

L'utilisation de la vidéo 360° dans la formation professionnelle des enseignants : une synthèse des connaissances

The Use of 360° Video in Teacher Education: A Synthesis of Knowledge

El uso del vídeo de 360° en la formación del profesorado: Síntesis de conocimientos

<https://doi.org/10.52358/mm.vi15.360>

Lionel Roche, professeur
Université du Québec à Montréal, Canada
roche.lionel@uqam.ca

Cathy Rolland, maître de conférences
Université Clermont Auvergne, France
cathy.rolland@uca.fr

Ian Cunningham, lecturer
School of Applied Sciences, Edinburgh Napier, Scotland
i.cunningham@napier.ac.uk

RÉSUMÉ

La vidéo 360° est un nouvel outil qui s'est développé et son usage dans la formation des enseignants a débuté il y a moins de 10 ans. À partir d'une analyse systématique de la littérature existante en utilisant les principales bases de données, notre objectif est de rendre compte des principaux résultats de recherche actuels et de pouvoir envisager de nouvelles perspectives de recherche, mais aussi des pistes pour intégrer ce nouvel outil dans le cadre de la formation des enseignants. Quatre principaux points de résultats ont pu être dégagés : 1) la vidéo 360° comme



outil pour développer la réflexivité sur l'enseignement, 2) la vidéo 360° comme outil de préparation et d'accompagnement des stages, 3) la vidéo 360° comme outil de développement de la perception des enseignants, 4) la vidéo 360° comme outil d'amélioration de la connaissance des contenus d'enseignement.

Mots clés : formation des enseignants, vidéo 360°, réflexivité, stages, connaissances, formation professionnelle

ABSTRACT

The 360° video is a new tool that has been developed, and its use in teacher training started less than ten years ago. From a systematic analysis of the existing literature using the main databases, our objective is to report the main current research results and to be able to consider new research perspectives and avenues for integrating this new tool in the teacher training framework. Four main points of results have been identified: 1) 360° video as a tool for developing reflexivity about teaching, 2) 360° video as a tool for preparing and accompanying internships, 3) 360° video as a tool for developing teachers' perceptions, 4) 360° video as a tool for improving knowledge of teaching content.

Keywords: teacher training, 360° video, reflexivity, internships, knowledge, professional training

RESUMEN

El vídeo de 360° es una nueva herramienta desarrollada cuyo uso en la formación del profesorado comenzó hace menos de 10 años. A partir de un análisis sistemático de la literatura existente utilizando las principales bases de datos, nuestro objetivo es dar cuenta de los principales resultados actuales de la investigación y poder prever nuevas perspectivas de investigación, pero también pistas para integrar esta nueva herramienta en el marco de la formación de profesores. Se identificaron cuatro puntos principales de resultados: 1) el vídeo de 360° como herramienta para desarrollar la reflexividad sobre la enseñanza, 2) el vídeo de 360° como herramienta para preparar y acompañar cursos de formación, 3) el vídeo de 360° como herramienta para desarrollar las percepciones de los profesores, 4) el vídeo de 360° como herramienta para mejorar el conocimiento del contenido de la enseñanza.

Palabras clave: formación del profesorado, vídeo de 360°, reflexividad, prácticas, conocimientos, formación profesional



Introduction

L'avènement récent du métavers (Mystakidis, 2022) semble constituer une étape et un moyen de rassembler sous une même appellation l'ensemble des technologies immersives comme la réalité virtuelle (RV), la réalité augmentée (RA), la réalité mixte (RM) et la réalité étendue (RE) (Mystakidis, 2022). Si l'appellation « métavers » (*metaverse* en anglais) semble parfois fortement portée par des enjeux commerciaux sous-jacents, elle n'apporte pas de véritable positionnement de ces technologies les unes par rapport aux autres, comme avaient pu le faire Milgram et Kishino (1994). En effet, ces auteurs avaient positionné les technologies immersives au regard d'un continuum rendant compte de leur proximité plus ou moins importante avec l'environnement réel ou l'environnement virtuel. Cette classification a notamment été enrichie au regard des développements technologiques récents (Skarbez *et al.*, 2021). Ces auteurs ont mis en évidence que la réalité virtuelle parfaite ne peut être atteinte et que la RM est bien plus large que lors des travaux de Milgram et Kishino (1994). Désormais, la vidéo 360° s'inscrit dans cet ensemble. Toutes ces technologies prolongent la réalité que nous expérimentons soit en mélangeant les mondes virtuel et réel soit en créant une expérience totalement immersive. L'avènement et le développement des usages des technologies immersives en éducation, mais aussi en formation professionnelle, a notamment conduit Gobin Mignot et Wolff (2019) à souligner que nous assistons actuellement à un véritable bouleversement dans le champ des apprentissages et de la formation.

Cependant, si la réalité étendue semble trouver sa place dans le cadre de la formation des enseignants Ferdig, Kosko et Gandolfi (2022) et que Kosko, Ferdig et Roche (2021) soulignent que la recherche sur la réalité étendue dans la formation des enseignants émerge à un rythme croissant, la vidéo 360° apparaît encore peu présente dans la littérature au regard des autres technologies immersives comme la réalité virtuelle. Lampropoulos *et al.* (2021) soulignent néanmoins qu'en raison de sa nature immersive et interactive, la vidéo 360° devient de plus en plus populaire, bien que l'on sache peu de choses concernant l'utilisation de cette technologie en contextes éducatifs.

La problématique de notre synthèse des connaissances repose sur le décalage existant entre les connaissances communes de l'objet technique vidéo 360° et sa mobilisation et ses usages effectifs par le corps des formateurs.

Vidéo 360° : de quoi parle-t-on vraiment?

La vidéo 360° n'est pas une technologie aussi ancienne que la RV et, à l'inverse de cette dernière, elle ne permet pas la simulation fine de gestes ou de certaines actions, ce qui peut limiter son usage dans le cadre de certaines formations spécifiques. Les prémices des technologies immersives semblent pouvoir être identifiées avec le Sensorama développé par Morton Heiling de 1956 à 1962. Ce dernier avait développé une machine constituant en quelque sorte un cinéma du futur, prenant la forme d'une borne d'arcade, au sein de laquelle le spectateur plaçait son visage et pouvait ainsi vivre diverses expériences comme une balade à moto. Plus récemment, Fuchs (2018) a rappelé que la RV et ses premières applications professionnelles remontent au début des années 1990 et qu'elle demeure utilisée quotidiennement dans certaines entreprises. Le développement de la vidéo 360° demeure beaucoup plus contemporain. Les travaux de Nayar (1997) à l'Université de Columbia à la fin des années 90 au sein du Computer Vision Laboratory semblent précurseurs,



notamment avec la mise au point de la première technique de captation à 360° à l'aide de caméras catadioptriques. La démocratisation de cette technologie a été rendue possibles par :

- 1) la baisse des coûts d'achat des caméras 360° (Ranieri *et al.*, 2022; Snelson et Hsu, 2020);
- 2) des avancées technologiques qui ont offert la possibilité à partir de 2015 de lire en ligne des vidéos 360° grâce à certaines plateformes (Westmoreland, 2020);
- 3) la facilité d'usage de cette technologie (Gandolfi, Kosko et Ferdig, 2021; Geng *et al.*, 2019).

Dans le champ de la formation des enseignants, le recours à cette technologie a été plus tardif. Kosko, Ferdig et Roche (2021) identifient les premiers travaux dans le champ de la formation des enseignants avec les travaux de Roche et Gal-Petifaux (2017). Il est désormais possible d'identifier des usages de cette technologie dans différentes disciplines d'enseignement comme l'éducation physique (Roche et Rolland, 2020), les mathématiques (Kosko, Ferdig et Zolfaghari, 2019), l'économie (Feurstein, 2018) ou encore l'apprentissage des langues (Berns *et al.*, 2018; Guichon *et al.*, 2022), mais aussi dans différents pays comme les États-Unis (Ferdig, Gandolfi et Kosko, 2020), la France (Roche et Gal-Petifaux, 2017), le Chili (Joglar Campos et Rojas-Rojas, 2019) ou encore l'Australie (O'Keeffe *et al.*, 2020).

La vidéo 360° permet de réaliser des enregistrements vidéo dans lesquels une vue dans toutes les directions est enregistrée en même temps (Wohl, 2017) grâce au recours à une caméra spécifique avec un objectif de type « fish-eye ». Rupp *et al.* (2019) définissent les vidéos produites avec des caméras 360° comme des vidéos panoramiques omnidirectionnelles. Contrairement au point de vue fixe d'une vidéo traditionnelle en 2D, ces vidéos permettent aux apprenants d'avoir une vision panoramique dans un cercle ininterrompu, et permettent à celui qui visionne la vidéo de mener une activité d'exploration de la vidéo (Roche et Rolland, 2020) en pouvant changer l'angle de visionnement à sa guise en cours de visionnement. Là où la vidéo 2D impose un cadrage choisi par la personne qui filme, la vidéo 360° offre la possibilité à celui qui visionne de choisir son angle de visionnement, mais aussi de modifier ce dernier (Snelson et Hsu, 2020). De plus, ce type de vidéo offre diverses modalités de visionnement : 1) sur écran d'ordinateur, 2) grâce à un téléphone intelligent (avec ou sans visiocasque RV pour téléphone) et 3) via visiocasque de RV.

Cependant, Snelson et Hsu (2020) soulignent un certain flou dans la nomination de cette technologie dans la littérature scientifique actuelle. Ainsi, elle est reconnue sous les termes « vidéo 360° » (Barić, Havârneau et Mäirean, 2020), « réalité virtuelle basée sur la vidéo sphérique » (Chang *et al.*, 2019), « vidéo à 360° en réalité virtuelle » (Kittel *et al.*, 2020) ou encore « vidéo panoramique immersive » (Pirker et Dengel, 2021). Ce flou langagier s'explique en partie par la nouveauté de cet outil technologique, mais aussi par le fait que ce champ de recherche en émergence (Snelson et Hsu, 2020) est nécessairement peu mature (Paraskevaidis et Fokides, 2020). Cette diversité terminologique peut poser des difficultés pour identifier un corpus de recherches. Cependant, dans le champ de la formation des enseignants, l'appellation usitée demeure « vidéo 360° ».

Objectif

Notre contribution prend la forme d'une synthèse des connaissances issues de la littérature scientifique portant sur le recours à la vidéo 360° dans le champ de la formation des enseignants. Notre objectif est de rendre compte des principaux résultats de recherche actuels et d'envisager de nouvelles perspectives de recherche ainsi que des pistes pour intégrer cet outil dans le cadre de la formation des enseignants.



Méthodologie

Afin d'identifier la littérature existante actuellement dans le champ de la vidéoformation des enseignants ayant recours à la vidéo 360°, nous avons réalisé une recherche manuelle en utilisant les principales bases de données, à savoir ERIC, ScienceDirect, LearnTechLib, Proquest, PubMed (pour la littérature anglophone) et CAIRN (pour la littérature francophone). Pour mener à bien cette recherche, nous avons utilisé les mots clefs suivants pour les bases anglophones : « teacher », « education », « video 360 ». Pour la base francophone, nous avons utilisé les mots clefs suivants : « formation », « enseignant », « vidéo 360 ». Le choix a été d'inclure uniquement les articles et actes de colloque basés sur des données empiriques et publiés de 2017 à 2022. Les actes de colloque se limitant à un résumé ont été exclus (tableau 1).

Tableau 1

Résultats de recherche dans les différentes bases de données

Base de données utilisée	Date de la recherche	Nombre d'articles trouvés	Articles retenus
ERIC	20/12/2022	186,473	12
ScienceDirect	20/12/2022	1681	5
LearnTechLib	20/12/2022	755	10
Proquest	20/12/2022	288368	3
Pubmed	20/12/2022	4	0
Cairn	20/12/2022	607	1

Note. © Auteurs.

La sélection des articles a été réalisée par deux chercheurs et, en cas de désaccord, le troisième chercheur était sollicité afin de décider si un article était inclus ou non. Le nombre total d'articles retenus après avoir retiré les doublons est de 23 (tableau 2).

Tableau 2

Articles retenus pour l'analyse

	Année	Auteurs	Pays	Discipline d'enseignement	Public	Type de vidéo	Échantillon
1	2017	Roche et Gal-Petifaux	France	Éducation physique	Enseignant en formation	Autre enseignant	N = 1
2	2019	Balzaretti, Ciani, Cutting, O'Keeffe et White	Australie	Mathématiques	Enseignants en formation	Soi	N = 28
3	2019	Theelen, van den Beemt et den Brok	Pays-Bas	Histoire, géographie, économie, néerlandais, allemand, anglais, mathématiques, physique	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 141



	Année	Auteurs	Pays	Discipline d'enseignement	Public	Type de vidéo	Échantillon
4	2019	Walshe et Driver	Angleterre	Cours de pédagogie	Enseignants en formation	Soi	N = 4
5	2020	Ferdig et Kosko	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 34
6	2020	Gold et Windscheid	Allemagne	Observation et évaluation de la gestion de classe	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 59
7	2020	Roche et Rolland	France	Éducation physique	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 2
8	2020	Tan, Wiebrands, O'Halloran & Wignell	Australie	Sciences et mathématiques	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 239
9	2020	Theelen, van den Beemt & den Brok	Pays-Bas	Histoire, géographie, économie, néerlandais, allemand, anglais, mathématiques, physique	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 141
10	2020	Zolfaghari, Austin, Kosko et Ferdig	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 34
11	2021	Buchbinder, Brisard, Butler et Sharon	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Soi	N = 9
12	2021	Cross, Wolfenden et Adinolfi	Inde	Observation des pratiques de classe	Enseignants en formation (EF), enseignants titulaires (ET), formateur (F)	Autre enseignant	N = 2 (EF) N = 3 (ET) N = 2 (F)
13	2021	Gandolfi, Austin, Heisler et Zolfaghari	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 118



	Année	Auteurs	Pays	Discipline d'enseignement	Public	Type de vidéo	Échantillon
14	2021	Kosko, Ferdig et Zolfaghari	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 33
15	2021	Kosko, Weston et Amador	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation, enseignants titulaires	Autre enseignant	N = 34
16	2021	Roche, Cunningham et Rolland	France	Éducation physique	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 82
17	2021	Roche et Rolland	France	Éducation physique	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 1
18	2021	Tarantini	Suisse	Droit, économie, commerce pour les hautes écoles	Enseignants en formation	Soi	N = 10
19	2021	Weston et Amador	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Soi	N = 2
20	2022	Gandolfi, Ferdig et Kosko	États-Unis	Technologies éducatives	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 92
21	2022	Kosko	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Élèves	N = 15
22	2022	Kosko, Heisler et Gandolfi	États-Unis	Technologies éducatives	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 44
23	2022	Kosko, Zolfaghari et Heisler	États-Unis	Mathématiques	Enseignants en formation	Autre enseignant	N = 21

Note. © Auteurs.

Résultats

Une accélération du nombre de publications relatives à l'usage de la vidéo 360° dans la formation des enseignants est remarquable : une publication en 2017, contre 10 et 5 respectivement en 2021 et 2022. Ces publications rendent compte d'un usage de la vidéo 360° pour la formation des enseignants sur l'ensemble des continents, excepté l'Afrique. Elles révèlent quatre axes principaux relatifs aux ambitions de formation associées à l'usage de cette technologie.



La vidéo 360° comme support pour développer la réflexivité sur l'enseignement

En référence aux travaux de Schön (1983), la réflexivité est souvent envisagée selon deux temporalités : la réflexion dans l'action qui a lieu au cours même de l'activité professionnelle, dans le feu de l'action, et la réflexion sur l'action qui se développe a posteriori de l'activité dans une perspective de progrès. Les études qui rendent compte d'interventions à visée de développement de l'activité réflexive révèlent un usage de vidéos d'activités de soi, de pairs ou d'enseignants inconnus. Les enregistrements audiovisuels y constituent des ressources pour engager les formés à se saisir de leur pratique d'intervention comme objet de réflexion.

Balzaretti, Ciani, Cutting, O'Keeffe et White (2019) montrent que le visionnement de vidéos 360° de lui-même permet à l'enseignant de mieux comprendre et saisir en profondeur ce qui se passe autour de lui lorsqu'il intervient. Les activités individuelles des élèves ainsi que l'ensemble des interactions (enseignant-élèves mais aussi élève-élève) sont appréhendées notamment lors des temps de passation et de réception des consignes. Les enseignants débutants parviennent à se décentrer de leur propre intervention pour envisager leur présence en classe dans une logique d'interactions avec les élèves. Ces résultats sont confortés par ceux de Tarantini (2021) pour qui le visionnement de vidéos 360° de soi facilite la réflexion sur son propre enseignement. Cette facilitation est obtenue notamment si le visionnement est accompagné de *feedbacks* de pairs et/ou d'experts, mais aussi du recours à d'autres technologies comme la captation de vidéos 2D associée à une plateforme d'annotations de celles-ci. Cette démarche s'inscrit dans une approche de type expérientielle en référence aux travaux de Kolb (1984), qui considère que l'expérience concrète constitue le point de départ de la réflexion. Pour Tarantini (2021), la vidéo 360° s'avère utile pour repérer et suivre dans le temps, avec une granularité fine, les interactions enseignant-élèves.

Dans cette même veine, les travaux de Walshe et Driver (2019) insistent sur les particularités de l'expérience provoquée par le visionnement de vidéos 360° avec un visiocasque. Les enseignants débutants qui en ont fait usage se sont saisis de la possibilité de visionner la situation d'intervention sous des angles nouveaux que ceux procurés par leurs engagements corporels initiaux dans la situation. Ils changeaient d'angles de visionnement, en tournant la tête ou le corps en entier. Leur engagement corporel dans la situation visionnée les a conduits à redécouvrir les aspects spatiaux de la classe. La réflexion initiée par cette expérience est dite incorporée, incarnée car fondée sur une expérience corporelle, sensible, proche de ce point de vue de celle vécue réellement *in situ*. Cependant, Walshe et Driver (2019) soulignent que cette activité de visionnement avait eu peu d'impacts sur le développement de la réflexion relative à la pratique pédagogique. Les auteurs expliquent cela notamment par le fait que les enseignants sont en début de formation.

Un autre intérêt formatif de la réflexion fondée sur l'activité réelle de professionnels a été mis en évidence par Theelen, van den Beemt et den Brok (2019). Leur étude a montré que le recours à une classe virtuelle (qu'ils définissent comme un enseignement théorique accompagné par le visionnement de vidéos 360°) permet aux enseignants en formation de mobiliser de façon plus précise et adaptée un nombre plus important de connaissances et de concepts relatifs à l'enseignement et à l'apprentissage. En effet, à l'issue d'un enseignement portant sur les connaissances relatives aux relations interpersonnelles enseignant-élèves, associé à un visionnement de vidéos 360° où il était demandé aux enseignants de focaliser leurs observations sur l'enseignant et ses interactions avec les élèves, les auteurs ont pu identifier un usage plus contextualisé et une meilleure mobilisation des connaissances théoriques. D'autres études ont également mis en évidence les processus de construction de connaissances engagés dans l'activité réflexive, outillée par le visionnement de vidéos 360°. Roche *et al.* (2021a), Roche et Rolland (2020), Roche et Rolland (2021) initient l'activité réflexive en proposant aux étudiants de visionner des vidéos d'enseignants inconnus sur un écran d'ordinateur. Ils notent le développement de réflexions davantage centrées sur l'activité des élèves, notamment grâce à des consignes spécifiques de visionnement. Une consigne demandant à des enseignants



débutants de concentrer leurs observations sur l'activité des élèves (Roche et Rolland, 2021) a conduit ces derniers à construire des connaissances nouvelles sous forme d'un registre d'erreurs observables commises par les élèves. Ces études mettent en évidence le fondement pragmatique de la construction de connaissances tournées vers les interventions futures potentielles. Cette projection dans les activités d'interventions futures, éveillée par la réflexion, la discussion sur des activités passées (la sienne ou celle d'autrui), peut également être exploitée pour préparer les stages.

La vidéo 360° comme outil de préparation et d'accompagnement des stages

Mestre *et al.* (2006) définissent la présence dans un environnement virtuel comme la sensation « d'être là », d'être partie prenante de l'environnement virtuel visionné. Les premiers travaux sur l'usage de vidéos 360° dans la formation des enseignants (Roche et Gal-Petifaux, 2017) ont mis en évidence dès le départ qu'il suscitait la sensation d'être présent dans la classe visionnée, et ce, même si les vidéos étaient observées sur un écran d'ordinateur. Ce fort sentiment de présence a par la suite été confirmé par les travaux de Ferdig et Kosko (2020), Gold et Windscheid (2020) ou encore Walshe et Driver (2019). Si ces études s'accordent sur l'aspect immersif de la vidéo 360°, Walshe et Driver (2019) ainsi que Ferdig et Kosko (2020) ont montré que leur visionnement suscitait un sentiment de présence plus fort que le visionnement d'une vidéo en 2D, alors que les résultats de Gold et Windscheid (2020) ne font pas ressortir de réelles différences entre ces deux types de vidéos. Ce résultat s'explique peut-être par des conditions de visionnement différentes, sur ordinateur pour Gold et Windscheid (2020) et avec visiocasque pour les deux autres expérimentations. De plus, Ferdig et Kosko (2020) ont montré que le visionnement d'une vidéo 360° avec visiocasque suscitait un sentiment de présence plus fort que le visionnement de la même vidéo sur ordinateur, mais aussi que la même vidéo en 2D. Même s'il apparaît que les conditions de visionnement sont plus ou moins propices à générer une expérience immersive chez les usagers, le recours à cette ressource présente des intérêts pour préparer les enseignants en formation à leurs premières expériences en classe. Les stages s'accompagnent généralement d'une découverte parfois brutale de situations dont la complexité peut dérouter. L'usage de vidéos 360° de situations de classe diverses permet de les plonger préalablement au cœur de cette complexité et de les y familiariser. Ce visionnage aide les futurs enseignants à découvrir les conditions de classe et l'organisation spatiale avant leurs premiers stages (Roche et Gal-Petifaux, 2017; Roche et Rolland, 2021) et les aide également à comprendre la complexité des pratiques d'enseignement. En effet, le fait de pouvoir explorer les scènes filmées les aide à saisir les spécificités des contextes d'enseignement et leur permet d'observer l'activité de chaque élève dans ces contextes (Roche et Gal-Petifaux, 2017). Par leurs activités d'exploration d'une vidéo 360°, les enseignants en formation se sentent entrer virtuellement en classe et vivre une immersion substitutive, c'est-à-dire être plongés dans la classe comme s'ils étaient en situation d'enseigner. Ce type d'expérience se manifeste notamment par des dilemmes vécus au cours de leurs observations, identiques à ceux vécus en situations réelles d'enseignement (focalisation sur un seul élève ou sur le groupe, par exemple) (Roche *et al.*, 2021a).

Dans la perspective de préparer les stages de pratique d'intervention, la vidéo 360° peut être utilisée conjointement avec d'autres ressources dans la formation des enseignants. En effet, Roche *et al.* (2021a) montrent notamment une complémentarité des vidéos 2D et 360° pour observer et découvrir la variété et la complexité des situations de classe. Les étudiants manifestent un fort intérêt pour ce type de ressources en amont des stages pour se familiariser avec des situations de classe qu'ils appréhendent souvent. D'autre part, à la suite des stages, le visionnement de vidéos 360° les a aidés à affiner leurs observations (amorçées *in situ* lors des stages) de l'activité motrice des élèves (en éducation physique) dans les tâches proposées. Leurs résultats montrent que le visionnement de vidéos 360° et 2D, pour accompagner les stages et prolonger les activités déployées en situation, permettait une évolution de l'observation des enseignants, d'une focalisation prioritaire sur l'ambiance de classe et la gestion de classe avant les stages à une focalisation



prioritaire sur l'activité des élèves dans la tâche. Enfin, Zolfaghari *et al.* (2020) ont testé un dispositif vidéo multiperspective à 360° (basé sur plusieurs caméras 360° positionnées dans la même salle de classe). Avec ce dispositif, l'enseignant peut changer de perspectives de visionnement et ainsi se déplacer virtuellement dans la salle de classe. Pour les auteurs, ces conditions permettent aux enseignants en formation de vivre des expériences très proches des expériences réelles en classe qui peuvent compléter et non remplacer les expériences réelles.

La vidéo 360° peut être considérée comme une représentation intéressante de la pratique d'intervention (Kosko, Weston et Amador, 2021) pour préparer mais aussi accompagner les stages (Roche *et al.*, 2021a). Exploitée par les formés pour situer tous les protagonistes dans un même empan temporel et pour saisir leurs activités respectives, elle permet de saisir la complexité des situations d'intervention et se préparer à y exercer.

La vidéo 360° comme outil de développement des compétences perceptives des enseignants

La vision professionnelle constitue une compétence clé pour les enseignants. Elle repose sur la capacité à identifier des éléments pertinents dans une situation d'enseignement afin de réfléchir sur celle-ci et d'envisager les actions à mettre en œuvre (Seidel et Stürmer, 2014). Le visionnement de vidéos 360° permet de développer une activité d'observation plus active et centrée sur l'activité des élèves (Walshe et Driver, 2019; Roche *et al.*, 2021a; Kosko, Zolfaghari et Heisler, 2022). En effet, Kosko, Ferdig et Zolfaghari (2021) montrent que le visionnement de vidéos 360° permettait à des enseignants en formation de davantage se focaliser sur l'activité des élèves que de la vidéo 2D, car les actions de chaque élève sont plus facilement observables du fait de la possibilité de changer d'angle de visionnement. Conjointement, Ferdig et Kosko (2020) révèlent une focalisation plus forte des enseignants sur les aspects pédagogiques en lien avec la discipline. Kosko, Ferdig et Zolfaghari (2021) notent une plus forte centration sur les contenus proposés aux élèves lorsqu'ils visionnent une vidéo 360° en comparaison avec une vidéo 2D.

Pour Buchbinder *et al.* (2021), le visionnement de vidéos 360° conduit à une plus forte centration sur l'enseignant et plus précisément sur les interactions enseignants-élèves, ce qu'ont aussi confirmé les travaux de Theelen *et al.* (2019, 2020). De plus, les auteurs ont aussi montré une centration sur la façon d'enseigner les contenus (ce qui est enseigné) et une plus faible centration sur les connaissances mobilisées par les élèves ainsi que sur leur activité cognitive. Pour Buchbinder *et al.* (2021) tout comme Ferdig et Kosko (2020), le visionnement sur écran d'ordinateur améliore avantageusement la capacité à identifier des indices pertinents dans une situation d'enseignement par rapport à une vidéo 2D.

Quant à Kosko, Weston et Amador (2021), ils révèlent que la focalisation attentionnelle des enseignants est liée aux mouvements de l'enseignant visionné, à l'organisation spatiale de la classe et des groupes. Ces aspects déterminent plus ou moins si les enseignants en formation se focalisent sur l'activité des élèves. De plus, l'observation que réalisent les enseignants en formation est aussi influencée par le positionnement de la caméra dans la salle de classe. Kosko, Heisler et Gandolfi (2022) ont étudié ce que les enseignants en formation placent dans leur champ de vision lorsqu'ils visionnent une vidéo 360° avec un visiocasque afin de rendre compte des focalisations attentionnelles de ces derniers. Ils ont mis en évidence que ce qui est positionné au centre du champ de vision constitue la focalisation attentionnelle principale. En effet, lorsque les enseignants en formation placent l'enseignant visionné au centre du champ de vision, ils sont plus préoccupés par les questions relatives à la gestion de classe, alors que lorsqu'ils positionnent les élèves au centre, ils s'intéressent davantage au contenu disciplinaire enseigné et à l'activité des élèves, à la façon dont ils réalisent la tâche demandée. Ces résultats constituent des éléments intéressants afin de concevoir des ressources de formation permettant d'orienter l'observation des enseignants en formation.



La vision professionnelle est indissociablement liée à des connaissances incorporées pour Kosko (2022), comme avait pu l'avancer Ibrahim-Didi (2015). Pour lui, le recours à la vidéo 360° dans la formation des enseignants permettrait de développer des capacités d'observation liées à des connaissances incorporées, notamment grâce à la vue et à l'ouïe qui sont sollicitées par le visionnement immersif permis par les visiocasques. Les choix réalisés dans le visionnement relatifs aux éléments positionnés dans le champ de vision relèvent de ce type de savoirs incarnés (Kosko, Heisler et Gandolfi, 2022). L'engagement dans le visionnement et l'observation demeurent plus actifs et les aspects incorporés de l'observation ont aussi été confirmés par d'autres études (Walshe et Driver, 2019; Kosko, Ferdig et Zolfaghari, 2021). Enfin, au cours du visionnement de vidéos 360°, les focalisations attentionnelles ne sont pas uniformes, mais fluctuent (Roche et Rolland, 2021). En effet, en fonction des consignes données, mais aussi des angles de visionnement, les enseignants en formation seront plus préoccupés par l'observation, l'analyse ou encore la projection vers des interventions futures, ce qui confirme en partie les résultats de Kosko, Heisler et Gandolfi (2022).

Pour Ferdig et Kosko (2020), la vidéo 360° possède la capacité de représenter et de rendre perceptibles certains aspects d'un scénario d'enseignement, y compris, mais sans s'y limiter, ce qui est potentiellement visible. Cette affordance que fournit la vidéo 360° est définie par ces auteurs comme la « perceptuel capacity ». Les vidéos 360° constitueraient donc une ressource de choix pour faciliter et encourager le repérage de certains éléments (aussi bien visuels que sonores) d'une situation d'enseignement (Kosko, Ferdig et Zolfaghari, 2021). Gandolfi, Ferdig et Kosko (2022) ont aussi souligné l'importance du recours à un son ambisonique comparativement à un son monosonique afin de faciliter la focalisation attentionnelle des enseignants en formation sur l'activité des élèves.

Le 360° comme outil d'enrichissement de la connaissance des contenus d'enseignement

Buchbinder *et al.* (2021) ont montré que le visionnement de vidéos 360° permettait aux enseignants en formation de développer des connaissances sur leur propre façon d'agir, leur propre façon d'enseigner au regard de l'activité d'apprentissage des élèves, mais aussi au regard de leurs choix pédagogiques *in situ*, au regard des réactions des élèves. Cet affinement des connaissances relatives aux relations interpersonnelles enseignant-élèves a aussi été démontré par les travaux de Theelen *et al.* (2019, 2020). En effet, les auteurs ont montré que la combinaison d'apports théoriques et de visionnages de vidéos 360° avec un visiocasque aide les enseignants en formation à développer des connaissances plus structurées et plus précises des notions portant sur les relations interpersonnelles. Ce type de dispositif contribue aussi positivement à la mobilisation de ce type de connaissances lors de situations d'observation et d'analyse de vidéos de situation de classe. Les enseignants en formation développent une utilisation plus adaptée des connaissances formalisées sur les relations interpersonnelles lorsqu'ils décrivent et analysent des situations de classe. Ces résultats se traduisent notamment par la production de cartes conceptuelles plus riches (mobilisant un plus grand nombre de concepts) après le visionnement de vidéos 360° accompagnant les apports théoriques sur les relations interpersonnelles. Ces résultats convergent vers ceux de Walshe et Driver (2019), qui ont pu démontrer que le recours à la vidéo 360° permet aux enseignants en formation de développer une compréhension plus nuancée des pratiques pédagogiques observées.

L'étude de Kosko, Ferdig et Zolfaghari (2021) a prouvé que l'utilisation d'un casque pour visionner des vidéos 360° favorise le développement de connaissances plus précises chez les enseignants en formation, relativement au contenu disciplinaire à enseigner (les mathématiques dans cette étude). De plus, Kosko (2022) a montré que le visionnement de vidéos 360° aide les enseignants en formation à développer des connaissances plus précises sur le raisonnement mathématique des élèves. Ces résultats confirment ceux



de Roche *et al.* (2021a) qui ont établi que le visionnement de vidéos 360° associé à des stages favorise le développement de connaissances précises sur les diverses catégories de difficultés rencontrées par les élèves lors de la réalisation d'une tâche motrice en éducation physique. Au regard de ces points de résultats, il apparaît que les formations d'enseignants, nécessairement adossées à des contenus de formation, trouvent un appui technologique de choix dans les vidéos 360° en fournissant des opportunités de : 1) verbalisation de connaissances d'expérience implicites; 2) mobilisation de notions et de concepts formalisés et partagés dans la communauté; 3) valorisation pragmatique de connaissances.

Discussion

Les résultats de notre revue de littérature mettent en évidence que la vidéo 360° constitue un outil que les formateurs mobilisent pour développer la réflexivité des enseignants en formation sur des situations de classe (les leurs ou celles d'autres enseignants). Cependant, d'autres ressources sont à même d'être utilisées pour les mêmes fins, comme la RV (p. ex. Richter *et al.*, 2022) ou encore la vidéo 2D (Viau-Guay et Hamel, 2017). La RV peut être utilisée pour l'apprentissage de certaines habiletés procédurales spécifiques très précises (p. ex. Ros *et al.*, 2020), mais peu d'études basées sur le recours à la vidéo 360° se sont intéressées à l'apprentissage d'habiletés motrices spécifiques (Tak *et al.*, 2023; Yoganathan *et al.*, 2018) et aucune dans le champ de la formation des enseignants, par exemple pour apprendre à réaliser une démonstration nécessitant une habileté motrice. Il nous semble donc pertinent, au vu de ces résultats, d'envisager de plus amples recherches sur le recours combiné à ces différentes ressources dans le cadre d'un même dispositif, à l'instar des travaux de Roche et Gal-Petifaux (2015) ou encore de Tarantini (2021), qui ont étudié le recours à divers formats vidéo.

De plus, si le recours positif à la vidéo 360° a été démontré pour accompagner des enseignements plus théoriques (Theelen *et al.*, 2019, 2020), pour améliorer la concentration, l'intérêt, l'immersion des étudiants par rapport à des vidéos en 2D ainsi que soutenir une participation plus active que dans les cours magistraux traditionnels (Kim, Kim et Kim, 2022), Tan, Wiebrands, O'Halloran et Wignell (2020) soulignent la nécessité de développer des ressources plus interactives. En effet, des vidéos 360° comportant des notes ou des informations complémentaires afin d'orienter les focalisations attentionnelles semblent constituer une piste intéressante à explorer, comme l'indiquent Tan *et al.* (2020) et le préconisent Roche *et al.* (2021b) ainsi que Walshe et Driver (2019). Le recours à un son ambisonique constitue aussi une piste de recherche à approfondir, car à ce jour, seuls les travaux de Ferdig, Kosko et Gandolfi (2022) et Gandolfi, Ferdig et Kosko (2022) se sont penchés sur cette question, en révélant notamment un effet immersif intéressant.

Cependant, un défi majeur à relever afin de pouvoir démocratiser l'usage de cette technologie dans la formation des futurs enseignants consiste à favoriser la mise en œuvre de formations à destination de leurs formateurs. Austin et Kosko (2022) ont montré que les formateurs utilisent prioritairement la vidéo 2D en raison d'une plus grande familiarité avec cette ressource qu'avec la vidéo 360°, bien que Cross *et al.* (2022) aient montré un enthousiasme certain des formateurs pour utiliser cette technologie.

Il importe donc de rester prudent et nuancé au sujet des plus-values du recours à la vidéo 360°. En effet, pour Gandolfi, Ferdig et Kosko (2022), l'ajout de la vidéo 360° dans la formation des enseignants ne garantit pas de façon systématique des effets positifs en formation. Un risque inhérent à leur usage est la surcharge cognitive en raison du nombre conséquent d'informations qui peuvent être perçues simultanément, comme Lahlou *et al.* (2012) ont par exemple pu démontrer dans le champ de l'analyse du travail. De plus, Tarantini (2021) ou encore Theelen *et al.* (2019) ont notamment rendu compte de symptômes de nausée, de maux de tête, de déséquilibres causés par le recours au visiocasque, cela en raison d'une perturbation du système



vestibulaire occasionné par les images visionnées. Enfin, Theelen *et al.* (2019) ou encore Tan *et al.* (2020) mentionnent des difficultés et des réticences des enseignants en formation relativement à l'adoption de cette technologie.

Conclusion

La vidéo 360° est aujourd'hui utilisée dans un grand nombre de champs de formation, comme l'enseignement du sauvetage aquatique (Araiza-Alba *et al.*, 2021), l'entraînement en basketball (Panchuk, Klusemann et Hadlow, 2018), la formation à l'enseignement de l'économie (Feurstein, 2019), les formations en santé (Ulrich *et al.*, 2019), l'entraînement des sapeurs-pompiers (Sarkar *et al.*, 2022), l'orientation scolaire et la découverte des milieux professionnels (Assilmia *et al.*, 2017), ou encore la lutte contre les appréhensions liées au milieu aquatique (Roche *et al.*, 2022).

La vidéo 360° semble constituer aujourd'hui une ressource de choix à disposition des formateurs et nous avons pu montrer les effets potentiels du recours à cette technologie à l'aide des résultats scientifiques actuels. Cependant, Buchbinder *et al.* (2021) soulignent que, malgré l'intérêt croissant pour l'utilisation de la vidéo 360° dans la formation des enseignants, la recherche sur ce sujet demeure encore limitée en raison de sa nouveauté. En effet, si le champ de la vidéoformation recourant à la vidéo 2D s'est développé depuis les années 60, celui du recours à la vidéo 360° s'est développé depuis 2017 et les travaux précurseurs de Roche et Gal-Petifaux (2017). Il nous semble donc nécessaire que de plus amples études soient menées afin d'identifier des effets sur des échantillons plus larges (certaines études sont basées sur des études de cas) afin d'envisager l'intégration du recours à la vidéo 360° dans les parcours de formation des enseignants. Cela aussi bien en formation initiale qu'en formation continue, car excepté deux études (Cross, Wolfenden et Adinolfi, 2022; Kosko, Weston et Amador, 2021), toutes les autres se sont focalisées sur la formation initiale.

Araiza-Alba, P., Keane, T., Matthews, B., Simpson, K., Strugnell, G., Chen, W. S., et Kaufman, J. (2021). The potential of 360-degree virtual reality videos to teach water-safety skills to children. *Computers & Education*, 163, 104096. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104096>

Assilmia, F., Yun, S. P., Okawa, K., et Kunze, K. (2017). IN360: A 360-Degree-Video Platform to Change Students Preconceived Notions on Their Career. Dans *CHI Conference Extended abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2359-2365). ACM. <https://doi.org/10.1145/3027063.3053211>

Austin, C. K., et Kosko, K. W. (2022). Representations of Practice Used in Mathematics Methods Courses. *Contemporary Issues in Technology and Mathematics Teacher Education*, 22(1). <https://citejournal.org/wp-content/uploads/2022/03/v21i1Math1.pdf>

Balzaretti, N., Ciani, A., Cutting, C., O'Keeffe, L., et White, B. (2019). Unpacking the Potential of 360Degree Video to Support Pre-Service Teacher Development. *Research on Education and Media*, 11(1), 63-69. <https://doi.org/10.2478/rem-2019-0009>

Barić, D., Havârneanu, G. M., et Măirean, C. (2020). Attitudes of learner drivers toward safety at level crossings: Do they change after a 360° video-based educational intervention? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 69, 335-348. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.01.018>

Berns, A., Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., et Doderò, J. M. (2018). Exploring the potential of a 360° video application for foreign language learning. In F.J. Garcia-Penalvo (dir.) *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp.776-780). <https://doi.org/10.1145/3284179.3284309>



- Buchbinder, O., Brisard, S., Butler, R., et McCrone, S. (2021). Preservice Secondary Mathematics Teachers' Reflective Noticing from 360-degree Video Recordings of Their Own Teaching. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 279-308. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10356268>
- Chang, C. Y., Sung, H. Y., Guo, J. L., Chang, B. Y., et Kuo, F. R. (2019). Effects of spherical video-based virtual reality on nursing students' learning performance in childbirth education training. *Interactive Learning Environments*, 30(3). <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1661854>
- Cross, S., Wolfenden, F. et Adinolfi, L. (2022). Taking in the complete picture: framing the use of 360-degree video for teacher education practice and research, *Teaching and Teacher Education*, 111, 103597. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103597>
- Ferdig, R. E., et Kosko, K. W. (2020). Implementing 360 Video to Increase Immersion, Perceptual Capacity, and Noticing. *TechTrends*, 64, 849-859. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00522-3>
- Ferdig, R.E., Gandolfi, E. et Kosko, K.W. (2020). Preservice Teacher Noticing and Perceptual Capacity with 360 Video and VR Headsets. Dans D. Schmidt-Crawford (dir.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (p. 740-742). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10165983>
- Ferdig, R.E., Kosko, K.W. et Gandolfi, E. (2022). Using the COVID-19 Pandemic to Create a Vision for XR-based Teacher Education Field Experiences. *Journal of Technology and Teacher Education*, 30(2), 239-252. <https://www.learntechlib.org/primary/p/221194/>
- Feurstein, M.S. (2018). Towards an Integration of 360-Degree Video in Higher Education. Workflow, challenges and scenarios Dans D. Schiffner (dir.), *Proceedings of DeLFI Workshops 2018 co-located with 16th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2018)*, Vol. 2250 (p. 1-12). http://ceur-ws.org/Vol-2250/WS_VRAR_paper3.pdf
- Feurstein, M. S., (2019). Exploring the Use of 360-degree Video for Teacher- Training Reflection in Higher Education. Dans S. Schulz (dir.), *Proceedings of DELFI Workshops 2019* (p. 144-151). Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.z. (S. 153). <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/27956>
- Fuchs, P. (2018). *Théorie de la réalité virtuelle : les véritables usages*. Presses des Mines.
- Gandolfi, E., Austin, C., Heisler, J., et Zolfaghari, M. (2021). Immersive Presence for Future Educators: Deconstructing the Concept of Presence in Extended Reality Environments for Preservice Teachers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 339-367. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10340473>
- Gandolfi, E., Kosko, K.W., et Ferdig, R.E. (2021). Situating presence within extended reality for teacher training: Validation of the extended Reality Presence Scale (XRPS) in preservice teacher use of immersive 360 video. *British Journal of Educational Technology*, 52, 824-841. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10274526>
- Gandolfi, E., Ferdig, R., et Kosko, K.W. (2022). Preservice teachers' focus in 360 videos: understanding the role of presence, ambisonic audio, and camera placement. *Journal of Technology and Teacher Education*, 30(3), 321-339.
- Geng, J., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., et Luk, E. T. H. (2019). Understanding the pedagogical potential of Interactive Spherical Video-based Virtual Reality from the teachers' perspective through the ACE framework. *Interactive Learning Environments*, 618-633. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1593200>.
- Gobin Mignot, E. et Wolff, B. (2019). *Former avec la réalité virtuelle. Comment les techniques immersives bouleversent l'apprentissage*. Dunod.
- Gold, B., et Windscheid, J. (2020). Observing 360-degree classroom videos – Effects of video type on presence, emotions, workload, classroom observations, and ratings of teaching. *Computers & Education*, 156, 103960. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103960>
- Guichon, N., Thiburce, J., Lascar, J., et Doufauquar, S. (2022). Concevoir des parcours immersifs en français langue seconde pour préparer les étudiants étrangers à la mobilité. *Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication*, 25(2).
- Ibrahim-Didi, K. (2015). Immersion within 360 video settings: Capitalising on embodied perspectives to develop reflection-in-action within pre-service teacher education. Dans T. Thomas, E. Levin, P. Dawson, K. Fraser et R. Hadgraft (dir.) *Research and Development in Higher Education: Learning for Life and Work in a Complex World*. vol. 38, 235-45. Melbourne, Australia.



- Joglar Campos, C., et Rojas-Rojas, S. (2019). Reflection upon the practice and profile of the movement of the planes of thought in pre-service teachers of science through the use of 360° video recordings. Dans L. Gómez Chova, A. Lópoez Martínez, I. Candel Torres (dir.), *Proceedings of the 13th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 9595-9600). <https://dx.doi.org/10.21125/inted.2019.2384>
- Kim, J., Kim, K. et Kim, W. (2022). Impact of Immersive Virtual Reality Content Using 360-Degree Videos in Undergraduate Education, Dans *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(1), 137-49. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3157250>
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworth, N., Lindsay, R., et Spittle, M. (2020). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football* 4, 255-62. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1754449>.
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential learning*. Prentice-Hall.
- Kosko K. W., Ferdig R. E., et Zolfaghari M. (2019). Preservice teachers' noticing in the context of 360 video. Dans S. Otten, A.G. Candela, Z. de Araujo, C. Haines, C. Munter. (dir.), *Proceedings of the 41st Annual Meeting of the North American Chapter for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1167-1171). University of Missouri.
- Kosko, K. W., Ferdig, R. E., et Roche, L. (2021). Conceptualizing a Shared Definition and Future Directions for Extended Reality (XR) in Teacher Education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 257-277. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10340467>
- Kosko, K. W., Ferdig, R. E., et Zolfaghari, M. (2021). Preservice Teachers' Professional Noticing When Viewing Standard and 360 Video. *Journal of Teacher Education*, 72(3), 284-297. <https://doi.org/10.1177/0022487120939544>
- Kosko, K.W., Weston, T., L. et Amador, J.M. (2021). 360 Video as an Immersive Representation of Practice: Interactions between Reported Benefits and Teacher Noticing. *Mathematics Teacher Education and Development*, 23(4), 162-181. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1339843.pdf>
- Kosko, K. W. (2022). Pre-service teachers' professional noticing when viewing standard and holographic recordings of children's mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(4), em0706. <https://doi.org/10.29333/iejme/12310>
- Kosko, K. W., Heisler, J., et Gandolfi, E. (2022). Using 360-degree video to explore teachers' professional noticing. *Computers and Education*, 180, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104443>
- Kosko, K.W., Zolfaghari, M., et Heisler, J. (2022). Using 360-degree video footage to support the preparation and development of teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(9). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12267>
- Lahlou, S., Nosulenko, V., et Samoylenko, E. (2012). *Numériser le travail: Théories, méthodes et expérimentations*. Lavoisier.
- Lampropoulos, G., Barkoukis, V., Burden, K., et Anastasiadis, T. (2021). 360-degree video in education: An overview and a comparative social media data analysis of the last decade. *Smart Learning Environments*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00165-8>
- Mestre, D., Fuchs, P., Berthoz, A., et Vercher, J. L. (2006). *Immersion et présence. Le traité de la réalité virtuelle*. École des Mines de Paris, 309-338.
- Milgram, P., et Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality visual display. *IEICE Transactions on Information System*, E77-D(12).
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2, 486-497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>
- Nayar, S. (1997). Catadioptric omnidirectional camera. *Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'97)*, 482-488. <https://doi.org/10.1109/CVPR.1997.609369>
- O'Keeffe, L., Rosa, A., Vannini, I., et White, B. (2020). Promote Informal Formative Assessment practices in Higher Education: the potential of video analysis as a training tool. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 20(1), 43-61. <http://dx.doi.org/10.13128/form-8241>
- Panchuk, D., Klusemann, M. J., et Hadlow, S. M. (2018). Exploring the Effectiveness of Immersive Video for Training Decision-Making Capability in Elite, Youth Basketball Players. *Frontiers in Psychology*, 9, 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>
- Paraskevaidis, P., et Fokides, E. (2020). Using 360° Videos for Teaching Volleyball Skills to Primary School Students. *Open Journal for Information Technology*, 3(1), 21-38. <https://doi.org/10.32591/coas.ojit.0301.03021p>



- Pirker, J., et Dengel, A. (2021). The Potential of 360-Degree Virtual Reality Videos and Real VR for Education: A Literature Review. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 41(4), 76-89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>
- Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., et Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1199-1219. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>
- Richter, E., Hußner, I., Huang, Y., Richter, D., et Lazarides, R. (2022). Video-based reflection in teacher education: comparing virtual reality and real classroom videos. *Computers & Education*, 104601. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104601>
- Roche, L., et Gal-Petifaux, N. (2015). A video-enhanced teacher learning environment based on multimodal resources: A case study in PETE. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 11(2), 91-110. <http://doi.org/10.20368/1971-8829/1022>
- Roche, L., et Gal-Petifaux, N. (2017). Using 360° video in Physical Education Teacher Education. Dans P. Resta & S. Smith (dir.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3420-3425). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://tinyurl.com/4bpm8tfz>
- Roche, L., et Rolland, C. (2020). Scaffolding professional learning with 360° video for pre-service teachers. Dans E. Langran (dir.), *Proceedings of SITE Interactive 2020 Online Conference* (pp. 569-576). Online: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://hal.science/hal-03092206>
- Roche, L., Cunningham, I., et Rolland, C. (2021a). Enriching Internship with 360° Video. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 369-388. Waynesville, NC USA: Society for Information Technology & Teacher Education. <https://hal.uca.fr/hal-03417479>
- Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., et Rolland, C. (2021b). 360° video integration in teacher education: A SWOT Analysis. *Frontiers In Education*, 6, 761176. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.761176>
- Roche, L., et Rolland, C. (2021). Former les enseignants d'EPS en temps de pandémie. Le recours à la vidéo 360°. *Recherche & formation*, (96), 65-80. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.7860>
- Roche, L., Cunningham, I., Rolland, C., Fayaubost, R., et Maire, S. (2022). Reducing fear of water and aquaphobia through 360 degree video. *Frontiers in Education*, 7:898071. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.898071>
- Ros, M., Debien, B., Cyteval, C., Molinari, N., Gatto, F., et Lonjon, N. (2020). Applying an immersive tutorial in virtual reality to learning a new technique. *Neurochirurgie*, 66(4), 212-218. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2020.05.006>
- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., et McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- Sarkar, A., Nguyen, A., Yan, Z., et Nahrstedt, K. (2022). A 360-Degree Video Analytics Service for In-Classroom Firefighter Training. *2022 Workshop on Cyber Physical Systems for Emergency Response (CPS-ER)*, pp. 13-18. <https://doi.org/10.1109/CPS-ER56134.2022.00009>
- Schön, D.A. (1983). *Le praticien réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Éditions Logiques.
- Seidel, T., et Stürmer, K. (2014). Modeling and Measuring the Structure of Professional Vision in Preservice Teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 739-771. <https://doi.org/10.3102/0002831214531321>
- Skarbez R, Smith, M., et Whitton, M.C. (2021) Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. *Frontiers in Virtual Reality* (2)647997. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>
- Snelson, C., et Hsu, Y.C. (2020). Educational 360-Degree Videos in Virtual Reality: a Scoping Review of the Emerging Research. *TechTrends*, 64, 404-412. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00474-3>
- Tak, N.-Y., Lim, H.-J., Lim, D., Hwang, Y.-S., et Jung, I.-H. (2023). Effect of self-learning media based on 360° virtual reality for learning periodontal instrument skills. *European Journal of Dental Education*, 27(1), 1-8. <https://doi.org/10.1111/eje.12769>
- Tan, S., Wiebrands, M., O'Halloran, K., et Wignell, P. (2020) Analysing student engagement with 360-degree videos through multimodal data analytics and user annotations. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(5), 593-612, <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1835708>
- Tarantini, E. (2021). 360° video reflection in teacher education: a case study. 18th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2021). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED621339.pdf>



- Theelen, H., van den Beemt, A., et den Brok, P. (2019). Using 360-degree videos in teacher education to improve preservice teachers' professional vision. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35, 582–594. <https://doi.org/10.1111/jcal.12361>
- Theelen, H., van den Beemt, A., et den Brok, P. (2020). Enhancing authentic learning experiences in teacher education through 360-degree videos and theoretical lectures: Reducing preservice teachers' anxiety. *European Journal of Teacher Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827392>
- Ulrich, F., Helms, N. H., Frandsen, U. P., et Rafn, A. V. (2019). Learning Effectiveness of 360° Video: Experiences from a Controlled experiment in Healthcare Education. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 98-111. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1579234>
- Viau-Guay, A. et Hamel, C. (2017). L'utilisation de la vidéo pour développer la compétence réflexive des enseignants. Une recension des écrits. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 39(1), 129-146. <https://bop.unibe.ch/sjer/article/download/5003/7293/>
- Walshe, N., et Driver, P. (2019). Developing reflective trainee teacher practice with 360-degree video. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 78(1), 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.11.009>
- Westmoreland, M.R. (2020). 360° Video. Dans P. Vannini (dir.), *The Routledge International Handbook of Ethnographic Film and Video* (pp. 256-266). Routledge.
- Weston, T.L., et Amador, J.M. (2021). Investigating Student Teachers' Noticing Using 360 Video of their Own Teaching. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 309-338. <https://www.learntechlib.org/primary/p/219535/>
- Wohl, M. (2017). *The 360° Video Handbook: A Step-by-step Guide to Creating Video for Virtual Reality (VR)*. Michael Wohl.
- Yoganathan, S., Finch, D. A., Parkin, E., et Pollard, J. (2018). 360° virtual reality video for the acquisition of knot tying skills: A randomised controlled trial. *International Journal of Surgery*, 54, 24-27. <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2018.04.002>
- Zolfaghari, M., Austin, C. K., Kosko, K., et Ferdig, R. E. (2020). Creating Asynchronous Virtual Field Experiences with 360 Video. *Journal of Technology and Teacher Education*, 28(2), 315-320. <https://www.learntechlib.org/primary/p/216115/>