

AIDAinformazioni

RIVISTA SEMESTRALE DI SCIENZE DELL'INFORMAZIONE

Fondata nel 1983 da Paolo BISOGNO

N. 3-4 — Anno 36 — luglio-dicembre 2018

Proprietario della rivista
UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

Direttore Scientifico
Roberto GUARASCI
Università della Calabria

Direttore Responsabile
Fabrizia Flavia SERNIA

Comitato scientifico

Roberto Guarasci, UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Anna Rovella, UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Maria Guercio, SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
Giovanni Adamo, CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Claudio Gnoli, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA
Ferruccio Diozzi, ASSOCIAZIONE ITALIANA DOCUMENTAZIONE AVANZATA
Gino Roncaglia, UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA
Laurence Favier, UNIVERSITÉ CHARLES-DE-GAULLE LILLE 3
Madjid Ihadjadene, UNIVERSITÉ VINCENNES-SAINT-DÉNIS PARIS 8
Maria Mirabelli, UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Agustín Vivas Moreno, UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
Douglas Tudhope, UNIVERSITY OF SOUTH WALES
Christian Galinski, INTERNATIONAL INFORMATION CENTRE FOR TERMINOLOGY

Comitato di redazione

Antonietta Folino, UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Erika Pasceri, UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Maria Taverniti, CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Maria Teresa Chiaravalloti, CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Assunta Caruso, UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

Segreteria di Redazione

Valeria Rovella, UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

ARACNE

AIDAinformazioni

RIVISTA SEMESTRALE

«AIDAinformazioni» è una rivista scientifica che pubblica articoli inerenti le Scienze dell'Informazione, la Documentazione, la Gestione Documentale e l'Organizzazione della Conoscenza. È stata fondata nel 1983 quale rivista ufficiale dell'Associazione Italiana di Documentazione Avanzata e nel febbraio 2014 è stata acquisita dal Laboratorio di Documentazione dell'Università della Calabria.

La rivista si propone di promuovere studi interdisciplinari oltre che la cooperazione e il dialogo tra profili professionali aventi competenze diverse, ma interdipendenti. I contributi possono riguardare *topics* quali Documentazione, Scienze dell'informazione e della comunicazione, Scienze del testo e del documento, Organizzazione e Gestione della conoscenza, Terminologia, Statistica testuale e Linguistica computazionale e possono illustrare studi sperimentali in domini specialistici, casi di studio, aspetti e risultati metodologici conseguiti in attività di ricerca applicata, presentazioni dello stato dell'arte, ecc.

«AIDAinformazioni» è censita dall'ANVUR per le Aree 10 – Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche; 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche; 12 – Scienze giuridiche; 14 – Scienze politiche e sociali, così come dall'AERES (Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) che la annovera tra le riviste scientifiche dell'ambito delle Scienze dell'Informazione e della Comunicazione. La rivista è, inoltre, indicizzata in: ACNP – Catalogo Italiano dei Periodici; BASE – Bielefeld Academic Search Engine; ERIH PLUS – European Reference Index for the Humanities and Social Sciences – EZB – Elektronische Zeitschriftenbibliothek – Universitätsbibliothek Regensburg; Gateway Bayern; KVK – Karlsruhe Virtual Catalog; Letteratura Professionale Italiana – Associazione Italiana Biblioteche; The Library Catalog of Georgetown University; SBN – Italian union catalogue; Summon™ – by SerialsSolutions; Ulrich's; UniCat – Union Catalogue of Belgian Libraries; Union Catalog of Canada; LIBRIS – Union Catalogue of Swedish Libraries; Worldcat.

I contributi sono valutati seguendo il sistema del *double blind peer review*: gli articoli ricevuti dal comitato scientifico sono inviati in forma anonima a due *referee*, selezionati sulla base della loro comprovata esperienza nei *topics* specifici del contributo in valutazione.

Condizioni di acquisto

(spese di spedizione in Italia incluse)

Abbonamento annuale euro 42,00

Fascicolo euro 26,00

Per ordini

telefono / fax: 06 4551463

e-mail: info@giocchinoonoratieditore.it

online: <http://www.aracneeditrice.it/>

Skype: aracneeditrice

Modalità di pagamento

Bonifico bancario intestato a:

Gioacchino Onorati editore S.r.l. unip.

IBAN: IT 28 B 03069 38860 10000003170

presso Banca Intesa Sanpaolo

(filiale di Ariccia)

Causale: *Abbonamento «AIDAinformazioni»*

Editore

Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unip.

via Vittorio Veneto, 20

00020 Canterano

(06) 4551463

www.aracneeditrice.it

info@aracneeditrice.it

info@giocchinoonoratieditore.it

Copyright ©

Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unip.

ISBN 978-88-255-2252-5

edizione a stampa ISSN 1121-0095

edizione elettronica ISSN 1594-2201

Indice

- 5 Editoriale
Fabrizia Flavia Sernia

Contributi

- 9 Smart Museums. Vers l'émergence de nouvelles médiations muséales
Abdelkader Baaziz
- 37 Un'architettura scalabile per la Spatial Multidimensional Analysis. Un'applicazione per l'Energy Big Data Management
Assuntina Cembalo, Francesca Maria Pisano
- 57 La Fédération Internationale de Documentation (FID)
Antonietta Folino, Erika Pasceri
- 83 Approche de quelques concepts en information–documentation dans leur relation au “fait numérique”
Cécile Gardiès
- 109 Specific Learning Disorders in Students. Knowledge Organization and Management of Learning through Maps
Karina Iuvinale
- 121 Pratiques de partage de l'information dans l'environnement numérique. Cas des dirigeants du réseau télécom
Dijana Lekic, Anna Lezon Riviere

- 145 Reti documentali complesse nel project management digitale. Analisi della complessità e valutazione delle reti documentali emergenti nei progetti di archivio digitale
Brizio Leonardo Tommasi

Note e Rubriche

- 169 Un brindisi di porto per Ingetraut Dahlberg
Claudio Gnoli
- 171 Terminologia e migrazioni. Il peso delle parole
Claudio Grimaldi
- 175 La nascita di un'utopia. Il concorso internazionale per la costruzione dell'Università della Calabria
Roberto Guarasci, Anna Rovella, Fabio Vincenzi

Editoriale

FABRIZIA FLAVIA SERNIA*

Un numero variegato, quello di «AIDainformazioni», che spazia lungo varie direttrici delle Scienze della Documentazione. Si parte da uno studio molto interessante e approfondito di Antonietta Folino ed Erika Pasceri, *La Fédération Internationale de Documentation*, sul ruolo svolto dalla FID, la Federazione Internazionale della Documentazione, progenitrice, per le sue visionarie anticipazioni contro la dispersione di conoscenze nel mondo, del funzionamento del web e delle tecniche di organizzazione e recupero delle informazioni. Le due studiose pongono nel loro lavoro il tema di una necessaria valorizzazione degli archivi della FID, la cui attività, sorta nel 1895, per volontà di Paul Otlet e Henri La Fontaine, è cessata definitivamente nel 2002. Nel numero, ben tre lavori si soffermano sull'uso delle tecnologie legate ad Internet, con particolare attenzione all'impatto sull'apprendimento dei giovani. Nella ricerca *Specific Learning Disorders in students: Knowledge Organization and Management of learning through maps*, l'autrice Karina Iuvinale spiega come lo studio di mappe concettuali e mentali *ad hoc* possa aiutare gli studenti con disturbi dell'apprendimento a studiare in classe e fare i compiti a casa. I disturbi dell'apprendimento, SLDS, spiega la ricercatrice, sono disabilità che influenzano la lettura, l'ascolto, la scrittura e accompagnano gli studenti durante tutta la loro vita. Per gestire correttamente tali disturbi, l'intero ambiente deve riconoscerli e conoscerli, accompagnando gli studenti SLD nella loro vita scolastica. Nel suo *Approche de quelques concepts en information-documentation dans leur relation au "fait numérique"*, Cecile Gardiès, fra i tanti aspetti, ne tocca uno di particolare attualità: provando ad uscire dalla banalizzazione dell'informazione digitale e/o digitalizzata, Gardiès si domanda che cosa significhi realmente "digitale". Nella diffusione delle informazioni, la mediazione digitale è un mezzo, non un contenuto. Su questo fronte, osserva la ricercatrice, occorre favorire e alimentare una cultura dell'informazione nelle scuole, in un panorama nel quale vi è un'attenzione molto debole verso le conoscenze apprese attraverso strumenti digitali come mezzi di arricchimento formativo ed educativo. La sfida degli

* Giornalista professionista.
fabrizia.sernia@gmail.com.

Smart Museums è al centro dell'interessante lavoro di Abdelkader Baaziz, secondo cui la combinazione fra la missione tradizionale dei musei, di tutelare e valorizzare gli artefatti, e il ricorso a tecniche di realtà aumentata e *gamification* per pubblici che vogliono provare esperienze immersive, con stimolazioni multisensoriali e coinvolgenti, fanno sì che questi luoghi della conoscenza abbiano cambiato pelle e siano diventati ormai "ambidestri". Infine, tre contributi esplorano vari aspetti del management digitale: *Pratiques de partage de l'information dans l'environnement numérique. Cas des dirigeants du réseau télécom*, di Dijana Lekic, Anna Lezon Rivière; *Reti documentali complesse nel project management digitale. Analisi della complessità e valutazione delle reti documentali emergenti nei progetti di archivio digitale* di Brizio Leonardi Tommasi e *Un'architettura scalabile per la Spatial Multidimensional Analysis. Un'applicazione per l'Energy Big Data Management* di Assuntina Cembalo e Francesca Maria Pisano.

CONTRIBUTI

Smart Muséums

Vers l'émergence de nouvelles médiations muséales

ABDELKADER BAAZIZ*

ABSTRACT: In this paper, we will show how museums explore the opportunities offered by technologies associated to virtual and augmented realities to make deep transformations towards new forms of ambidextrous organization that we call “smart museums”, able to exploit various technologies to provide visitors stimulating experiences that combine information, entertainment and active participation. We will also present how these technologies contribute to the ephemeral or sustainable digital restoration of artifacts exposed through a reverse engineering process as well as the sustainable digital preservation of World Heritage. Various technical processes are highlighted during the implementation of concrete projects of virtual and/or augmented museums.

Keywords: Smart Museums, Museum mediation, Immersive / augmented museum experience.

I. Introduction

L'internet muséal a été identifié comme une des problématiques émergentes dans les sciences de l'information¹. La Conférence permanente des Directeurs-trices des unités de recherche en Sciences de l'Information et de la Communication (CPDIRSIC) a circonscrit le domaine « médiations mémorielles, culturelles et patrimoniales » comme l'un des dix domaines² dont

* Aix Marseille Univ, IMSIC, Marseille, France.
abdelkader.baaziz@univ-amu.fr.

1. F. PAPY, *Préface*, in *Problématiques émergentes dans les sciences de l'information*, sous la direction de F. Papy, Editions Hermès Science, Lavoisier, France 2008 ; G. VIDAL, *L'internet muséal comme observatoire de l'interactivité*, in *Problématiques émergentes dans les sciences de l'information*, sous la direction de F. Papy, Editions Hermès Science, Lavoisier, France 2008.

2. CPDIRSIC, *Dynamiques des recherches en sciences de l'information et de la communication*, Ouvrage collectif rédigé et édité par la Conférence permanente des directeurs-trices des unités de recherche en sciences de l'information et de la communication, septembre 2018, <<http://cpdirsic.fr/wp-content/uploads/2018/09/dynamiques-des-recherches-sic-web-180919.pdf>> (dernière consultation : 14/10/2018). Cet ouvrage propose une cartographie structurée en dix domaines pluridisciplinaires auxquels les SIC accordent une attention particulière. Le chapitre 5 de cet ouvrage (pp. 85-106), est entièrement consacré aux *Médiations mémorielles, culturelles et patrimoniales*.

les sciences de l'information et de la communication (sic) ont accordé une grande attention en plaçant le concept de médiation au cœur de leur approche à travers des dynamiques de recherches menées en collaboration avec des spécialistes d'autres disciplines. Cette double reconnaissance positionne les projets muséaux dans des approches transversales et pluridisciplinaires où les sic constituent un outil privilégié de médiation entre le sujet de l'étude et les différents acteurs qui y interviennent sur la même étude. Selon Vidal³, les professionnels des musées en s'appropriant les technologies interactives, inventent de nouvelles médiations et de nouveaux accès aux arts et sciences, qui traduisent la façon dont les musées pensent la circulation de leurs ressources. C'est ce que nous tenterons de mettre en exergue à travers un exposé des principales technologies de réalité virtuelle, de réalité augmentée et de réalité mixée qui constituent de nouvelles médiations et de nouveaux accès aux arts et sciences et qui traduisent la façon dont les musées pensent la conservation, la circulation et la diffusion de leurs ressources. Nous tenterons ensuite, de montrer comment les musées explorent les opportunités qu'offre cette (r)évolution afin d'opérer des transformations profondes vers de nouvelles formes d'organisation que nous appellerons génériquement "smart museums"⁴, aptes à exploiter diverses technologies alliant réalité virtuelle et réalité augmentée. De ce point de vue, ces smart museums seront de plus en plus, ambidextres au sens de March⁵. En effet, l'ambidextrie de ce type de musées, apparaît d'une part, dans leur capacité à atteindre l'excellence opérationnelle dans l'exploitation de leurs activités traditionnelles de conservation et d'exposition d'artefacts et d'autre-part, à explorer tout moyen permettant de s'adapter aux transformations qu'exigent les visiteurs contemporains et dans le futur. Ces visiteurs ne veulent plus être des consommateurs passifs. Ils exigent désormais des informations, des divertissements et une participation active aux stimulations multisensorielles combinés à un design innovant⁶ en moyens de diffusion et de médiation. Pour cela, les smart museums auront pour mission de répondre aux attentes qui traduisent les trois facettes du visiteur (en tant qu'humain) : (1) homo sapiens⁷, humain qui sait et qui est en quête permanente d'in-

3. G. VIDAL, *op. cit.*

4. Néologisme composé de deux mots, le premier en anglais "smart" qui signifie "intelligent" faisant référence aux technologies de l'information et aux objets connectés et le second, en latin francisé "museum" qui signifie "musée". A notre connaissance cette appellation a été utilisé en 2008 pour désigner un projet soutenu dans le cadre du programme européen (FP7).

5. J.G. MARCH, *Exploration and Exploitation in Organizational Learning*, in «Organization Science. Special Issue: Organizational Learning», vol. II, n. 1, 1991, pp. 71-78.

6. B.J. II PINE, J.H. GILMORE, *The experience economy*, Harvard Business Press, Boston, USA 1999.

7. L'espèce "Homo sapiens" est décrite par le médecin et botaniste suédois Carl von Linné (1707-1778) en 1758 dans la 10^{ème} édition de son œuvre majeure *Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (*Système de*

formations et de savoir ; (2) homo ludens⁸ qui souligne l'importance de l'acte de jouer pour l'être humain, notamment pour agrémenter sa quête du savoir et enfin, (3) homo faber⁹, humain qui fabrique des outils qui lui facilite la vie notamment, ceux nécessaires à sa quête du savoir.

Nous présenterons enfin, quelques projets concrets qui illustrent les nouvelles missions de ces "smart museums", les process et les techniques utilisés pour la conception d'expériences muséales immersives et augmentées qui contribuent à la restauration numérique des artefacts ainsi qu'à la sauvegarde numérique durable du patrimoine mondial.

2. Revue de littérature

2.1. La petite histoire de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée

Bien que le terme réalité virtuelle (VR) ait été utilisé pour la première fois par Jaron Lanier en 1987, c'est au cinématographe Morton L. Heilig que nous devons l'existence des premiers brevets de dispositifs offrant une véritable expérience VR (v. Fig. 1) lorsqu'il a imaginé que le public serait plus efficacement intégré dans les histoires si tous ses sens étaient stimulés¹⁰.

Heilig créa des prototypes d'un masque télé-stéréoscopique ancêtre des actuels casques de VR¹¹ et un appareil qu'il baptisa "Sensorama", destiné à stimuler les sens d'un individu en simulant une expérience aussi proche de la réalité¹². Ces dispositifs ont été conçus principalement, pour créer une expérience physiquement immersive pour les cinéphiles en leur présentant des mouvements, des senteurs et des stimulations sensorielles qui complèteraient les images diffusées sur écran. Les prétentions de Heilig¹³ allaient

la nature, en trois règnes de la Nature, divisés en classes, ordres, genres et espèces, avec les caractères, les différences, les synonymes et les localisations).

8. "Homo ludens" est évoquée pour la première fois par Johan Huizinga (1872–1945) dans son ouvrage édité en 1955; J. HUIZINGA, *Homo ludens: A study of the play element in culture*, Beacon Press, Boston, MA, USA 1955. Elle insiste sur l'importance de l'acte de jouer pour l'être humain.

9. "Homo faber" est abordée par Henri Bergson, philosophe évolutionniste français (1859–1941) dans son ouvrage *L'Évolution créatrice* (1907). Elle fait référence à la capacité de l'être humain de fabriquer des outils.

10. F. NELSON, M. YAM, *The past, present, and future of VR and AR : The Pioneers Speak*, in "Tom's Hardware", 2014, <<https://www.tomshardware.co.uk/ar-vr-technology-discussion,review-32940.html>> (dernière consultation : 14/10/2018).

11. L.M. HEILIG, *Stereoscopic-television apparatus for individual use – Patent number US2955156*, Google Patent, USA 1960, <<https://patents.google.com/patent/US2955156A>> (dernière consultation : 14/10/2018).

12. Id., *Sensorama simulator – Patent number US3050870*, Google Patent, USA 1962, <<https://patents.google.com/patent/US3050870A>> (dernière consultation : 14/10/2018).

13. *Ibidem*.

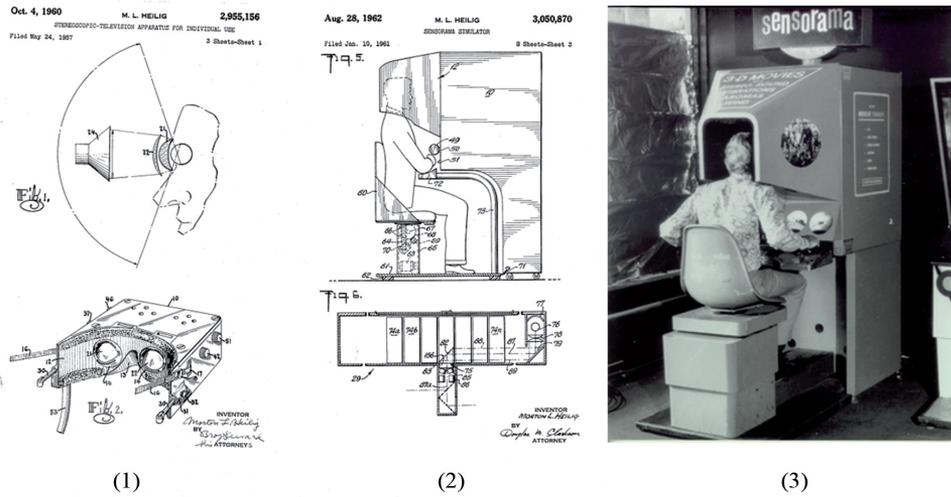


Figure 1. (1) Extraits du Brevet us 2955156 – Stereoscopic–television apparatus for individual use (2) Extraits du Brevet us 3050870 – Sensorama simulator (3) Sensorama simulator (Photo Heilig).

au-delà du spectacle cinématographique pour supposer des usages militaires, industriels et éducatifs où il présentait son invention comme le moyen d'apprentissage par excellence. Il poussa la réflexion jusqu'à la refonte totale du cinéma en théâtre d'illusions, qu'il breveta sous l'appellation "théâtre d'expérience"¹⁴ et prédit que l'évolution de ces inventions donneraient naissance aux actuels cinémas immersifs¹⁵ de type XD où X désigne la dimension spatiale pour la 3D ou des dimensions sensorielles depuis la 4D.

Snapchat proposait déjà en 2015, des filtres permettant aux utilisateurs d'ajouter des masques de réalité augmentée à leurs photos et vidéos, mixant ainsi les mondes numériques avec des personnes et des environnements réels. Toutefois, c'est la sortie du jeu "Pokémon Go" en 2016 qui a indéniablement marqué le tournant le plus important de l'industrie du divertissement mais aussi, de l'histoire de la civilisation humaine. Selon Allen *et al.*¹⁶, son avènement constitue un "wake up call / appel au réveil" pour tous ceux impliqués dans l'industrie ou la recherche académique sur la réalité augmentée. En effet, cette application grand public a permis d'ouvrir des perspectives intéressantes pour les "serious games" et en particulier,

14. ID., *Experience Theater – Patent number US 3469837*, Google Patent, USA 1969, <<https://patents.google.com/patent/US3469837>> (dernière consultation : 14/10/2018).

15. ID., *EL Cine del Futuro: The Cinema of the Future*, in «Presence, Teleoperators and Virtual Environments», vol. 1, n. 3, 1992, pp. 279–294, DOI : <<https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.3.279>>.

16. P.T. ALLEN, A. FATAH GEN. SHIECK, D. ROBISON, *Urban Encounters Reloaded: Towards a Descriptive Account of Augmented Space, in Augmented Reality and Virtual Reality*, in «Progress in IS», edited by T. Jung, M.C. tom Dieck, Springer, 2018, DOI : <<https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3>>.

l'introduction des technologies associées à la réalité augmentée dans divers domaines de l'économie, de l'industrie, de l'art, de la culture et de l'éducation.

2.2. Du spectre des réalités ...

La réalité virtuelle se réfère aux technologies permettant de simuler à l'aide de logiciels, un environnement existant ou imaginaire généré artificiellement avec lequel l'utilisateur peut interagir. Elle reproduit artificiellement une expérience sensorielle, visuelle, sonore et/ou haptique. Selon Fuchs¹⁷, la finalité de la VR est de permettre à des utilisateurs de vivre une expérience d'immersion ou pas, c'est-à-dire de mener une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel. Cruz-Neira¹⁸ note que la VR fait référence à des expériences immersives, interactives, multisensorielles et tridimensionnelles générées par ordinateur et centrées sur l'utilisateur. Pour Diodato¹⁹, l'utilisateur est conscient de percevoir un espace imaginaire, il n'a pas la sensation d'expérimenter une réalité dématérialisée, mais plutôt une réalité ressentie comme autre, différente, et dans une certaine mesure semblable à un produit de l'imagination où l'utilisateur est réciproquement, spectateur et acteur : "spectateuracteur"²⁰.

Afin de créer des illusions d'expériences immersives dans les mondes virtuels et atteindre le sens de la présence, la VR nécessite (actuellement)²¹ l'intégration d'une combinaison de technologies telles que les affichages visuels en 3D, les systèmes de pointage, les systèmes de géolocalisation, des dispositifs d'entrée, des systèmes sonores, des appareils haptiques, du matériel graphique et informatique ainsi que des outils logiciels²².

La définition la plus largement admise de la réalité augmentée (AR) est celle de Azuma²³ qui soutenait que la AR comporte trois aspects importants : (1) la combinaison d'objets virtuels et réels, (2) la capacité d'interagir avec ces objets en temps réel, et (3) l'enregistrement précis des objets réels et virtuels dans un espace tridimensionnel (3D). Carmigniani et Furht²⁴ définissent la

17. P. FUCHS, *Les interfaces de la réalité virtuelle*, Les Presses de l'École des Mines, Paris, France 1996.

18. C. CRUZ-NEIRA, *Virtual reality overview*, in «SIGGRAPH», vol. XCIII, n. 23, 1993, pp. 1-18.

19. R. DIODATO, *Esthétique du virtuel*, Vrin, Paris 2011, pp. 24, 164.

20. G. BOENISCH, *Théories de la création numérique*, Éditions Panacotta, France 2017, p. 4.

21. Les innovations technologiques étant en perpétuelle évolution, nous nous attendons à une intégration plus poussée offrant des dispositifs "tout en un" de VR et de AR.

22. C. CRUZ-NEIRA, *op. cit.*

23. R.T. AZUMA, *A survey of augmented reality*, in «Presence», vol. VI, n. 4, 1997, pp. 355-385.

24. J. CARMIGNIANI, B. FURHT, *Augmented Reality: An Overview*, in *Handbook of Augmented Reality*,

AR comme une vue directe en temps réel d'un environnement physique enrichi par ajout d'informations virtuelles générées par ordinateur.

Milgram *et al.*²⁵ décomposent le continuum Réalité–Virtualité en un spectre dont la réalité physique et la virtualité forment les deux extrémités (v. Fig. 2):

- La réalité physique appelée aussi vie réelle ou Real–Life (RL) se réfère à l'extrémité du spectre où les utilisateurs perçoivent et interagissent avec l'environnement du monde réel ;
- La réalité virtuelle (VR) se réfère à l'autre extrémité du spectre où les utilisateurs (à travers leurs avatars) sont complètement immergés dans un monde virtuel ;
- La réalité augmentée (AR) superpose de l'information numérique à ce que l'utilisateur perçoit dans la réalité. En d'autres termes, l'interaction se passe dans le monde réel et elle est augmentée par la machine (ordinateur) ;
- La virtualité augmentée (AV) fonctionne de telle sorte que l'environnement virtuel devient sensible aux informations de la vie réelle. En d'autres termes, l'interaction avec la machine est augmentée par des objets et des actions dans le monde réel comme par exemple, détecter et interpréter les mouvements et signes d'un utilisateur ;
- La réalité mixée²⁶ (MR) englobe généralement toutes les nuances du spectre, autres que la réalité physique et la réalité virtuelle. La MR utilise indifféremment des éléments de la AR et de la VR.

Pour Burdea²⁷, la VR est à la fois interactive, immersive et imaginative. Si les deux premières caractéristiques de la VR sont connues, la troisième caractéristique est moins évidente. Elle est néanmoins très importante du fait que les applications qui impliquent des solutions à de vrais problèmes dont le degré de performance d'une simulation, dépend beaucoup des développeurs de la VR et donc de l'imagination humaine. De ce point de vue, la

edited by B. Furht, Springer, New York, USA 2011, DOI : <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_1>.

25. P. MILGRAM, H. TAKEMURA, A. UTSUMI, *et al.*, *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality–Virtuality Continuum*, in «ATR Communication Systems Research Laboratories», Kyoto, Japan 1994, pp. 282–292.

26. Dans la littérature, le mot anglais «mixed» est souvent traduit par « mixte ». Ce qui suppose que la présence des deux réalités se côtoient mais leurs frontières respectives restent distinctes. Pour notre part, nous lui préférons le mot « mixée » qui suppose une impression de dilution des frontières et présage des expériences inédites et inattendues.

27. G. BURDEA, *Virtual Reality Systems and Applications*, in “Electro ’93 International Conference”, Edison, NJ, USA 1993.

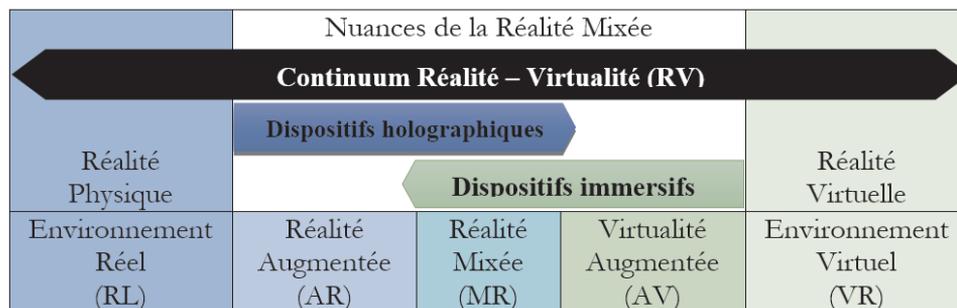


Figure 2. Le Continuum Réalité – Virtualité – Adapté de Milgram et Kishino²⁸.

VR est un trio intégré d’immersion–interaction–imagination²⁹. Dans la mesure où le monde virtuel n’est pas une copie exacte du réel, la VR fait appel à l’imagination. La partie imaginaire de la réalité virtuelle fait également référence à la capacité de l’esprit à percevoir des choses inexistantes.

Par opposition à l’immersion totale de l’utilisateur dans un monde constitué d’objets et d’actions virtuelles, les capacités de traitement offertes par la machine dans les systèmes de AR sont ajoutées à l’environnement réel de l’utilisateur pour l’enrichir. Partant de cette différence fondamentale, Dubois³⁰ étend le triangle VR de Burdea³¹ d’un second trio AR, constitué du monde réel dans lequel évolue l’utilisateur (humain), l’enrichissement de ce monde par des capacités informatiques (machine) et enfin les interactions avec le monde réel (interaction humain – monde réel) et/ou avec le monde virtuel (interaction humain – machine).

Plus succinctement, la AR ajoute des éléments virtuels dans un environnement réel afin d’améliorer et enrichir “ce qui existe”, la VR crée artificiellement un environnement réel ou imaginaire afin de représenter “ce qui pourrait exister” et enfin, la MR permet de recréer ce qui existe et de le représenter tel qu’il aurait pu exister.

D’un point de vue technologique, trois types de dispositifs permettent des expériences de réalité mixée :

- Dispositifs holographiques : caractérisés par la capacité à placer du contenu numérique dans le monde réel comme s’il était vraiment là. Ils créent de fait une réalité augmentée ;

28. P. MILGRAM, F. KISHINO, *A taxonomy of mixed reality visual displays*, in «IEICE Transactions on Information Systems», 1994.

29. *Ibidem*.

30. E. DUBOIS, *Chirurgie Augmentée, un cas de Réalité Augmentée : Conception et réalisation centrées sur l’utilisateur*, Thèse de Doctorat en Informatique, Université Joseph Fourier, ANRT, Grenoble, France 2001.

31. G. BURDEA, *op. cit.*

- Dispositifs immersifs : caractérisés par la capacité à créer un sentiment de présence en cachant le monde physique et le remplaçant par une expérience numérique. Ils créent de fait une réalité virtuelle ;
- Dispositifs hybrides : caractérisés par la capacité de procurer une expérience inédite de réalité mixée en combinant les deux types de dispositifs holographiques et immersifs.

Kim *et al.*³² ont proposé l'idée de réalité virtuelle ubiquiste (U – VR) qu'ils ont défini comme créant des environnements VR ubiquitaires qui rendent la VR omniprésente dans notre vie quotidienne. De leur point de vue, les technologies de l'information ubiquistes de la réalité virtuelle et de la réalité mixée, peuvent être combinées de façon transparente pour fournir aux utilisateurs un accès constant à l'information, n'importe où et n'importe quand, grâce à diverses interfaces de présentation (TV, ordinateurs, tablettes, smartphones, etc.). Pour démontrer la faisabilité cette idée, Oh et Woo³³ ont développé un banc d'essai appelé "ubiHome" qui incorporait un certain nombre de concepts (futuristes à l'époque), tels que des visionneurs portables sensibles au contexte (ça peut être des PDA, smartphones ou tablettes), une table AR, une fenêtre immersive en réalité mixée, une smart TV³⁴ ainsi que d'autres objets connectés. Le tout est interconnecté à une infrastructure de services intelligents, capable de les contrôler et de gérer les communications entre les différents objets.

Les premières expériences de AR dans un contexte muséal, ont été menées par Rekimoto et Nagao³⁵, chercheurs chez Sony Computer Science Laboratory Inc. (Japon), qui ont développé un prototype d'un dispositif mobile "NaviCam", sensible aux situations. NaviCam identifie l'œuvre que l'utilisateur regarde et affiche les informations pertinentes sur un écran (v. Fig. 3)³⁶.

Selon Rekimoto et Nagao³⁷, cette approche présente des avantages par rapport à la mise en place d'une pancarte explicative à côté d'une œuvre du fait que NaviCam est capable de générer des informations personnalisées

32. S. KIM, Y. SUH, Y. LEE, *et al.*, *Toward ubiquitous VR : When VR meets ubicomp*, in "Proceedings of ISUVR", 2006.

33. Y. OH, W. WOO, *A unified application service model for ubihome by exploiting intelligent context-awareness*, in «Ubiquitous Computing Systems», Springer, 2005, pp. 192–202.

34. Y. OH, C. SHIN, W. JUNG, *et al.*, *The ubiTV application for a family in ubihome*, in "2nd Ubiquitous Home workshop", 2005, pp. 23–32.

35. J. REKIMOTO, K. NAGAO, *The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments*, in «ACM User Interface Software and Technology (UIST '95)», 1995, DOI: <<https://doi.org/10.1145/215585.215639>>.

36. Ce procédé rudimentaire nous a inspiré pour insérer des codes QR pour identifier certaines figures de cet article par renvoi sur les présentations vidéo correspondantes.

37. *Ibidem.*



Figure 3. Fonctionnement de NaviCam³⁸.

en fonction de l'âge, du niveau de connaissance ou de la langue préférée de l'utilisateur. En effet, le contenu des pancartes explicatives dans les musées, est souvent trop basique pour les experts ou au contraire, trop difficile pour des enfants ou des visiteurs étrangers. NaviCam surmonte ce problème en affichant des informations appropriées dans la langue choisie par l'utilisateur.

Associées à des interfaces de programmation applicative (API) spécialisées de traduction automatique (telles que Google Translate), certaines applications proposent des traductions dans plusieurs langues et même des transcriptions en langue des signes, aux personnes handicapées auditives³⁹.

2.3. Et l'homo faber créa les outils du spectre des réalités ...

Dans son ouvrage *L'évolution créative*, le philosophe français Henri Bergson définit le concept "homo faber" comme : «[...] l'intelligence, envisagée dans ce qui en paraît être la démarche originelle, est la faculté de fabriquer les objets artificiels, en particulier des outils à faire des outils, et d'en varier indéfiniment la fabrication»⁴⁰. Partant de cette définition, les environnements de développement d'applications s'inscrivent bien dans la logique de l'homo faber, de façonnage d'outils "à faire des outils", de création de nouvelles réalités virtuelles, augmentées ou mixées. En effet, pour créer du contenu VR, AR ou MR (notamment pour les musées), les développeurs ont mis au point une multitude d'outils de développement. Nous citerons ici, les plus populaires (et gratuites) :

- "Unity", un moteur de jeu multi-plateforme (Androïd, ios, MacOS, Windows, consoles de jeux vidéo et web) développé par "Unity Technologies" qui propose une version gratuite sans limitation au niveau

38. J. REKIMOTO, *Navicam: A magnifying glass approach to augmented reality*, in «Presence», vol. vi, n. 4, 1997, pp. 399-412; J. REKIMOTO, K. NAGAO, *op. cit.*

39. G. LESAFFRE, A. WATREMEZ, E. FLON, *Les applications mobiles de musées et de sites patrimoniaux en France : quelles propositions de médiation ?*, in «La Lettre de l'OCIM», n. 154, 2014, pp. 5-13.

40. H. BERGSON, *L'évolution créatrice*, Éditions du PUF, (12ème édition 2013), 1907, p. 140.

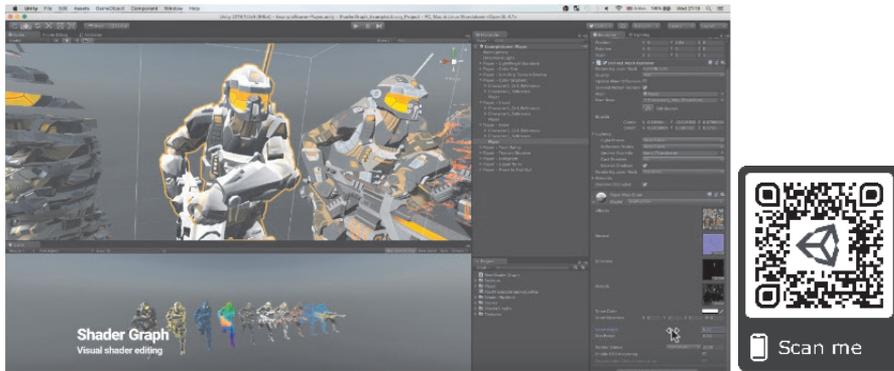


Figure 4. Environnement de développement d’applications VR, AR et MR (Photo Unity).

du moteur pour les étudiants et les amateurs qui veulent explorer et développer des applications non-commerciales ;

- “ARCore”, une plate-forme de Google permettant de créer des expériences AR sur des dispositifs Android et ios, grâce à ses différentes API pour permettre des expériences AR partagées ;
- “ARKit”, une plate-forme de Apple permettant de créer et partager des expériences AR sur ses dispositifs ios.

Il existe aussi des kits de développement (SDK) qui s’intègrent à des environnements de développement tels que “Microsoft Visual Studio”, “Apple xCode”, “Android Studio” ou “Unity 3D” pour créer du contenu VR, AR ou MR (v. Fig. 4). Ces plateformes offrent au dispositif intelligent, des capacités de détecter son environnement, de comprendre le monde et d’interagir avec les informations, par l’intermédiaire de fonctionnalités de :

- Suivi de mouvement qui lui permet de comprendre et de suivre sa position par rapport au monde ;
- Compréhension de l’environnement qui lui permet de détecter la taille et l’emplacement de tous les types de surfaces 2D : horizontales, verticales et inclinées ainsi que des objets 3D connus comme les sculptures ou les meubles ;
- Estimation de la lumière qui lui permet d’apprécier les conditions d’éclairage de l’environnement ;
- Partage d’expériences AR ce qui permet à plusieurs utilisateurs de participer simultanément à une expérience AR.

La création d’objets 3D censés augmenter le monde réel, se fait à l’aide de dispositifs de numérisations 3D (scanners lasers 3D, palpeurs mécaniques ou caméras 360°) ainsi que des logiciels de Conception Assistée par Ordinateurs

(CAO) et des moteurs de simulation. Les technologies AR et MR appliquées aux musées, impliquent un engagement fort de l'utilisateur à se déplacer. C'est en étant sur les lieux physiques que les expériences AR et MR prendront tout leur sens. Pour maintenir cet engagement, les applications muséales qui utilisent des technologies VR, peuvent verrouiller ces fonctionnalités qui ne se débloquent qu'à la condition d'activation de la géolocalisation.

2.4. *Et l'homo ludens transforma le musée en espace de jeu ...*

Une expérience muséale immersive et/ou augmentée, peut être assimilée à une interaction avec un design ludique au sens de de Valk *et al.*⁴¹ qui a développé un modèle "Stages of Play" décrivant l'interaction avec un design ludique au fil du temps en trois étapes : (1) l'invitation, (2) l'exploration et enfin, (3) l'immersion (v. Fig. 5). A l'étape d'invitation, les joueurs potentiels (dans notre cas, ce sont les visiteurs du musée) sont attirés par le design (l'expérience muséale en VR, AR ou MR). L'expérience intrigue son public et le rend curieux. Lorsqu'ils commencent à interagir avec l'expérience en se déplaçant délibérément dans des directions différentes (du musée), ils passent à l'étape d'exploration. A travers diverses actions, les visiteurs découvrent ce que l'expérience leur procure en connaissances, en amusement et ce qu'elle leur suggère comme promesses et découvertes. Ils sont impliqués dans ce jeu exploratoire qui n'est pas encore lié à des règles précises. A ce stade, les premiers pas sont accomplis dans un espace de jeu séparé (mentalement) du monde réel dans le temps et dans l'espace⁴². Le musée n'est plus (ou du moins, pas que) un lieu d'exposition d'œuvres et d'artéfacts, il devient un espace de jeu.

Les visiteurs évoluent ensuite vers l'étape d'immersion. Ils sont séduits pour rester dans cet espace. Les règles sont en cours d'élaboration et les expériences sont menées de plus en plus, selon ces règles. Cette étape peut mener à une expérience dans laquelle les visiteurs sont totalement absorbés dans le jeu qu'ils en oublient le temps et la nature première du lieu.

Les visiteurs ont la possibilité de retourner à l'étape d'exploration pour découvrir d'autres possibilités d'interactions ou à l'étape d'invitation si un aspect particulier de l'expérience attire leurs attentions.

41. L. DE VALK, T. BEKKER, B. EGGEN, *Designing for social interaction in open-ended play environments*, in «International Journal of Design», vol.IX, n. 1, 2015, pp. 107–120.

42. J. HUIZINGA, *op. cit.*