

Déroulement et retombées de projets bricoleur (*maker*) à l'élémentaire : une revue de la portée

The Design and Implementation of Maker Projects in Elementary Schools: A Scoping Review

Megan Cotnam-Kappel, University of Ottawa, Canada

Alison Cattani-Nardelli, University of Ottawa, Canada

Sima Neisary, University of Ottawa, Canada

Patrick R. Labelle, University of Ottawa, Canada

Résumé

Le mouvement bricoleur (*maker*) connaît une popularité croissante dans les écoles du monde entier, mais la recherche, en particulier en français, est encore à un stade émergent. Cet article propose une revue de la portée des projets bricoleur dans les salles de classe de la 4^e à la 8^e année (secondaire 2) à l'échelle internationale, qui vise à analyser leurs descriptions, le déroulement, les outils utilisés et les retombées sur les élèves et le personnel enseignant. Sur 1 900 études initialement recensées et 68 articles scientifiques retenus aux fins d'analyse, l'étude définit trois phases principales des projets bricoleur : 1) l'inspiration et la préparation, 2) la mise en œuvre et la réalisation, et 3) la présentation et la recontextualisation, et elle souligne l'équilibre entre les outils numériques et physiques dans les études du corpus. Elle examine aussi les retombées sur les élèves à travers les dimensions affectives, sociales, disciplinaires et métacognitives, ainsi que sur le personnel en ce qui a trait aux dimensions pédagogiques, affectives et sociales. Des exemples de projets bricoleur disciplinaires, interdisciplinaires et transdisciplinaires sont présentés, illustrant l'ampleur et le potentiel du mouvement bricoleur. Ces résultats sont essentiels pour renforcer la formation enseignante, en s'appuyant sur les recommandations issues de recherches récentes, afin de favoriser la conception et l'intégration de projets bricoleur dans les salles de classe.

Mots clés : bricoleur, formation enseignante, maker, revue de la portée, technologies éducatives

Abstract

The rise in popularity of the maker movement in schools is evident around the globe, yet research, particularly in French, is still in early stages. This article provides a scoping review of maker projects in grades four through eight classrooms in elementary schools from around the globe, aiming to uncover their implementation, materials used, and outcomes on students and teachers. From 1900 initial studies, 68 scientific articles were analyzed. This article outlines the three stages of maker projects: 1) inspiration and preparation, 2) implementation and realization, and 3) presentation and recontextualization, while highlighting an equal mix of digital and physical tools within the selected papers. It also discusses the impact on students across affective, social, disciplinary, and metacognitive dimensions, as well as on teachers, including pedagogical, affective, and social outcomes. Examples of disciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary maker projects are highlighted, showcasing the broad scope and potential of maker education. These findings are essential for strengthening teacher education with research-informed best practices for designing and integrating maker projects in classrooms.

Keywords: digital technologies, maker, maker education, scoping review, teacher education

Introduction

Les projets maker, ou ce que nous préférons nommer de projets bricoleur, impliquant la création d'artefacts numériques et/ou physiques par les élèves, gagnent en popularité dans les écoles élémentaires mondialement, y compris au Canada. Centrés sur la conception et la réalisation de projets individuels ou collaboratifs, ces projets se servent souvent d'outils considérés emblématiques du mouvement bricoleur, tels que les imprimantes 3D, les logiciels de codage et les découpeuses laser ou d'outils physiques tels que les objets recyclés, de matériaux électroniques ou des *e-textiles* (Rouse & Gillespie Rouse, 2022). L'implication des élèves dans ces projets peut enrichir le développement de littératies traditionnelles, disciplinaires et numériques (Becker & Jacobsen, 2021; Hagerman, 2017; Hagerman et al., 2022) et cultiver l'innovation, la curiosité et une approche créative de résolution de problèmes (Chu et al., 2017; Hughes, 2017). Ces atouts constituent la base de la conviction soutenue par des revues de recherches récentes que les projets bricoleur peuvent influencer positivement l'apprentissage des élèves (Rouse & Gillespie Rouse, 2022; Schad & Jones, 2020). Pourtant, les programmes de formation à l'enseignement commencent à peine à documenter l'intégration d'initiatives liées au mouvement, aux outils, pratiques et pédagogies bricoleur dans leurs programmes et davantage de recherches sont nécessaires sur ce sujet (Caratachea et al., 2023; Rodriguez et al., 2018; Schad & Jones, 2020). Qui plus est, le passage à l'enseignement en ligne ou hybride adopté à travers le monde en 2020 a restreint les occasions pour le personnel de développer ou de renforcer leurs pédagogies centrées sur le bricolage (Becker & Jacobsen, 2021).

Les recherches systématiques sur le déroulement et les retombées de ces projets bricoleur, qui pourraient notamment orienter leur intégration à la formation enseignante, restent beaucoup trop limitées. Dans leur revue, Vossoughi et Bevan (2014) se sont concentrés sur les activités maker en contexte extrascolaire avec une attention particulière aux domaines STIM. Papavlasopoulou et al. (2017)

ont examiné des recherches empiriques dans les contextes scolaires, extrascolaires et postsecondaires en mettant l'accent sur les technologies, les disciplines et les méthodes d'évaluation, mais seules les études jusqu'en 2015 ont été incluses. Les revues de Schad et Jones (2020) et de Rouse et Gillespie Rouse (2022) touchent les études sur le bricolage dans les classes de la maternelle à la 12^e année (1^{re} année du cégep), mais les pratiques pédagogiques et exemples de projets basés sur la recherche pour le personnel enseignant y sont absents. Par ailleurs, il est important de noter qu'à ce jour, aucune étude n'a explicitement recensé le déroulement des activités bricoleur. Pourtant, il est essentiel de mieux comprendre comment créer et mettre en œuvre ces projets bricoleur, en s'appuyant sur des recommandations issues de la recherche, pour éviter le risque d'activités simples et répétitives qui limitent l'autonomie, les erreurs, la créativité, voire l'apprentissage, des élèves (Davidson & Price, 2018). Dans cette optique, cette revue de la portée a pour objectif d'effectuer une étude systématique de la littérature scientifique existante sur les projets bricoleur dans les écoles élémentaires, plus précisément avec des enfants âgés de 9 à 14 ans, dans le monde entier. Cette revue se concentre sur cette tranche d'âge car elle s'inscrit dans le cadre d'une étude canadienne plus large, financée par la fondation LEGO, portant sur l'apprentissage ludique *via* le numérique, le plein air et le bricolage physique et numérique (Hollweck et al., 2023). L'objectif de cette revue de la portée est de fournir une vue plus complète sur les possibilités pédagogiques de ces projets bricoleur en offrant une description exhaustive de leur déroulement, des outils privilégiés et de leurs retombées. Nous visons ainsi à répondre aux questions de recherche suivantes : d'après la littérature scientifique, comment les projets bricoleur physiques et numériques sont-ils décrits en contextes éducatifs auprès d'élèves de la 4^e à la 8^e année? Quels types de projets bricoleur ont été recensés et quelles sont les retombées rapportées?

Malgré une augmentation du nombre d'études sur le mouvement bricoleur en éducation, la recherche scientifique publiée en français sur ce sujet reste insuffisante, ce qui constitue une lacune problématique pour les communautés de recherche et le personnel enseignant francophones. La rédaction de cet article en français contribue à combler cette lacune, bien que notre corpus soit constitué d'articles anglophones.

Ancrages théoriques

Constructionnisme

La majorité des chercheurs situent les projets bricoleur, qu'ils soient physiques ou numériques, du mouvement bricoleur dans un cadre constructionniste (Bevan, 2017; Hagerman et al., 2022; Rouse & Gillespie Rouse, 2022), s'alignant avec la théorie de Seymour Papert (1980). Papert a non seulement souligné l'importance de la manipulation physique des matériaux comme essentielle pour la construction de connaissances plus abstraites, mais il a également mis en avant l'idée que l'acte de bricoler, c'est-à-dire de créer des objets tangibles, permet de rendre le processus d'apprentissage plus concret et engageant pour l'élève. L'intérêt particulier selon le chercheur réside dans « the invention of “objects-to-think-with”, objects in which there is an intersection of cultural presence, embedded knowledge, and the possibility for personal identification » (Papert, 1980, p. 11). Ainsi, les personnes construisent leurs connaissances en créant des objets tangibles qui peuvent être exposés, examinés et critiqués, que ce soit à travers la création de produits personnalisés qui ont du sens pour la personne (Searle et al., 2016).

L'élément crucial réside dans l'acquisition du savoir en bricolant un objet partageable (Martinez & Stager, 2013), qui favorise ainsi un échange de savoirs et un apprentissage collaboratif.

Mouvement bricoleur

Bien que le terme « maker » soit largement utilisé dans la littérature scientifique anglophone, le manque de publications empiriques en français pose un défi pour sa traduction (Bosqué et al., 2014). Quelques ouvrages francophones font référence au mouvement Maker (Bosqué, 2015; Capdevila, 2016) ou au mouvement des Makers (Hussenot, 2017), cependant, nous adoptons le terme « mouvement bricoleur » (Cotnam-Kappel et al., 2020). En concordance avec les vues des chercheurs qui préconisent de ne pas restreindre excessivement le concept afin de tenir compte de la diversité des activités bricoleur (Vossoughi & Bevan, 2014), nous choisissons un terme français, « bricoler », préservant ainsi l'esprit du mouvement qui vise à démocratiser l'accès au bricolage, compte tenu du fait que diverses activités peuvent être qualifiées de bricoleur, qu'elles impliquent ou non des outils technologiques (Cotnam-Kappel et al., 2020). Ce mouvement se décline en trois dimensions : le « bricolage » en tant qu'ensemble d'activités conçues avec une variété de buts d'apprentissage, les « espaces bricoleur » en tant que communautés de pratique dans lesquelles les bricoleur partagent les ressources, processus et produits, et les « bricoleur », une identité participative adoptée par les apprenants au sein du mouvement (Halverson & Sheridan, 2014). Des études récentes au Canada montrent que les espaces bricoleur partagent des objectifs communs, notamment la démocratisation des outils numériques, la promotion de la créativité et le développement du pouvoir d'agir des bricoleur en tant que membres actifs d'une communauté (Hughes, 2019; Parent et al., 2021).

L'intégration récente du mouvement bricoleur dans les écoles découle de la reconnaissance de son fort potentiel éducatif, notamment pour initier les jeunes au bricolage et développer des valeurs et compétences telles que la curiosité, la créativité et l'*agency* (Martinez & Stager, 2013; Rouse & Gillespie Rouse, 2022). Toutefois, cette intégration du mouvement bricoleur en milieu scolaire suscite également de nombreuses tensions. D'un côté, certains chercheurs associent le mouvement principalement aux disciplines STIM (Vossoughi & Bevan, 2014), tandis que d'autres plaident pour une application plus large incluant les arts et les sciences sociales (Godhe et al., 2019). D'autres insistent sur l'importance des compétences liées au bricolage et à des concepts qui ne sont pas nécessairement abordés dans les programmes-cadres, tels que l'identité ou le *mindset* bricoleur (Clapp et al., 2017; Halverson & Sheridan, 2014). Une autre tension émerge concernant le rôle du personnel enseignant : il leur est suggéré de minimiser leur intervention directe et plutôt rediriger leur autorité dans les espaces bricoleur, favorisant ainsi l'apprentissage autonome des élèves, qui apprennent en utilisant les outils à leur disposition et en collaborant avec leurs pairs ou d'autres membres de la communauté (Clapp et al., 2017; Rouse & Gillespie Rouse, 2022).

Dans cet article, l'expression « projet bricoleur » désigne les activités proposées et réalisées dans le cadre du mouvement bricoleur, qu'elles soient physiques, numériques ou hybrides, et généralement intégrées dans des démarches constructionnistes (Caratachea et al., 2023). Il est également pertinent de noter que, malgré l'abondance de la littérature anglophone sur le sujet, le mouvement bricoleur tente encore de se définir en français (Cotnam-Kappel et al., 2020; Parent et al., 2021). C'est pourquoi nous nous efforçons de mettre en valeur les caractéristiques typiques de ce mouvement à travers une analyse

rigoureuse de descriptions de projets bricoleur en mettant en avant leurs spécificités et leurs liens avec tout ce qui est affilié au *maker*, sans faire impasse à la langue française.

Méthodologie

L'approche méthodologique de revue de la portée, suivant un protocole précisant des stratégies transparentes à appliquer pour explorer de manière approfondie la littérature scientifique existante dans un domaine spécifique (Albers & Pattuwage, 2017), a été retenue pour cette étude. Son objectif est d'étudier systématiquement les études, de clarifier les connaissances existantes et de détecter les lacunes éventuelles dans le champ (Munn et al., 2018). Cette méthode, jusqu'à présent peu répandue dans la littérature francophone, est particulièrement pertinente pour étudier des domaines complexes qui n'ont pas encore été évalués dans leur ensemble (Mays et al., 2001 cités par Arksey & O'Malley, 2005), comme c'est le cas pour le domaine naissant de la recherche sur le mouvement bricoleur en éducation, ce qui la distingue de la revue systématique qui vise l'évaluation de la qualité des études et des conclusions utiles pour orienter les politiques publiques (Tricco et al., 2018). Notre étude suit les normes *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR), un protocole visant à améliorer la transparence et à standardiser la publication des revues de la portée à partir de lignes directrices spécifiques pour la présentation de leurs résultats (Page et al., 2021; Tricco et al., 2018).

Revue de la portée : objectifs et stratégie de recherche

Cette revue de la portée a pour objectif de répertorier les études décrivant des projets bricoleur en contextes éducatifs et leurs effets auprès d'élèves de la 4^e à la 8^e année. Le spectre de notre recherche s'étend à l'international et touche aux contextes éducatifs formels et informels, tels que les écoles, les musées et les camps d'été, mais se limite aux études publiées ces dix dernières années, soit entre 2012 et 2022 afin de repérer les recommandations les plus pertinentes aux contextes technologiques et pédagogiques actuels.

Quant à la stratégie de recherche, un bibliothécaire de recherche ayant une expertise en synthèse de connaissances a créé une stratégie visant à trouver des références indexées dans les bases de données Academic Search Complete (EBSCOhost), ACM Digital Library, Cairn (cairn.info), Canadian Business et Current Affairs (ProQuest), Education Source (EBSCOhost), ERIC (Ovid), Érudit (erudit.org), et Web of Science (Clarivate). Cette stratégie s'est inspirée de celles développées dans d'autres revues exhaustives de la littérature portant sur les espaces bricoleur (Papavlasopoulou et al., 2017; Rouse & Gillespie Rouse, 2022; Schad & Jones, 2020) et fut le sujet de multiples évaluations par les pairs en suivant la norme *Peer-Review of Electronic Search Strategy* (McGowan et al., 2016). Après avoir finalisé la stratégie pour ERIC (Ovid), celle-ci a été adaptée pour d'autres bases de données en tenant

compte des différences liées à l'indexation par sujets et à la syntaxe de recherche¹. La recherche dans les huit bases de données a été effectuée le 16 juin 2022.

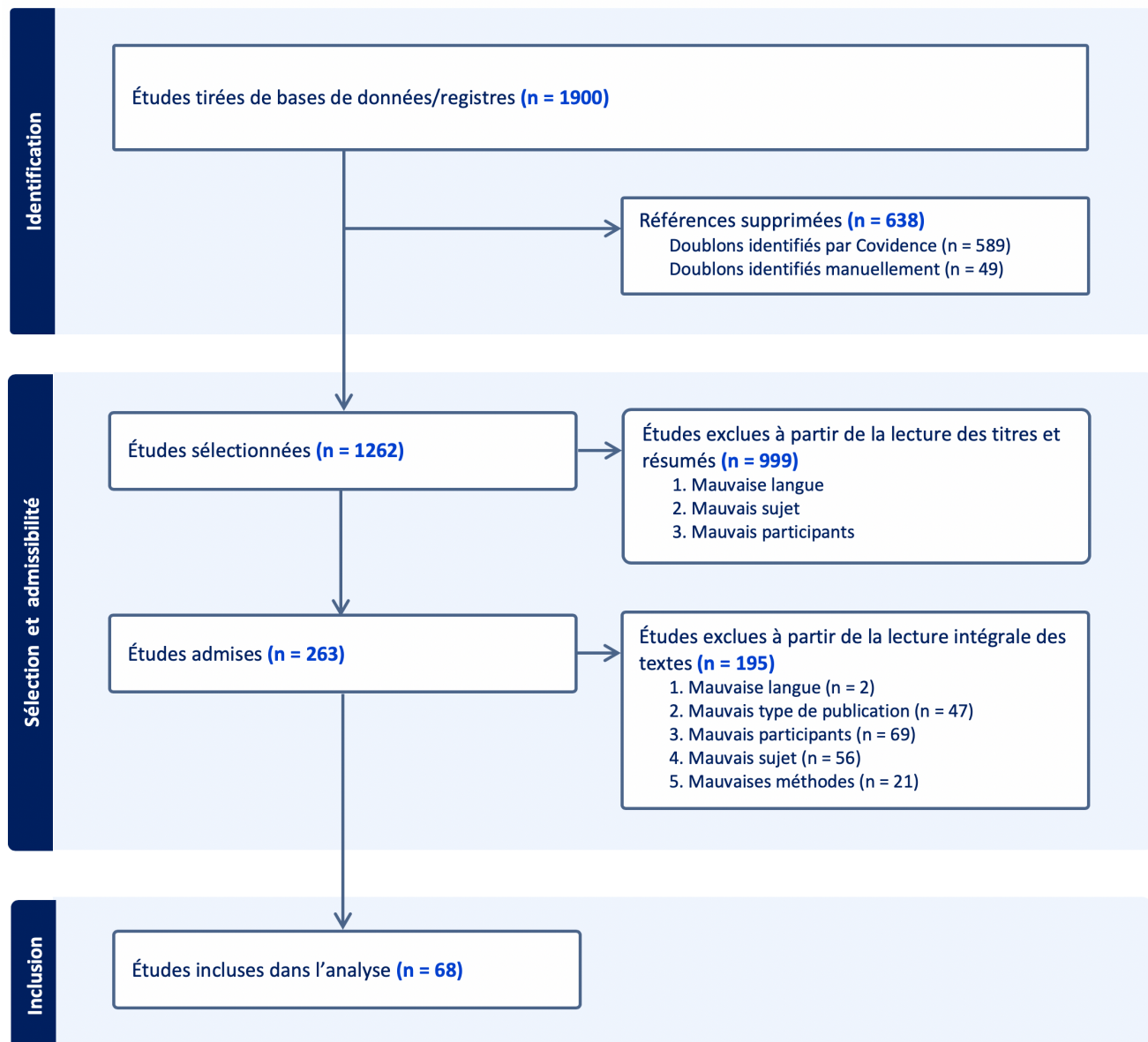
Processus d'inclusion et constitution d'un corpus

Les 1 900 références trouvées ont ensuite été importées dans Covidence, un outil en ligne qui permet de travailler en collaboration dans un traitement en double aveugle durant les différentes étapes de la revue. Pour assurer une plus grande rigueur et minimiser les conflits dans Covidence, un projet pilote a été mené pour évaluer 20 références choisies aléatoirement. Une fois les références importées, 638 doublons ont été supprimés. Notre équipe de recherche composée de trois personnes a, par la suite, procédé à examiner les titres et résumés des 1 262 références restantes pour en vérifier l'admissibilité selon les critères d'inclusion. Pour être admissibles, les articles repérés devaient répondre aux critères d'inclusion suivants :

- L'article concerne les élèves de la 4^e à la 8^e année, soit de 9 à 14 ans (critère : participant)
- Le texte est un article scientifique revu par les pairs (critère : type de publication)
- L'article mentionne explicitement des activités bricoleur physique ou numérique, leur déroulement, leurs retombées et/ou pratiques gagnantes (critère : sujet)
- L'article inclut des données empiriques (critère : méthode)
- L'article est rédigé en français ou anglais (critère : langue)

Une fois cette étape terminée, un autre pilote a été fait avec 15 articles en texte intégral. Ensuite, l'équipe a évalué le texte intégral de 263 articles admis à la suite de la première étape d'évaluation. Parmi ceux-ci, 195 ont été exclus en raison du mauvais type de participants (n = 69), du mauvais sujet (n = 56), du mauvais type de publication (n = 47), de mauvaises méthodes (n = 21), par exemple une recension des écrits ou article théorique, et de langue autre que le français ou l'anglais (n = 2). Malgré nos efforts en tant qu'équipe de recherche bilingue pour explorer les bases de données en français et en anglais, nous tenons à noter que huit références parmi les 263 étaient en français, mais elles ont été exclues selon nos critères d'inclusion, et aucun article en français n'a été retenu dans le corpus final. Finalement, 68 études répondaient à nos critères d'inclusion et ont été codées puis analysées par notre équipe.

¹ Étant donné la complexité et le nombre élevé de mots-clés utilisés dans un total de huit bases de données, nous ne pouvons pas tous les inclure dans cet article. Cependant, un document séparé est disponible sur demande auprès de l'autrice correspondante pour obtenir la liste détaillée, ainsi que les stratégies de recherche complètes pour chaque base de données.

Figure 1*Diagramme de flux***Extraction des données**

Nous avons privilégié le logiciel d'analyse de données Dedoose pour le codage des données. Le codage des 68 études retenues a été réparti entre les trois membres de l'équipe et réalisé à partir d'une liste non exhaustive de codes inspirés de nos questions de recherche et correspondant au modèle PCC (Peters et al., 2020) – PCC pour population, contexte, concepts. Cette liste a été complétée au fur et à mesure de nouveaux codes émergeaient, et ce, dans une approche inductive générale (Blais & Martineau, 2006). Le Tableau 1 résume les codes pour lesquels les données ont été extraites. Pour une raison de lisibilité, seulement les exemples de sous-codes les plus pertinents y sont mentionnés.

Tableau 1

Liste non exhaustive des codes et sous-codes utilisés sur Dedoose selon le modèle PCC

	Population	Contexte	Concepts
Code	Participants	Contexte de bricolage	Effets
Sous-code	âge et/ou année	où (en classe, dans un makerspace, en ligne), quand (durant les cours, en dehors des cours), avec (enseignant-es, bibliothécaire)	sur les jeunes, sur les enseignant-es <i>playful teaching or learning</i>
		Activité maker identifiée	Déroulement
		<i>Physique, numérique, hybride</i>	<i>Pédagogie, évaluation</i>
		Pays	Défi
			Recommandation

Analyse des données

En nous inspirant de l'approche inductive générale (Blais & Martineau, 2006; Thomas, 2006), nous avons procédé en premier lieu à un codage inductif au moyen du logiciel Dedoose pour condenser les données brutes. Par la suite, nous avons établi des liens entre nos objectifs de recherches et nos catégories émergentes, par exemple au moyen de catégories intitulées « déroulement » et « retombées ». Finalement, nous avons développé des contributions nouvelles à partir des catégories et de leurs sous-codes, à titre d'exemple sous « Retombées – élèves », on retrouve les codes 1) dimensions affectives, 2) dimensions sociales, 3) apprentissages disciplinaires, et 4) compétences métacognitives et stratégiques.

Limites

Nous reconnaissons que notre revue comporte certaines limites qui pourraient influencer les résultats. Notre objectif était d'examiner les projets bricoleur chez les élèves de la 4^e à la 8^e année (9 à 14 ans). Nous avons exclu les livres, chapitres, thèses et rapports, et il est possible que certaines études non indexées aient échappé à nos recherches. Bien que notre démarche ait été rigoureuse, elle demeure sujette à des biais. De plus, en nous concentrant uniquement sur les études empiriques, nous avons laissé de côté les études théoriques. Bien que nous ayons largement couvert le domaine avec une recension de plus de soixante articles, il reste que notre analyse est principalement orientée vers les aspects pratiques en salle de classe.

Résultats

Les résultats révèlent que les cinq principaux pays ayant contribué à la recherche sur les projets bricoleur dans des classes de l'élémentaire sont les États-Unis (n = 19), la Finlande (n = 9), le Canada (n = 7), l'Espagne (n = 4), et la Chine (n = 3). Dans cet article, nous explorons deux thèmes principaux :

premièrement, la description des projets bricoleur incluant contenu et outils, puis leur déroulement et mise en pratique auprès d'élèves de la 4^e à la 8^e année. Deuxièmement, nous offrons un aperçu des retombées rapportées dans les articles du corpus touchant à la fois les élèves et le personnel enseignant. À noter que *n* représente le nombre d'articles traitant de chaque thème ou catégorie.

Portrait des activités de bricolage

Notre corpus de 68 articles révèle que 33 décrivent en détail le déroulement des projets bricoleur. Bien que la majorité de ces projets soient intégrés dans un cadre disciplinaire et au service des programmes-cadres (*n* = 25), 16 des activités recensées dépassent les disciplines formelles parce qu'elles touchent notamment au développement individuel et communautaire. Par ailleurs, nous relevons un nombre équivalent d'outils, de matériaux et de ressources de type physique (*n* = 18) que numérique (*n* = 19). Étonnamment, plus de la moitié des activités (*n* = 11) sont de nature hybride, combinant outils physiques « et » numériques.

Le bricolage indiscipliné : tendance à l'inter- et à la transdisciplinarité

Les projets bricoleur recensés servent le développement de compétences et de savoirs disciplinaires (*n* = 25) en lien avec les littératies traditionnelles et numériques (*n* = 8) et les arts (*n* = 4), mais surtout les sciences (*n* = 7), les technologies (*n* = 10), l'ingénierie (*n* = 4), et les mathématiques (*n* = 5) que nous regrouperons sous l'acronyme STIM (plus connues en anglais sous *STEM*). Il est toutefois nécessaire de souligner le caractère interdisciplinaire des projets bricoleur puisque nous notons de nombreux chevauchements entre les disciplines, que ce soit à travers les STIM ou avec les littératies.

L'article de Montgomery et Madden (2019) illustre l'interdisciplinarité entre littératies et ingénierie. Elles décrivent un projet où les élèves sont invités à explorer et à expérimenter leur compréhension littéraire en s'engageant dans un processus de construction des connaissances où ils identifient un problème rencontré par un personnage de fiction. Ils sont ensuite chargés de concevoir un artefact adapté pour résoudre ce problème avec les matériaux disponibles dans la classe, par exemple du bois, de la corde et des poulies. Toujours dans cette idée d'interdisciplinarité, Hughes et al. (2019) indiquent que les premières séances des projets bricoleur sont d'abord consacrées à l'enseignement des littératies numériques puisque « bricoler (*making*) implique d'abord de repérer les ressources matérielles et intellectuelles et de comprendre comment ces ressources s'articulent les unes par rapport aux autres » (traduction libre, p. 315). Dans cet exemple, par ressources intellectuelles, on entend le développement de littératies numériques liées à la création d'affiches numériques et à la vidéographie. Ces littératies sont généralement abordées à travers la composition multimodale (Dalton, 2020; Hagerman et al., 2022) pour exprimer leur compréhension d'un sujet. Les possibilités d'écriture créative se déclinent alors sous différents genres et médiums, sous forme papier et/ou numérique : la bande dessinée (Assaf et al., 2021), le récit de science-fiction (Dalton et al., 2020), l'histoire numérique (Bull et al., 2017), la vidéo (Assaf et al., 2021), ou la présentation de diaporama (Hagerman et al., 2022).

Du côté des STIM, les projets recensés couvrent tous les âges et répondent aux disciplines et aux besoins curriculaires. En sciences, on retrouve des projets touchant aux énergies renouvelables (Chen & Lin, 2019), à la consommation d'énergie (Mylonas et al., 2019), à l'optique (Bevan et al., 2020) et à la

santé (Geser et al., 2019). Les activités décrites par Mylonas et al. (2019) ainsi que par Geser et al. (2019) se démarquent des autres par leur lien avec la vie quotidienne des élèves, contextualisant et donnant un sens à leurs apprentissages. Par exemple, l'étude de l'empreinte énergétique de leur école (Mylonas et al., 2019) et le développement d'une barre granola santé adapté aux besoins nutritifs d'enfants (Geser et al., 2019) impliquent les élèves dans la conceptualisation du produit jusqu'aux aspects marketing, en passant par la production, renforçant ainsi leur engagement et leur compréhension.

En technologie, les électroniques sont largement intégrées aux contenus d'apprentissage de projets bricoleur, couvrant la familiarisation avec les circuits électriques (Bevan et al., 2020; Blackey et al., 2018), l'expérimentation (Hansen et al., 2019) et la création d'artefacts intégrant des composants électroniques tels que les *e-textiles*. Des exemples incluent des marionnettes électroniques (Buchholz et al., 2014), des chandails chauffants ou encore des vestes anti-viol (Barton et al., 2017). En ingénierie, on note des activités liées à la robotique : fabrication de robots (Hansen et al., 2019), création d'un *waste robot* (Geser et al., 2019), d'une manette de jeu ou d'un lecteur de musique (Harlow & Hansen, 2018). En mathématiques, Ke et al. (2019) proposent d'aborder la résolution de problèmes en *e-rebuild* à travers les jeux vidéo. Weng et al. (2022) partagent l'exemple d'activités de résolution de problème basée sur un jeu vidéo créé par les jeunes avec Scratch.

Parmi les activités mêlant disciplines scientifiques, technologiques, ingénieriques, artistiques, et mathématiques (STIAM), nous pensons notamment à la création de *e-sculptures* (Friend & Mills, 2021) ou imaginer et produire un jouet 3D (Fu et al., 2022), un projet ayant amené les jeunes à se familiariser autant avec des modes de production créatifs (conception d'un design), que technologiques (modélisation sur ordinateur), et artistiques (peinture, présentation artisanale, et créative).

Au-delà de ce cadre académique et interdisciplinaire, nous remarquons une tendance à la transdisciplinarité. Plus d'un tiers des articles étudiés présentent les projets bricoleur comme étant d'abord orientés vers l'individu ($n = 5$) ou la communauté ($n = 7$), plutôt que vers des objectifs curriculaires formels, et proposés sous la forme de défis ($n = 7$). Selon Leinonen et al. (2020), ces projets favoriseraient une culture d'apprentissage favorable à l'estime de soi et au pouvoir d'agir de l'élève. Elles peuvent aussi valoriser l'identité de l'élève, par exemple, *via* la production d'un journal réflexif (Hughes, 2017) ou de design (Martin et al., 2020).

Les défis proposés varient, allant de ceux choisis par l'élève (Barton et al., 2017; Herro et al., 2021a; Kumpulainen et al., 2020) à ceux imposés par l'adulte (Wright et al., 2018), et peuvent être réalisés individuellement ou en groupe (Hansen et al., 2019; Kajamaa & Kumpulainen, 2019). L'enseignant·e peut aussi participer aux activités et collaborer avec les élèves (Mylonas et al., 2019). Le défi peut également être destiné à servir un groupe à l'extérieur de l'école en répondant à un besoin des membres de la communauté (Hansen et al., 2019). Quoi qu'il en soit, l'objectif derrière ces défis de bricolage est de voir des élèves motivés et actifs dans leur apprentissage en les laissant expérimenter, découvrir et manipuler le matériel disponible.

Les projets bricoleur peuvent aussi adopter une approche sociale et communautaire, permettant aux élèves d'avoir une influence sur leur communauté (Assaf et al., 2021; Barton et al., 2017). Ces activités sont basées sur des besoins réels de la communauté, avec des élèves enquêtant et proposant des solutions concrètes. Par exemple, Hansen et al. (2019) décrivent une classe de jeunes âgés de 13 à

14 ans qui ont réalisé une prothèse qui serait utilisée lors d'un tournage par un cascadeur professionnel amputé d'une partie de sa jambe, tandis que Thanapornsangst et Holbert (2020) mentionnent des élèves développant un parapluie tout usage qui protège de la pluie, du soleil et de la chaleur; et un robot accueillant censé attirer davantage de clientèle pour des vendeurs de rue de leur communauté. De plus, les activités de bricolage sont également une opportunité de sensibiliser les jeunes sur les questions sociales et de justice (Hughes, 2017; Hughes et al., 2019; Trust, 2018).

Le bricolage hybride : outils et matériaux

Notre analyse révèle que les articles de notre corpus mentionnent presque également l'utilisation d'outils ou de matériaux physiques (n = 18) et numériques (n = 19), avec une prédominance d'activités hybrides (n = 11) combinant les deux. Les matériaux physiques comprennent les matériaux recyclés (n = 4), le matériel électronique (n = 13), les livres (n = 2), et autres (n = 2), par exemple son corps lorsqu'on incorpore la danse dans son enseignement (Herro et al., 2021b). Le Tableau 2 présente quelques exemples d'activités utilisant ces outils, mais nous recommandons de consulter les textes cités pour des descriptions plus exhaustives.

Tableau 2

Outils, matériaux et ressources physiques : quelques exemples

Catégorie	Nom	Exemple d'activité	Âge	Référence
Matériaux recyclés	Bois, tissu, carton, boîte en plastique	<i>Les élèves proposent une solution à un problème d'un personnage du livre en utilisant des matériaux disponibles.</i>	10-11	Montgomery et Madden (2019)
Électronique	LilyPad Arduino	<i>Les élèves fabriquent leur propre chapeau lumineux en utilisant le e-textile.</i>	11-13	Hébert et Jenson (2020)
Littérature	Livre illustré BD	<i>Les jeunes conçoivent un superhéros, créent ses outils et réfléchissent à leur propre pouvoir dans leur communauté.</i>	7-13	Assaf et al. (2021)

Parmi les outils, les ressources et les matériaux numériques, nous avons identifié quatre catégories : logiciels (n = 10), technologies (n = 16), programmes (n = 5), et littératies numériques (n = 4). Le Tableau 3 résume quelques exemples d'activités.

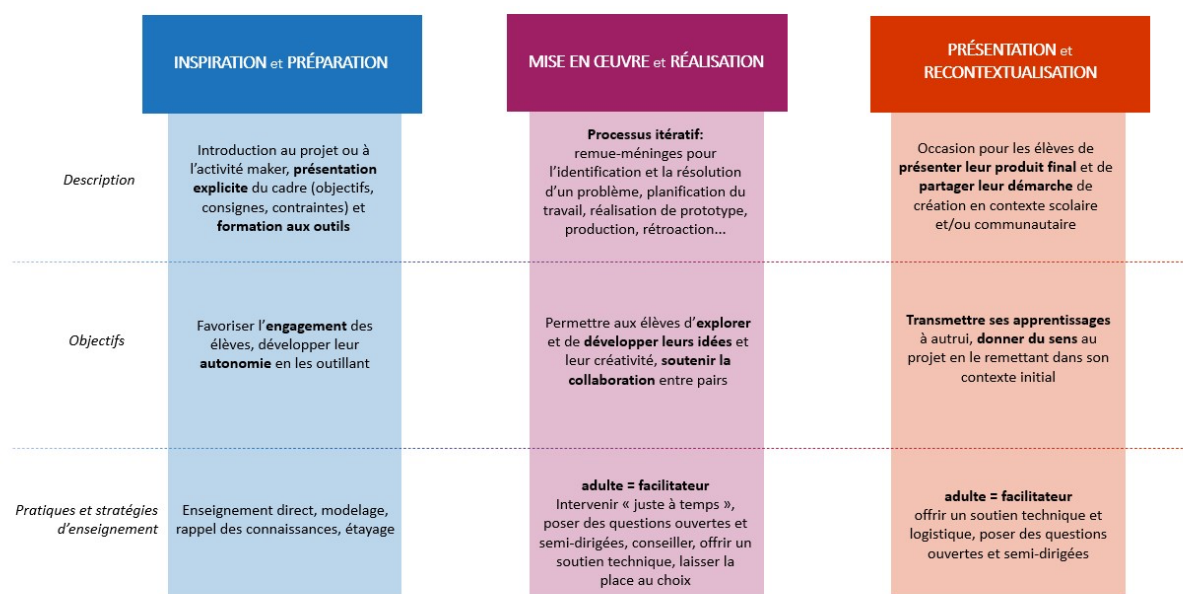
Nous déplorons l'absence criante de ressources disponibles en français. À notre connaissance, sont seulement disponibles en français les ressources suivantes : Scratch, un outil conçu pour le codage de jeux, d'histoires et animations numériques; Tinkercad, une application web gratuite destinée à la conception 3D, l'électronique et au codage; et Ultimaker Cura, un logiciel d'impression 3D.

Tableau 3*Outils et matériaux numériques : quelques exemples*

Catégorie	Nom	Exemple d'activité	Âge	Référence
Logiciel	Design graphique	<i>Les élèves plus âgés collaborent avec les jeunes de maternelle pour fabriquer les « jouets de leurs rêves ».</i>	9-10	Holbert (2016)
Technologie	Imprimante 3D	<i>Au choix, les élèves produisent une pièce de jeu ou un objet fonctionnel.</i>	10-14	Leinonen et al. (2020)

Déroulement d'un projet bricoleur

Nos analyses mettent en lumière le contexte des projets bricoleur, révélant que la majorité ont lieu durant les heures de classe (n = 28), tandis qu'une minorité se déroule après l'école (n = 6). Elles prennent place dans la salle de classe (n = 8), dans l'espace bricoleur de l'école (n = 9), ou encore dans un endroit extérieur à l'école (n = 11) telle une bibliothèque ou une université. Nos analyses inductives des descriptions de projets bricoleur avec des jeunes de la 4^e à la 8^e année ont révélé une structure en trois phases distinctes : a) inspiration et préparation, b) mise en œuvre et réalisation, puis c) présentation et recontextualisation (Figure 2).

Figure 2*Déroulement en trois phases des activités et des projets bricoleur*

a) Phase d'inspiration et de préparation

La phase d'inspiration et de préparation fait office d'introduction au projet bricoleur. Il s'agit de proposer une activité d'ouverture attrayante et porteuse de sens pour les élèves afin de piquer leur curiosité, leur intérêt et susciter leur engagement envers le projet. Selon le projet, cette activité peut comprendre la lecture de bandes dessinées (Assaf et al., 2021), la projection de vidéos (Becker & Jacobsen, 2019), une marche d'observation (Assaf et al., 2021) ou une invitation pour les élèves à amener en classe un article de leur intérêt (Becker & Jacobsen, 2019). L'idée est de provoquer une discussion, une réflexion, et à ouvrir un dialogue visant à inspirer et à préparer les élèves au processus de bricolage. Selon les études recensées, cette première phase peut aussi représenter l'occasion pour le personnel enseignant de faire un rappel des connaissances (Ng & Chan, 2019), de présenter explicitement les objectifs, consignes et contraintes liées au projet (Chen & Lin, 2019), de former les élèves à l'utilisation de nouveaux outils par modelage (Weng et al., 2022) et de leur proposer des ressources (ex., guide visuel, tutoriel en ligne) pour encourager un travail autonome (Hughes et al., 2019).

b) Phase de mise en œuvre et de réalisation

Notre analyse des projets bricoleur recensés révèle que la deuxième phase plonge les élèves dans la mise en œuvre et la réalisation de leur bricolage. Cette phase inclut diverses étapes clés, telles que l'identification d'un problème et la recherche d'une résolution (ex., remue-méninges, créer un sondage pour interroger un groupe cible), la planification du travail (ex., répartition des rôles ou des tâches entre les élèves), la réalisation d'un prototype, la production de l'artefact et la rétroaction (par les pairs ou le groupe cible). Ce processus a un aspect itératif, puisque l'on peut revenir à une étape ou l'autre lorsque nécessaire. Par exemple, Geser et al. (2019) décrivent des élèves analysant la production de jeans, puis qui créent un robot gestionnaire de déchets en deux phases, d'abord avec des matériaux recyclés, puis en utilisant la fabrication numérique.

Dès lors, l'adulte en classe agit en tant que facilitateur, intervenant « juste à temps » auprès des élèves de manière consistante et encourageante (Hughes et al., 2019, p. 315) pour offrir une assistance technique ou un conseil (Ng & Chan, 2019), et attirant leur attention sur des problèmes éventuels qui seraient à anticiper ou sur les contraintes du projet (Herro et al., 2021b; Ng & Chan, 2019). Par ailleurs, les groupes peuvent disposer de différents outils tout au long du projet afin de les aider à structurer leur travail, à commencer par un journal de bord (Hsu et al., 2019). Des fiches de planification de type *genius hour* (Bishop & Lepou, 2019) permettent également aux jeunes de guider leur réflexion et de construire pas à pas leur projet. De même, un tableau répertoriant le type de ressource (ex., vidéo, biographie), l'URL et « ce que j'ai appris de cette ressource » peut faciliter l'étape de recherche (Trust, 2018, exemple à la p. 105).

c) Phase de présentation et de recontextualisation

Pour finir, la phase de présentation et de recontextualisation qui émerge de nos analyses des projets de notre corpus permet aux élèves d'exposer leur produit final et de partager leur processus créatif, soit en milieu scolaire ou communautaire. La présentation peut s'adresser à différents publics,

soit aux autres groupes de la classe, aux parents, au personnel scolaire ou aux membres de la communauté (Thanapornsanguth & Holbert, 2020; Trust, 2018). La présentation peut aussi prendre une variété de formes : une forme classique avec une présentation orale (appuyée par un support visuel ou multimodal); une forme participative en montant une exposition (Kendrick et al., 2020), en prenant part à une compétition externe ou une foire scientifique (Chen & Lin, 2019); ou encore une forme numérique en créant une galerie en ligne (Google sites ou Photos, Adobe Spark, Instagram, Pinterest, Flickr, ou Padlet), ou en partageant la nouvelle par courriel ou à travers les réseaux sociaux (Trust, 2018). Il y a donc une recontextualisation du projet. Les pratiques enseignantes relevées ici sont similaires à celles décrites dans la phase de mise en œuvre et de réalisation.

En guise de synthèse, il faudrait souligner certaines conditions didactiques caractéristiques du déroulement des projets bricoleur recensés. Il s'agit d'insister sur des pratiques visant un étayage et donc favorisant le développement de l'autonomie; il s'agit aussi d'offrir des espaces de collaboration et d'accorder une place au choix des jeunes. À noter que ces pratiques et stratégies semblent s'inscrire dans un modèle d'enseignement éminemment socioconstructiviste, mais intégrant l'enseignement direct de façon ponctuelle et mesurée. Voilà ce qui est en des tendances révélées dans notre corpus. Toutefois, l'une des pistes qui émerge et se démarque serait la place nouvelle de la communauté au sein des activités/projets du mouvement bricoleur.

Pour ce qui est des tensions identifiées, nous souhaitons souligner le manque d'informations sur les moyens et outils d'évaluation qui pourraient être utilisés pour suivre les apprentissages faits lors d'un projet bricoleur. Seulement quatre articles de notre corpus évoquent la question de l'évaluation. Certains proposent des moyens d'évaluation classiques (dirigés par l'adulte) telles que l'observation (Harlow & Hansen, 2018) ou la grille d'évaluation (Trust, 2018); d'autres soulignent le rôle actif des jeunes dans leur propre évaluation, spécifiquement à travers le journal réflexif (Becker & Jacobsen, 2019) tandis que d'autres encore mentionnent une approche plus ludique de l'évaluation notamment avec l'attribution d'un permis de conduire 3D pour sanctionner la maîtrise d'outils de conception et d'impression 3D (Leinonen et al., 2020).

Aperçu des retombées des projets bricoleur pour les élèves et le personnel enseignant

Cinquante-neuf des études de notre corpus (n = 68) présentent les retombées des activités sur les élèves et seuls 15 explorent les retombées sur le personnel enseignant, tant sur le plan affectif et social, que dans les apprentissages disciplinaires et les compétences stratégiques et métacognitives. Concernant le personnel enseignant, des retombées affectives, sociales et pédagogiques ont également été observées.

Quarante-neuf des 68 articles présentent des résultats affectifs rapportés pour les élèves qui comprennent le développement d'un sentiment de plaisir (n = 17), de confiance (n = 12), de l'agency (n = 12), de confiance (n = 12), d'*empowerment* (n = 10), d'enthousiasme (n = 10), de créativité (n = 9), et de curiosité (n = 4). Trente et un articles ont indiqué une augmentation de la motivation et de la participation liés aux projets bricoleur. En outre, quelques études soulignent les retombées affectives (n = 4), notamment en quoi les projets renforcent la confiance du personnel, favorisent le développement de leur pouvoir d'agir et de leur identité de bricoleur (ex., Becker & Jacobsen, 2021; Chen & Lin, 2019). Par ailleurs, les résultats de nombreuses études soulignent les retombées et aspects sociaux du

mouvement bricoleur pour les élèves (n = 32), notamment des effets sur la communication, la participation et la collaboration (n = 24) (ex., Iwata et al., 2020; Riikonen et al., 2020), et les occasions d’incorporer et de développer les voix et identités des apprenants en créant (n = 7) (ex., Leinonen et al., 2020; Ng & Chan, 2019). Du côté du personnel enseignant, l’amélioration sociale (n = 5) se manifeste par une collaboration accrue entre collègues en matière d’idéation, d’organisation et d’évaluation (Riikonen et al., 2020) ainsi que plus de leçons inspirées par les idées et cultures des élèves, permettant d’établir une meilleure connexion avec eux (ex., Tofel-Grehl et al., 2020).

Tableau 4

Retombées positives rapportées des projets bricoleur

Retombées positives rapportées	Acteurs concernés	
Dimensions affectives	Élèves (n = 49)	Personnel enseignant (n = 4)
Dimensions sociales	Élèves (n = 32)	Personnel enseignant (n = 5)
Apprentissages disciplinaires	Élèves (n = 25)	-
Compétences métacognitives et stratégiques	Élèves (n = 25)	-
Dimensions pédagogiques	-	Personnel enseignant (n = 14)

Les projets bricoleur favorisent également les apprentissages disciplinaires (n = 25), avec l’acquisition de compétences rapportées en STIAM (n = 9), en sciences (n = 7), en mathématiques (n = 6), et en génie (n = 4) ainsi que des compétences en littératies numériques (n = 8), traditionnelles (n = 6), multimodales (n = 3), et bricoleur (n = 2), grâce à leur engagement dans ces projets. Elles renforcent les compétences métacognitives et stratégiques des élèves (n = 25), stimulant par exemple la résolution de problèmes (n = 16), la pensée critique (n = 8), la créativité (n = 10), et la pensée design (n = 3) (ex., Harlow & Hanson, 2018; Montgomery & Madden, 2019). En outre, 14 articles du corpus décrivent aussi comment le personnel enseignant, qui adopte des approches collaboratives centrées sur l’élève et basées sur l’apprentissage par la fabrication, constate une influence positive sur leurs pratiques (ex., Fu et al., 2022; Iivari et al., 2018) et dispositions pédagogiques (ex., Barton et al., 2017; Tofel-Grehl et al., 2020).

Discussion

Dans cette revue de la portée, notre objectif était d’explorer les descriptions des projets bricoleur et les retombées rapportées de celles-ci en contextes éducatifs de la 4^e à la 8^e année. Au cours de notre étude, nous avons repéré 68 articles pertinents et leur analyse offre des pistes clés pour une meilleure formation enseignante s’appuyant sur un grand éventail d’études empiriques sur le déroulement et les retombées de projets bricoleur.

Descriptions des projets bricoleur

Parmi les descriptions des projets bricoleur dans notre corpus, nous notons une intégration importante de projets dans des cadres disciplinaires liées aux programmes-cadres ($n = 25$). L'étude révèle une sous-représentation des littératies ($n = 8$), à la fois traditionnelles et numériques, et des arts ($n = 4$) par rapport aux disciplines STIM ($n = 26$), raison pour laquelle les futures recherches devront se focaliser davantage sur une distribution plus équilibrée entre les disciplines, notamment les aspects littératies et artistiques des projets bricoleur, et sur les projets inter- et transdisciplinaires (ex., entre littératies et ingénierie dans Montgomery & Madden, 2019). Ces résultats soulignent ainsi la nécessité d'une formation enseignante approfondie sur l'inter- et la transdisciplinarité, pour préparer adéquatement le personnel à créer et à intégrer de tels projets bricoleur dans leur enseignement. Par ailleurs, seules 3 études sur 68 abordent les projets bricoleur orientés vers l'équité (Barton et al., 2017), ce qui suggère un besoin criant dans le domaine pour des recherches sur les projets bricoleur centrés sur les cultures, les voix et le pouvoir des jeunes (Vossoughi et al., 2016).

Notre corpus révèle un équilibre entre outils physiques et numériques ainsi que les nombreux projets qui se distinguent par leur dimension hybride, alliant outils et matériaux physiques et numériques ($n = 11$). Cela suggère que les projets bricoleur ne doivent pas se limiter à cette dichotomie entre matériel tangible et technologie numérique, mais qu'ils tirent parti de la complémentarité pour enrichir l'expérience d'apprentissage (Assaf et al., 2021; Ramey & Stevens, 2019). Des recherches futures pourraient explorer comment cet équilibre entre outils influence l'expérience des élèves ainsi que les types de formations les plus efficaces pour aider les personnels enseignants à intégrer cette dimension hybride dans leurs pratiques pédagogiques.

Déroulement des projets bricoleur en trois phases

L'analyse du déroulement des projets bricoleur révèle une structure en trois phases distinctes, soit 1) inspiration et préparation, 2) mise en œuvre et réalisation, et 3) présentation et recontextualisation. Ces phases soulignent le rôle central du personnel enseignant comme facilitateurs et le potentiel des projets bricoleur pour développer l'autonomie et la créativité des élèves (Chen & Lin, 2019; Geser et al., 2019). La Figure 2 qui précise ces phases constitue une contribution théorique notable de l'article en fournissant un modèle pédagogique structuré et adaptable pour orienter le personnel enseignant dans la création et la mise en œuvre de projets bricoleur. Ces phases mettent en exergue l'importance d'une pédagogie dynamique, centrée sur l'élève, qui encourage l'exploration et l'expression personnelle (Becker & Jacobsen, 2021; Clapp et al., 2017). Pourtant, avec seulement quatre articles qui font mention de l'évaluation des projets bricoleur dans le corpus, nos analyses dévoilent que l'évaluation représente toujours un défi particulier pour l'intégration de projets bricoleur (Murai & San Juan, 2023), et de futures recherches devraient s'attacher à définir des stratégies d'évaluation adaptées aux projets bricoleur, comme en témoignent les approches innovantes mentionnées par Leinonen et al. (2020).

Les retombées des projets bricoleur

Les retombées des projets bricoleur, telles qu'explorées dans notre corpus, se révèlent notables à la fois pour les élèves et le personnel, bien que les études se concentrent davantage sur les élèves (n = 59) que le personnel (n = 15). Les retombées pour les élèves sont variées et se manifestent tant sur le plan social, disciplinaire que métacognitif. La grande majorité des articles (n = 49) rapportent des retombées affectives pour les élèves, incluant notamment l'augmentation du plaisir, de la confiance, du pouvoir d'agir et favorisant ainsi une participation active et créative au sein de l'espace éducatif. Les retombées affectives et sociales sur le personnel enseignant, quoique moins documentées, révèlent une potentialité similaire pour le développement professionnel, notamment dans la capacité d'établir des liens plus profonds avec les élèves et de s'engager dans des pratiques pédagogiques collaboratives. Les futures recherches devraient s'orienter vers une exploration plus approfondie de l'incidence de ces activités sur le personnel enseignant, ce qui implique une réflexion sur la manière dont les personnes enseignantes peuvent être mieux préparées à intégrer, encourager et évaluer de telles activités dans leurs pratiques pédagogiques quotidiennes (Cotnam-Kappel et al., 2020).

Bien qu'il soit évident que les projets bricoleur offrent un terrain fertile pour le développement d'une pédagogie dynamique et engageante, la formation enseignante doit évoluer en fonction des résultats de ces recherches empiriques pour que le personnel et les élèves exploitent pleinement ce potentiel.

Conclusion

Dans cet article, nous avons analysé le déroulement, les outils et les retombées des projets bricoleur en contextes éducatifs auprès d'élèves de la 4^e à la 8^e année à travers le monde au moyen d'une revue de la portée dans le but de mieux orienter l'intérêt croissant d'incorporer une formation bricoleur dans les programmes de baccalauréat à l'enseignement (Cotnam-Kappel et al., 2020; Jin & Harron, 2022). Sur le plan de la formation enseignante, ces résultats offrent des pistes essentielles. D'une part, nos programmes de formation doivent non seulement initier les futures enseignantes et futurs enseignants aux outils physiques et numériques nécessaires, mais aussi leur fournir des cadres pédagogiques constructionnistes solides ainsi que des stratégies d'évaluation innovantes pour imaginer et réaliser leurs projets bricoleur. D'autre part, il est crucial que toute formation professionnelle soit pensée dans une optique d'équité, toujours sous-représentée dans les recherches, veillant à ce que les projets ne reproduisent pas des inégalités, mais valorisent les voix des jeunes (Hughes et al., 2019; Vossoughi et al., 2016). Les futures recherches devront élargir le spectre d'investigation pour couvrir de manière plus exhaustive les dimensions sociales, culturelles et équitables du mouvement bricoleur en éducation et nous soulignons le besoin important pour plus de recherches en français sur ce sujet. Mieux comprendre le déroulement, les outils et les retombées de projets bricoleur permet de faire évoluer la formation enseignante pour mieux préparer à la fois enfants et adultes à évoluer dans un paysage éducatif en constante évolution, où l'apprentissage, la créativité et le bricolage sont au premier plan.

Références

- Albers, B., & Pattuwage, L. (2017). Implementation in education: Findings from a scoping review. *Evidence for Learning, 10*.
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology, 8*(1), 19–32.
<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Assaf, L. C., Pakamile, P., & Brooks, J. (2021). Superheroes and community innovators: Opportunities to engage in critical literacy in a makerspace camp in rural South Africa. *Language Arts, 98*(6), 315–329. <https://doi.org/10.58680/la202131331>
- Barton, A. C., Tan, E., & Greenberg, D. (2017). The makerspace movement : Sites of possibilities for equitable opportunities to engage underrepresented youth in STEM. *Teachers College Record, 119*(6), 1–44. <https://doi.org/10.1177/016146811711900608>
- Becker, S., & Jacobsen, M. (2019). How can I build a model if I don't know the answer to the question? : Developing student and teacher sky scientist ontologies through making. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17*(Suppl 1), 31–48.
<https://doi.org/10.1007/s10763-019-09953-8>
- Becker, S., & Jacobsen, M. (2021). A year at the improv: The evolution of teacher and student identity in an elementary school makerspace. *Teaching Education, 34*(1), 1–18.
<https://doi.org/10.1080/10476210.2021.1978968>
- Bevan, B. (2017). The promise and the promises of making in science education. *Studies in Science Education, 53*(1), 75–103. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1275380>
- Bevan, B., Ryoo, J. J., Vanderwerff, A., Wilkinson, K., & Petrich, M. (2020). I see students differently : Following the lead of maker educators in defining what counts as learning. *Frontiers in Education, 5*. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00121>
- Bishop, R., & Lepou, S. (2018). How can a makerspace in the school setting support increased motivation, engagement, and achievement for Pasifika and Māori learners? *Set. Research Information for Teachers, 1*, 19–24. <https://doi.org/10.18296/set.0098>
- Blais, M., & Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives, 26*(2), 1–18.
<https://doi.org/10.7202/1085369ar>
- Bosqué, C. (2015). Des FabLabs dans les marges : détournements et appropriations. *Journal des anthropologues, 3*(142–143), 49–76. <https://doi.org/10.4000/jda.6207>
- Bosqué, C., Noor, O., & Ricard, L. (2014). *Fablabs, etc. Les nouveaux lieux de fabrication numérique*. Eyrolles.

- Buchholz, B., Shively, K., Pepler, K., & Wohlwend, K. (2014). Hands on, hands off: Gendered access in crafting and electronics practices. *Mind, Culture, and Activity*, 21(4), 278–297. <https://doi.org/10.1080/10749039.2014.939762>
- Bull, G., Schmidt-Crawford, D. A., McKenna, M. C., & Cohoon, J. (2017). Storymaking: Combining making and storytelling in a school makerspace. *Theory into Practice*, 56(4), 271–281. <https://doi.org/10.1080/00405841.2017.1348114>
- Caratachea, M. X., Greene, M. D., & Jones, W. M. (2023). Maker-centered professional learning for inservice and preservice K-12 educators: A systematic literature review. *TechTrends*, 67, 648–663. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00865-7>
- Chen, C.-S., & Lin, J.-W. (2019). A practical action research study of the impact of maker-centered STEM-PjBL on a rural middle school in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(Suppl 1), 85–108. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09961-8>
- Chu, S. L., Angello, G., Saenz, M., & Quek, F. (2017). Fun in Making: Understanding the experience of fun and learning through curriculum-based Making in the elementary school classroom. *Entertainment Computing*, 18, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.007>
- Clapp, E., Ross, J., Ryan, J. O., & Tishman, S. (2017). *Maker-centered learning. Empowering young people to shape their worlds*. Jossey-Bass.
- Cotnam-Kappel, M., Hagerman, M., & Duplâa, E. (2020). La formation bricoleur : un modèle informé par les expériences et voix du personnel enseignant. *Revue des sciences de l'éducation*, 46(1), 117–150. <https://doi.org/10.7202/1070729ar>
- Dalton, B. (2020). Bringing together multimodal composition and maker education in K–8 classrooms. *Language Arts*, 97(3), 159–171. <https://doi.org/10.58680/la202030415>
- Davidson, A.-L., & Price, D. W. (2018). Does your school have the maker fever? An experiential learning approach to developing maker competencies. *LEARNing Landscapes*, 11(1), 103–120. <https://doi.org/10.36510/learnland.v11i1.926>
- Friend, L., & Mills, K. A. (2021). Towards a typology of touch in multisensory makerspaces. *Learning, Media and Technology*, 46(4), 465–482. <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1928695>
- Fu, Y., Zhang, D., & Jiang, H. (2022). Students' attitudes and competences in modeling using 3D cartoon toy design maker. *Sustainability*, 14(4), 2176. <https://doi.org/10.3390/su14042176>
- Geser, G., Hollauf, E.-M., Hornung-Prähauser, V., Schön, S., & Vloet, F. (2019). Makerspaces as social innovation and entrepreneurship learning environments: The DOIT learning program. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 10(2), 60–71. <https://doi.org/10.2478/dcse-2019-0018>
- Godhe, A. L., Lilja, P., & Selwyn, N. (2019). Making sense of making: Critical issues in the integration of maker education into schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(3), 317–328. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1610040>

- Hagerman, M. S. (2017). Les Bricoscientifiques: Exploring the intersections of disciplinary, digital, and maker literacies instruction in a Franco-Ontarian School. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 61(3), 319–325. <https://www.jstor.org/stable/26631130>
- Hagerman, M. S., Cotnam-Kappel, M., Turner, J., & Hughes, J. (2022). Literacies in the Making: A descriptive study of three fifth-grade students' digital-physical meaning-making practices while crafting musical instruments from recycled materials. *Technology, Pedagogy and Education*, 3(1), 63–84. <https://www.tandfonline.com/doi/epub/10.1080/1475939X.2021.1997794?needAccess=true>
- Halverson, E., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Hansen, A. K., McBeath, J. K., & Harlow, D. B. (2019). No bones about it: How digital fabrication changes student perceptions of their role in the classroom. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(1), 95–116. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1155>
- Harlow, D., & Hansen, A. (2018). School maker faires. *Science and Children*, 55(7), 30–37. https://doi.org/10.2505/4/sc18_055_07_30
- Hébert, C., & Jenson, J. (2020). Making in schools: Student learning through an e-textiles curriculum. *Discourse*, 41(5), 740–761. <https://doi.org/10.1080/01596306.2020.1769937>
- Herro, D., Quigley, C., & Abimbade, O. (2021a). Assessing elementary students' collaborative problem-solving in makerspace activities. *Information and Learning Science*, 122(11/12), 774–794. <https://doi.org/10.1108/ILS-08-2020-0176>
- Herro, D., Quigley, C., Plank, H., & Abimbade, O. (2021b). Understanding students' social interactions during making activities designed to promote computational thinking. *The Journal of Educational Research*, 114(2), 183–195. <https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1884824>
- Holbert, N. (2016). Leveraging cultural values and « ways of knowing » to increase diversity in maker activities. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 9–10, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2016.10.002>
- Hollweck, T., Cotnam-Kappel, M., Hargreaves, A., & Boultif, A. (2023). Des écoles se prennent au jeu après la pandémie : le réseau canadien des écoles ludiques. *Magazine EdCan*. <https://www.edcan.ca/articles/des-ecoles-se-prennent-au-jeu-apres-la-pandemie/?lang=fr>
- Hsu, P.-S., Lee, E. M., Ginting, S., Smith, T. J., & Kraft, C. (2019). A case study exploring non-dominant youths' attitudes toward science through making and scientific argumentation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(Suppl 1), 185–207. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09997-w>
- Hughes, J., Morrison, L., Mamolo, A., Laffier, J., & de Castell, S. (2019). Addressing bullying through critical making. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 309–325. <https://doi.org/10.1111/bjet.12714>

- Hughes, J. M. (2017). Digital making with « at-risk » youth. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 34(2), 102–113. <https://doi.org/10.1108/IJILT-08-2016-0037>
- Iivari, N., Kinnula, M., & Molin-Juustila, T. (2018). You have to start somewhere: Initial meanings making in a design and making project. Dans *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children* (p. 80–92). <https://doi.org/10.1145/3202185.3202742>
- Iwata, M., Pitkänen, K., Laru, J., & Mäkitalo, K. (2020). Exploring potentials and challenges to develop twenty-first century skills and computational thinking in K-12 maker education. *Frontiers in Education*, 5, 87. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00087>
- Jin, Y., & Harron, J. R. (2022). Maker education infusion in educator preparation programs: A 2025 vision for technology and teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 30(2), 265–274. <https://www.learntechlib.org/primary/p/221081/>
- Kajamaa, A., & Kumpulainen, K. (2019). Agency in the making: Analyzing students' transformative agency in a school-based makerspace. *Mind, Culture and Activity*, 26(3), 266–281. <https://doi.org/10.1080/10749039.2019.1647547>
- Ke, F., Clark, K. M., & Uysal, S. (2019). Architecture game-based mathematical learning by making. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(Suppl 1), 167–184. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09996-x>
- Kendrick, M., Namazzi, E., Becker-Zayas, A., & Tibwamulala, E. N. (2020). Closing the HIV and AIDS « information gap » between children and parents: An exploration of makerspaces in a Ugandan primary school. *Education Sciences*, 10(8), 193. <https://doi.org/10.3390/educsci10080193>
- Kumpulainen, K., Kajamaa, A., Leskinen, J., Byman, J., & Renlund, J. (2020). Mapping digital competence: Students' maker literacies in a school's makerspace. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00069>
- Leinonen, T., Virnes, M., Hietala, I., & Brinck, J. (2020). 3D printing in the wild: Adopting digital fabrication in elementary school education. *The International Journal of Art & Design Education*, 39(3), 600–615. <https://doi.org/10.1111/jade.12310>
- Martin, W. B., Yu, J., Wei, X., Vidiksis, R., Patten, K. K., & Riccio, A. (2020). Promoting science, technology, and engineering self-efficacy and knowledge for all with an autism inclusion maker program. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00075>
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn. Making, tinkering and engineering in the classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- McGowan, J., Sampson, M., Salzwedel, D. M., Cogo, E., Foerster, V., & Lefebvre, C. (2016). PRESS peer review of electronic search strategies: 2015 guideline statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 75, 40–46.
- Montgomery, S., & Madden, L. (2019). Novel engineering: Integrating literacy and engineering design in a fifth grade classroom. *Science Activities*, 56(1), 27–32. <https://doi.org/10.1080/00368121.2019.1638744>

- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic reviews or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18. <https://bmcmmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Murai, Y., & San Juan, A. Y. (2023). Making as an opportunity for classroom assessment: Canadian maker educators' views on assessment. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 39, 100631. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100631>
- Mylonas, G., Amaxilatis, D., Pocero, L., Markelis, I., & Hofstaetter, J. (2019). An educational IoT lab kit and tools for energy awareness in European schools. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.03.003>
- Ng, O.-L., & Chan, T. (2019). Learning as making: Using 3D computer-aided design to enhance the learning of shape and space in STEM-integrated ways. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 294–308. <https://doi.org/10.1111/bjet.12643>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*, 18, 57–78. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.09.002>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Parent, S., Michaud, O., Davidson, A. L., Sanabria, J., & Artemova, I. (2022). Apprentissage non formel dans quatre espaces créatifs québécois : analyse basée sur la théorie de l'activité. *Revue internationale du CRIRES. Innover dans la tradition de Vygotsky*, 6(3), 66–85. <https://doi.org/10.51657/ric.v6i2.51549>
- Peters, M., Godfrey, C., McInerney, P., Baldini Soares, C., Khalil, H., & Parker, D. (2015). *Joanna Briggs Institute Reviewers' Manual. 2015 Edition*. The Joanna Briggs Institute.
- Ramey, K. E., & Stevens, R. (2019). Interest development and learning in choice-based, in-school, making activities: The case of a 3D printer. *Learning, Culture and Social Interaction*, 23, 100262. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.11.009>
- Riikonen, S. M., Kangas, K., Kokko, S., Korhonen, T., Hakkareinen, K., & Seitamaa-Hakkarainen, P. (2020). The development of pedagogical infrastructures in three cycles of maker-centered learning projects. *Design and Technology Education. An International Journal*, 25(2), 29–49.
- Rodriguez, S. R., Harron, J. R., & DeGraff, M. W. (2018). UTeach Maker: A micro-credentialing program for preservice teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(1), 6–17. <https://doi.org/10.1080/21532974.2017.1387830>
- Rouse, R., & Gillespie Rouse, A. (2022). Taking the maker movement to school: A systematic review of preK-12 school-based makerspace research. *Educational Research Review*, 35, 100413. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100413>

- Schad, M., & Jones, W. M. (2020). The maker movement and education: A systematic review of the literature. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(1), 65–78. <https://doi.org/10.1080/15391523.2019.1688739>
- Searle, K. A., Fields, D. A., & Kafai, Y. B. (2016). Is sewing a « girl's sport »? Addressing gender issues in making with electronic textiles. Dans K. Peppler, E. Halverson, et Y. B. Kafai M. (dir.), *Makeology. Makers as Learners*, vol. 2 (p. 72–84). Routledge.
- Thanapornsangst, S., & Holbert, N. (2020). Culturally relevant constructionist design: Exploring the role of community in identity development. *Information and Learning Science*, 121(11/12), 847–867. <https://doi.org/10.1108/ILS-02-2020-0024>
- Thomas, D. R. (2006). A general inductive approach for analyzing qualitative evaluation data. *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237–246. <https://doi.org/10.1177/1098214005283748>
- Tofel-Grehl, C., Jex, E., Searle, K., Ball, D., Zhao, X., & Burnell, G. (2020). Electrifying: One teacher's discursive and instructional changes through engagement in e-textiles to teach science content. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(2), 293–314. <https://www.learntechlib.org/primary/p/213819/>
- Tricco, A.-C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K.-K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M.-D., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Aki, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Harling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garrity, C., Lewin, S., et al. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR) : Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Trust, T., & Maloy, R. W. (2018). Makerspaces and 3D printing: New directions for history learning. *Social Education*, 82(2), 101–106.
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*, 67, 1–55.
- Vossoughi, S., Hooper, P. K., & Escudé, M. (2016). Making through the lens of culture and power: Toward transformative visions for educational equity. *Harvard Educational Review*, 86(2), 206–232. <https://doi.org/10.17763/0017-8055.86.2.206>
- Weng, X., Cui, Z., Ng, O.-L., Jong, M. S. Y., & Chiu, T. K. F. (2022). Characterizing students' 4C skills development during problem-based digital making. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 372–385. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09961-4>
- Wright, L., Shaw, D., Gaidds, K., Lyman, G., & Sorey, T. (2018). 3D pit stop printing. *Science and Children*, 55(7), 55–63. https://doi.org/10.2505/4/sc18_055_07_55

Auteurs

Megan Cotnam-Kappel, Ph.D., est professeure agrégée en technologies éducatives à la Faculté d'éducation de l'Université d'Ottawa, Canada. Titulaire de la Chaire de recherche sur l'épanouissement numérique des communautés franco-ontariennes, ses recherches touchent les littératies et la citoyenneté numériques, la formation enseignante et les pédagogies orientées vers l'équité et le bricolage.

Courriel : mcotnam@uottawa.ca

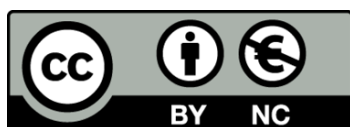
Allison Cattani-Nardelli est diplômée de l'Université d'Ottawa, Canada, a étudié la littérature et l'entrepreneuriat avant d'effectuer une maîtrise en éducation. Elle s'intéresse au mouvement bricoleur (*maker*), aux pédagogies alternatives, coopératives et ludiques, mais son travail concerne plus précisément les populations marginalisées, vivant en contexte minoritaire ou défavorisé.

Courriel : acatt087@uottawa.ca

Sima Neisary, Ph.D., est titulaire d'un doctorat de la Faculté d'éducation de l'Université d'Ottawa, Canada. Ses recherches portent sur les littératies numériques et les inégalités numériques, avec un intérêt particulier pour les apprenants de la langue anglaise et les immigrants/nouveaux arrivants. Elle cherche à amplifier les voix des apprenants de la langue anglaise et des nouveaux arrivants, en plaidant pour des opportunités éducatives inclusives et équitables afin de réduire les inégalités numériques pour ceux qui risquent d'être laissés pour compte. *Courriel* : sneis076@uottawa.ca

Patrick R. Labelle est bibliothécaire de recherche à l'Université d'Ottawa, Canada. Il travaille sur des projets de synthèse des connaissances principalement en sciences sociales et en éducation, en collaboration avec des chercheurs et des étudiants diplômés. Il est également spécialiste de l'information au sein de la Campbell Collaboration et co-instructeur à l'Evidence Synthesis Institute Canada.

Courriel : plabelle@uottawa.ca



© 2024 Megan Cotnam-Kappel, Allison Cattani-Nardelli, Sima Neisary, Patrick R. Labelle

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial CC-BY-NC 4.0 International license.