

A person is standing in a virtual reality environment, viewed from behind. The environment is a brightly lit, modern interior with white walls and floors. The person is wearing a dark long-sleeved shirt and dark pants. The background shows a large screen or wall with the word 'REALYZ' visible. The overall scene is dimly lit, with the primary light source being the virtual environment's projection.

FONDEMENTS DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE

1 - HISTOIRE, CONCEPTS ET APPLICATIONS

ensiie
école nationale supérieure d'informatique
pour l'industrie et l'entreprise

ibiSc

**université
evry**
val-d'essonne

**université
PARIS-SACLAY**

guillaume.bouyer@ensiie.fr

www.ensiie.fr/~bouyer/



INTRODUCTION

A votre avis ?

Quelles applications ?

Quels matériels ?

Des mots-clés, des concepts ?

2023 : Google

Google

réalité virtuelle



Blog Expertise by Bosch Rexroth
Tout comprendre sur la réalité virtuelle dans l'indu...



L'actualité
La (re)naissance de la réalité virtuelle | L...



Futura-Sciences
<https://cdn.futura-sciences.com/buildsv...>



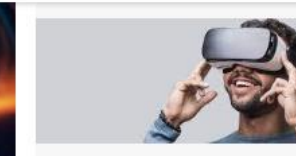
We Demain
<https://www.wedemain.fr/wp-conten...>



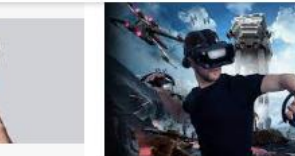
www.dynamique-mag.com
<https://www.dynamique-mag.com/wp-c...>



Futura-Sciences
<https://cdn.futura-sciences.com/sources/im...>



ESIN Ecole
Quel rapport entre la réalité virtuelle et les jeux vidéo...



LivnMarseille
Qu'est ce que la réalité virtuelle ? - LivnMa...



Reality
La Réalité Virtuelle au service de la s...



JDN
Casque de réalité virtuelle : autonome...



Stock
Photo libre de droit de Les Personne...



Dr Patrick Loriaut - Ophthalmologiste
Casques de réalité virtuelle : quels ris...



Fun Space
La réalité virtuelle s'installe...



Futura-Sciences
<https://cdn.futura-sciences.com/cdn-cgi/i...>



realite-virtuelle.com
Guide ultime du débutant en réalité vi...



Tourmag
Réalité virtuelle : un véritable enj...



LADN
Réalité virtuelle : les meilleurs lieux pour essayer la...



leclairer.fnac.com
Réalité virtuelle, augmenté, mixt...



Mon enfant et les écrans
La réalité virtuelle, une expérience pas comm...



Maison & Travaux PRO
Comment la réalité virtuelle tran...



Communauté de Communes du Pays de Sources
Atelier de découverte Réalité virtuelle (VR) - ...



L'Usine Nouvelle
La réalité virtuelle pour tous



Virtual Room
Virtual Room Paris | #1ère Aventure de Réal...



Frequence-Sud
Illucity : un parc en réalité virtuelle ouvr...

Recherches associées

- réalité virtuelle jeux
- réalité virtuelle image
- casque réalité virtuelle



La Tribune
<https://static.latribune.fr/609653/realite-vir...>



Stock
Photo libre de droit de Technologie Du ...



Artefacto
Définition : Qu'est-ce que la réalité virtuel...



Elsan
Casques de réalité virtuelle : Pour diminuer ...



Topsante
Réalité virtuelle et santé : quelles appli...



Facilogi
La réalité virtuelle dans l'immobilier et ses ...



Santé sur le Net
Réalité virtuelle : un nouveau traitement anti-doul...



Spectral TMS
Qu'est-ce que la Réalité Mixte ?



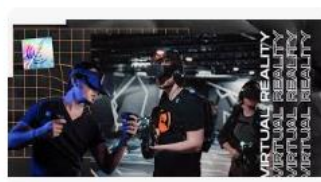
PédaGoJeux.fr
Les casques de réalité virtuelle - PédaGoJeux.fr



Clubic.com
Logitech
Presse-citron



Meilleure-Innovation
Amazon - En stock



Gaming Campus
Tienda24hs.com - En stock



IIM Digital School
Univers-Simu.com



Le nouvel Economiste
Fortune
BFMTV



L'Express
Idealo



Anses
Wikipédia
Presse-citron



Cadremploi
Presse-citron

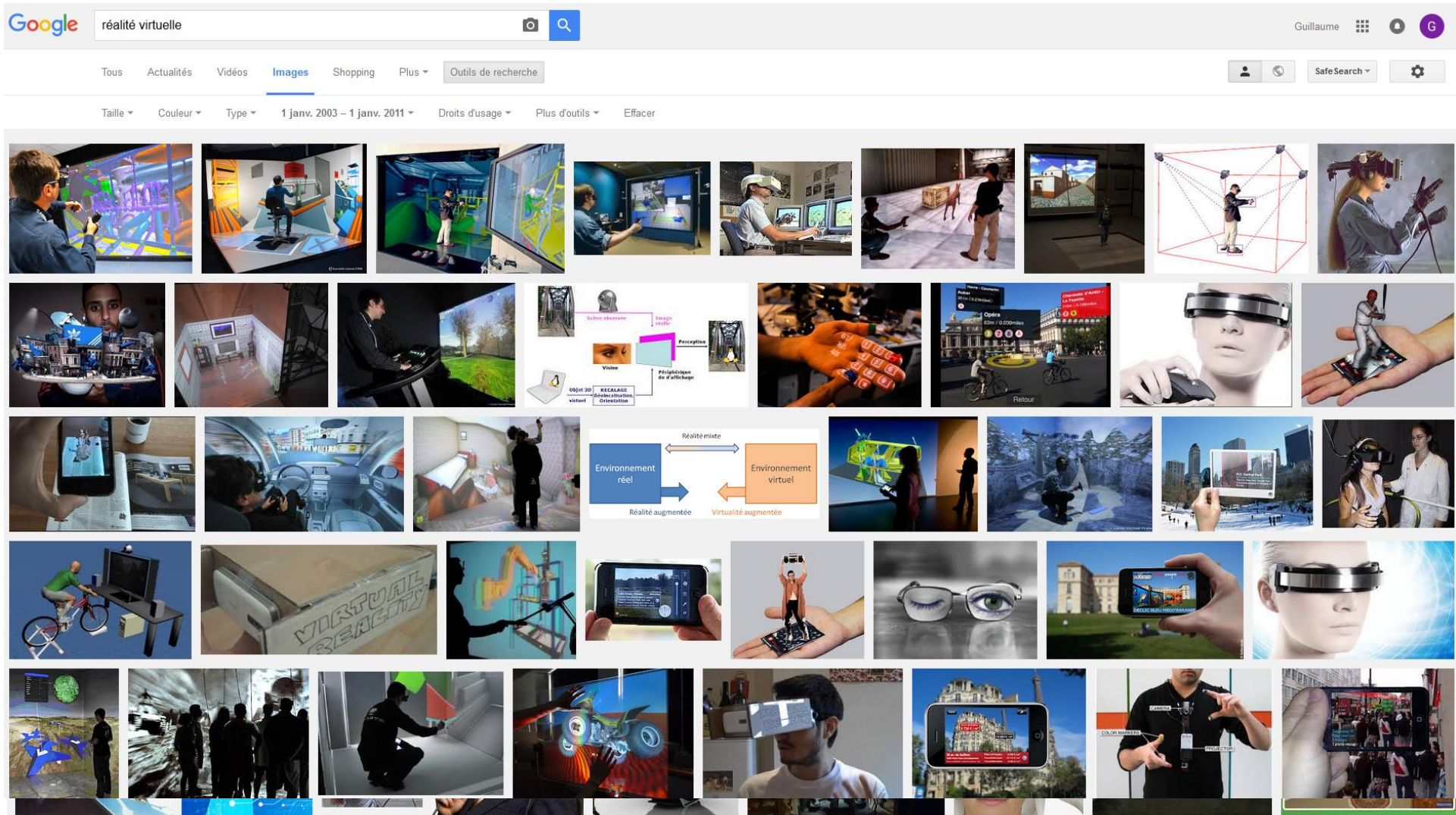
2024 : Et ChatGPT ?



ChatGPT

La réalité virtuelle (RV) est une technologie informatique immersive qui permet à un utilisateur de plonger dans un environnement simulé, souvent en utilisant un casque spécialisé et des dispositifs de suivi des mouvements. Contrairement à l'expérience traditionnelle devant un écran, la réalité virtuelle crée une sensation de présence, où l'utilisateur a l'impression d'être physiquement présent et interagit avec cet environnement artificiel comme s'il était réel. Cette technologie repose sur des techniques avancées de rendu graphique, de suivi des mouvements et de traitement des données sensorielles pour créer une expérience sensorielle immersive. La réalité virtuelle est utilisée dans de nombreux domaines, tels que les jeux vidéo, la formation professionnelle, la médecine, l'architecture et la simulation industrielle.

Un peu de recul...



(Et ChatGPT ?)



ChatGPT

Vous avez raison, et je m'excuse pour l'omission. En effet, à l'époque, les CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) étaient également très utilisés, surtout dans des environnements professionnels et de recherche. Les CAVE sont des espaces physiques constitués de murs, de sols et de plafonds sur lesquels sont projetées des images en trois dimensions, créant ainsi un environnement immersif. Les utilisateurs se déplacent à l'intérieur de ces espaces et interagissent avec les environnements virtuels projetés en temps réel. Les CAVE offraient une immersion plus collaborative, permettant à plusieurs personnes de participer à une même expérience en même temps. Ils étaient particulièrement utilisés dans des applications telles que la conception industrielle, la visualisation de données complexes, la simulation et la formation. Bien que les casques soient également populaires, les CAVE étaient considérés comme une alternative importante, offrant des avantages uniques en termes d'immersion et de collaboration.

Vue actuelle



Vue à venir ?



Vue actuelle

Un environnement, des objets et des personnages numériques

Simulés par un système informatique

Qui ressemblent ou non au monde réel selon les besoins

Apparence visuelle, sons, comportement...

Le joueur

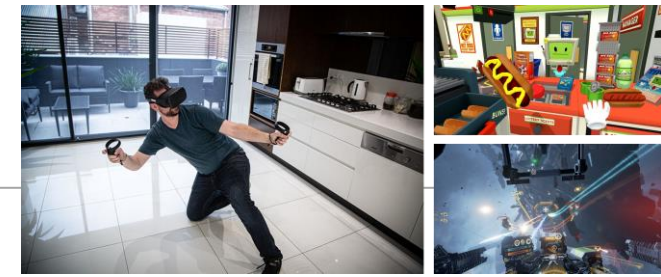
Est assis ou debout

Perçoit le monde numérique via les écrans et un casque audio

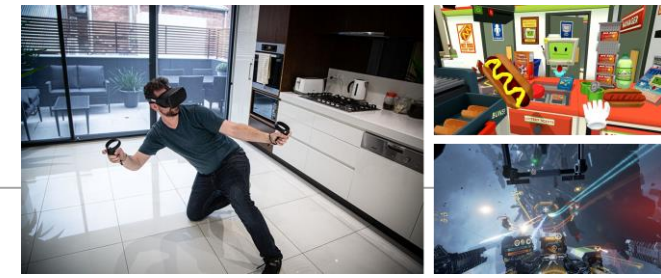
Agit sur ce monde + ou - naturellement via des capteurs et des manettes de formes diverses

Peut effectuer des actions possibles ou impossibles dans la réalité

Est coupé du monde extérieur, "se croit" dans le monde virtuel



Concepts clés



Un **environnement**, des objets et des avatars
virtuels

Simulés par un système informatique

Possédant différents degrés de "réalisme" ou de "crédibilité"

Apparence visuelle, sons, comportement...

L'**utilisateur** est en

Interaction en **temps réel** avec cet environnement

Via des **capteurs** et des **interfaces**

Selon différents **canaux sensori-moteurs** : visuel, sonore, haptique, vestibulaire, manuel...

De manière la plus **naturelle** possible

Pour effectuer des **tâches**

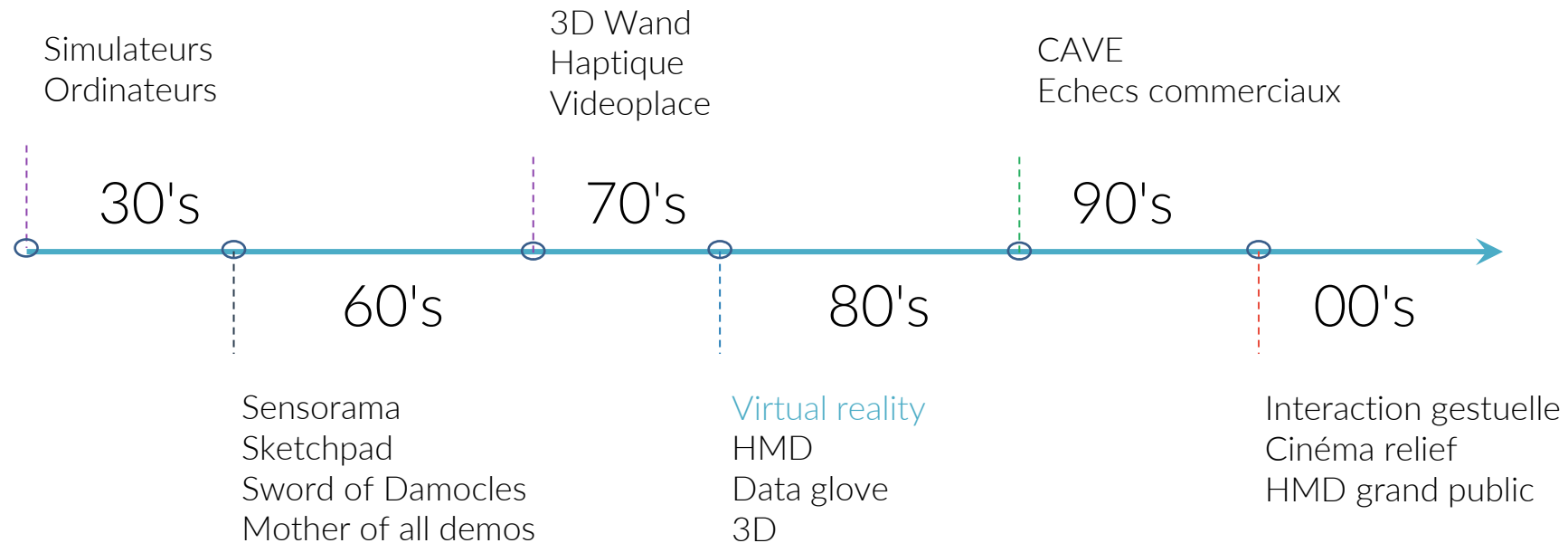
Immersion (et présence) dans l'environnement virtuel

1 - HISTOIRE, CONCEPTS & APPLICATIONS

A top-down view of a desk with a map, camera, notebook, and magnifying glass. The map is a historical map with various geographical features and labels. The camera is a Minolta X55 SLR. The notebook is open and blank. The magnifying glass is positioned over the map. A pencil is lying on the right page of the notebook. A pair of glasses is visible at the bottom of the frame. The entire scene is overlaid with a dark blue semi-transparent filter.

UN PEU D'HISTOIRE...

Résumé



Domaines connexes : Informatique, Interaction homme-machine (IHM), Simulation, Télé-opération, Robotique, Électronique, Industrie du loisir...

Préhistoire

1787 : Panoramas de Robert Barker

1900 : *Mareorama* (H. d'Alesi), simulateur de croisière
Marseille-Yokohama

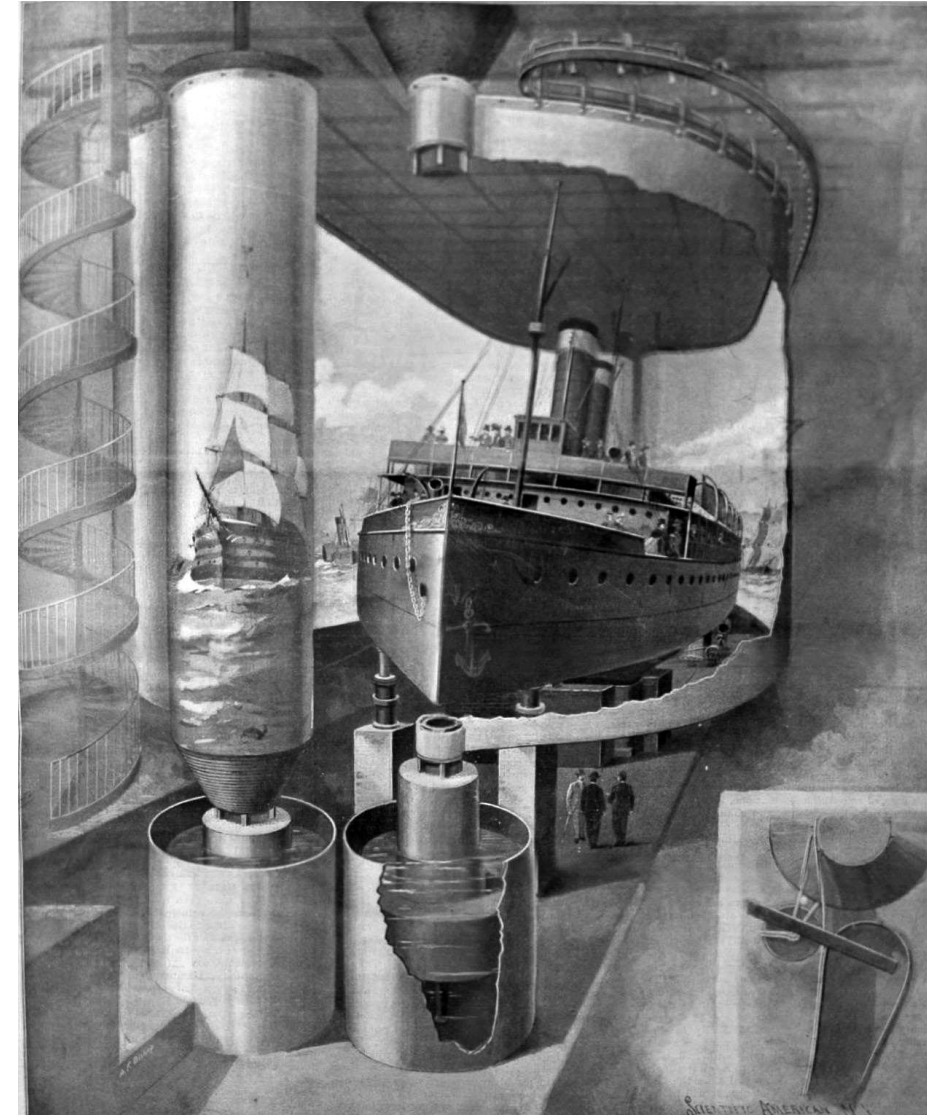
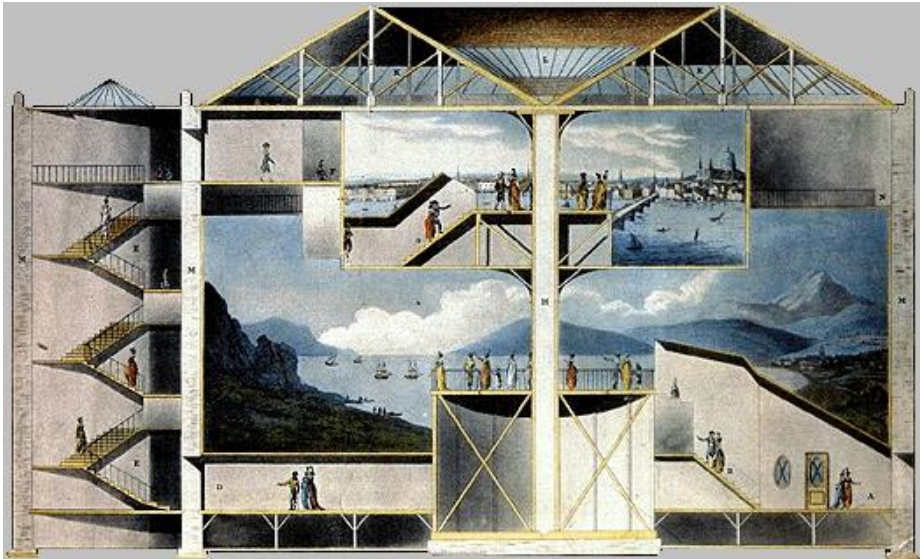
Réplique bateau de 70m (700 pers.)

2 panoramas peints (750m x 13m)

Roulis et tangage (20-50cm)

Vent, lumières, odeurs

Acteurs



Préhistoire

1928 : *Link Trainer* (Edwin Albert Link)

1^{er} simulateur de vol mécanique

Commandes

Mouvements
pneumatiques

Instruments

1940's : 1^{ers} ordinateurs électroniques



60-70's

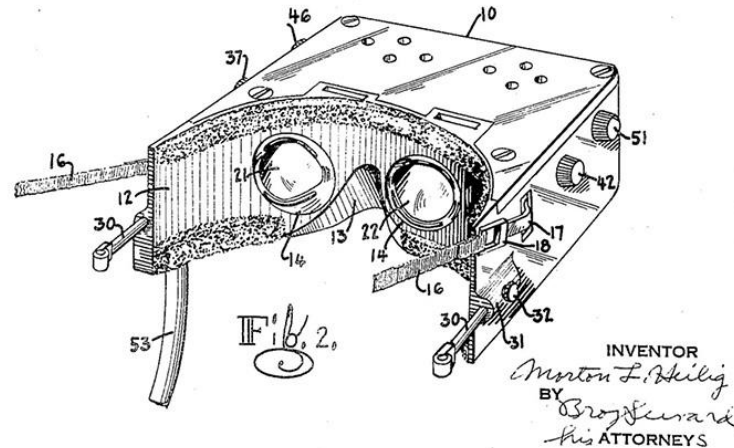
Sensorama (Morton Heilig, 1960)

- 1^{er} système immersif et multimodal
- Projection de scènes filmées
- Système vidéo 3D et grand angle
- Sons stéréophoniques
- Siège vibrant
- Vent et odeurs



Telesphere Mask (Morton Heilig, 1960)

- Appareil de télévision stéréoscopique individuel



60-70's

1963 : *Sketchpad*, 1^{ère} interface graphique (Ivan Sutherland)

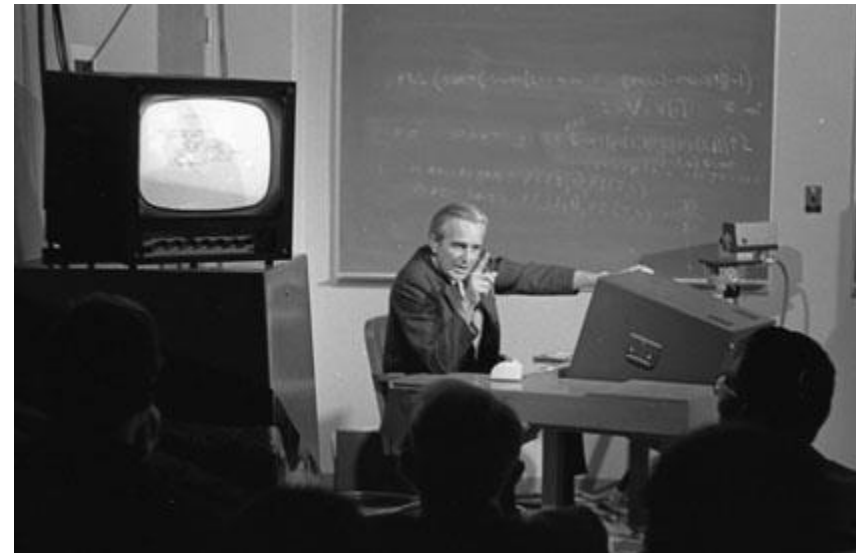


60-70's

1963 : 1^{ère} souris (Douglas Engelbart)

1968 : [Mother of all demos](#) (Douglas Engelbart)

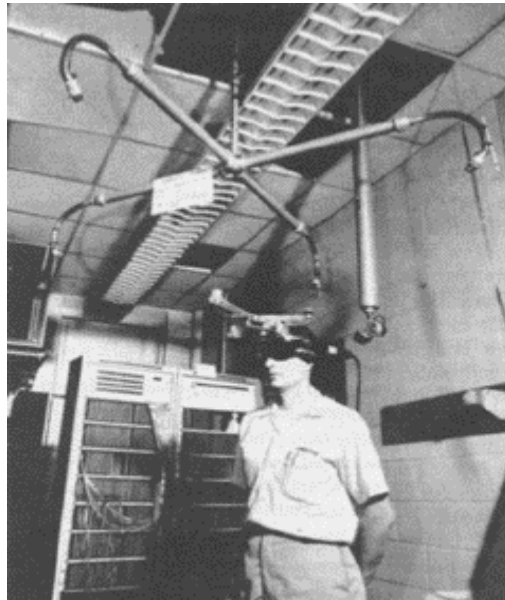
Fenêtres, hypertexte, interface graphique, navigation et commande, vidéo conférence, souris, traitement de texte, gestion de fichiers, éditeur collaboratif temps réel...



60-70's

1966 : *The sword of Damocles*, 1^{er} casque de visualisation stéréoscopique (+ RA) (Ivan Sutherland)

1970 : Capture mécanique de position et de mouvement de la tête (Donald Vickers)



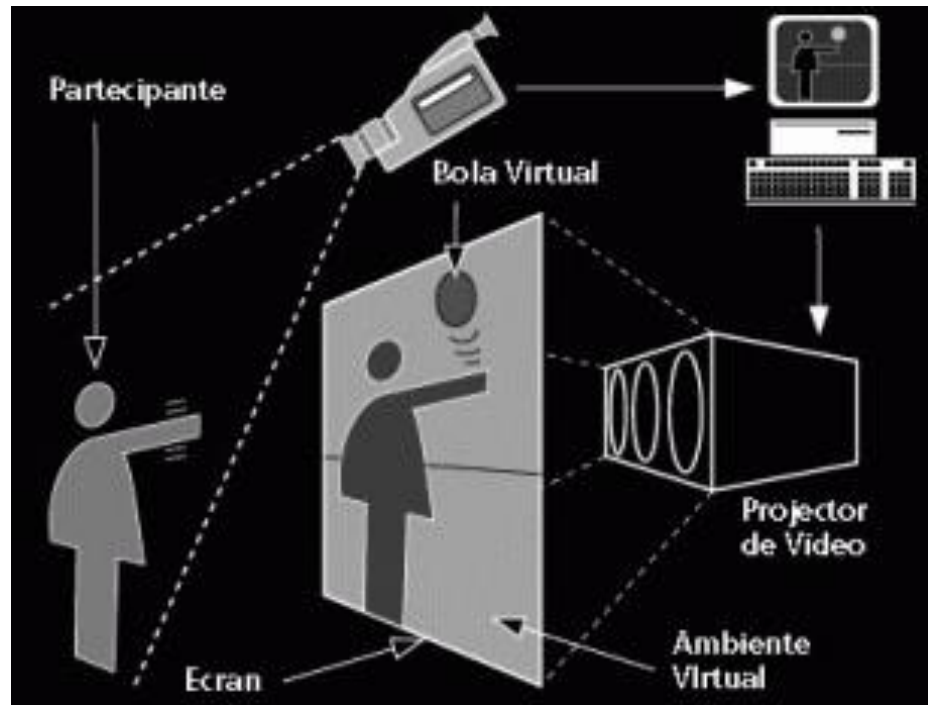
60-70's

1971 : *Videoplace* (Myron Krueger)

Plateforme interactive

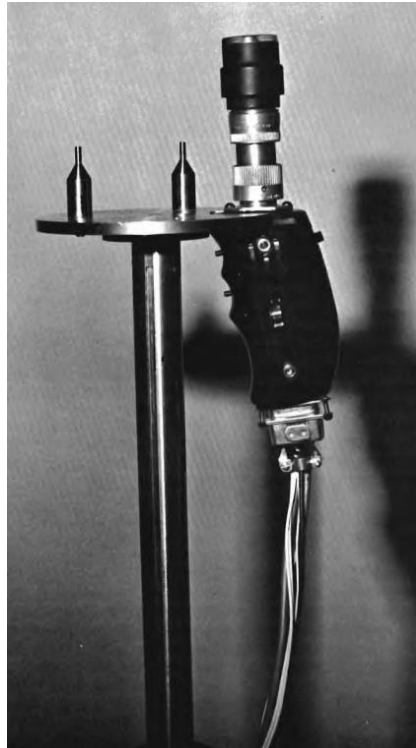
Rendus visuels et sonores artistiques

Traitement d'image / reconnaissance de gestes



70's

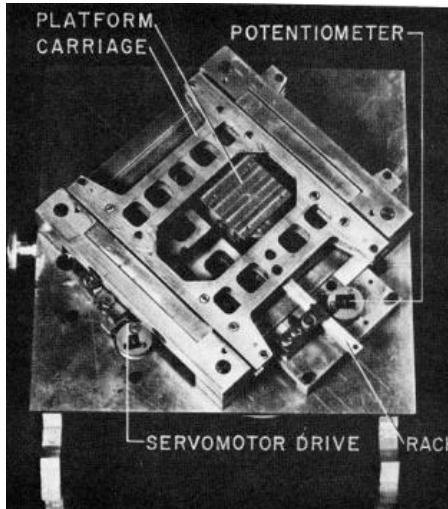
1972 : 3D wand, 1^{ère} interaction 3d (Vickers)



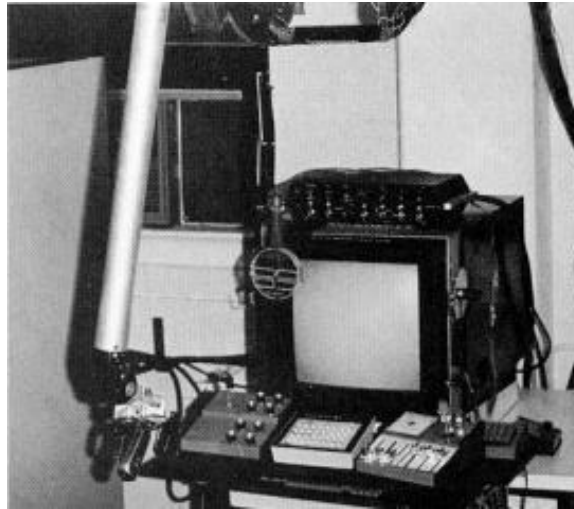
[Donald Lee Vickers. 1972. Sorcerer's Apprentice: Head-Mounted Display and Wand. Ph.D. Dissertation. University of Utah.]

60-70's

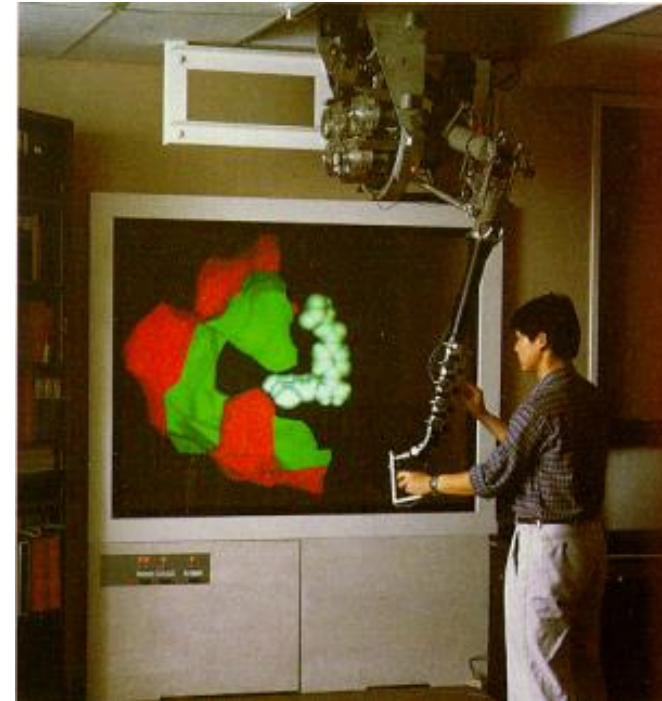
1967 : 1^{er} retour d'effort 2D (*haptique*) ensuite appliqué en 6D à la simulation (Frederick Brooks)



GROPE I (1967)



GROPE II (1976)



GROPE III (1986)

[Brooks Jr, F. P., Ouh-Young, M., Batter, J. J., & Jerome Kilpatrick, P. (1990, September). Project GROPE Haptic displays for scientific visualization. In ACM SIGGraph computer graphics (Vol. 24, No. 4, pp. 177-185). ACM.]

80's : Virtual Reality

Introduction du terme "Virtual Reality"
(Jaron Lanier, VPL)

Projet VIEW
(NASA, Scott Fisher)

Casque de visualisation LCD *EyePhone*

Environnement artificiel ou transmis à partir de caméras
distantes

Gant de données *DataGlove* (VPL) +
avatar de main

DataSuit

Audio 3D *Convolvotron*



80-90's : Science Fiction

« Cyberespace » (William Gibson, *Neuromancer*, 1984)

« Métavers »

Inventé par Neal Stephenson dans *Snow Crash* (1992, *Le samouraï virtuel*)

"méta" = transcendant + "vers" = univers

Monde virtuel dans lequel évolue le héros



90's : Tentatives grand public

Tentatives de RV grand public



Nintendo PowerGlove (1989)



Nintendo Virtual Boy (1995)



Virtuality Inc. (1991)



Sega VR (1991)

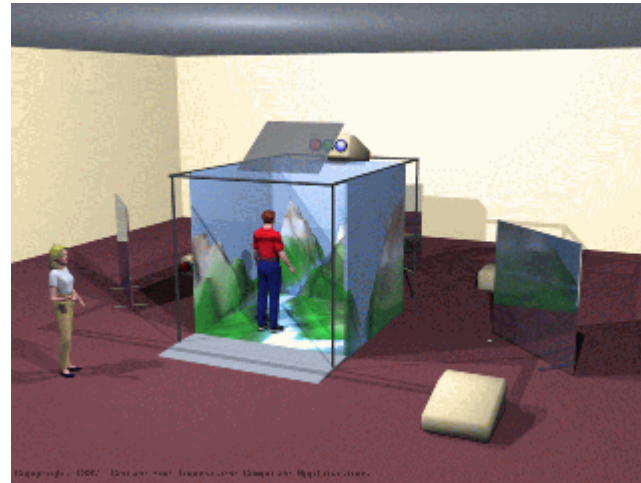
90's : CAVE

Cave Automatic Virtual Environment (1991, Univ. Illinois, Cruz-Neira, Sandin et DeFanti)

4 faces

Stéréoscopie active

Point de vue adapté

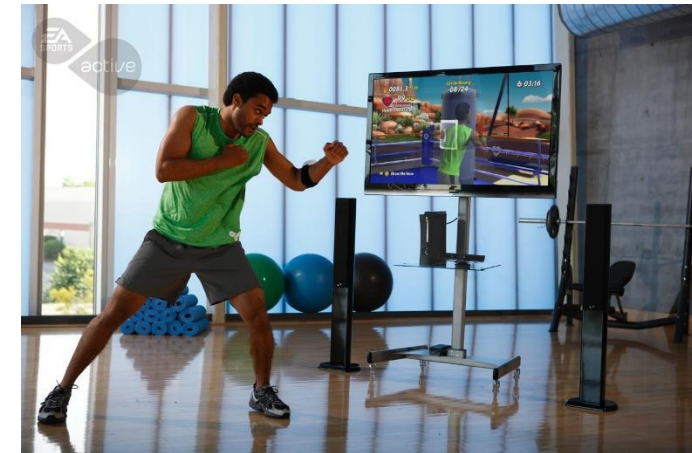


2000's : Jeux Vidéo

Interfaces gestuelles innovantes

2006 : Nintendo Wii

2010 : Microsoft Kinect, Playstation Move



2010's

2009 : Essor du cinéma relief et début des TV 3d (*Avatar*)

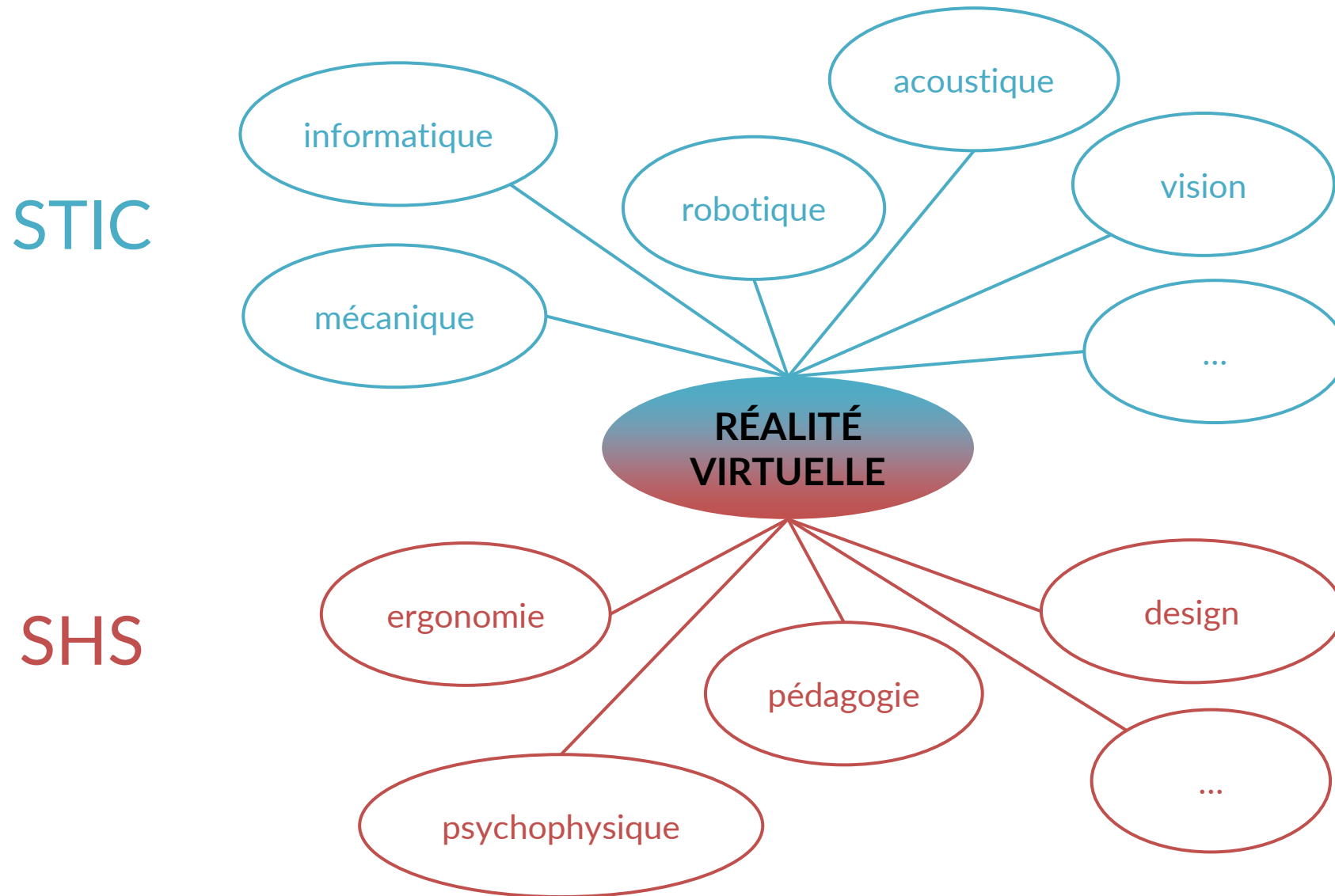
2011 : *Ready Player One* (Ernest Cline)

2013 : 1er HMD « grand public » (Oculus Rift DK1)



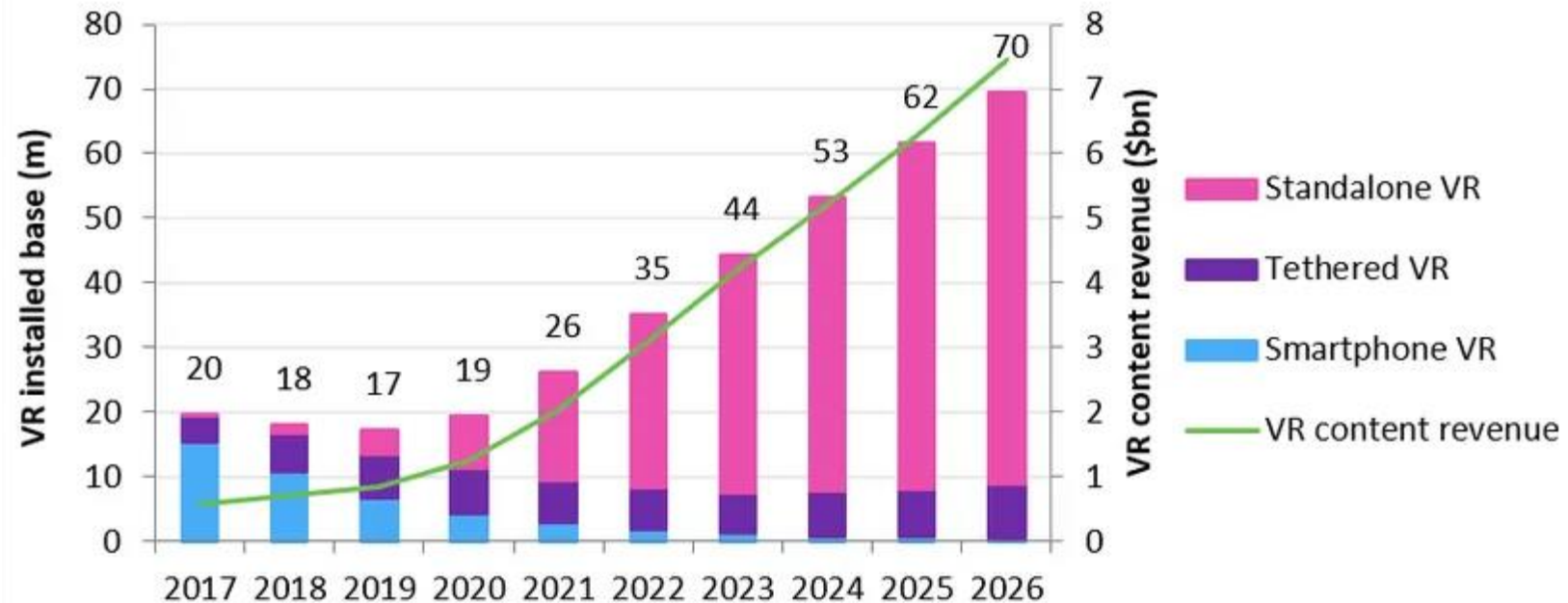
[Rétrospective 2010-2020](#) par A. Bouchet (Clarté)

Domaines impliqués



La RV en quelques chiffres

Consumer VR headset active installed base and content revenue, 2017-2026



Source: Omdia

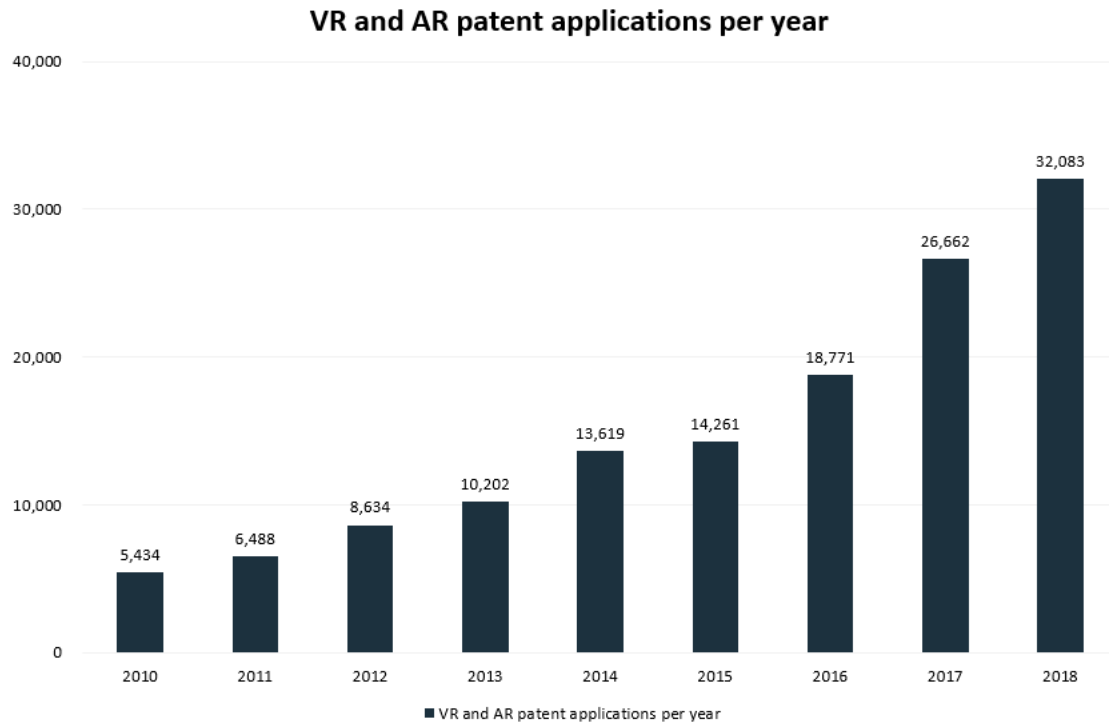
© 2021 Omdia

Acquisition Facebook Oculus (2014) : \$2 Md\$

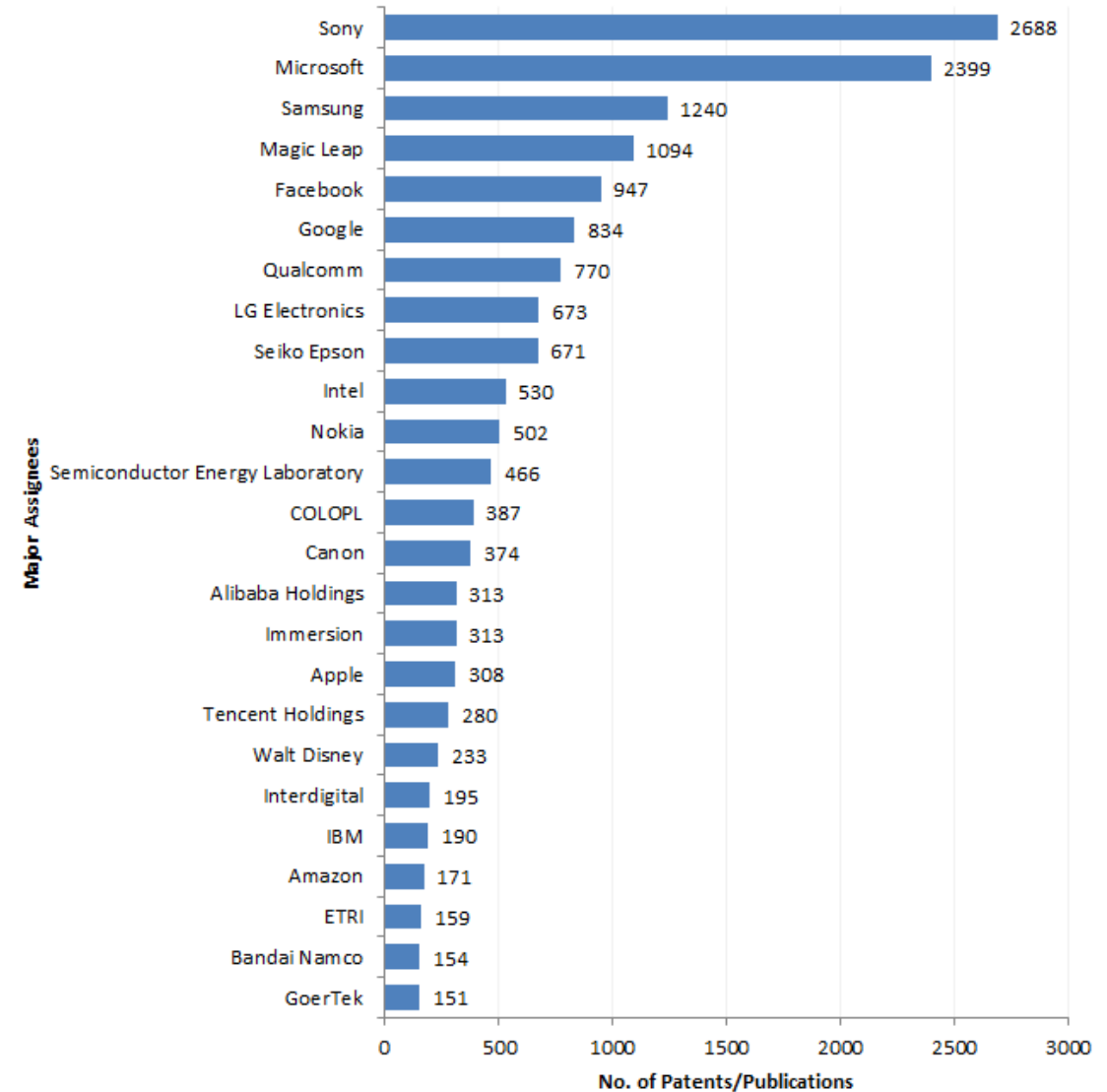
Investissements Meta Reality Lab (2021) ~ 10 Md\$

La RV en quelques chiffres

Brevets



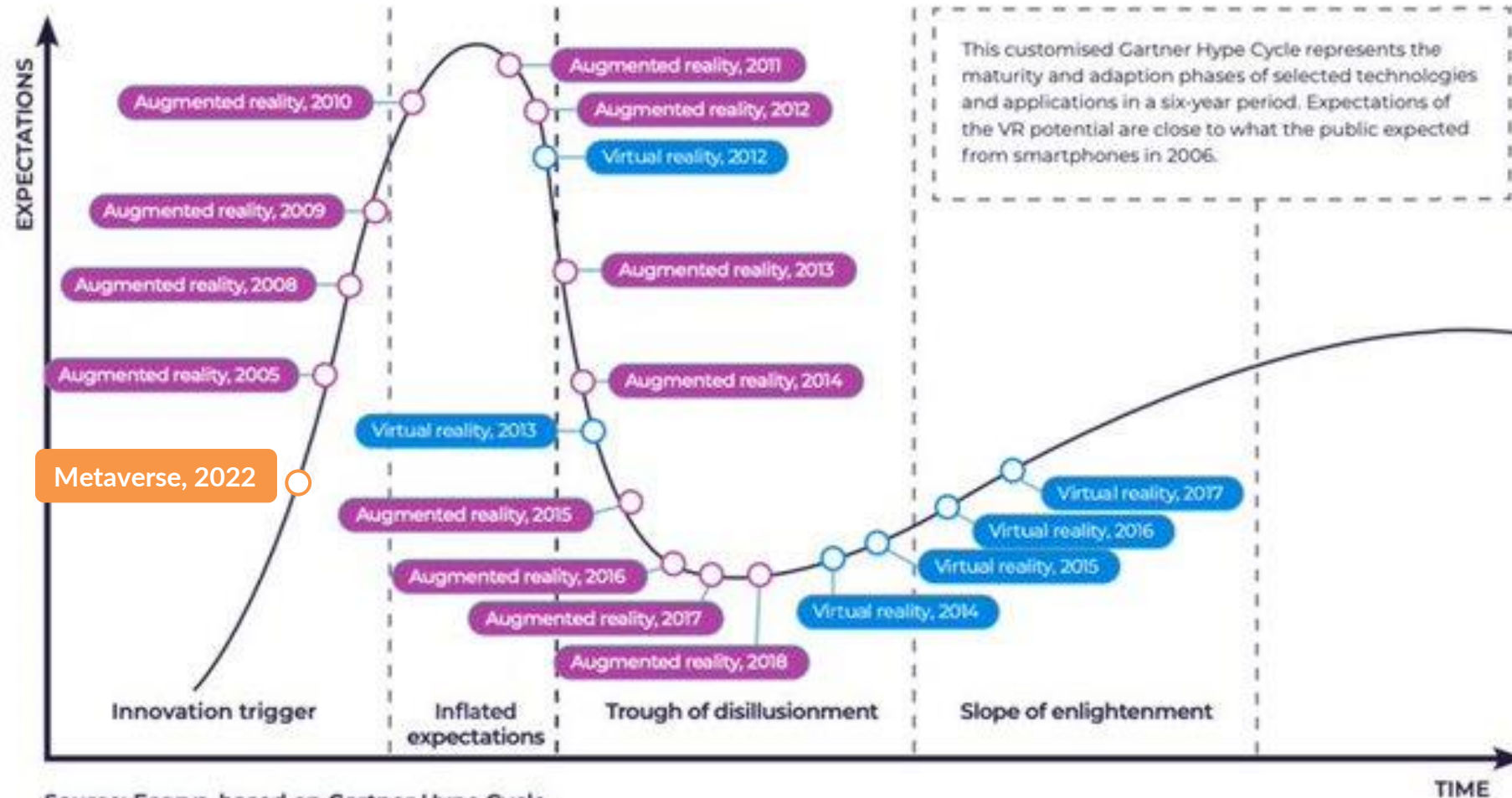
Source : IPlytics



Top assignees based on their worldwide patents/applications related to AR/VR in gaming (Maxval, 2020)

Hype Cycle for Emerging Technologies (Gartner)

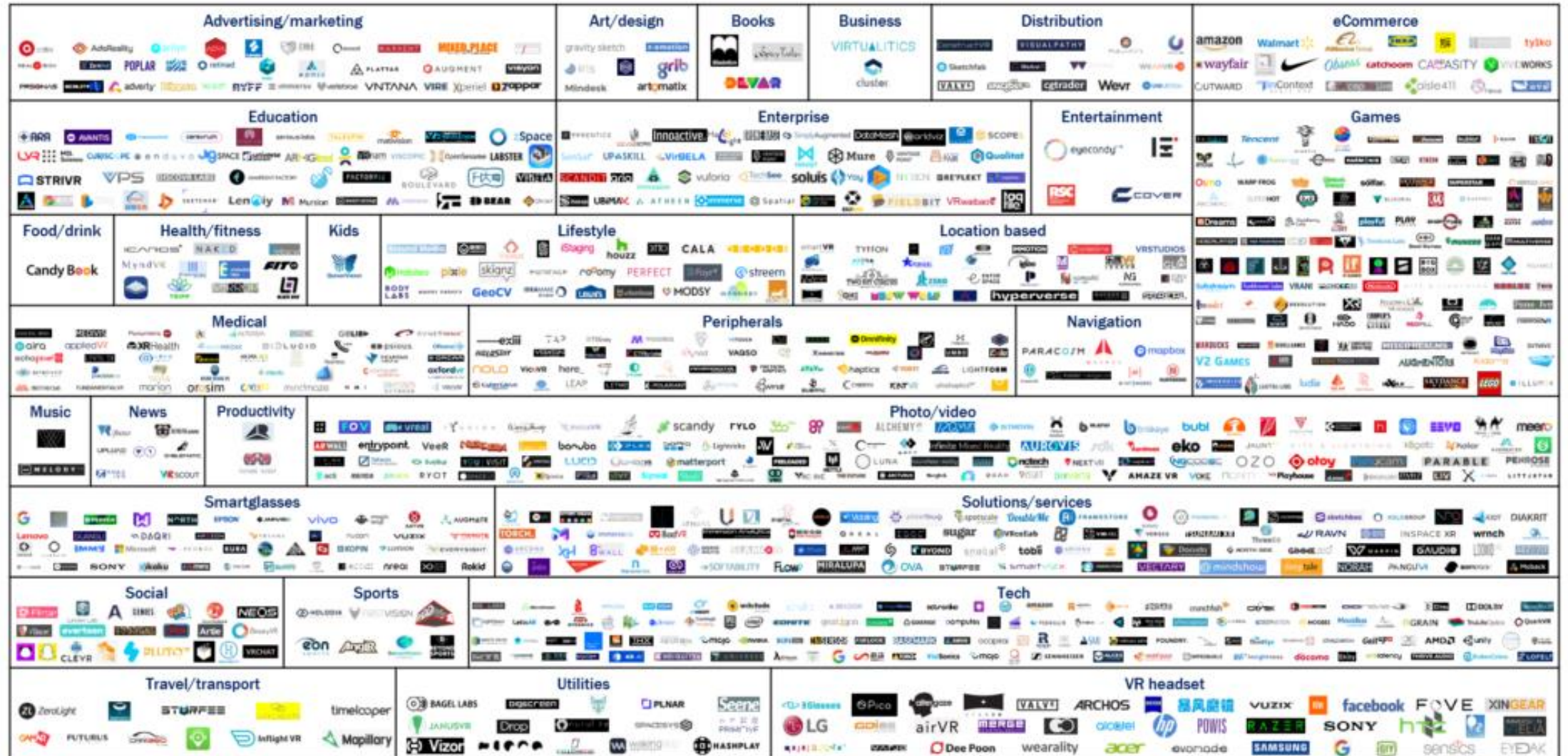
Gartner Hype Cycle for VR and AR



Acteurs économiques

AR/VR Leaders*

* selected AR/VR companies that have raised funding or generated significant revenue, plus selected corporates (June 2019)



DÉFINITIONS

focus¹, pl. **foci, focuses** [**'foukəs**, **'fousai**, **'foukəsiz**] n. **1. Mth: Opt: etc:** foyer m (de lentille, etc.); **Opt: depth of f.,** (i) profondeur f de foyer; (ii) profondeur de champ; **in f.,** (i) (of image) au point; (ii) (of instrument) réglé; **out of f.,** (i) (of image) pas au point; (ii) (of instrument) non réglé, déréglé; (iii) (of headlamp bulb, etc.) mal réglé; **to bring sth. into focus** régler, régler; **to bring sth. into focus** régler; **to bring sth. into focus** régler; **to bring sth. into focus** régler.

Définitions littérales



Virtuel, elle [Larousse]

du latin *virtus* : force

« Qui n'est qu'en puissance : potentiel, possible »



Virtual [Dict. Oxford Hachette]

« Quasiment, pratiquement, presque, de fait »

Virtual Reality [Jaron Lanier, 1980]

Littéralement : « qui fait office de réalité »

≠ Réalité Virtuelle

Définition technique

« La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des **interfaces** en vue de simuler dans un **environnement virtuel** le comportement d'entités 3D, qui sont en **interaction** en **temps réel** entre elles et avec un ou des utilisateurs en **immersion** pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs. »

[Traité de la RV, 2005]

Environnement virtuel (EV)

Monde artificiel composé d'un ensemble d'objets 3d créés numériquement et pouvant être

[Fuchs, 1996] :

- Une copie du réel

- Une simulation de certains aspects du réel

- Une représentation symbolique

- Imaginaire

Cas particulier : Réalité Mixte

- Associer environnement réel et environnement virtuel

- Réalité Augmentée, Virtualité Augmentée...

Interaction avec l'utilisateur

Principe fondamental de la RV :

L'humain **perçoit et agit** physiquement dans et sur l'EV

L'EV **réagit** à ces actions et en **informe** l'humain

2 composantes :

Interfaces Homme-Machine physiques

Techniques d'interactions logicielles

≠ animation / simulation graphique :

Les entités 3D interagissent uniquement entre elles, sans interaction humaine (ex : images de synthèse, film...)

Certaines technologies communes mais 2 domaines différents



**NE PAS
CONFONDRE
INTERFACE ET
INTERACTION**

Interfaces Homme-Machine

Couplage physique entre l'humain et le système

Interfaces **sensorielles**

Informent l'utilisateur de l'évolution du monde virtuel, par l'intermédiaire de ses sens

Interfaces **motrices** / interfaces de **commande**

Informent le système des actions de l'homme sur le monde virtuel

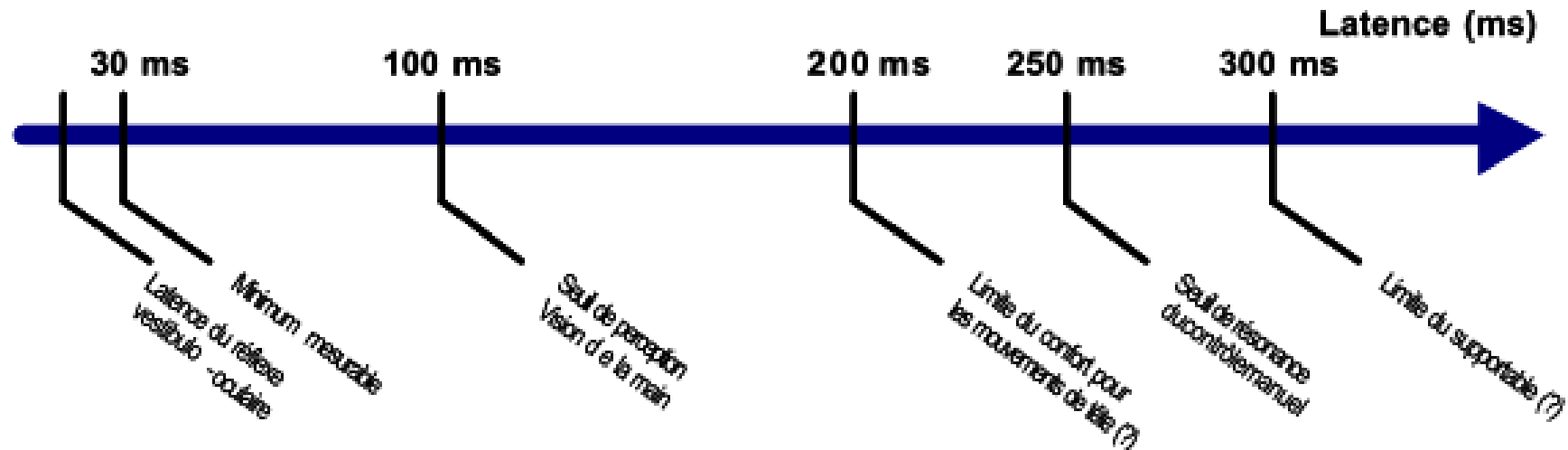
Interfaces **sensori-motrices**

Défi principal : faire correspondre la technologie aux capacités humaines

Temps réel et latence

Interaction doit être en temps réel = pas de décalage temporel (latence) perçu entre l'action sur l'EV et la réponse sensorielle de ce dernier

Au minimum « en temps interactif » : latence compatible avec l'interaction (fluidité)



[B. Arnaldi, IRISA]

Temps réel et latence

Causes de latences

Contenu de l'environnement virtuel : calculs...

Distance, réseau...

Temps de réponse des interfaces

Conséquences

Inconfort, nausées, tâche impossible, inutilisabilité

Dépendent beaucoup des utilisateurs

Solutions

Augmenter la puissance de calcul et la vitesse de transmission des données

Améliorer les algo et la répartition des calculs, optimiser l'environnement virtuel

Entraîner l'utilisateur, prédire son comportement



Immersion

« Etat psychologique où le sujet cesse de se rendre compte de son propre état physique. Il est fréquemment accompagné d'une intense concentration, d'une notion perturbée du temps et de la réalité. » (Wikipédia)

Terme largement répandu dans le milieu de l'informatique, des jeux vidéo, du cinéma, voire d'autres activités (lecture...)

Immersion physique != psychologique

Immersion en RV

Niveau objectif et mesurable de **fidélité sensorielle** qu'un système de RV fournit

Interfaces et technologies de rendu proches des capacités humaines

Interactions multisensorielles : visuel, auditif, haptique (tactile + kinesthésique), odorat, goût, vestibulaire

Interactions les plus naturelles possibles : schèmes, temps réel, pas d'apprentissage...

Occultation de l'environnement réel

Comparaison possible entre les systèmes

[M. Slater, A Note on Presence Terminology, Presence-Connect, Jan. 2003]

Présence

Réponse psychologique subjective d'un utilisateur à une expérience de RV
Conséquence de l'immersion

3 Illusions :

Place Illusion Illusion d'être à l'endroit affiché

Plausibility Illusion Illusion que les événements virtuels sont réels

Embodiement Illusion Illusion que l'avatar virtuel est son propre corps



[Johnny English 3, 2018]

Individuelle et dépendante du contexte

Différents utilisateurs ont différents niveaux de présence avec le même système

Un seul utilisateur peut rencontrer différents niveaux de présence avec le même système selon le contexte

Immersion pseudo-naturelle

L'immersion ne peut être totalement naturelle dans un EV car nous avons appris à agir « naturellement » dans un monde réel et non virtuel. Des **biais sensori-moteurs** sont créés, d'où le terme « pseudo »

Dans l'EV nous **ré-exploitions un comportement acquis dans le monde réel** -> les **schèmes**

Schémes comportementaux

Comportement "naturel" dans le monde réel = inconsciemment et sans grand effort mental

Notion de **schémes** [Piaget 1979] :

Organisation mentale des actions pour des **classes de situations**

Se transfèrent, se reproduisent ou se généralisent lors de la répétition de ces actions en des circonstances analogues

Inconscients

Exemple : préhension d'un objet

Canevas général reproduit dans des conditions différentes (distance, poids...)

Donne lieu à des réalisations variées caractérisées par des paramètres sensori-moteurs (ouverture de la main, tension du bras...)

Schémes comportementaux

.Transposition et adaptation des schèmes du monde réel dans l'environnement virtuel

Efforts cognitifs : dispositif matériel, incohérences...

Exemple : préhension d'un objet en RV

.Réutilisation du schème naturel

.Dépendant de l'interface : gant de donnée, traqueur 6dof...

.Biais sensori-moteurs : regard vers l'écran, main non fermée, pas de poids de l'objet...

Définitions connexes

IHM (Interactions Humains-Machines)

Domaine d'étude de tous les aspects de l'interaction entre les personnes et les technologies interactives, notamment les processus de communication.

HCI (Human Computer Interactions), CHI...

I3D (Interactions 3D)

IHM dans laquelle les tâches de l'utilisateur sont dans un contexte spatial 3D réel ou virtuel.

3DI (3D Interaction), 3DUI

Définitions connexes

Interface Utilisateur

Support par lequel la communication entre les utilisateurs et les ordinateurs a lieu.

Traduit les actions et l'état d'un utilisateur en une représentation que l'ordinateur peut comprendre et sur laquelle il peut agir (entrées)

Réciproquement de l'ordinateur vers l'humain (sorties)

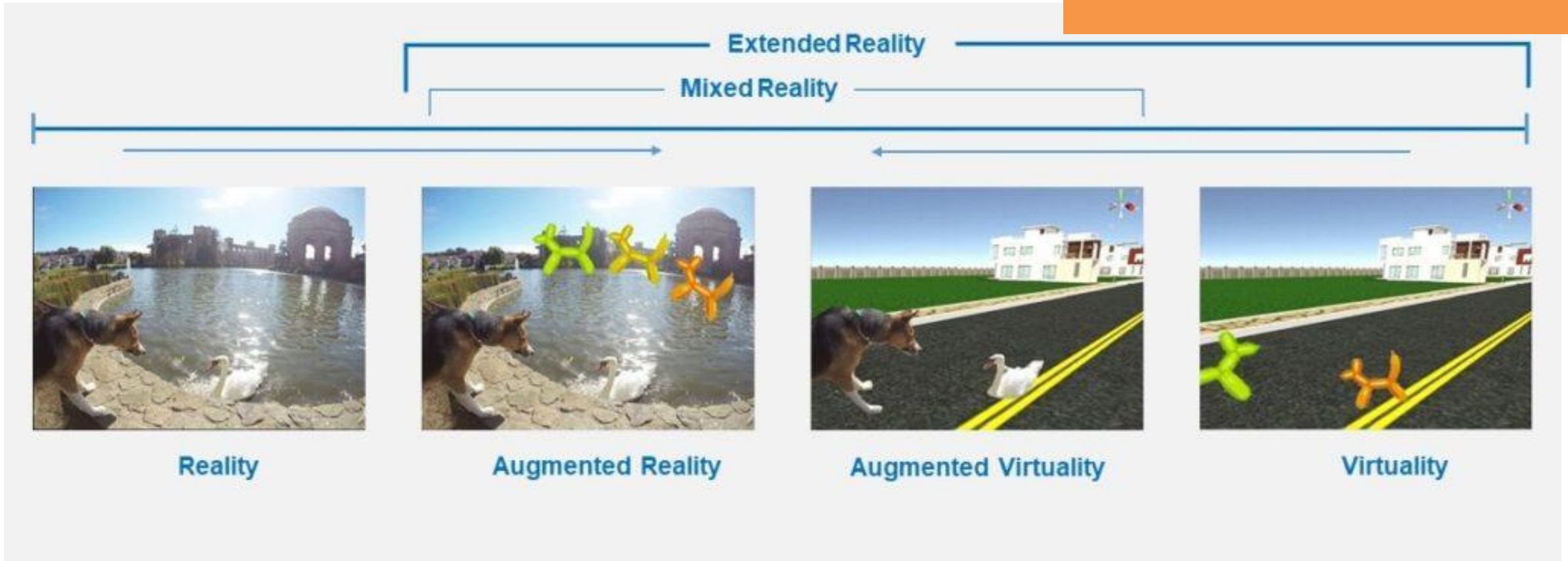
UI (User Interface)

UX (Expérience Utilisateur)

Concept vaste, englobant l'ensemble de la relation de l'utilisateur avec un artefact : facilité d'utilisation, utilité, facteurs émotionnels (plaisir, joie, fierté d'être propriétaire, élégance perçue de la conception...)

Continuum Réel-Virtuel

Attention au marketing !
(AR vs MR, spatial computing...)



Sources : XR4ALL.eu et

P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, and F. Kishino, "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum", Proc. SPIE vol. 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies, pp. 2351-34, 1994.

Métavers

« Un réseau d'environnements virtuels toujours actifs dans lequel de nombreuses personnes peuvent interagir entre elles et avec des objets numériques par l'intermédiaire d'avatars d'elles-mêmes. » ([source](#))

Passé de concept de SF (1992) à potentiel successeur de l'internet actuel

Vision que des entreprises veulent faire le cadre de futures activités en ligne

ex. travail, jeu, études, shopping

Des expériences actuelles comme Fortnite, Roblox, [VRChat](#), [AltspaceVR](#) ou [Immersed](#), [Nvidia Omniverse](#) en sont un aperçu pas encore connecté

Composants clés

Présence

Interopérabilité

Normalisation

Piliers technologiques

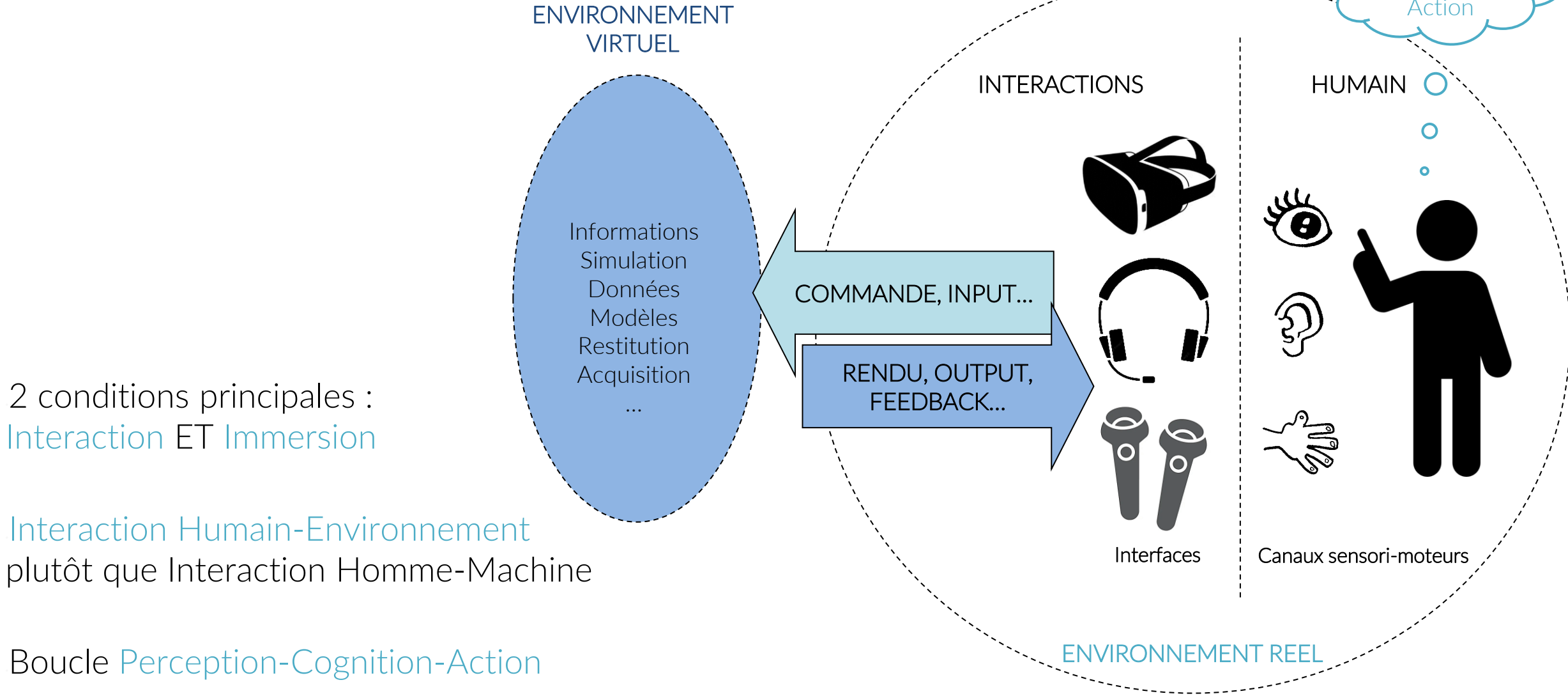
XR

Blockchain

Cloud/5G

IA

Synthèse / Vocabulaire



2 conditions principales :
Interaction ET Immersion

Interaction Humain-Environnement
plutôt que Interaction Homme-Machine

Boucle Perception-Cognition-Action