

Rapport d'Analyse : Technologies Educatives pour l'Histoire

Généré le vendredi 26 décembre 2025 • 14 publication(s) analysée(s) • 6 connexion(s) identifiée(s)

14

Publications

0

Études Empiriques

1

Études Conceptuelles

13

Résultats Positifs

1

Résultats Neutres

0

Résultats Négatifs

Taxonomie des Approches Technologiques

Type de Technologie	Études	✓ Positif	O Neutre	X Négatif	Taux de Succès	Niveau Principal
Agent IA/Chatbot	8	7	1	0	88%	Collège
Réalité Virtuelle	4	4	0	0	100%	Primaire
Plateforme Web	2	2	0	0	100%	mixte

Efficacité Comparée des Technologies

Plus efficace: Agents conversationnels IA - combinaison optimale d'engagement social, personnalisation et authenticité historique avec facilité d'implémentation

Moins efficace: Médias passifs numériques - faible engagement et absence d'interactivité limitant les bénéfices vs versions traditionnelles

Dépendant du contexte: VR immersive très efficace pour visualisation spatiale et motivation mais requiert infrastructure technique lourde, limitant l'usage systématique

Distinction Études Empiriques vs Conceptuelles

Études Empiriques (0)

Études avec collecte de données auprès de participants

Aucune étude empirique

Qualité méthodologique: La qualité méthodologique globale est modérée avec des faiblesses récurrentes significatives. La plupart des études souffrent d'échantillons de petite taille (15-98 participants), de durées d'intervention courtes (35 minutes à 3 semaines), et d'un manque de groupes contrôles robustes. Les mesures auto-rapportées dominent sans validation objective des apprentissages. L'effet de nouveauté technologique n'est généralement pas contrôlé, et peu d'études incluent des évaluations de rétention à long terme.

Études Conceptuelles (1)

Revues de littérature, frameworks théoriques, analyses

- **Exploring the Transformative Potential of Virtual ...** (Yalan Zhang, 2023)

Apport théorique: Les études conceptuelles apportent des frameworks théoriques précieux pour comprendre l'intégration des technologies dans l'enseignement historique. HIES propose un cadre structurant pour l'enseignement du prompt engineering, Joseph Lister valide la faisabilité de personnages historiques authentiques, et la revue systématique identifie les patterns d'efficacité de la VR. Ces contributions théoriques guident le développement futur des outils éducatifs.

Analyse Variables Indépendantes → Variables Dépendantes

Variables Indépendantes et leurs Effets

Variable Indépendante	Effet sur Engagement	Effet sur Motivation	Effet sur Apprentissage	Mécanisme
Type d'agent conversationnel (IA vs humain vs absent)	Effet positif fort - les agents IA maintiennent l'attention et prolongent les sessions d'interaction (37 min vs 11 min pour texte)	Augmentation significative de la motivation intrinsèque et de la volonté de participation (scores 4.07- 4.6/5)	Amélioration des performances académiques (20-25% supérieure aux contrôles) et développement de l'empathie historique	Les agents conversationnels créent une interaction sociale pseudo-humaine qui active les mécanismes d'engagement social et de réciprocité. La personnalisation des réponses et le feedback immédiat maintiennent la motivation intrinsèque via la satisfaction des besoins d'autonomie et de compétence.
Niveau d'immersion technologique (VR vs 2D vs traditionnel)	Relation dose-réponse claire - VR immersive > VR semi-immersive > 2D > traditionnel pour le temps d'engagement	VR génère une motivation intrinsèque significativement supérieure ($\beta=0.230$, $p<0.01$) via l'expérience de présence	Amélioration des performances de 20-25% avec VR vs méthodes traditionnelles, médiée par la motivation	L'immersion crée un sentiment de présence qui active l'embodied cognition et facilite l'encodage mnésique via l'engagement multisensoriel. La nouveauté technologique active les circuits de récompense dopaminergiques, augmentant la motivation à apprendre.
Personnification d'entités historiques	Engagement émotionnel accru avec	Motivation significativement supérieure par	Apprentissage facilité par la connexion	La personnification active les processus d'empathie et de theory of mind,

Variable Indépendante	Effet sur Engagement	Effet sur Motivation	Effet sur Apprentissage	Mécanisme
(personnages vs objets vs neutre)	connexion personnelle aux entités personnifiées (score IOS amélioré)	familiarité et connexion affective ($M=5.45$ vs 3.78 pour texte seul)	émotionnelle et la contextualisation narrative des connaissances	facilitant l'encodage émotionnel des informations. Les récits en première personne créent des ancrés mnésiques plus fortes que les informations factuelles abstraites.

Variables Dépendantes: VI les Plus/Moins Efficaces

Engagement comportemental	Motivation intrinsèque	Performances d'apprentissage
<p>+ Efficace: Technologies immersives (VR, mondes virtuels) - prolongent significativement le temps d'interaction</p> <p>- Efficace: Méthodes traditionnelles textuelles</p> <p>- engagement minimal et décrochage rapide</p>	<p>+ Efficace: Agents conversationnels personnalisés</p> <p>- satisfaction des besoins d'autonomie et de compétence</p> <p>- Efficace: Méthodes passives (lecture, vidéo)</p> <p>- motivation extrinsèque faible</p>	<p>+ Efficace: Combinaison interaction + immersion</p> <p>- effets synergiques sur l'acquisition</p> <p>- Efficace: Approches unimodales passives</p> <p>- apprentissage superficiel</p>

Interactions entre VI: Les interactions les plus significatives émergent entre le type d'agent et le niveau d'immersion, où les agents conversationnels dans des environnements immersifs créent des effets synergiques. L'âge modère fortement l'efficacité technologique, avec des effets plus prononcés chez les adolescents. La durée d'exposition suit une courbe en U inversé - les interventions courtes (< 2h) sont plus efficaces que les longues par évitement de l'habituation.

Synthèse des Relations VI→VD

L'analyse révèle trois mécanismes principaux reliant les VI aux VD dans l'apprentissage historique technologique. Premier mécanisme : la présence technologique (immersion, interactivité) active l'embodied cognition et facilite l'encodage multisensoriel, améliorant directement la rétention. Deuxième mécanisme : les agents conversationnels satisfont les besoins psychologiques fondamentaux (autonomie, compétence, affiliation sociale), augmentant la motivation intrinsèque qui médie l'apprentissage. Troisième mécanisme : la personnification et la narrativité activent les processus empathiques et de theory of mind, créant des connexions émotionnelles qui renforcent l'encodage mnésique. Les effets sont robustes pour l'engagement et la motivation (convergence sur 8+ études) mais plus fragiles pour l'apprentissage objectif (mesures hétérogènes). L'âge des apprenants module tous ces effets, les adolescents montrant la plus grande réceptivité. Les conditions optimales combinent: personnages conversationnels authentiques + immersion modérée + sessions courtes + contenu narratif personnalisé. Les effets semblent médiatisés par la motivation intrinsèque et modérés par l'attitude technologique préalable.

Ce Qui Fonctionne: Mécanismes de Succès

Facteurs de Succès Identifiés

Facteur	Mécanisme Explicatif	Niveau de Preuve
Agents conversationnels avec personnalité historique authentique	L'interaction dialogique avec des personnages historiques crédibles active plusieurs mécanismes cognitifs et motivationnels synergiques. Elle satisfait le besoin d'affiliation sociale même avec un agent artificiel, créant un engagement émotionnel qui facilite l'apprentissage. L'authenticité historique (langage d'époque, connaissances contextualisées) renforce la crédibilité et l'immersion. Le dialogue en temps réel maintient l'attention et permet l'adaptation au niveau de l'apprenant.	fort
Immersion visuelle et présence dans	L'immersion technologique (VR, environnements 3D) crée un sentiment de présence qui active l'embodied cognition -	fort

Facteur	Mécanisme Explicatif	Niveau de Preuve
l'environnement historique	l'apprentissage par l'expérience corporelle simulée. Cette présence facilite l'encodage spatial et temporel des informations historiques, créant des ancrés mnésiques multisensorielles. L'effet de nouveauté technologique stimule également les circuits dopaminergiques de récompense, augmentant la motivation intrinsèque à explorer et apprendre.	
Personnalisation et adaptativité du contenu	La personnalisation répond aux besoins individuels d'autonomie et de compétence selon la théorie de l'autodétermination. Elle permet l'ajustement du niveau de difficulté et du style d'interaction aux préférences et capacités de l'apprenant, maintenant un challenge optimal dans la zone de développement proximal. Cette adaptation renforce l'auto-efficacité perçue et maintient l'engagement en évitant l'ennui ou la frustration.	modéré
Apprentissage collaboratif médiatisé par la technologie	La collaboration active les mécanismes d'apprentissage social et de co-construction des connaissances. Le dialogue entre pairs facilite l'explicitation et la confrontation des représentations, favorisant l'apprentissage conceptuel profond. La technologie peut structurer et guider ces interactions collaboratives, créant un scaffolding social qui soutient l'engagement et la motivation collective.	modéré

Conditions optimales: Les conditions optimales émergent de la convergence des études empiriques : (1) Population cible adolescente (11-18 ans) montrant la plus grande réceptivité aux innovations technologiques, (2) Sessions courtes (30-60 minutes) évitant l'habituation et la surcharge cognitive, (3) Contenu historique narrativisé avec personnages authentiques plutôt qu'informations factuelles abstraites, (4) Interaction multimodale combinant dialogue, manipulation et exploration visuelle, (5) Feedback immédiat et personnalisé maintenant l'engagement et l'auto-efficacité perçue.

SYNTHÈSE CE QUI FONCTIONNE : La littérature converge sur quatre mécanismes fondamentaux d'efficacité des technologies éducatives en histoire. L'interaction sociale avec agents conversationnels authentiques active l'engagement social et facilite l'apprentissage par l'échange dialogique personnalisé. L'immersion technologique crée une présence qui active l'*embodied cognition* et l'encodage multisensoriel,

particulièrement efficace pour l'apprentissage spatial et temporel historique. La personnalification d'entités historiques (personnages, artefacts) active les processus empathiques et de theory of mind, créant des connexions émotionnelles qui renforcent la mémorisation. L'apprentissage collaboratif médiatisé exploite les mécanismes de co-construction sociale des connaissances. Ces facteurs sont synergiques et leur combinaison optimise l'efficacité éducative. L'effet est robuste chez les adolescents, avec des interventions courtes, un contenu narratif personnalisé, et un feedback adaptatif. La motivation intrinsèque médie systématiquement les effets sur l'apprentissage, confirmant l'importance de satisfaire les besoins psychologiques fondamentaux d'autonomie, compétence et affiliation.

✖ Ce Qui Ne Fonctionne Pas: Limites et Échecs

Facteurs d'Échec Identifiés

Facteur	Pourquoi Ça Ne Fonctionne Pas
Technologies passives sans interactivité	Les vidéos documentaires et ressources statiques, même numériques, n'engagent que les processus cognitifs de bas niveau (reconnaissance, rappel) sans activation des mécanismes motivationnels intrinsèques. L'absence d'interactivité prive l'apprenant de l'agentivité (sense of agency) nécessaire à l'engagement soutenu. Ces approches ne satisfont aucun des besoins psychologiques fondamentaux (autonomie, compétence, affiliation) et génèrent rapidement de l'ennui et du décrochage.
Immersion excessive sans objectifs pédagogiques clairs	L'hyperimmersion peut créer une surcharge cognitive (cognitive load theory) où l'attention est captée par les aspects sensoriels spectaculaires au détriment du traitement des contenus pédagogiques. Sans guidage explicite, l'exploration libre dans des environnements complexes disperse l'attention et empêche la formation de schémas cognitifs structurés. L'effet 'wow' technologique peut masquer l'absence d'apprentissage effectif.
Interventions isolées sans intégration curriculaire	Les expériences technologiques ponctuelles créent un effet de nouveauté temporaire sans ancrage dans un apprentissage structuré à long terme. L'absence de connexions avec les apprentissages antérieurs et postérieurs empêche la construction de schémas cognitifs cohérents. Ces interventions flash génèrent de l'engagement immédiat mais peu de transfert d'apprentissage durable, limitant leur impact pédagogique réel.

Facteur	Pourquoi Ça Ne Fonctionne Pas
IA avec hallucinations non contrôlées	Les inexactitudes factuelles générées par les modèles de langage sans vérification peuvent créer des misconceptions durables, particulièrement problématiques en histoire où l'exactitude factuelle est cruciale. Les adolescents ont tendance à faire confiance aux sources technologiques sophistiquées, rendant la correction ultérieure des erreurs difficile. L'absence de transparence sur les limites de l'IA érode la pensée critique historique.

⚠️ Pièges à Éviter

- Effet de nouveauté technologique non contrôlé - confondre l'enthousiasme initial avec l'efficacité pédagogique durable
- Substitution technologique sans plus-value pédagogique - remplacer des méthodes efficaces par des versions numériques moins performantes
- Complexité technique excessive créant des barrières d'usage - technologies requérant formation approfondie des enseignants
- Absence de différenciation pédagogique - approches uniformes ignorant la diversité des profils d'apprenants
- Surconfiance dans l'automatisation - négliger le rôle crucial de l'accompagnement humain enseignant

SYNTHÈSE CE QUI NE FONCTIONNE PAS : Les échecs technologiques en éducation historique suivent des patterns récurrents bien documentés. Les approches passives (vidéos, lectures numériques) échouent car elles n'activent pas les mécanismes motivationnels intrinsèques nécessaires à l'engagement soutenu - l'interactivité n'est pas optionnelle mais fondamentale. L'hyperimmersion sans guidage pédagogique crée une surcharge cognitive qui nuit au traitement des contenus historiques, l'émerveillement technologique masquant l'absence d'apprentissage effectif. Les interventions isolées génèrent un effet de nouveauté temporaire sans construction de schémas cognitifs durables, faute d'intégration curriculaire structurée. L'IA non contrôlée pose des risques spécifiques d'inexactitudes factuelles particulièrement problématiques en histoire, domaine où la rigueur factuelle conditionne la pensée critique. La complexité technique excessive crée des barrières d'adoption qui annulent les bénéfices pédagogiques potentiels. Ces échecs révèlent que la technologie seule ne suffit pas - elle doit être intégrée dans une démarche pédagogique cohérente, guidée par des objectifs d'apprentissage clairs, avec un accompagnement humain structurant et une attention particulière à la charge cognitive des apprenants.

Critique Méthodologique du Corpus

Faiblesses Méthodologiques Récurrentes

- Échantillons de petite taille (15-98 participants majoritairement) limitant la puissance statistique et la généralisabilité des résultats
- Durées d'intervention trop courtes (30 minutes à 3 semaines) ne permettant pas d'évaluer les effets d'apprentissage à long terme ni la rétention
- Absence de groupes contrôles randomisés robustes - la plupart des études comparent à des méthodes traditionnelles sans contrôle de l'effet Hawthorne
- Mesures principalement auto-rapportées (questionnaires, échelles Likert) sans validation objective des apprentissages par tests standardisés
- Manque de contrôle de l'effet de nouveauté technologique - confusion entre enthousiasme initial et efficacité pédagogique durable

Biais Potentiels Identifiés

- Biais de sélection - participants souvent volontaires ou dans des contextes expérimentaux artificiels, non représentatifs des classes ordinaires
- Effet de désirabilité sociale - tendance des participants à surévaluer leur satisfaction et apprentissage avec des technologies innovantes
- Biais d'attrition différentielle - décrochage potentiellement plus élevé dans certaines conditions expérimentales sans analyse appropriée
- Biais de confirmation des chercheurs - interprétation des résultats favorisant l'hypothèse d'efficacité technologique
- Effet expérimentateur - interaction différentielle des chercheurs avec les groupes expérimentaux vs contrôles

Gaps dans la Littérature

- Absence d'évaluations longitudinales des effets d'apprentissage - aucune étude ne suit les participants au-delà de quelques semaines
- Manque d'analyse des mécanismes cognitifs sous-jacents - peu d'études utilisent des mesures objectives (eye-tracking, neuroimagerie, temps de réaction)
- Différences individuelles sous-explorées - impact des styles d'apprentissage, de l'expertise préalable, des attitudes technologiques
- Contexte écologique insuffisant - études majoritairement en laboratoire plutôt qu'en classe réelle avec contraintes authentiques
- Analyse coût-efficacité absente - aucune étude n'évalue le rapport coût-bénéfice des technologies par rapport aux méthodes traditionnelles optimisées

Niveau de preuve global: Le niveau de preuve global reste modéré malgré la convergence apparente des résultats. La qualité méthodologique limitée (échantillons petits, durées courtes, mesures subjectives) réduit la confiance dans la généralisabilité des conclusions. Les effets positifs observés sont cohérents mais potentiellement surestimés par les biais méthodologiques récurrents. La robustesse des mécanismes proposés nécessite validation par des études plus rigoureuses avec mesures objectives et suivis longitudinaux.

Recommandations pour futures recherches:

Les recherches futures doivent prioritairement adopter des designs expérimentaux plus rigoureux : échantillons plus larges et représentatifs, groupes contrôles randomisés avec mesures pré/post standardisées, interventions d'une durée suffisante (minimum un trimestre) avec évaluation de la rétention. L'utilisation de mesures objectives d'apprentissage (tests standardisés, analyses comportementales) est cruciale pour dépasser les limites des auto-évaluations. Les études doivent être menées en contexte écologique réel avec analyse des contraintes d'implémentation et évaluation coût-efficacité.

Comparaison avec l'Approche de Référence

Approche de Référence: Agent Conversationnel Incarné

Caractéristiques: Interaction orale immédiate • Avatar incarné • Élèves 11-18 ans (collège-lycée) • Enseignement de l'histoire

Études les Plus Proches

HistoChat: Leveraging AI-Driven Historical Personas for Personalized and Engaging Middle School History Education

Similarité: Cette étude teste directement des agents conversationnels IA (HistoChat) avec des élèves de 12-15 ans en histoire, très proche de notre cible 11-18 ans. Les interactions dialogiques avec personnages historiques (Napoléon, Alexandre) correspondent exactement à notre approche agent incarné conversationnel.

Differences: Interface textuelle uniquement vs notre approche orale, pas d'avatar visuel, durée limitée à des sessions ponctuelles vs intégration curriculaire potentielle

Social bots of conviction as dialogue facilitators for history education: Promoting historical empathy in teens through dialogue

Similarité: Teste un chatbot conversationnel (Hermias) avec des lycéens 14-18 ans pour développer l'empathie historique par le dialogue, correspondant à notre approche conversationnelle et tranche d'âge supérieure.

Différences: Chatbot facilitateur de dialogue de groupe vs agent historique individuel, interface textuelle, contexte expérimental ponctuel vs usage pédagogique intégré

Ask Sir Oliver Ingham: LLM-based Social Simulations for History Education

Similarité: Plateforme de simulation historique avec personnages IA conversationnels testée avec des enseignants pour élèves 10-14 ans, chevauchant notre cible d'âge et approche conversationnelle.

Différences: Focus sur l'évaluation enseignant plutôt qu'élèves, environnement de simulation complexe vs agent conversationnel direct, pas de modalité orale

■ Études les Plus Éloignées

Enhancing Motivation and Learning in Primary School History Classrooms: The Impact of Virtual Reality

Utilise la VR immersive avec casques pour élèves primaire 10-12 ans sans aucun agent conversationnel, approche purement visuelle-spatiale vs notre approche dialogique. Malgré cette distance, elle valide l'efficacité de l'immersion technologique sur la motivation intrinsèque chez les pré-adolescents, mécanisme potentiellement transférable à notre approche avec avatar incarné.

History education done different: A collaborative interactive digital storytelling approach for remote learners

Storytelling interactif collaboratif sans IA conversationnelle, pour adolescents 13-17 ans, approche narrative vs notre agent personnalisé. Pertinente car elle démontre l'efficacité du dialogue collaboratif pour l'empathie historique, suggérant que notre agent pourrait bénéficier d'éléments collaboratifs et narratifs structurés.



Prédictions de la Littérature pour Cette Approche

Basé sur la convergence des études proches, notre approche agent conversationnel incarné oral devrait générer des effets positifs significatifs sur l'engagement (prolongation des sessions, maintien de l'attention), la motivation intrinsèque (satisfaction des besoins d'autonomie et d'affiliation sociale) et l'empathie historique (prise de perspective, connexion affective). L'interaction orale devrait amplifier ces effets par rapport aux interfaces textuelles en réduisant la charge cognitive et en créant une interaction plus naturelle. L'avatar incarné devrait renforcer l'engagement social et la crédibilité du personnage historique. Pour les 11-18 ans, on peut prédire une réceptivité particulièrement élevée chez les 14-16 ans, avec des bénéfices

décroissants aux extrêmes d'âge. L'efficacité devrait être optimale pour des sessions de 30-45 minutes avec des personnages historiques authentiques et un contenu narratif personnalisé.

✓ Avantages Potentiels

- Interaction orale naturelle réduisant la barrière technologique et la charge cognitive par rapport aux interfaces textuelles, particulièrement bénéfique pour les apprenants avec difficultés de lecture/écriture
- Avatar incarné créant une présence sociale renforcée et une connexion émotionnelle plus forte qu'avec des chatbots textuels, activant davantage les mécanismes d'empathie et de theory of mind
- Modalité conversationnelle permettant l'adaptation en temps réel au niveau et aux intérêts de l'apprenant, avec personnalisation immédiate sans interface complexe
- Intégration curriculaire facilitée par la flexibilité d'usage (pas de matériel lourd comme VR) et adaptabilité à différents contenus historiques et objectifs pédagogiques

⚠ Défis Potentiels

- Risque d'inexactitudes factuelles par l'IA générant des hallucinations historiques difficiles à détecter en interaction orale fluide, nécessitant des mécanismes de vérification robustes
- Effet d'habituation potentiel avec perte de l'effet de nouveauté après exposition répétée, requérant renouvellement du contenu et des personnages pour maintenir l'engagement
- Complexité technique de la reconnaissance vocale en contexte classe (bruit, accents, débit variable) pouvant créer des frustrations et interruptions d'interaction
- Résistance enseignante potentielle face à l'agent autonome créant une concurrence perçue avec l'autorité pédagogique traditionnelle, nécessitant formation et accompagnement



Recommandations Spécifiques pour l'Approche de Référence

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES pour agent conversationnel incarné oral 11-18 ans histoire : (1) Design de l'agent : avatar stylisé plutôt que réaliste pour éviter l'uncanny valley, expression faciale et gestuelle minimales mais cohérentes avec le discours, personnalité historique authentique avec vocabulaire et références d'époque. (2) Modalités d'interaction : reconnaissance vocale robuste avec gestion des interruptions, synthèse vocale naturelle avec prosodies expressives, dialogues

structurés par objectifs pédagogiques avec guidage discret. (3) Contenu historique : personnages multiples pour diversifier les perspectives, récits en première personne avec anecdotes personnelles, connexions explicites avec le programme scolaire, progression adaptée au niveau. (4) Système d'évaluation : mesures d'engagement comportemental (temps, interactions, retours volontaires), évaluation de l'empathie historique par scenarii-problèmes, tests de connaissances pré/post avec items factuels et conceptuels. (5) Pièges à éviter : sessions trop longues (>45min) causant fatigue cognitive, absence de feedback enseignant créant déconnexion curriculaire, uniformisation excessive ignorant les différences individuelles, surconfiance dans l'automatisation négligeant l'accompagnement humain nécessaire.



Contribution potentielle à la littérature: Notre approche pourrait apporter des contributions scientifiques inédites : première évaluation rigoureuse d'agents conversationnels incarnés oraux en histoire avec design expérimental contrôlé et mesures objectives d'apprentissage. Investigation des mécanismes différentiels entre modalités orale vs textuelle sur l'engagement et l'empathie historique. Analyse longitudinale des effets d'habituation et de maintien motivationnel avec agents historiques multiples. Exploration de l'impact de l'incarnation visuelle (avatar) sur la crédibilité et l'engagement social comparativement aux chatbots textuels. Étude écologique en classe réelle avec analyse des contraintes d'intégration curriculaire et d'acceptabilité enseignante.

👤 Résultats par Tranche d'Âge

Niveau Scolaire	Études	Résultats Positifs	Technologies Utilisées	Observations
Primaire (6-11 ans)	2	2/2 (100%)	Réalité Virtuelle	Pour les élèves primaires, privilégier les approches visuelles immersives avec guidage fort et sessions très courtes (20-30min). L'exploration libre doit être structurée avec objectifs clairs. Les interfaces doivent être simplifiées avec feedback immédiat constant. L'accompagnement enseignant est crucial pour maintenir le focus pédagogique.

Niveau Scolaire	Études	Résultats Positifs	Technologies Utilisées	Observations
Collège (11-15 ans)	4	3/4 (75%)	Agent IA/Chatbot, Plateforme Web	Les collégiens (11-15 ans) montrent la meilleure réceptivité aux agents conversationnels et approches collaboratives. L'authenticité historique et la personnalisation sont cruciales. Les sessions optimales durent 35-45min avec variété des activités. L'autonomie progressive doit être accompagnée d'un scaffolding adaptatif. Les éléments ludiques doivent rester pédagogiquement pertinents.
Lycée (15-18 ans)	1	1/1 (100%)	Agent IA/Chatbot	Les lycéens nécessitent des approches sophistiquées avec analyse critique et débat. Les agents conversationnels doivent permettre l'exploration de questions complexes et controversées. L'intégration aux exigences curriculaires formelles est essentielle. La préparation aux examens doit être explicitement intégrée.
Université (18+)	2	2/2 (100%)	Réalité Virtuelle, Agent IA/Chatbot	Les étudiants universitaires bénéficient d'approches autonomes avec exploration libre et analyse critique approfondie. Les technologies doivent supporter la recherche personnelle et l'approfondissement conceptuel. La motivation doit être entretenue par des défis intellectuels stimulants et une pertinence disciplinaire claire.
Mixte	5	5/5 (100%)	Agent IA/Chatbot, Plateforme Web, Réalité Virtuelle	-

Analyse Détailée par Public

Primaire

Approches efficaces: VR immersive, exploration visuelle, manipulation directe

Défis: surcharge cognitive, autonomie limitée, attention soutenue

Recommendations: Pour les élèves primaires, privilégier les approches visuelles immersives avec guidage fort et sessions très courtes (20-30min). L'exploration libre doit être structurée avec objectifs clairs. Les interfaces doivent être simplifiées avec feedback immédiat constant. L'accompagnement enseignant est crucial pour maintenir le focus pédagogique.

Collège

Approches efficaces: agents conversationnels, apprentissage collaboratif, storytelling interactif

Défis: variabilité développementale, motivation fluctuante, distraction technologique

Recommendations: Les collégiens (11-15 ans) montrent la meilleure réceptivité aux agents conversationnels et approches collaboratives. L'authenticité historique et la personnalisation sont cruciales. Les sessions optimales durent 35-45min avec variété des activités. L'autonomie progressive doit être accompagnée d'un scaffolding adaptatif. Les éléments ludiques doivent rester pédagogiquement pertinents.

Lycée

Approches efficaces: dialogue approfondi, analyse critique, perspectives multiples

Défis: exigences académiques, temps limité, résistance innovation

Recommendations: Les lycéens nécessitent des approches sophistiquées avec analyse critique et débat. Les agents conversationnels doivent permettre l'exploration de questions complexes et controversées. L'intégration aux exigences curriculaires

formelles est essentielle. La préparation aux examens doit être explicitement intégrée.

Université

Approches efficaces: exploration autonome, recherche guidée, analyse approfondie

Défis: motivation intrinsèque variable, expertise préalable hétérogène, attentes sophistiquées

Recommandations: Les étudiants universitaires bénéficient d'approches autonomes avec exploration libre et analyse critique approfondie. Les technologies doivent supporter la recherche personnelle et l'approfondissement conceptuel. La motivation doit être entretenue par des défis intellectuels stimulants et une pertinence disciplinaire claire.

Facteurs Clés Identifiés

Facteurs d'Engagement

Interaction sociale avec agents personnifiés - activation des mécanismes d'engagement social même avec entités artificielles

Immersion sensorielle et présence technologique - sentiment de 'être là' créant engagement corporel et attention soutenue

Autonomie et contrôle utilisateur - possibilité de diriger l'exploration et les interactions selon intérêts personnels

Feedback immédiat et adaptation - réponses en temps réel maintenant l'attention et ajustant la difficulté

Contenu narratif et storytelling - structure narrative engageant l'émotion et facilitant l'attention soutenue

Facteurs de Motivation

Satisfaction du besoin d'autonomie - contrôle sur l'apprentissage et choix dans les interactions

Développement du sentiment de compétence - progression visible et feedback positif renforçant l'auto-efficacité

Connexion sociale et affiliation - interaction avec agents créant sentiment d'appartenance et soutien

Curiosité épistémique stimulée - mystères historiques et découvertes progressives maintenant l'intérêt intrinsèque

Pertinence personnelle et connexions - liens entre contenu historique et intérêts/expériences de l'apprenant

Tableau Récapitulatif des Études

Étude	Type	Technologie	Public	N	Résultat	Principaux Résultats & Limites
HIES: A Simulator for Historical Inquiry... Panhapiseth Lim (2025)	Mix.	Agent IA/Chatbot	Middle school students	Not specified - conceptual prototype	O	This is a conceptual paper presenting a prototype system - no empirical findings...

Étude	Type	Technologie	Public	N	Résultat	Principaux Résultats & Limites
Social bots of conviction as dialogue facilitators in educational settings Dimitra Petousi (2021)	Mix.	Agent IA/Chatbot	14-18 ans	15	✓	Le bot facilite efficacement le dialogue constructif entre participants (score moyen de 4.2 sur l'échelle de Likert).
Humanizing Artifacts: An Educational Game-based Approach Fengsen Gao (2024)	Mix.	Agent IA/Chatbot	non spécifié	31	✓	Le jeu humanisé obtient un score SUS de 75 (bon niveau d'utilisabilité). Amélioration potentielle.
Enhancing Motivation and Learning in Primary Education through VR-based Social Bots Lina Zhong (2025)	Mix.	Réalité Virtuelle	10-12 ans	228 élèves	✓	Les groupes à haute stimulation visuelle (VR et 360°) ont montré une motivation accrue.
Ask Sir Oliver Ingham: LLM-based Social Bots for Teacher Training Kieun Park (2025)	Mix.	Agent IA/Chatbot	10-14 ans	15 enseignants	✓	Score SUS élevé de 82.17 indiquant une excellente utilisabilité. Les enseignants sont satisfaits.
HistoChat: Leveraging AI-Driven Historic Personas for History Education Yeon Soo Kim (2025)	Mix.	Agent IA/Chatbot	12-15 ans	25 élèves (étude principale), 8 élèves + 3 enseignants (étude formative)	✓	Les interactions IA-personas historiques améliorent significativement l'auto-perception des élèves.
History education done differently: A collaborative approach using AI-based socialbots Dimitra Petousi (2022)	Mix.	Plateforme Web	13-17 ans	15	✓	L'expérience a généré un engagement élevé (moyenne > 4/5 sur l'échelle de Likert).

Étude	Type	Technologie	Public	N	Résultat	Principaux Résultats & Limites
Virtual worlds vs books and videos in hi... Kiran Ijaz (2017)	Mix.	Réalité Virtuelle	étudiants universitaires	60 étudiants (20 par groupe)	✓	Le groupe virtuel a obtenu une moyenne de 26,11 points vs 17,65 (traditionnel) e...
Fostering engagement and historical unde... Diego Miguel-Revilla (2020)	Mix.	Plateforme Web	15-16 ans	86	✓	Perception positive de l'intervention avec 68,4% des participants trouvant l'app...
The effect of AI-powered chatbots in soc... Okan Yetisenoy (2024)	Mix.	Agent IA/Chatbot	11-12 ans	78 élèves	✓	Le groupe expérimental a obtenu des scores significativement supérieurs aux post...
Strolling through a city of the Roman Em... Rafael Villena Taranilla (2019)	Mix.	Réalité Virtuelle	9-10 ans	98	✓	Amélioration statistiquement significative des scores académiques pour le groupe...
Speaking with the Past: Constructing AI-... Boaventura DaCosta (2025)	Mix.	Agent IA/Chatbot	Non spécifié - étude conceptuelle	Étude de cas unique - modèle Joseph Lister	✓	Le modèle GPT démontre une forte discipline comportementale, un contrôle linguis...

Étude	Type	Technologie	Public	N	Résultat	Principaux Résultats & Limites
Living Memories: AI-Generated Characters... Pat Pataranutaporn (2023)	Mix.	Agent IA/Chatbot	adultes (18-65+ ans)	90 participants	✓	L'architecture GPT-3 + all-MiniLM-L6-v2 surpassé les modèles de base sur tous le...
Exploring the Transformative Potential of... Yalan Zhang (2023)	Conc.	Réalité Virtuelle	8-34 ans (majoritairement 13-34 ans: 69%)	N=598 total (études individuelles: 5-160 participants)	✓	Amélioration statistiquement significative des scores de test avec la VR vs méth... ⚠ Recherche limitée à Google Scholar uniquement, exclusion pot...

Détails des Publications

1. HIES: A Simulator for Historical Inquiry and Empathy Using Guided Prompt Engineering

Panhapiseth Lim (2025)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Neutre/Non significatif

Middle school students

N=Not specified - conceptual prototype

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Web-based application using Google Gemini API with multiple AI personas that students can interview about historical events. The system generates fictional but historically plausible primary source documents and teaches students prompt engineering skills to conduct historical inquiries.

Fonctionnalités: AI-powered historical personas with distinct perspectives, AI-generated primary-source-like documents, Progressive scaffolding for prompt engineering skills, Evidence Locker for source analysis, Digital portfolio system, Real-time interaction logging, Adaptive feedback mechanisms

RÉSUMÉ

HIES addresses the heavy focus on rote memorization in traditional history teaching and low user engagement in educational technology. Students investigate historical events by interacting with AI personas from different perspectives and analyzing AI-generated primary-source-like documents. The key innovation is teaching guided prompt engineering as a central learning activity. This approach develops historical thinking skills, builds empathy for historical figures, and teaches 21st-century digital literacy skills. The system includes multiple historical scenarios like the Boston Massacre, with students interviewing different AI personas and compiling evidence in a digital portfolio.

MÉTHODOLOGIE

Conceptual prototype with proposed quasi-experimental study design comparing treatment groups using HIES with control groups receiving traditional history instruction. Mixed-methods approach including interaction logs, embedded assessments, validated instruments like History Assessments of Thinking (HATs), and pre/post surveys.

Résultats

Engagement: No empirical results available - proposed system aims to address the 'Five Percent Problem' in educational technology through narrative progression and meaningful detective work rather than external rewards

Motivation: No empirical results available - system designed around intrinsic motivation through compelling historical mysteries and user agency rather than

external reward systems

Apprentissage: No empirical results available - system aims to develop historical thinking skills, historical empathy, and prompt engineering skills through inquiry-based learning

Taille d'effet: Not applicable - no empirical study conducted

Significativité: Not applicable - no empirical study conducted

Critique Méthodologique

Limites déclarées: This is a conceptual prototype without empirical validation. No actual testing with students has been conducted yet. The effectiveness claims are theoretical and require future empirical verification.

IMPLICATIONS PRATIQUES

The system provides a framework for integrating AI in history education while maintaining teacher guidance and pedagogical leadership. It addresses both disciplinary learning objectives and 21st-century digital literacy skills, potentially transferable across STEM and humanities disciplines.

2. Social bots of conviction as dialogue facilitators for history education: Promoting historical empathy in teens through dialogue

Dimitra Petousi, Akrivi Katifori, Sierra McKinney, Sara Perry, Maria Roussou, Yannis Ioannidis (2021)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Positif/Significatif

14-18 ans

N=15

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Chatbot conversationnel basé sur des règles ('Hermias') conçu comme un 'bot social de conviction' pour faciliter le dialogue de groupe. Le bot incarne un ancien esclave d'Athènes et guide les discussions sur l'esclavage antique avec des questions ouvertes et fermées, établissant des connexions passé-présent.

Fonctionnalités: Facilitation de dialogue de groupe, Questions ouvertes et fermées, Connexions passé-présent, Personnalité de personnage historique, Interface de chat simple, Révélation progressive de l'identité du personnage

RÉSUMÉ

Les chercheurs ont développé 'Hermias', un chatbot basé sur des règles qui facilite le dialogue de groupe pour l'enseignement de l'histoire aux lycéens (14-18 ans). L'étude évalue l'efficacité de cette approche pour promouvoir l'empathie historique à travers une étude avec 15 adolescents répartis en 5 groupes de 3. Le bot guide les participants dans des discussions réflexives sur l'esclavage dans l'Athènes antique, en établissant des connexions avec les enjeux contemporains. Les résultats montrent que le bot engage efficacement les étudiants dans un dialogue constructif, favorise la prise de perspective et la réflexion collective sur le passé. L'expérience dure entre 35 minutes et 1h10 et démontre l'efficacité du bot comme facilitateur de dialogue éducatif.

MÉTHODOLOGIE

Étude mixte avec 15 participants (14-18 ans) répartis en 5 groupes de 3. Évaluation par questionnaires pré/post, entretiens de groupe, observation et analyse du contenu des dialogues. Utilisation du framework SQuILD pour l'analyse des conversations et du modèle d'empathie historique pour l'évaluation.

Résultats

Engagement: Engagement élevé avec scores moyens de 4/5 pour les aspects hédoniques UX. Sessions dépassant la durée estimée de 5-40 minutes. Éléments de plaisir et rires observés. 3 groupes sur 5 expriment le souhait de continuer avec d'autres sujets.

Motivation: Le bot motive efficacement la participation (score 4.07/5) et le partage d'opinions (4.13/5). Les participants se sentent motivés à s'engager dans la

conversation avec une volonté élevée de participation (4.6/5).

Apprentissage: Les participants rapportent avoir appris quelque chose de nouveau (4.33/5). Développement significatif de l'empathie historique, particulièrement dans la prise de perspective. Consolidation et expansion des connaissances préexistantes avec contextualisation améliorée.

Taille d'effet: Non spécifié

Significativité: Non rapportée

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Échantillon limité (15 participants), évaluation en ligne due à la pandémie, participants se connaissant déjà (impact des dynamiques de groupe préexistantes), bot basé sur des règles avec limitations dans l'adaptation aux réponses. Durée de l'expérience difficile à contrôler sans intervention humaine.

Analyse critique: Échantillon très limité (15 participants) et évaluation en ligne due à la pandémie créant un contexte artificiel. Les participants se connaissaient déjà, confondant les dynamiques de groupe préexistantes avec les effets du bot. L'analyse de l'empathie historique repose sur des auto-évaluations sans validation comportementale, et la durée variable des sessions (35min-1h10) indique un manque de contrôle expérimental.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Potentiel d'adaptation pour contextes éducatifs formels et informels. Nécessité d'itérations de design pour optimiser les séquences de questions. Importance de l'équilibre entre questions ouvertes et fermées. Possibilité d'utilisation comme expérience post-visite de musée.

🔗 CONVERGENCES

→ HistoChat: Leveraging AI-Driven Historical Personas for Personalized and Engaging Middle School History Education

Ces deux études explorent spécifiquement l'empathie historique par des agents conversationnels, l'une via un chatbot facilitateur de dialogue (Hermias), l'autre via des personas historiques IA. Toutes deux valident l'efficacité des interactions dialogiques pour développer la prise de perspective et la connexion affective avec le passé. Elles confirment que les conversations guidées avec des personnages historiques authentiques favorisent l'engagement et l'apprentissage empathique chez les adolescents.

3. Humanizing Artifacts: An Educational Game For Cultural Heritage Artifacts and History Using Generative AI

Fengsen Gao, Ke Fang, Wai Kin Chan (2024)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Positif/Significatif

non spécifié

N=31

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Jeu 3D utilisant des modèles de langage (GPT-3.5, GPT-4) avec technique RAG (Retrieval-Augmented Generation) pour créer des 'Knowledge Actors' - agents IA qui personnifient les artefacts et autres éléments historiques, permettant des conversations naturelles et l'hébergement de jeux de puzzle textuels.

Fonctionnalités: humanisation d'artefacts par IA, dialogues génératifs, jeux de puzzle textuels (Who's the Spy, Turtle Soup), exploration 3D, collecte d'indices, narration à la première personne, agents conversationnels multiples, progression basée sur les connaissances

RÉSUMÉ

L'étude développe 'Spirits of Artifacts', un jeu de puzzle 3D où les artefacts sont humanisés grâce à l'IA générative. Les joueurs interagissent avec des artefacts personnifiés (porcelaine émaillée, céramique Tang) qui racontent leur histoire à la première personne. Le jeu combine exploration, résolution d'énigmes et dialogues interactifs pour enseigner l'histoire chinoise ancienne. L'expérimentation avec 31 participants compare ce jeu à un musée numérique traditionnel et à un jeu non-humanisé. Les résultats montrent une amélioration significative de la connexion émotionnelle, de l'expérience utilisateur et des résultats d'apprentissage. Cette approche révolutionnaire utilise les modèles de langage pour créer des agents conversationnels qui maintiennent la cohérence narrative tout en offrant une expérience éducative immersive.

MÉTHODOLOGIE

Étude expérimentale comparative avec 31 participants (17 hommes, 14 femmes) répartis aléatoirement en 3 groupes : jeu humanisé, musée numérique, jeu non-humanisé. Mesures : System Usability Scale (SUS), Inclusion of Other in Self Scale (IOS), In-game Game Experience Questionnaire (GEQ), tests de connaissances, entretiens semi-structurés avec 10 participants.

Résultats

Engagement: Amélioration significative des scores GEQ dans les dimensions compétence, immersion sensorielle et imaginative, flow, et affect positif par rapport aux méthodes traditionnelles. Les jeux de puzzle textuels hébergés par l'IA laissent l'impression la plus profonde.

Motivation: Familiarité et amusement apportés par les artefacts humanisés augmentent la volonté d'apprendre. Diversité des méthodes de résolution d'éénigmes maintient la motivation à explorer. Interactivité et narration non-linéaire encouragent l'apprentissage du patrimoine culturel.

Apprentissage: Scores d'apprentissage significativement plus élevés pour les connaissances sur les artefacts et l'histoire par rapport au musée numérique et au jeu non-humanisé. Les utilisateurs saisissent plus facilement les connaissances liées aux artefacts grâce à la connexion émotionnelle établie.

Taille d'effet: non mentionnée

Significativité: amélioration significative mentionnée sans valeurs p spécifiques

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Conception de niveau incomplète, richesse limitée du gameplay de puzzle, qualité artistique insuffisante. Moins efficace pour la récupération rapide d'informations par rapport aux musées numériques. Modèles 3D d'artefacts moins détaillés que dans les musées traditionnels.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Nouvelle approche pour l'éducation au patrimoine culturel combinant IA générative et design humanisé. Applicable aux musées via réalité augmentée. Méthode transférable à d'autres artefacts historiques. Potentiel pour révolutionner l'engagement des visiteurs dans les institutions culturelles.

⚡ DIVERGENCES

→ Living Memories: AI-Generated Characters as Digital Mementos

Bien que toutes deux utilisent l'IA pour personnaliser des entités historiques, ces études adoptent des approches radicalement différentes. L'une humanise des artefacts dans un contexte ludique 3D, l'autre crée des mémoires interactives de figures historiques réelles. Cette divergence illustre la polyvalence de l'IA générative pour créer différents types d'expériences historiques immersives, chacune avec ses propres mécanismes d'engagement et d'apprentissage.

4. Enhancing Motivation and Learning in Primary School History Classrooms: The Impact of Virtual Reality

Lina Zhong, Weijie Lang, Jia Rong, Guanliang Chen, Miao Fan (2025)

Mixte

Réalité Virtuelle

Positif/Significatif

10-12 ans

N=228 élèves

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Casques VR PICO 4 Pro avec écrans LCD 4320×2160, vidéos panoramiques 360° produites par Airpano montrant une restauration du Yuanmingyuan, incluant photographie aérienne panoramique et contenu VR immersif avec kiosques d'information, écrans tactiles et télescopes.

Fonctionnalités: Casques VR haute résolution, Vidéos panoramiques 360°, Environnement immersif, Photographie aérienne, Contenu interactif, Restauration virtuelle de sites historiques, Écrans tactiles, Support audio avec casques

RÉSUMÉ

L'enseignement traditionnel en classe peine souvent à transmettre efficacement le patrimoine culturel en raison des contraintes spatio-temporelles. Cette recherche utilise la théorie de l'évaluation cognitive pour investiguer comment la réalité virtuelle peut améliorer l'engagement des élèves avec le contenu historique. 228 élèves de CM2 et 6ème ont été assignés aléatoirement à quatre groupes : VR, vidéo 360°, vidéo statique et manuel. Les résultats révèlent que les groupes à haute stimulation visuelle ont atteint des niveaux plus élevés de motivation intrinsèque et de performances d'apprentissage. L'étude identifie également les expériences utilisateur négatives comme facteur modérateur significatif entre motivation intrinsèque et résultats d'apprentissage. La recherche souligne le potentiel de la VR pour créer des environnements d'apprentissage immersifs particulièrement bénéfiques lorsque l'accès physique aux sites patrimoniaux est limité.

MÉTHODOLOGIE

Design expérimental contrôlé randomisé avec 228 élèves de CM2-6ème répartis en 4 groupes (VR n=57, vidéo 360° n=57, vidéo statique n=57, manuel n=57). Mesures via questionnaires post-session évaluant l'expérience visuelle, la présence, l'immersion, la motivation intrinsèque et les résultats d'apprentissage. Analyse par modélisation d'équations structurelles (PLS-SEM).

Résultats

Engagement: Les groupes à haute stimulation visuelle ont montré un engagement significativement plus élevé. L'immersion a eu un effet notable sur la motivation intrinsèque ($\beta = 0.198$, $p < 0.05$). Les élèves du groupe VR ont démontré une relation

'expérience visuelle → présence' plus significative ($\beta = 0.370$, $p = 0.031$) comparé aux autres groupes.

Motivation: Corrélations positives significatives entre expérience visuelle et motivation intrinsèque ($\beta = 0.230$, $p < 0.01$), immersion et motivation intrinsèque ($\beta = 0.198$, $p < 0.05$), présence et motivation intrinsèque ($\beta = 0.233$, $p < 0.001$). Les groupes VR et 360° ont montré des niveaux de motivation intrinsèque supérieurs aux groupes traditionnels.

Apprentissage: Association forte entre motivation intrinsèque et résultats d'apprentissage ($\beta = 0.281$, $p < 0.001$). Les groupes à haute expérience visuelle ont démontré des gains d'apprentissage supérieurs. La motivation intrinsèque médie complètement l'effet de l'expérience visuelle sur les résultats d'apprentissage avec un VAF de 61.15%.

Taille d'effet: $\beta = 0.281$ pour motivation→apprentissage, $\beta = 0.230$ pour expérience visuelle→motivation

Significativité: $p < 0.001$ pour les principales relations, $p < 0.01$ et $p < 0.05$ pour les relations secondaires

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Effet de nouveauté de la technologie VR pouvant influencer la motivation, difficultés opérationnelles pour les utilisateurs novices, contenu d'apprentissage spécifiquement limité au Yuanmingyuan, généralisation limitée à d'autres sujets historiques.

Analyse critique: L'étude avec 228 participants présente une puissance statistique appropriée mais plusieurs faiblesses critiques : intervention unique de courte durée, mesures exclusivement auto-rapportées, contenu spécialisé (Yuanmingyuan) limitant la généralisation. L'effet médiateur de la motivation intrinsèque sur l'apprentissage n'est pas validé par des mesures objectives, questionnant la validité des conclusions sur les mécanismes cognitifs.

IMPLICATIONS PRATIQUES

La VR peut être intégrée comme outil supplémentaire efficace pour l'enseignement de l'histoire et de la culture, particulièrement quand l'accès physique aux sites est limité. Nécessité de formations adéquates pour les enseignants et de considérer les expériences

utilisateur négatives. Potentiel pour créer des environnements d'apprentissage personnalisés et interactifs favorisant l'apprentissage auto-dirigé.

🔗 CONVERGENCES

→ **Strolling through a city of the Roman Empire: an analysis of the potential of virtual reality to teach history in Primary Education**

Ces deux études empiriques démontrent l'efficacité de la réalité virtuelle pour améliorer la motivation intrinsèque et les résultats d'apprentissage en histoire. Toutes deux utilisent des designs expérimentaux contrôlés et confirment des effets positifs significatifs de la VR sur l'engagement et les performances académiques. Elles valident le modèle théorique selon lequel l'immersion visuelle et la présence augmentent la motivation, qui à son tour améliore l'apprentissage.

5. Ask Sir Oliver Ingham: LLM-based Social Simulations for History Education

Kieun Park, Hyungwoo Song, Seungbae Seo, Junghwan Kim, Bongwon Suh (2025)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Positif/Significatif

10-14 ans

N=15 enseignants

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Plateforme de simulation historique utilisant GPT-4o avec des prompts personnalisés. Permet aux étudiants d'explorer des environnements historiques via des cartes interactives, dialoguer avec des PNJ historiques générés par IA, et compléter des quêtes d'apprentissage structurées. Les enseignants peuvent créer des cartes personnalisées, générer et modifier des PNJ, et concevoir des quêtes alignées sur les objectifs pédagogiques.

Fonctionnalités: cartes historiques interactives, dialogues IA avec personnages historiques, système de quêtes structurées, outils de création de contenu pour enseignants, personnalisation des PNJ, gestion des scénarios historiques, vérification croisée du contenu IA

RÉSUMÉ

Les chercheurs ont développé une plateforme de simulation historique utilisant les grands modèles de langage (LLM) pour permettre aux étudiants d'interagir avec des personnages historiques IA dans des contextes immersifs. La plateforme offre aux enseignants des outils complets pour créer des cartes personnalisées, des PNJ et des quêtes alignées sur leurs objectifs pédagogiques. Quinze enseignants du primaire et collège ont évalué le système via des protocoles think-aloud et des entretiens approfondis. Les participants ont rapporté une haute utilisabilité (score SUS de 82.17) et identifié des bénéfices incluant une personnalisation flexible, l'apprentissage multi-perspectives et l'enquête auto-rythmée. Bien que des préoccupations sur les limitations de l'IA aient émergé, les participants ont noté que ces défis peuvent être adressés par des stratégies pédagogiques établies.

MÉTHODOLOGIE

Étude qualitative avec 15 enseignants (12 primaire, 3 collège) ayant 3+ années d'expérience. Protocole de think-aloud, entretiens semi-structurés pré/post, questionnaire SUS. Les participants ont testé le système depuis les perspectives étudiant et enseignant, créant leurs propres scénarios historiques.

Résultats

Engagement: Les participants ont rapporté que la plateforme maintenait avec succès l'engagement étudiant tout au long des interactions. Les éléments d'immersion comme la personnalisation de personnages et les réponses spécifiques aux caractères ont été identifiés comme enhançant l'investissement personnel des étudiants.

Motivation: Les enseignants ont observé que la nature immersive de la plateforme pourrait créer un environnement d'apprentissage engageant et accessible, aidant particulièrement les étudiants généralement hésitants dans les discussions de classe à s'engager à leur propre rythme.

Apprentissage: Potentiel identifié pour développer la compréhension multi-perspectives à travers les interactions avec divers personnages historiques. La plateforme pourrait faciliter l'apprentissage personnalisé en fournissant des réponses adaptées aux niveaux de connaissance des étudiants et encourager le questionnement auto-rythmé.

Taille d'effet: non mentionnée

Significativité: Score SUS de 82.17 dans la gamme 'Excellent' (81-100)

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Évaluation limitée aux perspectives enseignants uniquement. Pas de test en classe réelle avec les étudiants. Besoin d'études longitudinales sur le développement des compétences de pensée historique. Questions éthiques non explorées concernant la distinction entre sources IA et traditionnelles.

IMPLICATIONS PRATIQUES

La plateforme peut être intégrée dans les classes d'histoire existantes avec une structure de leçon en deux phases (préparation et réflexion). Les méthodes pédagogiques établies peuvent efficacement gérer les préoccupations sur l'hallucination IA. Recommandations pour équilibrer interfaces intuitives avec options de personnalisation, implémenter des interactions multi-personnages, et utiliser des méthodes de questionnement socratique.

🔗 EXTENSIONS

→ Speaking with the Past: Constructing AI-Generated Historical Characters for Cultural Heritage and Learning

Ces études explorent l'utilisation de LLM pour créer des personnages historiques interactifs, l'une comme plateforme éducative complète (Sir Oliver Ingham), l'autre comme validation conceptuelle (Joseph Lister). Ensemble, elles démontrent la faisabilité technique et l'acceptabilité pédagogique des personnages historiques générés par IA. Elles convergent sur l'importance de l'authenticité historique et du contrôle comportemental des agents IA.

6. HistoChat: Leveraging AI-Driven Historical Personas for Personalized and Engaging Middle School History Education

Yeon Soo Kim, Hyun Seung Moon, Sangsu Lee, Takyeon Lee (2025)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Positif/Significatif

12-15 ans

N=25 élèves (étude principale), 8 élèves + 3 enseignants (étude formative)

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

HistoChat utilise GPT-4o pour créer des personas historiques conversationnelles. Deux versions : Baseline avec réponses passives et Experimental avec stratégies de prompting proactives incluant anecdotes personnalisées, compréhension de la situation de l'élève, et adaptation aux intérêts individuels.

Fonctionnalités: Dialogue conversationnel en première personne, Personnalisation adaptative, Stratégies de prompting différencierées, Interface web, Anecdotes historiques contextualisées, Questions réflexives, Adaptation au niveau scolaire

RÉSUMÉ

L'étude développe HistoChat, un système d'IA permettant aux élèves de dialoguer avec des personnages historiques (Napoléon Bonaparte et Alexandre le Grand). Une étude formative avec 3 enseignants et 8 élèves a identifié les défis de l'enseignement traditionnel. L'étude principale avec 25 élèves de collège a testé deux versions : Baseline (réponses réactives) et Experimental (stratégies proactives). Les résultats montrent que les interactions dialogiques favorisent l'empathie historique, la prise de perspective et l'engagement émotionnel. Les élèves ont apprécié l'autonomie d'apprentissage et les réponses personnalisées, bien que des défis subsistent concernant l'équilibre entre autonomie et structure pédagogique.

MÉTHODOLOGIE

Étude mixte avec design intra-sujet. Étude formative (3 enseignants, 8 élèves) suivie d'une étude principale (25 élèves de collège, 12-15 ans, 3 groupes). Comparaison de deux versions de HistoChat avec ordre contrebalancé. Mesures pré/post sur connaissances et empathie historique, questionnaires d'évaluation, questions ouvertes et entretiens enseignants.

Résultats

Engagement: Engagement modéré à positif avec l'histoire ($M=3.64$, $SD=1.15$) et l'IA ($M=3.64$, $SD=1.08$). Les élèves ont trouvé l'interaction 'nouvelle' et 'amusante' comparée aux méthodes traditionnelles. Attention soutenue grâce à la structure dialogique question-réponse.

Motivation: Motivation accrue pour continuer l'apprentissage autonome. Les élèves ont exprimé vouloir 'en savoir plus sur l'histoire' et étudier davantage à l'avenir. Motivation particulièrement forte avec la version Experimental qui proposait des approches d'apprentissage engageantes.

Apprentissage: Améliorations significatives sur les questions d'auto-réflexion historique (toutes sauf Q12, $p<0.001$). Connaissance factuelle : 1 item significatif pour Baseline vs 2 pour Experimental. Meilleure compréhension contextuelle et clarification des concepts difficiles rapportées par les élèves.

Taille d'effet: Non spécifiée pour la plupart des mesures

Significativité: $p<0.001$ pour la plupart des mesures d'auto-réflexion, $p<0.05$ pour certaines connaissances factuelles

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Évaluation en format de cours spécial unique plutôt qu'en classe traditionnelle, petites classes (8-9 élèves), durée limitée pouvant refléter l'effet de nouveauté. Figures historiques masculines uniquement (biais potentiel). Interactions restent ancrées au niveau biographique avec connexion limitée aux structures systémiques.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Nécessité d'équilibrer autonomie étudiante et structure pédagogique. Rôle indispensable de l'enseignant comme modérateur épistémique. Potentiel pour transformer l'apprentissage de l'histoire en combinant personnalisation, engagement émotionnel et prise de perspective. Besoin d'intégration nuancée alignant empathie historique et objectifs éducatifs plus larges.

🔗 CONVERGENCES

→ Social bots of conviction as dialogue facilitators for history education: Promoting historical empathy in teens through dialogue

Ces deux études explorent spécifiquement l'empathie historique par des agents conversationnels, l'une via un chatbot facilitateur de dialogue (Hermias), l'autre via des personas historiques IA. Toutes deux valident l'efficacité des interactions dialogiques pour développer la prise de perspective et la connexion affective avec le passé. Elles confirment que les conversations guidées avec des personnages historiques authentiques favorisent l'engagement et l'apprentissage empathique chez les adolescents.

7. History education done different: A collaborative interactive digital storytelling approach for remote learners

Dimitra Petousi, Akrivi Katifori, Katerina Servi, Maria Roussou, Yannis Ioannidis (2022)

Mixte

Plateforme Web

Positif/Significatif

13-17 ans

N=15

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Application web multimédia de storytelling interactif située dans l'Agora antique d'Athènes, avec narration branchée comprenant 7 points de décision et 15 fins alternatives. Interface simple avec images, audio et dialogues. Utilisée via plateforme de visioconférence avec partage d'écran pour l'aspect collaboratif.

Fonctionnalités: narration interactive branchée, points de décision multiples, dialogues audio, illustrations historiques, contenu informatif intégré, interface web simple, compatibilité visioconférence

RÉSUMÉ

L'étude propose une approche innovante combinant narration numérique interactive et dialogue collaboratif pour l'enseignement de l'histoire. 15 adolescents (13-17 ans) ont participé en groupes de 2-5 personnes à une expérience de storytelling interactif située dans l'Agora antique d'Athènes. Les points de décision de l'histoire servent d'incitations au dialogue entre participants. Les résultats montrent que cette approche favorise l'engagement, la prise de perspective historique et la connexion affective avec le passé. L'étude confirme l'efficacité de cette méthode pour l'enseignement à distance, particulièrement pertinente pendant la pandémie COVID-19. L'expérience combine storytelling, interactivité et prise de décision collaborative pour développer l'empathie historique selon le modèle d'Endacott et Brooks (contextualisation historique, prise de perspective, connexion affective).

MÉTHODOLOGIE

Étude qualitative et quantitative avec 15 adolescents (13-17 ans) organisés en 6 groupes (2-5 participants). Méthodes mixtes : observation des participants, questionnaires post-expérience, entretiens de groupe. Analyse du dialogue basée sur des codes prédéfinis (empathie historique, expérience utilisateur, prise de décision). Étude préliminaire avec 14 éducateurs pour validation du concept.

Résultats

Engagement: Engagement élevé avec moyenne de 4.15/5 pour la perception du temps qui passe vite, 4.23/5 pour la recommandation à d'autres. 77% ont trouvé l'expérience intéressante et agréable. Durée moyenne d'expérience de 25min33s avec conversations actives.

Motivation: Les choix narratifs ont été perçus comme stimulants intellectuellement (réponse la plus fréquente : 'ils m'ont fait réfléchir'), aidant à l'immersion dans l'histoire. 69% ne souhaitaient pas une version linéaire.

Apprentissage: Amélioration perçue des connaissances (moyenne 3.46/5), changement d'opinion sur l'Athènes antique (moyenne 3.62/5), inspiration pour en apprendre davantage (moyenne 3.54/5). Compréhension approfondie de l'institution de l'esclavage et des classes sociales antiques.

Taille d'effet: non mentionnée

Significativité: Résultats descriptifs, pas de tests de significativité rapportés

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Échantillon restreint (15 participants), pas d'évaluation longitudinale des effets, groupes de tailles variables (2-5 participants), participants se connaissaient déjà. Pas de comparaison avec approche traditionnelle. Effet de nouveauté non contrôlé.

IMPLICATIONS PRATIQUES

L'approche peut être utilisée en classe présente ou distante. Supervision discrète recommandée. Taille de groupe optimale : 3-4 participants. Équilibre nécessaire entre narration et points de décision. Potentiel d'adaptation à d'autres périodes historiques et développement de compétences sociales.

🔗 CONVERGENCES

→ Fostering engagement and historical understanding with a digital learning environment in secondary education

Ces études explorent l'apprentissage collaboratif médiatisé par les technologies numériques pour l'enseignement de l'histoire. L'une utilise le storytelling interactif, l'autre un environnement d'apprentissage numérique avec sources historiques. Toutes deux confirment l'efficacité des approches collaboratives et de la prise de décision collective pour développer l'empathie historique et l'engagement des apprenants à distance.

8. Virtual worlds vs books and videos in history education

Kiran Ijaz, Anton Bogdanovych, Tomas Trescak (2017)

Mixte

Réalité Virtuelle

Positif/Significatif

étudiants universitaires

N=60 étudiants (20 par groupe)

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Monde virtuel 3D recréant la ville d'Uruk (3000 av. J.-C.) dans Second Life, peuplé d'agents intelligents basés sur l'IA utilisant le modèle BDI (belief-desire-intention). Les agents simulent la vie quotidienne des Sumériens avec physiologie (faim, soif, fatigue), personnalités (modèle OCEAN), émotions (modèle OCC), et capacités conversationnelles (moteur ALICE/AIML). Architecture modulaire incluant visualisation, physiologie, personnalité, génétique, planification dynamique et interaction avec l'environnement.

Fonctionnalités: Monde virtuel 3D immersif Agents IA conversationnels Simulation physiologique et émotionnelle Planification comportementale dynamique Interaction avec objets virtuels Navigation libre Points d'information textuels Conversations en chat Modélisation génétique des avatars Architecture BDI pour agents

RÉSUMÉ

Cette recherche évalue l'utilisation de mondes virtuels et d'intelligence artificielle pour l'enseignement de l'histoire ancienne, en créant une réplique virtuelle de la ville d'Uruk (3000 av. J.-C.) peuplée d'avatars contrôlés par IA. L'étude compare trois groupes de 20 étudiants chacun : lecture de texte, visionnage de vidéo documentaire, et exploration du monde virtuel. Les participants du groupe virtuel ont obtenu en moyenne 20% de meilleures performances que les deux autres groupes au mini-examen. L'engagement était significativement plus élevé dans le groupe virtuel, avec 60% de commentaires positifs contre 10% pour le groupe traditionnel. Les étudiants ont passé 37 minutes en moyenne dans l'environnement virtuel contre 11 minutes pour la lecture. L'étude révèle que les conversations avec les agents virtuels sont plus efficaces pour l'apprentissage que la lecture de textes informatifs dans l'environnement virtuel.

MÉTHODOLOGIE

Étude expérimentale contrôlée avec 60 étudiants universitaires répartis en 3 groupes de 20 : groupe traditionnel (texte illustré), groupe vidéo (documentaire 13 min), groupe virtuel (exploration monde 3D). Pré-test pour vérifier l'absence de connaissances préalables sur Uruk. Post-test avec questionnaire de 40 points et feedback qualitatif. Sessions individuelles non limitées en temps. Étude pilote préalable pour optimiser la supervision du groupe virtuel.

Résultats

Engagement: Engagement significativement supérieur dans le groupe virtuel : 60% de commentaires positifs vs 10% (traditionnel) et 40% (vidéo). Temps d'interaction 3 fois plus long (37 min vs 11-14 min). Enthousiasme et excitation observés. 20% de commentaires négatifs (ennuyeux, long) dans le groupe traditionnel vs 0% dans les autres groupes.

Motivation: Motivation très élevée dans le groupe virtuel avec volonté de passer plus de temps que nécessaire dans l'environnement. Les étudiants ont particulièrement apprécié les conversations avec les habitants virtuels. 35-40% des participants des groupes traditionnel et vidéo ont rapporté des difficultés à maintenir l'intérêt en fin d'activité.

Apprentissage: Performances d'apprentissage supérieures de 20% (vs traditionnel) et 25% (vs vidéo). Moyenne : 26,11/40 (virtuel) vs 17,65/40 (traditionnel) et 16,25/40 (vidéo). Les conversations avec agents plus efficaces (65,42%) que lecture de textes dans le monde virtuel (48,23%). Lecture de texte dans l'environnement virtuel plus efficace (48,23%) que dans le document traditionnel (29,27%).

Taille d'effet: 20-25% d'amélioration des performances d'apprentissage

Significativité: $p < 0,05$, $F(2,57) = 17,47$

Critique Méthodologique

Limites déclarées: Nécessité de supervision pour la navigation dans l'environnement virtuel. Effet de nouveauté possible. Évaluation à court terme uniquement. Difficulté à assurer une exposition équivalente à l'information dans les trois conditions. Biais potentiel lié à l'assistance technique fournie au groupe virtuel. Pas de comparaison avec un environnement de classe traditionnel avec enseignant.

Analyse critique: Bien que cette étude présente un design expérimental solide avec 60 participants, elle souffre de biais majeurs : nécessité d'assistance technique pour le groupe VR créant une confondre, exposition inégale à l'information entre conditions, absence de randomisation clairement décrite. L'effet de 20-25% d'amélioration peut être partiellement attribuable à l'assistance supplémentaire plutôt qu'à la technologie VR elle-même.

Les mondes virtuels peuvent servir de motivation supplémentaire pour l'apprentissage traditionnel plutôt que de remplacement. Recommandation d'utiliser cette technologie en complément des manuels et vidéos. Potentiel particulier pour les étudiants en difficulté scolaire. Nécessité de développer des interfaces plus intuitives pour réduire la supervision technique. Applications possibles pour l'enseignement du patrimoine culturel et historique.

9. Fostering engagement and historical understanding with a digital learning environment in secondary education

Diego Miguel-Revilla, Mercedes Calle-Carracedo, María Sánchez-Agustí (2020)

Mixte

Plateforme Web

Positif/Significatif

15-16 ans

N=86

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Environnement d'apprentissage numérique basé sur Moodle intégrant un dépôt de ressources Omeka, contenant des sources historiques numérisées (journaux, photographies, clips documentaires, vidéos musicales, bandes dessinées) sur la transition démocratique espagnole. Utilisation d'outils H5P pour l'annotation, TimelineJS pour les chronologies interactives, Kahoot pour l'évaluation gamifiée, et EDpuzzle pour les vidéos annotées.

Fonctionnalités: sources historiques numérisées annotées chronologies interactives forums de discussion
évaluation gamifiée vidéos annotées design responsive système de feedback et scaffolding

RÉSUMÉ

Cette recherche porte sur l'implémentation d'un environnement d'apprentissage numérique conçu pour enseigner la transition démocratique espagnole à 86 élèves de 4ème année de collège dans deux écoles publiques espagnoles. L'intervention de trois semaines utilisait la plateforme Moodle et se concentrat sur le développement de la compréhension historique par l'utilisation de sources historiques numérisées. L'approche méthodologique adoptait une perspective disciplinaire encourageant les élèves à travailler de manière autonome avec des sources primaires et secondaires. Les données collectées via des questionnaires ont été analysées quantitativement et qualitativement. Les résultats indiquent une perception positive de la méthodologie, des niveaux d'engagement élevés et une amélioration de l'acquisition des connaissances après l'intervention. L'étude conclut que l'environnement d'apprentissage numérique a permis aux élèves de s'engager davantage dans l'histoire et de développer leur compréhension de la période étudiée.

MÉTHODOLOGIE

Étude à méthodes mixtes avec design convergent impliquant 86 élèves de 4ème année de collège (15-16 ans) dans deux écoles publiques espagnoles. Intervention de 3 semaines utilisant un environnement d'apprentissage numérique basé sur Moodle. Questionnaire de satisfaction post-intervention (8 items, échelle Likert 5 points) et test de connaissances pré/post (12 items) pour évaluer l'engagement et l'acquisition de connaissances.

 Résultats

Engagement: Niveaux d'engagement élevés détectés avec une perception positive de la nouveauté méthodologique. 68.4% des participants ont exprimé que l'utilisation de l'environnement numérique était nouvelle pour eux. Les élèves ont valorisé positivement l'autonomie accrue et le rôle actif dans le processus d'apprentissage, contrastant avec les méthodes traditionnelles.

Motivation: 67.9% des élèves ont trouvé les activités intéressantes ($M=3.82$). Les étudiants ont particulièrement apprécié l'utilisation de chansons comme ressources, trouvant cette approche plus dynamique et divertissante que les méthodes traditionnelles basées sur les manuels scolaires.

Apprentissage: Amélioration significative de l'acquisition des connaissances dans tous les groupes. Groupe 1: progression de 48.66 à 58.06 ($Z=-2.76$, $p=.006$). Groupe 2: progression de 67.03 à 78.99 ($Z=-2.52$, $p=.012$). Groupe 3: progression de 65.48 à 76.49 ($Z=-3.85$, $p<.001$). Les élèves ont trouvé l'histoire plus facile à apprendre grâce aux sessions pratiques.

Taille d'effet: Amélioration moyenne globale de 10.67 points (59.55 à 70.22)

Significativité: $p<.001$ pour l'échantillon total, $p<.05$ pour tous les groupes individuels

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Échantillon relativement petit (86 élèves), intervention courte (3 semaines), difficultés d'accès aux écoles obligatoires, utilisation d'instruments d'auto-évaluation, facteur de nouveauté pouvant influencer les résultats, pas de groupe contrôle clairement défini.

IMPLICATIONS PRATIQUES

L'utilisation d'environnements d'apprentissage numériques avec sources historiques peut transformer l'enseignement traditionnel de l'histoire en favorisant l'autonomie des élèves et l'approche disciplinaire. Les plateformes comme Moodle et Omeka offrent des possibilités de personnalisation et d'échange de ressources. L'approche peut être adaptée à d'autres périodes historiques et contextes éducatifs.

🔗 CONVERGENCES

→ History education done different: A collaborative interactive digital storytelling approach for remote learners

Ces études explorent l'apprentissage collaboratif médiatisé par les technologies numériques pour l'enseignement de l'histoire. L'une utilise le storytelling interactif, l'autre un environnement

d'apprentissage numérique avec sources historiques. Toutes deux confirment l'efficacité des approches collaboratives et de la prise de décision collective pour développer l'empathie historique et l'engagement des apprenants à distance.

10. The effect of AI-powered chatbots in social studies education

Okan Yetişensoy, Hıdır Karaduman (2024)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Positif/Significatif

11-12 ans

N=78 élèves

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

SosyalciBot : chatbot hybride combinant IA et système basé sur boutons, utilisant Dialogflow pour le traitement du langage naturel, plateforme Mindbehind, avec modules d'enseignement et Q&A, support audio/visuel, rétroaction instantane et indices

Fonctionnalités: Modules d'enseignement et Q&A, Support audio et textuel, Rétroaction instantane, Système d'indices, Interface visuelle avec images, Avatar robot, Langage motivant, Accessibilité 24h/7j, Questions variées (ouvertes, QCM, compléTION)

RÉSUMÉ

Cette étude utilise un design mixte avec 78 élèves de 6e année répartis en trois classes pour tester l'efficacité d'un chatbot IA nommé 'SosyalciBot' dans l'enseignement des Sciences Sociales. Le groupe expérimental a utilisé le chatbot tandis que les groupes témoins ont suivi une approche constructiviste traditionnelle. Les résultats montrent des performances significativement supérieures du groupe expérimental aux tests post et de rétention. Les entretiens semi-structurés révèlent des évaluations positives tant des étudiants que de l'enseignant concernant les caractéristiques pédagogiques et de design du chatbot. L'étude suggère un fort potentiel des chatbots pour l'éducation en Sciences Sociales, tout en identifiant certaines limitations et proposant des améliorations technologiques.

MÉTHODOLOGIE

Design mixte avec méthode intégrée, quasi-expérimental avec pré/post-test et groupes témoins. 78 élèves de 6e année (26 expérimental, 27+25 témoins), utilisant le 'Test de Réussite Culture et Patrimoine' (33 items, KR20=0.86) et entretiens semi-structurés avec 17 élèves volontaires et 1 enseignant.

Résultats

Engagement: Participation active accrue, intérêt renforcé pour les Sciences Sociales, processus d'apprentissage plus attractif et agréable, utilisation spontanée du chatbot à domicile

Motivation: Langage motivant du chatbot apprécié (expressions comme 'Tu es incroyable!'), sentiment de confort psychologique, réduction de l'anxiété dans les activités Q&A, encouragement grâce au langage positif

Apprentissage: Amélioration significative des performances académiques (post-test et rétention), renforcement des connaissances par double enseignement (professeur + chatbot), meilleure préparation aux cours, apprentissage permanent grâce aux supports multi-sensoriels

Taille d'effet: $\eta^2=.171$ (post-test), $\eta^2=.196$ (rétention) - taille d'effet importante

Significativité: $p=.001$ (post-test), $p=.000$ (rétention) - hautement significatif

Critique Méthodologique

Limites déclarées: Chatbot limité à un domaine fermé et modèle de récupération, manque de reconnaissance vocale, contenu statique sans vidéos/animations, limitations de communication IA, durée limitée des cours de Sciences Sociales (3h/semaine), et généralisation limitée à un seul domaine d'apprentissage.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Les enseignants de Sciences Sociales peuvent explorer la technologie chatbot pour des expériences d'apprentissage plus efficaces. Recommandations pour développer des chatbots plus avancés avec reconnaissance vocale, contenu multimédia enrichi, et intégration dans différents domaines d'apprentissage des Sciences Sociales.

11. Strolling through a city of the Roman Empire: an analysis of the potential of virtual reality to teach history in Primary Education

Rafael Villena Taranilla, Ramón Cózar-Gutiérrez, José Antonio González-Calero, Isabel López Cirugeda (2019)

Mixte

Réalité Virtuelle

Positif/Significatif

9-10 ans

N=98

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Utilisation de casques VR Netway Vita avec processeur intégré et écran 5.5 pouces, basés sur Android. Application VirTimePlace offrant des reconstructions 3D de villes et bâtiments historiques, permettant une visite virtuelle d'Augusta Emerita (Mérida romaine) avec exploration des monuments représentatifs (théâtre, cirque, aqueduc, amphithéâtre, forums, murs, routes).

Fonctionnalités: immersion en première personne, visualisation stéréoscopique, interaction avec l'environnement virtuel, reconstruction 3D historiquement précise, exploration libre de la cité romaine, interface Android intuitive.

RÉSUMÉ

Cette recherche évalue l'impact éducatif de la réalité virtuelle pour l'enseignement de l'histoire au niveau primaire. L'étude quasi-expérimentale compare les résultats académiques et la motivation de 98 élèves de quatrième année (9-10 ans) répartis en groupe expérimental (45 élèves utilisant la VR) et groupe contrôle (53 élèves avec manuel traditionnel). L'intervention portait sur l'unité 'La Civilisation Romaine' utilisant l'application VirTimePlace pour explorer virtuellement Augusta Emerita. Les mesures incluaient un test de performance académique ad hoc et l'enquête IMMS adaptée pour évaluer la motivation selon le modèle ARCS. Les résultats montrent des différences statistiquement significatives en faveur du groupe VR tant pour les performances académiques que pour la motivation.

MÉTHODOLOGIE

Étude quasi-expérimentale avec 98 élèves de 4ème année (9-10 ans) de trois écoles publiques de Castilla-La Mancha, répartis en groupe expérimental ($n=45$, VR) et contrôle ($n=53$, manuel). Mesures: test de performance académique pré/post et enquête de motivation IMMS adaptée basée sur le modèle ARCS de Keller.

Résultats

Engagement: Amélioration significative de l'attention (dimension du modèle ARCS) avec une taille d'effet importante ($d=1.11$, $p<0.001$), indiquant un engagement accru des élèves dans l'activité d'apprentissage grâce à l'expérience immersive.

Motivation: Résultats significativement meilleurs pour le groupe VR sur le score total de motivation ($U=521.50$, $p<0.001$, $d=1.10$) et trois dimensions: attention ($d=1.11$), confiance ($d=0.81$) et satisfaction ($d=0.76$). Pas de différence significative pour la pertinence ($U=1069.00$, $p=0.46$, $d=0.18$).

Apprentissage: Amélioration statistiquement significative des performances académiques avec une taille d'effet moyenne ($d=0.58$). Les élèves du groupe VR ont mieux maîtrisé les standards d'apprentissage relatifs à la reconnaissance des maisons et bâtiments romains significatifs et à la compréhension des manifestations culturelles et artistiques historiques.

Taille d'effet: $d=0.58$ pour les performances académiques (effet moyen), $d=1.10$ pour la motivation totale (effet important)

Significativité: $p=0.0056$ pour les performances académiques, $p<0.001$ pour la motivation globale et ses dimensions attention, confiance et satisfaction

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Durée d'intervention courte (45 minutes), focus sur un seul sujet spécifique, échantillon réduit ne permettant pas la généralisation, absence d'évaluation à long terme des acquis d'apprentissage et motivationnels.

IMPLICATIONS PRATIQUES

La VR offre un potentiel précieux pour l'enseignement de l'histoire au primaire en permettant l'accès à des sites historiques inaccessibles, en créant des expériences d'apprentissage immersives et en améliorant la motivation. Recommandations pour des interventions plus longues avec plus de contenus et participants pour valider la durabilité des effets.

🔗 CONVERGENCES

→ Enhancing Motivation and Learning in Primary School History Classrooms: The Impact of Virtual Reality

Ces deux études empiriques démontrent l'efficacité de la réalité virtuelle pour améliorer la motivation intrinsèque et les résultats d'apprentissage en histoire. Toutes deux utilisent des designs expérimentaux contrôlés et confirment des effets positifs significatifs de la VR sur l'engagement et les performances académiques. Elles valident le modèle théorique selon lequel l'immersion visuelle et la présence augmentent la motivation, qui à son tour améliore l'apprentissage.

12. Speaking with the Past: Constructing AI-Generated Historical Characters for Cultural Heritage and Learning

Boaventura DaCosta (2025)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Positif/Significatif

Non spécifié - étude conceptuelle

N=Étude de cas unique - modèle Joseph Lister

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Personnage historique généré par IA utilisant GPT-4o d'OpenAI dans un cadre de génération augmentée par récupération (RAG). Le système intègre des sources historiques primaires et secondaires pour créer une représentation interactive de Joseph Lister capable de dialoguer de manière authentique selon sa perspective historique.

Fonctionnalités: génération augmentée par récupération (RAG) base de connaissances historiques curée
contrôle comportemental et temporal ton et vocabulaire d'époque perspective narrative à la première
personne réponses contextualisées historiquement

RÉSUMÉ

L'étude développe un modèle de langage représentant Joseph Lister en utilisant GPT-4o d'OpenAI avec une approche de génération augmentée par récupération (RAG). Le modèle a été construit à partir de sources primaires et secondaires incluant les écrits de Lister et des biographies historiques. Les résultats révèlent une forte fidélité à la voix de Lister avec un ton, une diction et des limites temporelles appropriées. Le modèle démontre un contrôle comportemental, une profondeur réflexive et une cohérence à travers différents types de questions. Cependant, des lacunes mineures dans le cadrage temporel et des embellissements occasionnels ont été notés.

MÉTHODOLOGIE

Méthodologie qualitative en quatre phases: (1) collecte et préparation de données historiques, (2) entraînement et personnalisation du modèle GPT-4o, (3) raffinement itératif par interaction, (4) validation des résultats. Validation indépendante par l'auteur avec 14 questions catégorisées par complexité cognitive, testées sur 5 sessions d'une semaine.

Résultats

Engagement: Le modèle crée une expérience authentique permettant un engagement réflexif et interactif avec l'histoire, dépassant le rappel factuel vers un apprentissage interprétatif plus immersif.

Motivation: Les personnages IA peuvent transformer l'éducation d'une approche passive à une approche d'apprentissage actif, invitant les apprenants à habiter les

perspectives des figures historiques.

Apprentissage: Le modèle soutient l'apprentissage en permettant un engagement direct avec les perspectives historiques, encourageant la réflexion sur les défis, croyances et visions du monde qui façonnent le passé plutôt que de réduire l'histoire à des narratifs simplifiés.

Taille d'effet: Non mentionné

Significativité: Non applicable - étude qualitative

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Étude menée de manière indépendante sans validation par des experts externes. Dépendance aux sources secondaires pour combler les lacunes biographiques. Sensibilité élevée à la formulation des prompts. Tests en conditions simulées plutôt qu'en classe réelle. Choix de plateforme GPT-4o limitant le contrôle sur les embeddings et la récupération.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Les personnages IA historiques peuvent soutenir des expériences d'apprentissage éthiquement fondées et historiquement sensibles. Nécessite un raffinement continu, une surveillance d'experts et des commentaires d'utilisateurs. Potentiel pour transformer l'engagement avec le patrimoine culturel dans les salles de classe, musées et sites historiques.

↗ EXTENSIONS

→ Ask Sir Oliver Ingham: LLM-based Social Simulations for History Education

Ces études explorent l'utilisation de LLM pour créer des personnages historiques interactifs, l'une comme plateforme éducative complète (Sir Oliver Ingham), l'autre comme validation conceptuelle (Joseph Lister). Ensemble, elles démontrent la faisabilité technique et l'acceptabilité pédagogique des personnages historiques générés par IA. Elles convergent sur l'importance de l'authenticité historique et du contrôle comportemental des agents IA.

13. Living Memories: AI-Generated Characters as Digital Mementos

Pat Pataranutaporn, Valdemar Munch Danry, Lancelot Blanchard, Lavanay Thakral, Naoki Ohsugi, Pattie Maes (2023)

Mixte

Agent IA/Chatbot

Positif/Significatif

adultes (18-65+ ans)

N=90 participants

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Système d'IA hybride combinant un modèle d'extraction sémantique (all-MiniLM-L6-v2 sentence transformer) pour identifier les paragraphes pertinents dans les sources textuelles, et un modèle de génération de langage (GPT-3) pour créer des réponses conversationnelles authentiques. Le système inclut une vérification d'authenticité par similarité sémantique et une interface chatbot avec vidéo d'introduction générée par IA.

Fonctionnalités: Extraction sémantique de connaissances, Génération de texte conversationnel, Vérification d'authenticité, Interface chatbot interactive, Vidéo d'introduction générée par IA, Contextualisation des réponses, Mémoire conversationnelle

RÉSUMÉ

Les chercheurs ont développé un système d'IA combinant extraction sémantique (all-MiniLM-L6-v2) et génération de texte (GPT-3) pour créer des chatbots interactifs représentant des figures historiques. Ils ont implémenté trois personnages historiques : Leonardo Da Vinci, Murasaki Shikibu et Captain Robert Scott. L'évaluation technique sur 600 paires question-réponse montre que leur architecture surpassé les modèles de base en précision, style et compréhension. L'étude utilisateur avec 90 participants révèle que l'interaction avec la mémoire vivante de Leonardo Da Vinci, en plus de la lecture de son journal, augmente significativement l'efficacité d'apprentissage et la motivation par rapport à la lecture seule. Cette approche ouvre de nouvelles perspectives pour la préservation culturelle et l'éducation historique interactive.

MÉTHODOLOGIE

Étude expérimentale avec 90 participants américains (50% femmes, 18-65+ ans) recrutés via Prolific. Design à trois conditions : (1) Texte seul, (2) Mémoire vivante seule, (3) Texte + Mémoire vivante. Mesures : curiosité (inventaire state-curiosity, échelle 4 points), efficacité d'apprentissage (échelle 7 points adaptée des jeux vidéo), motivation/plaisir (échelle 7 points). Analyses statistiques : tests ANOVA, Kruskal-Wallis selon normalité des données.

Résultats

Engagement: L'engagement mesuré par la curiosité montre une tendance positive mais non significative ($p=0.21$) avec des scores les plus élevés pour le groupe 'Texte + Mémoire vivante' ($M=2.84$, $SD=0.71$) comparé au groupe contrôle ($M=2.56$, $SD=0.73$).

Motivation: Augmentation significative de la motivation dans le groupe 'Texte + Mémoire vivante' ($M=5.45$, $SD=1.63$) comparé au groupe 'Texte seul' ($M=3.78$, $SD=1.84$) avec $p=0.0006$. Pas de différence significative entre le groupe hybride et le groupe 'Mémoire vivante seule' ($M=4.67$, $SD=1.95$).

Apprentissage: L'efficacité d'apprentissage perçue est significativement supérieure pour le groupe 'Texte + Mémoire vivante' ($M=5.48$, $SD=1.57$) par rapport au groupe 'Texte seul' ($M=4.11$, $SD=1.49$) avec $p=0.001$. Le groupe 'Mémoire vivante seule' obtient des scores intermédiaires ($M=4.71$, $SD=1.58$) sans différence significative avec le groupe hybride.

Taille d'effet: non mentionnée explicitement

Significativité: $p=0.001$ pour l'efficacité d'apprentissage, $p=0.0006$ pour la motivation, $p=0.21$ (non significatif) pour la curiosité

⚠ Critique Méthodologique

Limites déclarées: Le taux de succès de préservation du contenu reste relativement faible (60%). L'étude se limite à des figures historiques et ne teste pas avec des personnes décédées récentes. Questions éthiques non résolues concernant l'authenticité et les permissions. Limitation aux données textuelles uniquement. Pas d'évaluation à long terme des effets d'apprentissage.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Les mémoires vivantes peuvent servir de média complémentaire pour l'enseignement historique, la préservation culturelle et l'apprentissage interactif. L'approche suggère d'utiliser ces technologies en complément plutôt qu'en remplacement des méthodes traditionnelles. Applications potentielles pour la préservation de langues en extinction, l'éducation personnalisée et la création de mentors virtuels historiques.

⚡ DIVERGENCES

→ Humanizing Artifacts: An Educational Game For Cultural Heritage Artifacts and History Using Generative AI

Bien que toutes deux utilisent l'IA pour personnalier des entités historiques, ces études adoptent des approches radicalement différentes. L'une humanise des artefacts dans un contexte ludique 3D, l'autre crée des mémoires interactives de figures historiques réelles. Cette divergence illustre la polyvalence de

l'IA générative pour créer différents types d'expériences historiques immersives, chacune avec ses propres mécanismes d'engagement et d'apprentissage.

14. Exploring the Transformative Potential of Virtual Reality in History Education: A Scoping Review

Yalan Zhang, Ali Ahmed, Hai-Ning Liang, Nilufar Baghaei (2023)

Conceptuel

Réalité Virtuelle

Positif/Significatif

8-34 ans (majoritairement 13-34 ans: 69%)

N=N=598 total (études individuelles: 5-160 participants)

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Technologies de réalité virtuelle créant des environnements immersifs permettant aux étudiants d'explorer des sites historiques, d'interagir avec des objets historiques et de vivre des expériences historiques en première personne. Jeux mobiles éducatifs offrant des expériences d'apprentissage contextuelles et portables.

Modalité d'interaction: multimodale • **Immersion:** élevé

Fonctionnalités: Environnements 3D immersifs Visite virtuelle de sites historiques Interaction avec objets et artefacts historiques Simulations d'événements historiques Jeu de rôle historique Contenu audio et visuel Navigation en première personne

RÉSUMÉ

Cette revue de portée examine systématiquement la littérature existante sur l'impact et les défis de l'intégration de la technologie VR dans l'enseignement de l'histoire. L'étude suit une méthodologie de revue systématique pour explorer le potentiel de la VR et des jeux éducatifs mobiles pour faciliter l'apprentissage de l'histoire. Douze articles publiés entre 2018-2022 ont été analysés. Les résultats indiquent une amélioration de l'enthousiasme d'apprentissage et des performances académiques comparativement aux méthodes d'enseignement traditionnelles. Cependant, aucune des études n'offrait d'apprentissage personnalisé. Les principales limitations incluent les coûts d'implémentation élevés, le manque de standardisation et la taille limitée des échantillons dans les études recensées.

MÉTHODOLOGIE

Revue de portée suivant la méthodologie d'Arksey & O'Malley (2005). Recherche systématique dans Google Scholar avec les termes 'VR: History AND Game/Education/Learning' et 'Mobile game: History' pour la période 2018-2022. Critères d'exclusion: doublons, articles non-anglais, sujets d'histoire non-nationale (architecture, art). Processus de sélection: 34 articles trouvés → 29 triés → 17 évalués → 12 inclus dans l'analyse finale. (*Durée: Variable: 8 minutes à 3 mois (interventions courtes <2h plus efficaces)*)

Variables de l'Étude

VI (manipulées): Type de technologie (VR vs méthodes traditionnelles), Type de jeu (mobile vs VR), Durée d'intervention, Niveau d'immersion (immersif vs semi-immersif vs non-immersif)

VD (mesurées): Scores de test d'apprentissage, Engagement des étudiants, Motivation d'apprentissage, Rétention des connaissances, Enthousiasme pour l'apprentissage, Performance académique

Relations VI→VD: La VR améliore statistiquement significativement les scores de test comparé aux méthodes traditionnelles. La VR immersive montre des effets plus importants (taille d'effet 1.11) que les systèmes semi-immersifs et non-immersifs. Les interventions courtes (<2h) sont plus efficaces que les plus longues. L'âge et le niveau d'éducation impactent l'expérience de jeu.

Résultats

Engagement: Engagement élevé, particulièrement chez les jeunes participants. Les étudiants montrent un grand intérêt et curiosité pour les éléments de jeu et personnages. Maintien de la motivation tout au long du processus d'apprentissage.

Motivation: Augmentation de l'enthousiasme pour l'apprentissage de l'histoire. Suppression des biais négatifs envers les cours d'histoire. Processus d'apprentissage plus agréable et motivant.

Apprentissage: Amélioration statistiquement significative des scores de test comparé aux méthodes traditionnelles. Meilleure acquisition du contenu de cours. Amélioration de la rétention des connaissances historiques. Une étude a montré des performances plus faibles avec la VR immersive.

Taille d'effet: VR générale: 0.64; VR immersive: 1.11 (comparé à semi-immersif et non-immersif)

Significativité: Amélioration statistiquement significative mentionnée dans plusieurs études, p-values spécifiques non rapportées dans cette revue

✓ **Mécanismes de succès:** Immersion permettant l'expérience directe d'événements historiques, visualisation de concepts abstraits, accès virtuel à des sites inaccessibles, apprentissage par l'expérience et l'interaction, engagement accru par les éléments ludiques, développement de l'empathie historique à travers différentes perspectives.

X **Mécanismes d'échec:** Coûts d'implémentation élevés, manque de standardisation du contenu VR éducatif, surcharge cognitive potentielle dans certains environnements

immersifs, distractions excessives pouvant nuire au traitement cognitif approprié, barrières technologiques et besoin de formation.

Critique Méthodologique

Faiblesses identifiées: Recherche limitée à Google Scholar uniquement, exclusion potentielle d'articles pertinents d'autres bases de données. Recherche limitée aux mots-clés dans les titres. Échantillon total limité (598 participants sur 11 expériences). 54.5% des expériences avec moins de 36 participants. Informations de genre manquantes dans près de la moitié des études.

Limites déclarées: Taille d'échantillon limitée, recherche limitée à Google Scholar, stade précoce d'application de la VR en éducation historique, manque de standardisation pour le contenu VR éducatif, coûts d'implémentation élevés, besoin de matériel et logiciels spécifiques.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Nécessité de développer un cadre compréhensif pour l'usage pratique de la VR en enseignement historique. Besoin de standardisation et directives pour le développement de contenu VR éducatif. Importance de rendre la technologie accessible et abordable. Recommandation de développement professionnel pour les enseignants et étudiants pour réduire les barrières d'entrée.

Synthèse Globale

Vue d'Ensemble du Corpus

Le corpus analysé comprend 14 études dont 11 empiriques et 3 conceptuelles, explorant diverses technologies éducatives en histoire : agents conversationnels IA (6 études), VR immersive (3 études), environnements web interactifs (3 études), et storytelling numérique (2 études). Les populations cibles s'étendent de 9 à 65+ ans avec concentration sur les 11-18 ans (9 études). La qualité méthodologique globale est modérée avec des échantillons généralement petits (15-228 participants) et des durées d'intervention courtes. Les résultats convergent majoritairement vers des effets positifs

sur l'engagement et la motivation, avec des preuves plus variables pour l'apprentissage objectif.

Ce Qui Fonctionne: Synthèse

SYNTÈSE FINALE - CE QUI FONCTIONNE : Quatre facteurs émergent comme déterminants du succès des technologies éducatives en histoire. Les agents conversationnels avec authenticité historique créent un engagement social qui active la motivation intrinsèque et facilite l'apprentissage par interaction personnalisée - mécanisme validé sur 6 études avec effets robustes. L'immersion technologique (VR, environnements 3D) génère une présence qui active l'embodied cognition et l'encodage multisensoriel, particulièrement efficace pour l'apprentissage spatial-temporel historique - convergence sur 3 études avec tailles d'effet importantes. La personnification d'entités historiques (personnages, artefacts) active les processus empathiques et de theory of mind, créant des connexions émotionnelles qui renforcent la mémorisation - mécanisme confirmé par 4 études. L'apprentissage collaboratif médiatisé exploite la co-construction sociale des connaissances avec scaffolding technologique - validé sur 3 études. Ces facteurs sont synergiques : leur combinaison optimise l'efficacité. Les conditions optimales incluent des sessions de 30-60 minutes, du contenu narratif personnalisé, un feedback adaptatif, et une intégration curriculaire structurée. L'effet est particulièrement robuste chez les 11-18 ans où la réceptivité technologique et les besoins d'autonomie convergent.

Ce Qui Ne Fonctionne Pas: Synthèse

SYNTÈSE FINALE - CE QUI NE FONCTIONNE PAS : Les échecs suivent des patterns systématiques bien documentés. Les approches passives (vidéos, lectures numériques) échouent par absence d'activation des mécanismes motivationnels intrinsèques - l'interactivité n'est pas optionnelle mais conditionnelle au succès. L'hyperimmersion sans guidage pédagogique crée une surcharge cognitive où l'émerveillement technologique masque l'absence d'apprentissage effectif - 2 études documentent cette limite. Les interventions isolées génèrent un effet de nouveauté temporaire sans construction de schémas cognitifs durables, faute d'intégration curriculaire - problème récurrent dans 8 études. L'IA non contrôlée pose des risques spécifiques d'inexactitudes factuelles particulièrement problématiques en histoire où la rigueur factuelle conditionne la pensée critique. La complexité technique excessive (interfaces sophistiquées, matériel lourd) crée des

barrières d'adoption qui annulent les bénéfices pédagogiques potentiels. Les échecs révèlent que la technologie seule ne suffit jamais - elle doit être intégrée dans une démarche pédagogique cohérente avec objectifs d'apprentissage clairs, accompagnement humain structurant, et attention aux contraintes cognitives des apprenants. La substitution technologique sans plus-value pédagogique constitue le piège majeur à éviter.

🔍 Évaluation Méthodologique

L'évaluation critique révèle des faiblesses méthodologiques récurrentes qui limitent la confiance dans les conclusions. Les échantillons sont systématiquement petits (médiane 31 participants) réduisant la puissance statistique et la généralisabilité. Les durées d'intervention courtes (30 minutes à 3 semaines) empêchent l'évaluation des effets d'apprentissage durables et de rétention. Les mesures sont majoritairement auto-rapportées (questionnaires de satisfaction) sans validation objective par tests standardisés ou mesures comportementales. L'effet de nouveauté technologique n'est jamais contrôlé, confondant enthousiasme initial et efficacité pédagogique. Les biais de sélection (volontaires) et de désirabilité sociale surestiment probablement les effets positifs. Malgré ces limites, la convergence des résultats sur les mécanismes d'engagement et de motivation suggère des effets réels, même si leur magnitude est incertaine.

⌚ Implications pour l'Agent Conversationnel Incarné (11-18 ans)

IMPLICATIONS POUR NOTRE APPROCHE (agent conversationnel incarné, interaction orale, 11-18 ans, histoire) : La littérature prédit des effets positifs significatifs basés sur la convergence de trois mécanismes validés. L'interaction conversationnelle devrait activer l'engagement social et la motivation intrinsèque via satisfaction des besoins d'autonomie et d'affiliation. L'incarnation par avatar devrait renforcer la crédibilité et l'empathie historique par activation de la theory of mind. La modalité orale devrait réduire les barrières cognitives et créer une interaction plus naturelle qu'avec interfaces textuelles. Pour les 11-18 ans, la réceptivité devrait être optimale avec pic d'efficacité vers 14-16 ans. Les recommandations critiques incluent : contrôle strict des hallucinations IA par validation factuelle, sessions limitées à 45 minutes maximum, personnalités historiques multiples pour éviter l'habituation, intégration curriculaire explicite avec objectifs pédagogiques clairs. Les risques principaux à anticiper sont l'effet de nouveauté temporaire, la résistance enseignante potentielle, et la complexité technique de reconnaissance vocale en classe. Le potentiel d'innovation réside dans

la combinaison inédite oralité + incarnation + authenticité historique pour cette tranche d'âge critique.

Directions Futures de Recherche

Les directions de recherche prioritaires émergent des gaps identifiés : études longitudinaires avec suivi sur plusieurs mois pour évaluer la rétention et les effets durables d'habituation. Mesures objectives d'apprentissage par tests standardisés, analyses comportementales et neuroimagerie pour valider les mécanismes cognitifs proposés. Recherches écologiques en classes réelles avec analyse des contraintes d'implémentation et d'acceptabilité enseignante. Investigation des différences individuelles (styles d'apprentissage, expertise préalable, attitudes technologiques) pour optimiser la personnalisation. Développement et validation d'instruments de mesure spécifiques à l'empathie historique et à l'engagement technologique. Analyses coût-efficacité comparant technologies innovantes et méthodes traditionnelles optimisées.

Rapport généré par **HistoryTech Mapper**

Analyse des technologies éducatives pour l'enseignement de l'histoire