification cette année (Hectares)	[+]
2 759 983	Produits chimiques toxiques déchargés par les industries cette année (tonn.)	[+]

(Source : [Worldometer - real time world statistics](#))

Figure 2 – Exemple de données en temps réel provenant de la ressource *Worldometer*,

Alors que l'analyse des données de recherche est encore en cours, nous présentons ici des éléments auxquels les enseignantes étaient sensibles au sens de DeBlois (2006).

IV. PREMIERS RÉSULTATS : À QUOI LES ENSEIGNANTS SONT SENSIBLES ?

Alors que pour toutes les six enseignantes, l'expérience avec les ressources de données massives était la première, elles ont toutes montré, lors du premier atelier, un intérêt de les explorer dans leur enseignement. Les idées d'usage exprimées par nos participantes étaient très variées. Par exemple, une enseignante planifiait faire une exploration d'un problème de sources et de coûts d'énergie en voyant des liens avec d'autres disciplines (sciences et technologies), la statistique (données de Statistique Canada) ainsi que des enjeux de développement durable (empreinte écologique) :

On va voir la vie personnelle, la vie professionnelle, le contexte sociétal, puis sciences et technologies. Puis, je n'avais pas fait beaucoup de sciences et technologies encore, ça fait que je voulais aller intégrer sciences et technologies. Puis, ça s'adonne que j'avais déjà commenté quelque chose sur l'empreinte écologique de notre province, pour ensuite se rendre à l'empreinte écologique de toi-même ou de ta famille. Ça fait que j'avais déjà trouvé sur Statistique Canada plusieurs diagrammes sur l'électricité au Nouveau-Brunswick. J'ai posé quelques questions.

Au niveau de l'analyse de données, ses idées se tournent autour de sources d'électricité par région en essayant de donner du sens aux informations trouvées :

Donc, ici, c'est la production d'électricité par région. Donc, on a toutes les provinces. On pourrait, par exemple, juste prendre le Nouveau-Brunswick. C'est plus facile à comprendre au début. Donc, là, on voit les différentes sortes d'énergie qui créent notre électricité. On a une petite légende sur le côté ici qui donne nos pourcentages. Donc, on voit que c'est l'énergie nucléaire à 40 %, Nouveau-Brunswick. L'énergie hydroélectrique qui est beaucoup plus que je pensais.

Lors de partage d'expérimentation en classe, au deuxième atelier, différents exemples de scénarios mis à l'essai en salle de classe ont été fournis par les enseignantes. Par exemple, une enseignante de 6^e année a suscité le questionnement chez ses élèves par rapport à la raison de collecter les données (réelles) (*Alors, pourquoi collectons-nous des données ?*) et leur usage (*Où les données sont-elles utilisées ? Pourquoi ?*) en leur donnant différentes pistes de réflexion : *Qu'est-ce que les données vous ont appris ? En comparant les régions, quelles sont les différences ? Quelles pourraient être les causes de ces différences ? Existe-t-il des facteurs culturels/économiques ?* Les élèves ont exploré trois ressources de données massives ([Histogramme](#) - [Timeline](#)

of History, Worldometer - real time world statistics), Banque Mondiale (données sur le climat, [Les mégadonnées au service du développement | Nations Unies](#)) en produisant les infographies représentant les résultats de leurs recherches portant, entre autres, sur les enjeux de croissance économique (équité, solidarité), de crise de logement et d'énergie propre (voir figure 3) :



Figure 3 – Exemple d'infographies produites par les élèves de 6^e année à partir d'exploration de ressources big data (fourni par une enseignante)

Voici les thèmes qui ont été ressortis lors de la discussion sur l'apport de l'expérience vécue par les enseignantes, en termes de gains (voir figure 4). Des différents bienfaits identifiés, peuvent être regroupés en trois catégories semblent émerger : (1) valeur augmentée des savoirs mathématiques (sentiment d'utilité chez les élèves), authenticité des tâches (données en temps réel ; possibilité d'aller en profondeur), travail signifiant avec les données (différentes façons de représenter les données (ex., infographie) ; réfléchir sur les données et questionner ; faire des prédictions et estimations) ; (2) liens interdisciplinaires (français, développement personnel et bien-être) ; (3) compétences transdisciplinaires (haut niveau ; pensée critique, autonomie, collaboration entre les élèves). Il a été également ressorti que la préparation ne prend pas beaucoup de temps, parce que la direction de questionnement et d'analyse est déterminée par les élèves à qui on accorde plus de pouvoir agir et de prise de décisions. Comme défis, les enseignantes ont mentionné le manque de temps pour se familiariser avec les ressources et l'absence d'une banque de ressources partagées.

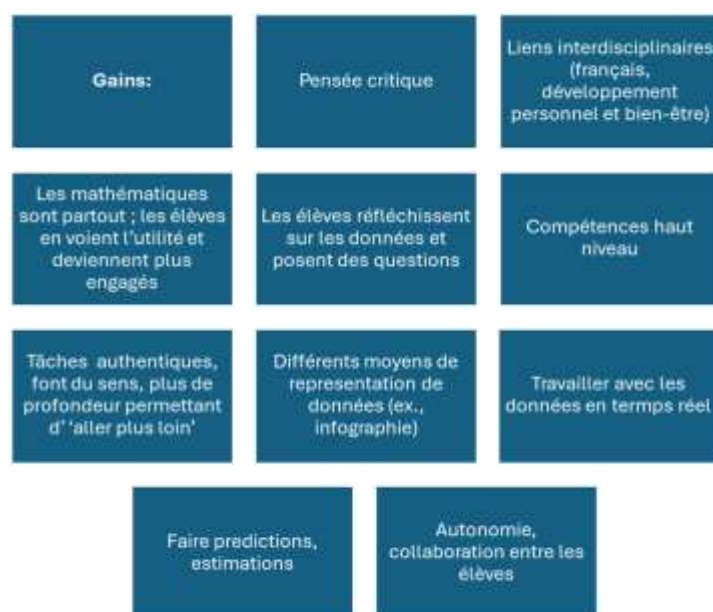


Figure 4 – Les thèmes concernant les bénéfices d'usage de ressources de big data en salle de classe (résultats d'analyse d'entretiens avec le groupe d'enseignantes)

À titre de conclusion, notons que les enseignantes participantes à notre étude portant sur l'usage de données massives en enseignement des mathématiques, en lien avec les enjeux de développement durable semblent avoir bien apprécié l'expérience leur permettant de voir l'utilité de nouvelles ressources. Les bienfaits ressortis par les enseignantes semblent être de nature inter- et transdisciplinaire des mathématiques qui a été mise de l'avant avec la réforme du début des années 2000 dans les écoles francophones du N.-B. (Canada), ce qui apporte un sens réel aux apprentissages des mathématiques en misant sur les tâches authentiques, les ressources numériques de données massives ouvertes, de représentations visuelles et dynamiques, le tout mettant au profit le développement de diverses compétences chez les élèves dont la pensée critique, l'autonomie et la collaboration. Toutes les enseignantes ont exprimé le besoin de poursuivre l'expérience en créant, entre autres, une base de scénarios possibles et une communauté de partage de ressources et de pratiques avec leurs collègues.

RÉFÉRENCES

- Adams, C., Pente, P., Lemermeier, G. et Rockwell, G. (2021). Artificial intelligence ethics guidelines for K-12 education: A review of the global landscape. Dans *Actes de la 22^e conférence internationale « Artificial Intelligence in Education » AIED2021, 14-18 juin 2021, Utrecht, Pays-Bas* (partie II, p. 24-28). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78270-2_4
- Ananiadou, K. et M. Claro (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers*, (41). <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>
- Bachimont, B. (2000). L'intelligence artificielle comme écriture dynamique : de la raison graphique à la raison computationnelle. Dans J. Petitot et P. Fabbri (dir.), *Au nom du sens* (p. 290-319). Grasset.
- Chiasson, M. et Freiman, V. (2022). Rethinking the 21st-century school: New citizens' skills for the digital era and their interaction with mathematics teaching and learning. Dans C. Michelsen, A. Beckmann, V. Freiman, U. T. Jankvist et A. Savard (dir.), *Mathematics and its connections to the arts and sciences (MACAS). 15 years of interdisciplinary mathematics education* (p. 69-107). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10518-0_5
- DeBlois, L. (2006). Influence des interprétations des productions des élèves sur les stratégies d'intervention en classe de mathématiques. *Educational Studies in Mathematics*, 62(3), 307-329.
- DeBlois, L., Del Notaro, C., Mawfik, N. et Roditi, E. Les pratiques enseignantes et l'apprentissage mathématique des élèves [Compte-rendu du groupe de travail 9]. Dans J.-L. Dorier et S. Coutat (dir.), *Actes du Colloque EMF2012 « Enseignement des mathématiques et contrat social. Enjeux et défis pour le 21^e siècle »*, 3-7 février 2012, Université de Genève, France (p. 1127-1132). https://www.periscope-r.quebec/full-text/les_pratiques_enseignantes_et_lapprentissage_mathematique_des_eleves.pdf
- D'Ignazio, C. et Bhargava, R. (2015). *Approaches to building big data literacy*. https://precollege.oregonstate.edu/sites/precollege.oregonstate.edu/files/big_data_literacy.pdf
- Gould, R. (2017). Data literacy is statistical literacy. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 22-25. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.209>
- Gouvernement du Nouveau-Brunswick [GNB]. (2016a). *Plan d'éducation de 10 ans*. https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/corporate/promo/convention_collective_quinquennale.html
- Gouvernement du Nouveau-Brunswick [GNB]. (2016b). *Profil des élèves de l'école secondaire acadienne et francophone*.

- Gutstein, E. (2006). « The real world as we have seen it » : Latino/a parents' voices on teaching mathematics for social justice. *Mathematical Thinking and Learning*, 8(3), 331-358.
- Freiman, V., Savard, A., Larose, F. et Theis, L. (2012). Les simulateurs virtuels pour soutenir l'apprentissage de probabilités : un outil pour les enseignants. Dans J.-L. Dorier et S. Gousseau Coutat (dir.), *Actes du colloque EMF2012 « Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21^e siècle », 3-7 février 2012, Université de Genève, Suisse* (p. 824–837).
<https://bibnum.publimath.fr/ACF/ACF12003.pdf>
- Gebre, E. H. (2018). Young adults' understanding and use of data: Insights for fostering secondary school students' data literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 18(4), 330-341.
- Hitt, F., Maschietto, M., Trgalova, J. et Sokhna, M. (2012). Ressources et développement professionnel des enseignants [Compte-rendu du groupe de travail 6]. Dans J.-L. Dorier et S. Gousseau Coutat (dir.), *Actes du colloque EMF2012 « Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21^e siècle », 3-7 février 2012, Université de Genève, Suisse* (p. 772-783).
<https://bibnum.publimath.fr/ACF/ACF12003.pdf>
- Khan, K. et Mason, J. (2021). The M in STEM and issues of data literacy. Dans *Proceedings of the 29th international conference on computers in education conference (ICCE2021), 22-26 novembre 2021, conférence en ligne* (vol. 1, p. 632-637). <https://library.apsce.net/index.php/ICCE/article/view/4209>
- Lafuente-Lechuga, M., Cifuentes-Faura, J. et Faura-Martínez, Ú. (2020). Mathematics applied to the economy and sustainable development goals: a necessary relationship of dependence. *Education Sciences*, 10(11), 339-350.
- LeBlanc, M., Freiman, V. et Furlong, C. (2022). From STEM to STEAM: Learning from students working in school makerspaces. Dans *Mathematics and its connections to the arts and sciences (MACAS) 15 years of interdisciplinary mathematics education* (p. 179-203). Springer.
- Sander, I. (2020). Critical big data literacy tools. Engaging citizens and promoting empowered internet usage. *Data & Policy*, 2, article e5. <https://doi.org/10.1017/dap.2020.5>
- Skovsmose, O. (1994). Towards a critical mathematics education. *Educational studies in mathematics*, 27(1), 35-57.
- Shaughnessy, J. M., Garfield, J. et Greer, B. (1996). Data handling. Dans A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick et C. Laborde (dir.), *International handbook of mathematics education. Part 1* (p. 205-237). Springer.
- Shim, J. et Yoon, S. A. (2024). Improving STEM education through resource activation: A study of culturally relevant teaching for critical data literacy in a high school science classroom. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 7(S1), 1-26. <https://doi.org/10.31756/jrsmt.311SI>
- Yaro, K., Amoah, E. et Wagner, D. (2020). Situated perspectives on creating mathematics tasks for peace and sustainability. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 20(2), 218-229. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00083-w>