

# La création de récits d'anticipation en réalité virtuelle pour le développement de la compétence numérique et de la compétence en littératie médiatique multimodale des élèves au secondaire

## **Developing Digital, Media, and Multimodal Literacy Competencies in Secondary Students Through the Creation of Virtual Reality Anticipation Narratives**

## **Creación de narrativas anticipatorias en realidad virtual en la educación artística para el desarrollo de la competencia digital y de la competencia de alfabetización mediática multimodal de estudiantes de secundaria**

<https://doi.org/10.52358/mm.vi15.346>

Martin Lalonde, professeur  
Université du Québec à Montréal, Canada  
[lalonde\\_martin@uqam.ca](mailto:lalonde_martin@uqam.ca)

Karine Blanchette, étudiante à la maîtrise  
Université du Québec à Montréal, Canada  
[blanchette.karine@uqam.ca](mailto:blanchette.karine@uqam.ca)

Géraldine Wuyckens, doctorante  
Université catholique de Louvain, Belgique  
[geraldine.wuyckens@uclouvain.be](mailto:geraldine.wuyckens@uclouvain.be)

Emma June Huebne, doctorante  
Université Concordia, Canada  
[emmajune.huebner@concordia.ca](mailto:emmajune.huebner@concordia.ca)

Barbara Meilleur, chargée de cours  
Université de Sherbrooke, Canada  
[barbara.meilleur@usherbrooke.ca](mailto:barbara.meilleur@usherbrooke.ca)



## RÉSUMÉ

Le projet *ma.réalité* est une étude portant sur le potentiel des dispositifs technologiques en réalité virtuelle (RV) et en réalité augmentée à favoriser le développement de la compétence numérique et des compétences en littératie médiatique multimodale (LMM) chez les élèves et les professionnels et professionnelles de l'enseignement des arts et multimédia au secondaire. Basée sur les principes méthodologiques de la recherche-design en éducation (RDE) (McKenney et Reeves, 2014), cette étude vise à produire de nouveaux savoirs théoriques et pratiques au sujet de l'intégration des technologies de la RV en éducation artistique. Cet article présente un pan des résultats préliminaires de l'étude qui portent sur la compétence numérique et les compétences en littératie médiatique multimodale (Acerra et Lacelle, 2022) mobilisées par les élèves durant les deux premières phases de la recherche. Les données démontrent que la création d'environnements immersifs en réalité virtuelle engage des types de capacités chez les élèves qui relèvent de l'interaction entre divers modes sémiotiques sollicitant ainsi de manière unique les composantes technique, sémiotique et multimodale du cadre de compétence en littératie médiatique multimodale.

**Mots-clés :** immersion, récit d'anticipation, compétence numérique, littératie médiatique, multimodalité, enseignement des arts et multimédia, adolescents, recherche-design

## ABSTRACT

The *ma.réalité* project examined the potential of VR and augmented reality technology devices for fostering the development of digital, multimodal, and media literacy skills in secondary school students and art educators. Based on the methodological principles of design-based research (McKenney & Reeves, 2014), this study seeks to yield new theoretical and practical knowledge about integrating VR technologies in art education. This article presents preliminary findings that focus on digital competencies and multimodal media literacy skills (Acerra & Lacelle, 2022) that students harnessed during the first two iterations of the research. These findings suggest that creating immersive virtual reality environments challenges students to develop skills related to the interaction of various semiotic modes, thus uniquely engaging the technical, semiotic, and multimodal components of the multimodal media literacy competency framework.

**Keywords:** immersion, anticipatory storytelling, digital literacy, media literacy, multimodality, arts and multimedia education, adolescents, design-based research



## RESUMEN

El proyecto *ma.réalité* es un estudio sobre el potencial de los dispositivos tecnológicos en realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) para promover el desarrollo de la competencia digital y de las habilidades de alfabetización mediática multimodal entre estudiantes y profesionales de la educación secundaria en artes y multimedia. Basado en los principios metodológicos de la investigación en diseño educativo (IDE) (McKenney y Reeves, 2014), este estudio tiene como objetivo producir nuevos conocimientos teóricos y prácticos sobre la integración de las tecnologías de RV en la educación artística. Este artículo presenta una sección de los resultados preliminares del estudio que se centran en la competencia digital y en las habilidades de alfabetización mediática multimodal (Acerra y Lacelle, 2022) realizadas por los estudiantes durante las dos primeras fases de la investigación. Los datos demuestran que la creación de entornos de realidad virtual inmersivos involucra tipos de habilidades en los estudiantes que se relacionan con la interacción entre varios modos semióticos, por lo que involucran de manera única los componentes técnicos, semióticos y multimodales del marco de competencias de alfabetización mediática.

**Palabras clave:** inmersión, narrativas anticipatorias, competencia digital, alfabetización mediática, multimodalidad, educación artística y multimedia, adolescentes, investigación-diseño

---

## Introduction

Au cours des dix dernières années, la mise en marché de visiocasques performants et abordables a contribué à la démocratisation de la réalité virtuelle (RV) (Fleury et Richir, 2023; Lege et Bonner, 2020). Que ce soit au cinéma, dans les jeux vidéo ou dans le monde l'art, on trouve aujourd'hui dans le secteur culturel une offre importante de contenu immersif destiné aux dispositifs technologiques en RV. Ces nouveautés ont contribué à créer un engouement pour la RV en éducation artistique, comme en témoignent les articles et ressources diffusés sur des plateformes pédagogiques comme le Récit<sup>1</sup>. Malgré cet intérêt grandissant, l'un des enjeux principaux de la RV concerne la pertinence des artefacts pédagogiques qu'elle peut générer et leur efficacité à favoriser l'atteinte d'objectifs pédagogiques spécifiques dans des contextes disciplinaires donnés (Lewis *et al.*, 2021). S'inscrivant dans l'objectif d'explorer les enjeux pragmatiques et théoriques de l'intégration d'un dispositif en RV dans des activités pédagogiques en enseignement des arts et du multimédia, nous présenterons dans cet article la proposition, la démarche et des résultats préliminaires du projet *ma.réalité*. Ces derniers portent sur les compétences numériques et en littératie médiatique multimodale (LMM) mobilisées par les élèves dans le contexte de création et de l'appréciation de mondes immersifs en RV. L'article s'articule en plusieurs parties; nous présenterons le projet *ma.réalité*, les fondements théoriques sur lesquels repose l'analyse,

---

<sup>1</sup> Réseau financé par le ministère de l'Éducation du Québec destiné au soutien des enseignants et orienté vers la production et le partage de ressources pédagogiques pour le développement des compétences des élèves par le biais de l'utilisation des technologies (<https://recit.qc.ca/>).



la méthodologie de la recherche-design en éducation et les stratégies de récolte et d'analyse des données. Nous terminerons en présentant des résultats obtenus en matière de composantes de compétences numériques et en littératie médiatique multimodale mobilisées par les élèves durant la réalisation de leur projet.

## Justification

Le lien entre adolescence et pratiques communicationnelles et informationnelles dans le numérique n'est plus à prouver. Dans le contexte de leurs usages personnels, la plupart du temps dans les médias sociaux (Anderson *et al.*, 2022; Vogels *et al.*, 2022), les jeunes s'approprient une variété d'outils technologiques leur permettant de combiner divers modes sémiotiques comme le texte, l'image fixe, l'image en mouvement et le son (Lebrun, Lacelle et Boutin, 2012). Néanmoins, même si ces derniers et dernières semblent disposer de réflexes d'utilisation qui leur permettent d'être fonctionnels et de naviguer dans ces environnements, cela ne signifie pas pour autant qu'ils ou elles développent leurs compétences numériques au sens où l'entendent les praticiens, praticiennes et les chercheurs, chercheuses de l'éducation (Boyd, 2014; Cordier, 2015; Hargittai, 2010). Les compétences en littératie médiatique ont récemment été intégrées aux préoccupations et aux pratiques des professionnels de l'éducation au Québec. Bien que les enseignants et les enseignantes soient formés à l'usage pédagogique des TIC, peu de place est accordée au développement de la compétence multimodale dans le cadre de leur formation initiale. Or, dans un contexte numérique, celle-ci permet de s'approprier des messages multimodaux, de les décoder et de les intégrer de manière à enrichir des savoirs existants ou à structurer de nouveaux savoirs (Lacelle *et al.*, 2019; Delarue-Breton *et al.*, 2021).

## ***ma.réalité***

Le projet *ma.réalité* est une recherche-design en éducation portant sur le potentiel de l'utilisation des dispositifs technologiques en réalité augmentée (RA) et en réalité virtuelle (RV) pour favoriser le développement des compétences numériques et des compétences en LMM chez des élèves et des professionnels et professionnelles en enseignement des arts au secondaire. Subventionnée par le programme de relève professorale du Fonds de recherche du Québec Société et Culture (FRQSC), l'étude s'inscrit dans les champs de recherche de la didactique des arts et des technologies éducatives. Celle-ci se penche sur les transformations provoquées dans l'environnement d'apprentissage et d'enseignement en arts et multimédia par l'intégration des technologies de la RA et de la RV. D'un point de vue pratique, le projet propose la coproduction avec les milieux participants d'une innovation pédagogique visant à apporter des solutions à des besoins sur le terrain. Sur le plan de l'avancement des connaissances, il vise à générer des données empiriques qui permettront de mieux évaluer certains avantages et certaines limitations de l'intégration de ces technologies dans le contexte de l'éducation artistique. Sur un plan plus strictement théorique, il vise à contribuer à l'enrichissement du cadre conceptuel des compétences en LMM.

À la suite d'un appel à participation au projet de recherche auprès d'une communauté de pratique d'enseignants et d'enseignantes spécialistes, nous avons sélectionné deux écoles publiques de la grande région de Montréal offrant le programme en arts plastiques et multimédia. Un enseignant participant par école a pris part aux activités de recherche qui comprenaient les grandes étapes suivantes : la formulation des besoins de perfectionnement en lien avec l'objet de recherche, la coproduction du design



pédagogique, la première implantation de l'activité et des ressources pédagogiques auprès de deux groupes de la troisième et quatrième secondaire, le raffinement du design pédagogique, la deuxième implantation de l'activité et des ressources pédagogiques auprès des groupes, et finalement l'analyse synthèse du projet. Nous présentons ici les données issues d'un des deux sites, soit celui où l'enseignant participant ainsi qu'une stagiaire en enseignement des arts et multimédia ont choisi de travailler sur le design d'un dispositif pédagogique en réalité virtuelle.

Le design pédagogique coproduit et implanté en classe consiste en une situation d'apprentissage et d'évaluation, un dossier de ressources didactiques, des prototypes médiatiques ainsi qu'une série de gabarits de travail dans les différents médias mobilisés. Intitulée Les mondes de demain, la proposition pédagogique formulée aux élèves était la suivante : « Imaginez l'état du monde dans 1000 ans, à la suite d'un bouleversement planétaire majeur ». Dans un premier temps, les élèves étaient invités à rédiger un court récit fictionnel d'anticipation. Ce récit leur a ensuite servi de base pour une série d'activités de création médiatique qui les a progressivement amenés à réunir leurs différents médias en vue d'un assemblage dans un environnement immersif à l'aide de CoSpaces, un logiciel de création d'expériences en réalité virtuelle et en réalité augmentée. Dans son ensemble (tableau 1), et pour chacune des deux itérations réalisées, la durée du projet en classe s'est étalée sur une période de 6 à 8 semaines.

**Tableau 1**

*Séquence des activités de création médiatique de la proposition pédagogique*

Tableau d'inspiration	L'élève effectue une recherche d'images représentatives de l'univers de son récit. Il ou elle réunit ces images sur un document de type photomontage <sup>2</sup> afin de dépendre l'aspect visuel de son monde. Utilisation des logiciels Photoshop ou Gimp.
Modèle tridimensionnel	L'élève procède à la modélisation tridimensionnelle <sup>3</sup> d'un élément central à son récit. Utilisation du logiciel Tinkercad.
Paysage sonore	L'élève procède à la création d'un paysage sonore <sup>4</sup> . Trame auditive non narrative destinée à induire les ambiances à l'intérieur du récit. Utilisation du logiciel GarageBand.

---

<sup>2</sup> Le photo montage consiste à réaliser une image à partir d'autres images en les découpant, en les collant, en les réarrangeant et en les superposant. Lors du projet, pour effectuer cette étape, les élèves ont employé le logiciel Photoshop développé par Adobe inc.

<sup>3</sup> La modélisation 3D consiste à créer une représentation tridimensionnelle d'un objet en imagerie de synthèse. Le logiciel gratuit Tinkercad a été utilisé pour cette étape.

<sup>4</sup> Les élèves ont créé des paysages sonores pour leur monde, ce qui consistait à combiner des sons libres de droits, à enregistrer leurs propres sons et à composer de la musique. On parle de paysages sonores lorsqu'on utilise le son et la musique pour créer une ambiance. Au cours du projet, les élèves ont utilisé GarageBand, un logiciel gratuit développé par Apple, pour générer, monter et modifier leurs sons. Ce logiciel n'est disponible que sur les ordinateurs Apple. Audacity, un logiciel libre ouvert, est une excellente alternative pour les autres systèmes d'exploitation.



Environnement immersif	L'élève intègre ses différents médias dans le logiciel CoSpaces afin de créer son monde immersif <sup>5</sup> . Il ou elle y ajoute des éléments issus des banques médias du logiciel et programme des événements, des interactions et des comportements en vue de la navigation des spectateurs et spectatrices dans son monde.
------------------------	--

Deux modèles de visiocasques ont été utilisés en classe pendant les activités, soit l'Oculus Quest 2 ainsi que le Google Cardboard. Pour s'inspirer, les élèves ont consulté différentes œuvres immersives. Les jeunes ont aussi eu accès aux casques pendant les périodes de travail. En conclusion de la séquence pédagogique, alors que les créations des élèves étaient terminées, ceux-ci et celles-ci ont pu participer à une activité d'appréciation du travail de leurs pairs. Lors de cette dernière, l'expérience immersive d'un utilisateur ou d'une utilisatrice dans le visiocasque était projetée à l'écran afin de permettre à de petits groupes de pairs de découvrir et de commenter les différentes réalisations.

## Cadre théorique

### Environnements immersifs et réalité virtuelle en art

Nous définissons l'immersion comme l'impression d'être présent ou présente dans un environnement différent de notre milieu immédiat ou naturel. De son côté, l'expression « réalité virtuelle » fait référence à une immersion dans un environnement artificiel produit par ordinateur et accessible via un dispositif technologique; ce degré d'immersion peut varier selon le type d'expérience ainsi que l'équipement utilisé. Si on trouve depuis le début du développement de cette technologie différents types de dispositifs, c'est le visiocasque qui est actuellement le plus connu et le plus accessible. C'est en effet la commercialisation de ce type d'équipement dans l'industrie du divertissement et du jeu vidéo qui a contribué en bonne partie à la démocratisation de la RV à plus grande échelle auprès du grand public au courant de la dernière décennie. Cette accessibilité nouvelle aux technologies de la RV a entraîné des répercussions dans le monde de l'art contemporain et du cinéma, qui a rapidement vu naître des sociétés de production et des canaux de diffusion spécifiquement liés à la réalité virtuelle. Des biennales, des festivals, des galeries, des centres d'art et de culture ainsi que des plateformes de diffusion en ligne se spécialisent désormais dans la promotion et la dissémination de l'art et de divers types de productions en RV. Mentionnons à titre d'exemples Venice Immersive<sup>6</sup> à l'international, le Centre Phi<sup>7</sup> à Montréal ou les sites Internet comme Within<sup>8</sup> ou YouTube VR<sup>9</sup>. Ces différents espaces démontrent comment la RV s'est imposée en quelques

---

<sup>5</sup> Les mondes immersifs font référence aux environnements en réalité virtuelle produits par les élèves dans le cadre du projet. Ils et elles ont utilisé CoSpaces pour leur création, une plateforme en ligne conçue pour les milieux éducatifs.

<sup>6</sup> Venice Immersive est la composante du programme de l'Exposition internationale d'art contemporain de la Biennale de Venise portant spécifiquement sur les œuvres touchant aux réalités mixtes et immersives.  
<https://www.labiennale.org/en/cinema/2022/venice-immersive>

<sup>7</sup> Le Centre Phi est un centre de diffusion axé sur les arts visuels, le cinéma, la musique, le design et la technologie situé à Montréal qui accorde une place importante aux œuvres immersives en réalité virtuelle.  
<https://phi.ca/fr/>

<sup>8</sup> Within est une plateforme Web et une application mobile orientée vers le partage et la diffusion d'expériences immersives en réalité virtuelle.  
<https://www.with.in/>

<sup>9</sup> YouTube VR est la composante du site de partage vidéo YouTube destiné à l'hébergement et la diffusion de vidéos en réalité virtuelle.  
<https://vr.youtube.com/>



années, non seulement comme un champ prometteur pour le milieu artistique, mais aussi comme un nouveau marché orienté vers un public amateur.

## La RV en enseignement des arts au Québec

On peut en déduire que les enseignants et enseignantes spécialistes du domaine des arts et du multimédia au Québec ne sont pas insensibles à cet engouement du monde de l'art contemporain pour la RV. Ces nouvelles manifestations ont nécessairement des échos dans les contenus de formation des classes d'arts et multimédia. Les programmes de congrès de 2022 à 2017 de l'Association québécoise des enseignants et enseignantes spécialistes en arts plastiques (AQESAP, [www.agesap.org](http://www.agesap.org)) de même que les ressources produites et partagées sur le site du Récit national des arts ([www.recitarts.ca](http://www.recitarts.ca)) démontrent qu'il existe en effet un intérêt et une demande dans le corps enseignant pour le développement des compétences professionnelles à étudier et à faire usage de ce nouveau média.

## La compétence numérique

Développé par le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec (MEES) dans le cadre de son Plan d'action numérique (2019), le plus récent cadre de référence décompose la compétence numérique en 12 dimensions jugées indispensables à la vie en société et au monde du travail au 21<sup>e</sup> siècle. À leur tour, ces dimensions sont considérées au moyen d'éléments et d'exemples concrets. Celles-ci sont destinées à être prises en compte dans un large éventail de domaines et ne sont pas spécifiques à une discipline ou à un contexte particulier. Afin de faciliter l'enseignement de la compétence numérique, le cadre suggère des aptitudes et des comportements observables, qui sont associés à trois niveaux de maîtrise : débutant, intermédiaire et avancé. Ces indicateurs vont de la capacité à identifier une certaine pratique, à la capacité à l'intégrer, et enfin à l'analyser et la critiquer. Basés sur l'approche par compétence, dans l'optique d'un apprentissage tout au long de la vie, ces dimensions et leurs indicateurs se veulent souples et adaptatifs à un contexte marqué par des cycles d'innovations technologiques en lien avec le numérique (p. 8). Les 12 dimensions de la compétence numérique identifient un large spectre de composantes, allant entre autres de l'éthique citoyenne aux habiletés technologiques, à la culture informationnelle, à la collaboration, à l'inclusivité et à l'innovation (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019). Si les travaux de la présente recherche nous donnaient l'opportunité d'explorer toutes ces dimensions, nous avons fait le choix, avec les enseignants participants et enseignantes participantes, d'accorder notre attention particulière aux cinq dimensions essentielles à la réalisation du projet, c'est-à-dire celles portant sur les actions productives. Cet article se concentre sur les résultats au sujet de deux de ces dimensions : la résolution de problèmes et la mobilisation des habiletés technologiques.

## Les compétences en littératie médiatique multimodale

Le terme « littératie », au sens strict, renvoie aux compétences textuelles de lire et d'écrire. La littératie médiatique prend ainsi en compte les compétences d'écriture et de production des textes médiatiques<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> « Texte » est compris ici comme toute forme d'expression ou de communication réifiée mobilisant un ou plusieurs systèmes sémiotiques (p. ex. : langage verbal, images fixes ou animées, design graphique, son, musique...) (Hobbs, 2010, p. 16-17) dans des agencements mono- ou multimodaux.



Plus largement, « la littératie médiatique peut être comprise comme l'ensemble des compétences caractérisant l'individu capable d'évoluer de façon critique et créative, autonome et socialisée dans l'environnement médiatique contemporain » (Fastrez, 2012, p. 1). Depuis que la définition s'est fixée au National Leadership Conference on Media Literacy en 1993, on dit d'un individu compétent en littératie médiatique qu'il est capable de décoder, d'analyser, d'évaluer et de produire divers textes médiatiques dans une variété de contextes (Aufderheide et Firestone, 1993).

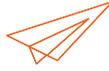
À la suite de la convergence des canaux de communication<sup>11</sup> et des textes médiatiques, Kress et van Leeuwen (2001) ont amené le concept de « multimodalité » pour définir l'usage, en contexte réel de communication médiatique, de plusieurs modes sémiotiques pour concevoir un objet ou un événement sémiotique (Lebrun *et al.*, 2012, p. 8). C'est ainsi qu'a émergé la littératie médiatique multimodale, « une littératie qui conjugue plusieurs modes (iconiques, linguistiques et auditifs), souvent sur le même support, dans la même production (une séquence vidéo, par exemple, comprend images animées et sons, les deux étant livrés conjointement) » (Lebrun *et al.*, 2012, p. 6). Selon le modèle produit par Acerra et Lacelle (2022), la compétence LMM s'articule autour de six compétences fondamentales :

1. Compétence cognitive : savoir décoder, comprendre et produire le sens d'une information, en fonction de ses connaissances acquises.
2. Compétence subjective : savoir s'investir émotionnellement et intellectuellement dans la réception et la production de sens.
3. Compétence sémiotique : savoir (re)connaître, analyser et utiliser des systèmes de signes et des symboles dans la réception et la production de sens.
4. Compétence multimodale : savoir (re)connaître, analyser et combiner des codes, des modes et des langages pour recevoir et produire des designs narratifs, poétiques, expérientiels, intermodaux, spatiaux, graphiques, sonores et haptiques.
5. Compétence sociale : savoir (re)connaître, analyser et produire le sens en interaction avec des individus du monde réel et virtuel.
6. Compétence critique : savoir (re)connaître et analyser les contextes de réception et de production de sens en identifiant les intentions et les idéologies sous-jacentes.

En contexte scolaire, le développement de ces compétences peut aider les élèves à approcher une grande variété de contenus et de supports médiatiques. En particulier, la LMM permet de prendre en considération l'intégralité des caractéristiques des technologies immersives, comme la réalité augmentée et la réalité virtuelle, qui combinent plusieurs modes à la fois. C'est en ce sens que nous nous centrons sur un apprentissage des technologies numériques basé sur le développement des compétences en LMM à l'école.

---

<sup>11</sup> Du point de vue des études médiatiques, le « canal de communication » désigne le dispositif permettant au texte médiatique de communiquer. Dans l'exemple d'une émission de télévision, l'émission renvoie au texte médiatique et la télévision, au canal de communication.



## Méthodologie

Nous avons opté dans cette recherche pour le modèle de la recherche-design en éducation. La recherche-design en éducation (RDE) est une méthodologie de recherche collaborative, interventionniste, itérative, adaptative, et à la fois pragmatique et orientée vers la théorie (McKenney et Reeves, 2014; The Design-Based Research Collective, 2003; Wang et Hannafin, 2005). La RDE est employée par des recherches qui visent à étudier les phénomènes de l'apprentissage et de l'enseignement en contexte naturel. Elle se base sur le postulat selon lequel l'étude des dimensions pratiques d'un problème peut permettre de développer une compréhension théorique plus pointue du phénomène qui nous intéresse (Stokes dans Class et Schneider, 2011). La RDE fonctionne donc dans une dynamique d'aller-retour entre la pratique et la théorie (Brown et Campione, 1996) où les itérations d'un design pédagogique sur le terrain représentent des occasions pour les chercheurs et chercheuses de tester des principes qui viennent confirmer ou infirmer des cadres théoriques naissants ou existants. Le projet *ma.réalité* a été conçu de manière à générer des artefacts pédagogiques mettant à profit les spécificités de la RV pour répondre à l'intérêt et aux besoins de formation de praticiens et praticiennes sur le sujet. Le fait de coconcevoir ces artefacts et d'étudier leur implantation dans les classes des enseignants participants nous a permis de collecter des données qui apportent des précisions sur l'efficacité et les défis de ce dispositif en enseignement des arts.

## Données de recherche

Afin de rejoindre les objectifs à la fois pratiques et théoriques de *ma.réalité*, la collecte de données a été organisée de façon à recueillir des informations sur les innovations produites ainsi que sur l'expérience des personnes participant à la recherche. Les stratégies retenues sont présentées au tableau 2.



**Tableau 2**

*Données collectées*

Observation	Observation des périodes de cours par une auxiliaire de recherche. Les faits saillants, enjeux et questions récurrentes des enseignants et des élèves ont été consignés dans un journal de bord collectif.
Entretiens individuels semi-dirigés	Entretiens avant et après chaque phase du projet auprès des élèves ainsi que des enseignants.
Groupes focalisés	Entretiens en sous-groupe de 3 à 4 élèves. On les invitait à faire l'expérience de la production d'un pair sur un visiocasque, puis à participer à un échange d'appréciation critique sur cette expérience.
Matériel pédagogique et didactique	Consignation de tous les documents ayant été créés et utilisés dans le cadre du projet (ex. : diaporamas, fiches de directives, tutoriels, outils d'évaluation, prototypes, etc.).
Productions d'élèves	Consignation des artefacts textuels et/ou médiatiques générés par les élèves lors des différentes activités (ex. : intention de projet, activité d'appréciation) ainsi que les productions finales (ex. : mondes en réalité virtuelle).
Documentation visuelle	Documentation photographique des espaces de classes, des élèves au travail, des interactions pédagogiques et captures d'écran des environnements de travail et des productions finales. Documentation vidéographique de certaines activités de classe (utilisation du visiocasque, présentations aux pairs des réalisations) et capture vidéo de déambulation dans les mondes immersifs.

## ÉCHANTILLON

La recherche a impliqué la participation de trois groupes d'élèves de troisième secondaire ainsi que de deux enseignants en art médiatique. L'ensemble des jeunes des groupes sollicités ont participé aux activités pédagogiques. De ce nombre, 34 ont accepté de contribuer à la collecte de données. Le portrait de ces élèves est hétérogène en ce qui concerne leur genre, leurs habiletés technologiques ainsi que leur degré de motivation scolaire.

## ANALYSE DES DONNÉES

La mixité de la nature des données collectées a impliqué le croisement de plusieurs stratégies. Les données textuelles ont été importées dans un logiciel d'analyse de données qualitatives, puis codées à l'aide d'un arbre thématique. Les thèmes retenus pour les codes ont été déterminés à l'aide d'une logique inductive qui s'accordait avec la dimension exploratoire de la présente recherche (Blais et Martineau, 2006). Les catégories de thèmes qui ont orienté l'analyse sont toutes ancrées dans le cadre théorique. Parmi les thèmes et sous-thèmes de ces catégories, environ la moitié a émergé des différents types de données. La moitié des sous-thèmes est directement liée à des éléments issus de notre cadre théorique tandis que le reste constitue de nouveaux thèmes qui ont émergé des différentes données. Par exemple, si des thèmes comme « résoudre une variété de problèmes » ou « exploiter des technologies d'une création » provenaient des verbatims et étaient liés aux cadres de compétences, d'autres thèmes comme



« le ressenti de l'expérience », « le sens des apprentissages en RV » et sous-thèmes comme « l'empathie » et « le ludique » ont émergé des données issues des propos des élèves ou de l'analyse de leurs réalisations. La multimodalité des données importantes, comme les productions des élèves et les prototypes, a constitué à la fois une richesse de la recherche et un défi d'ordre méthodologique. Afin de faciliter le dialogue avec les autres données, nous souhaitons les transposer vers un format textuel. Pour ce faire, nous avons développé un outil d'analyse des œuvres en RV des élèves. Présenté dans la forme d'une grille d'évaluation, cet outil comprenait des rubriques sur la description formelle des réalisations (éléments visuels, auditifs, textuels, etc.), sur les connaissances et savoir-faire mobilisés ainsi que sur les éléments observables des cadres de la compétence numérique et des compétences en LMM. Ces grilles nous ont permis d'obtenir un portrait détaillé des apprentissages réalisés par les élèves et des savoirs et compétences mobilisés par l'enseignant et l'enseignante pour soutenir ces apprentissages.

## Résultats

Nous présentons dans cette section des résultats qui portent sur les éléments de compétence numérique et en LMM mobilisés par les élèves dans les activités de création et d'appréciation de leur monde immersif. Ces résultats sont présentés sur la base du cadre de la compétence numérique du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec (2019) et du cadre des compétences en LMM d'Acerra et Lacelle (2022). Bien qu'exposés comme deux cadres distincts dans la partie théorique, les compétences numériques et les compétences en LMM sont présentées conjointement dans cette section afin de mettre en évidence leurs interrelations. Les prochains paragraphes montrent des manifestations observables des compétences qui ont été les plus sollicitées durant la réalisation des projets.

### Des habiletés technologiques spécifiques au développement de la compétence multimodale

Les données ont d'abord démontré que la création d'environnements immersifs en réalité virtuelle engageait la mobilisation et le développement d'une grande variété d'habiletés technologiques, une aptitude de la compétence numérique. En effet, pour réaliser le projet, les élèves ont appris à utiliser différents logiciels, plateformes et applications numériques. Au sein de chaque itération, les élèves ont touché au photomontage dans Photoshop, à la modélisation 3D dans Tinkercad, à la création sonore dans GarageBand ainsi qu'au design et à la programmation d'interactions en environnement immersif dans le logiciel CoSpaces.

Plusieurs jeunes ont mentionné qu'ils et elles aimaient découvrir de nouveaux médias, en particulier ceux qu'ils et elles jugeaient normalement hors de leur portée par rapport à leurs connaissances et habiletés technologiques.

C'était un projet qui était motivant, car c'était nous-mêmes qui faisait les sons, c'est nous qui faisons les animations, c'est nous qui faisons tout du long. Et ce n'était pas quelqu'un d'autre qui le faisait à notre place, c'était vraiment nous qui le faisons. (Élève 1)

Cette diversité a été identifiée comme un avantage par les enseignants puisqu'elle leur permettait de rejoindre un grand nombre d'élèves du même coup. En effet, en touchant à différents modes au sein d'un même projet, il était possible pour chaque jeune d'y trouver au moins une composante qui l'intéressait



davantage et dans laquelle il ou elle pouvait s'investir pleinement. D'ailleurs, bon nombre de jeunes ont nommé être agréablement surpris d'être capables d'effectuer les tâches proposées; plusieurs avaient en tête qu'il s'agissait de médias réservés aux professionnels et professionnelles et n'avaient donc jamais imaginé être en mesure de produire des contenus de ce type. Cependant, la quantité de logiciels utilisés a eu des effets mitigés sur la motivation des participants et des participantes. En effet, la majorité a souligné que cela avait représenté un alourdissement du travail dans le processus de création.

J'avais l'impression que c'était vraiment beaucoup genre au début. Parce qu'il fallait faire un texte. Il fallait faire un robot. Il fallait faire de la musique. Il fallait faire comme les sons. Il fallait faire la programmation. Ça avait l'air comme vraiment beaucoup. (Élève 2)

Les habiletés technologiques développées dans le cadre de la manipulation de divers logiciels numériques ont, en même temps, contribué au développement de la compétence multimodale, qui consiste à « savoir (re)connaître, analyser et combiner des codes, des modes et des langages pour recevoir et produire des designs narratifs, poétiques, expérientiels, intermodaux, spatiaux, graphiques, sonores ou haptiques » (Acerra et Lacelle, 2022). Dans le cadre du projet, la compétence multimodale est la compétence du cadre de référence LMM qui a été la plus exploitée. On peut l'observer de la manière la plus évidente par l'ajout des composantes sonores dans les œuvres. Par exemple, dans l'œuvre *OK* (figure 1), le spectateur ou la spectatrice commence l'expérience dans un paysage urbain abandonné et inondé : la pluie est à la fois visible et audible. Dans une autre œuvre, on se retrouve dans un monde sombre entouré de robots et une musique d'ambiance rythmée accompagne le spectateur ou la spectatrice dans son exploration. Des élèves ont également composé des effets sonores pour accompagner certaines interactions et ont ainsi réalisé des apprentissages sur l'importance de la cohérence entre les différents modes sémiotiques. Pour certains et certaines, ce processus s'est déroulé facilement, tandis que pour d'autres, il s'agissait d'un défi à relever. Souvent, cette difficulté s'est retrouvée lors de la création de la composante sonore, puisqu'elle n'est pas traditionnellement explorée en tant que mode de création distinct dans les cours d'arts et multimédia.



**Figure 1**

*Capture d'écran du monde immersif OK produit par un élève*



*Note.* Reproduit avec autorisation.

Après avoir créé des éléments sonores, les élèves ont dû les intégrer adéquatement à leur œuvre. Par exemple, un élève décrit l'effet d'une association inadéquate entre le mode du son et la programmation d'un de ses éléments visuels.

J'ai intégré la fusée qui bouge [...]. J'ai intégré que la téléportation marche. J'ai aussi intégré de la musique. Quand tu entres dans le portail, ça fait un bruit. Oui, mais je riais, car j'aurais dû couper, car il y a un bruit de porte. Après, ça finit avec le bruit quand tu sors, mais j'aurais dû couper genre, qu'on entend seulement le bruit quand tu prends dans le portail, car ça a tout gâché. Mais c'est trop tard, alors ce n'est pas grave [...]. (Élève 3)

## De la résolution de problème à la compétence sémiotique LMM

Plus les élèves progressaient dans leur monde, plus ils et elles étaient confrontés à de nouvelles composantes des compétences numériques et en LMM. Une autre dimension de la compétence numérique qui a été exploitée de manière importante est celle de la résolution de problème. La variété de logiciels et de formats impliqués dans le projet a en effet constitué une source de défis pour les élèves lors de l'étape de la mise en commun des composantes dans leur environnement immersif. Les élèves y mobilisaient des connaissances et des savoir-faire variés et spécifiques dans le contexte d'une situation complexe. L'enseignant résume bien les enjeux pour les élèves :

Comment ça se fait qu'une image n'est pas compatible avec CoSpaces? Comment ça se fait que quand on fait un format PSD, on ne soit pas capable de l'intégrer dans le projet? « Monsieur, ça ne marche pas! » Oui, mais pourquoi ça ne marche pas? C'est quoi une extension? [...] Et là on va faire... on va amener les notions sur les extensions. Est-ce que l'extension est compatible? Puis le .psd, le .jpg, le .png. Est-ce que la résolution de ton image est assez grande, assez bonne



pour ton monde? Quand tu l'agrandis, est-ce que c'est pixélisé? Ça fait que tout ça, c'est beaucoup de résolution de problèmes à des fins esthétiques, pas à des fins de fonction. (Enseignant 1)

Les fins esthétiques décrites plus haut relèvent de l'interaction entre diverses pratiques que les élèves doivent apprivoiser, non seulement sur les plans technologique et artistique, mais aussi sur le plan sémiotique. Ainsi, la mobilisation lors de la création d'environnements immersifs des composantes liées aux dimensions des habiletés technologiques et de la résolution de problèmes de la compétence numérique sollicite de manière unique des compétences en LMM comme la compétence sémiotique. Cette compétence consiste à « savoir décoder, utiliser et combiner les spécificités de chaque mode sémiotique en fonction des dispositifs, des logiciels et des supports technologiques » (Acerra et Lacelle, 2022).

Lors des groupes focalisés où les élèves étaient amenés à commenter et à expliquer leurs mondes virtuels, ils et elles ont démontré leur capacité à établir des liens plus rapidement et à comprendre le sens et l'intention du créateur ou de la créatrice selon les choix de composantes dans les projets. Comme l'explique une élève, elle se contentait habituellement de dessiner et n'avait pas à ajouter d'autres modes sémiotiques à son travail. Ce type de processus créatif lui a permis d'établir des liens et de comprendre les références intermodales.

Dans le même ordre d'idées, nous avons relevé que le visionnement du monde à l'aide du visiocasque a eu un impact important sur l'expérience, la compréhension et l'appréciation de l'œuvre du spectateur ou de la spectatrice. En effet, l'utilisation de ces appareils permet de vivre le sentiment d'immersion et l'illusion de présence d'une façon qui n'est pas possible à l'écran d'un ordinateur de bureau. Conséquemment, cette utilisation des visiocasques durant le processus de réalisation a influencé les décisions des élèves créateurs et créatrices par rapport aux composantes liées, entre autres, à l'espace et à l'échelle de leur monde immersif. Ces derniers et ces dernières se mettaient dans la peau des spectateurs et spectatrices de leur monde afin de réfléchir aux états et aux effets qu'ils ou elles désiraient leur faire vivre. Par exemple, une élève a découvert qu'elle était en mesure de fixer la caméra du spectateur (point de vue de la personne vivant l'expérience immersive) sur le dos d'un dragon qui volait à toute vitesse dans les airs. Après avoir fait l'essai de son monde à l'aide du visiocasque, elle a rapidement été étourdie par l'expérience. Elle a donc fait le choix de modifier le parcours et la vitesse de vol afin de permettre une visite plus confortable aux futurs visiteurs et futures visiteuses.

## Compétence sociale LMM et transfert des compétences

Pour finir, nous aimerions mettre en avant deux derniers résultats probants de notre étude : le développement de la compétence sociale LMM et le transfert des compétences dans d'autres contextes, comme souligné par les élèves.

La mobilisation de la compétence sociale LMM a joué un rôle central pour les élèves durant les étapes de programmation des interactions. La notion d'interactivité dans la majorité des œuvres des élèves est de nature exploratoire; ces interactions sont parfois contraignantes, parfois optionnelles (Acerra, 2021). Cet aspect interactif était nouveau pour de nombreux élèves et a, par extension, entraîné certains défis. Comme l'explique l'enseignante dans l'une des descriptions du travail d'un élève, l'utilisateur ou l'utilisatrice ne savait pas qu'il ou elle devait suivre le robot programmé (voir le robot à gauche de la figure 2). Ainsi, l'exploitation d'un autre mode, le texte dans ce cas-ci, aurait gagné à être exploité.



La programmation du robot, de la bombe et du GIF animé est très complexe. Cependant, il n'y a pas d'autres éléments programmés. Si le spectateur ne suit pas immédiatement le robot, celui-ci manque toute l'action animée. L'élève aurait pu ajouter une bulle texte invitant le spectateur à suivre le robot. (Enseignante 2)

## Figure 2

*Capture d'écran du monde immersif X produit par un élève*



*Note.* Reproduit avec autorisation.

Les élèves ont aussi noté comment les compétences développées pouvaient être transférables à d'autres types de projets. Pour illustrer ce propos, une élève décrit le lien qu'elle a fait avec les films d'animation :

Bien, vu que je veux faire des films et des choses qui ressemblent à ça, je me suis dit que, oui, peut-être ça pourrait m'aider pour quand même mettre des effets sonores dans les... Admettons, on fait des films animés pour enfants, on voit souvent que c'est des dessins qu'on dessine, mais par la suite on les met pour que ça se suive. Puis, par la suite, on va mettre des effets sonores. Donc, peut-être que ça pourrait m'aider pour faire les films aussi. (Élève 4)

Ces observations sont significatives parce que de nombreux élèves ont décrit, pendant les entretiens, les types d'emplois qu'ils ou elles aimeraient exercer plus tard. Ces données sont liées à la dimension 9 du référentiel numérique (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019, p. 21) qui propose d'« adopter une perspective de développement personnel et professionnel avec le numérique dans une posture d'autonomisation ». Ces perspectives professionnelles n'étaient pas nécessairement liées à la RV, toutefois dans plusieurs cas, les élèves étaient en mesure d'expliquer comment les apprentissages qu'ils et elles avaient effectués dans le projet leur seraient utiles dans les suites de leur démarche de formation postsecondaire.



## Conclusion

Cet article a démontré comment la création d'environnements immersifs en RV en enseignement des arts et du multimédia dans le cadre du projet de recherche *ma.réalité* a mobilisé simultanément chez les élèves des éléments des cadres de la compétence numérique et de la compétence LMM. En effet, les jeunes participants et participantes ont été amenés à développer des habiletés technologiques et de résolution de problèmes pointues à travers l'utilisation d'une grande variété de logiciels tels que Photoshop, Tinkercad, Garageband et CoSpaces, en plus de réfléchir aux perspectives de développement personnel et professionnel ouvertes par ces apprentissages. Les résultats de la recherche démontrent que le développement de ces dimensions du cadre de la compétence numérique a été intégré au développement des compétences LMM. La conception, la mise en forme et l'analyse de l'expérience de leur monde immersif en RV ont poussé les élèves à mobiliser les compétences multimodale, sociale et sémiotique en LMM, dont l'application de la simultanéité d'utilisation des codes, des modes et des langages. Le fait de combiner les spécificités de chaque mode sémiotique en fonction des supports technologiques de manière cohérente dans la forme et le contenu de leur réalisation et le fait d'analyser l'efficacité de ces moyens en regard du sens recherché dans l'expérience immersive en RV a amené les élèves à développer leur compétence sémiotique en LMM. En somme, ces résultats nous permettent d'amener des précisions sur les manifestations des dimensions de la compétence numérique et d'apporter des éclairages sur l'opérationnalisation de compétences en LMM. En exposant comment ces compétences se construisent et s'enrichissent chez les élèves par la mise en œuvre d'actions productrices concrètes dans une démarche de création en arts visuels et médiatiques, nous démontrons le lien essentiel entre la pratique et l'analyse pour leur développement. Un tel constat nous permet d'envisager que l'appréciation de différents types d'expériences immersives en RV (expériences contemplatives, ludiques, cinétiques, interactives, avec des jeux vidéo et des logiciels de création) pourra être mise à profit dans un cadre de recherche interventionniste telle que celui-ci afin d'enrichir et de préciser les manifestations et l'opérationnalisation des compétences en LMM, et plus particulièrement des compétences métacognitives.

D'un point de vue pratique, même si la courbe d'apprentissage des logiciels, des techniques et de l'utilisation des appareils en RV a été abrupte en classe pour les enseignants, les enseignantes et les élèves participants, la deuxième itération du projet a démontré que ces derniers et ces dernières ont rapidement acquis une autonomie au niveau de leur connaissance et de leur utilisation des savoir-faire. La création de mondes immersifs a également suscité une nouvelle capacité chez les élèves dans la classe d'art, à savoir celle de programmer des interactions afin de rendre leur expérience intelligible et engageante pour le public. Les élèves participants et participantes ont, à ce sujet, dépassé les attentes de leur enseignant en développant des interactions complexes allant au-delà des propositions présentées dans les ressources didactiques. Malgré le fait que nous nous penchions seulement sur certaines compétences numériques et en LMM dans cet article, nos résultats préliminaires montrent également que les compétences en LMM ont contribué à ce que les élèves développent, entre autres, des compétences critiques en littératie numérique. Les élèves ont évoqué la façon dont le projet leur a permis de réfléchir à l'avenir et aux frontières entre les mondes naturels et immersifs, aux mécanismes invisibles qui se cachent derrière une grande partie des contenus qu'ils et elles voient et apprécient, et globalement au potentiel de la RV au sein de l'école. Ces résultats pointent aussi vers le potentiel d'activités d'appréciation d'œuvres immersives en RV pour le développement des compétences numériques et en LMM. La capacité unique de la RV de permettre à des utilisateurs et des utilisatrices d'interagir avec des objets médiatiques à travers le mouvement de leur corps dans l'espace et à travers leur perception tactile grâce aux périphériques haptiques vient en effet transformer considérablement le concept d'appréciation, du moins dans le contexte de l'enseignement des arts visuels et médiatiques.



Bien que le projet *ma.réalité* ait connu un fort enthousiasme auprès des participants et des participantes, développer ces compétences dans un cadre de classe a constitué un réel défi. Du fait de la complexité de la RV en tant qu'objet multimodal, les compétences à développer et à maîtriser sont très variées, et les enseignants et enseignantes ont besoin d'un accompagnement ciblé afin d'intégrer ces nouvelles pratiques et ces nouveaux cadres de référence. Le soutien en classe et les ressources pédagogiques créées par l'équipe de recherche ont joué un rôle critique à ce niveau. L'utilisation de la réalité virtuelle à l'école n'en est qu'à ses débuts, et ce projet sert de point d'entrée à son utilisation dans les classes d'arts et multimédia. Les résultats préliminaires présentés ici montrent des pistes prometteuses pour son avenir dans le domaine de l'éducation artistique.

## Liste de références

- Acerra, E. (2021, 22 avril). *Interactivité*. Lab-yrinthe. <https://lab-yrinthe.ca/education/interactive>
- Acerra, E. et Lacelle, N. (2022). *Compétences en #LMM*. Lab-yrinthe. <https://lab-yrinthe.ca/education/competences-lmm>
- Anderson, M., Vogels, E., Perrin, A. et Rainie, L. (2022). *Connection, Creativity and Drama: Teen Life on Social Media in 2022*. Pew Research Center. <https://tinyurl.com/dt942bkb>
- Aufderheide, P. et Firestone, C. M. (1993). *Media literacy: A report of the National Leadership Conference on media literacy*. Communications and Society Program. Aspen Institute, Washington.
- Blais, M. et 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>
- Boyd, D. (2014). *It's complicated: The social lives of networked teens*. Yale University Press.
- Brown, A. L. et Campione, J. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. Dans L. Schauble et L. Glaser (dir.), *Innovations in learning: New environments for education* (p. 289-325). Lawrence Erlbaum Associates.
- Class, B. et Schneider, D. (2013). La recherche design en éducation : Vers une nouvelle approche? *Frantice.net*, 7.
- Cordier, A. (2015). *Grandir connectés : Les adolescents et la recherche d'information*. C&F éditions.
- Delarue-Breton, C., Ronveaux, C., Gladu, E. et Lacelle, N. (2021). Littératie médiatique à l'école et modélisation didactique : quelles préoccupations communes pour la recherche et pour l'enseignement? *Revue de recherches en littératie médiatique multimodale*, 13. <https://doi.org/10.7202/1077706ar>
- Fastrez, P. (2012, Juillet). *Translittératie et compétences médiatiques*. Actes du 5<sup>e</sup> séminaire du GRCDI. La translittératie en débat : regards croisés des cultures de l'information (infodoc, médias, informatique) et des disciplines, Rennes. <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:127456>
- Fleury, S. et Richir, S. (2023). The End of the Digital Generation Gap. *Journal of Ergonomics Studies and Research*, 2(1). <http://article.scholarena.com/Th-End-of-The-Digital-Generation.pdf>
- Hargittai, E. (2010). Digital na(t)ives? Variation in internet skills and uses among members of the "net generation". *Sociological inquiry*, 80(1), 92-113.
- Hobbs, R. (2010). *Digital and Media Literacy: A Plan of Action*. A white paper on the digital and media literacy recommendations of the Knight Commission on the information needs of communities in a democracy. <https://www.aspeninstitute.org/events/digital-media-literacy-plan-action/>
- Kress, G. et van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal discourse*. Bloomsbury Academic.
- Lacelle, N., Richard, M., Martel, V. et Lalonde, M. (2019). Design de cocréation interinstitutionnelle favorisant la littératie en contexte numérique. *Revue de recherches en littératie médiatique multimodale*, 9. [https://litmedmod.ca/sites/default/files/pdf/r2-lmm\\_vol9\\_lacelle.pdf](https://litmedmod.ca/sites/default/files/pdf/r2-lmm_vol9_lacelle.pdf)



- Lebrun, M., Lacelle, N. et Boutin, J.-F. (2012). Genèse et essor du concept de littératie médiatique multimodale. *Mémoires du livre / Studies in Book Culture*, 3(2). <https://doi.org/10.7202/1009351ar>
- Lege, R. et Bonner, E. (2020). Virtual reality in education: The promise, progress, and challenge. *The JALT CALL Journal*, 16(3), 167-180. <https://doi.org/10.29140/jaltcall.v16n3.388>
- Lewis, F., Plante, P. et Lemire, D. (2021). Pertinence, efficacité et principes pédagogiques de la réalité virtuelle et augmentée en contexte scolaire : Une revue de littérature. *Médiations et médiatisations*, (5), 11-27. <https://doi.org/10.52358/mm.vi5.161>
- McKenney, S. et Reeves, T. C. (2014). Educational Design Research. Dans J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen et M. J. Bishop (dir.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (p. 131-140). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_11)
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Gouvernement du Québec. <http://www.education.gouv.qc.ca/dossiers-thematiques/plan-daction-numerique/cadre-de-reference/>
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 58. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Vogels, E. A., Gelles-Watnick, R. et Massarat, N. (2022). *Teens, Social Media and Technology 2022*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2022/08/10/teens-social-media-and-technology-2022/>
- Wang, F. et Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 523.