Réalité Virtuelle et Interactions

Introduction à la Réalité Virtuelle

Année 2020 - 2021 / App5 Info à Polytech Paris-Saclay

Arthur Fages (fages@lri.fr)

Sur la base d'un cours de Cédric Fleury (cedric.fleury@lri.fr)

Plan

Introduction

Définition théorique

Historique

Applications

Futur de la RV

Plan

Introduction

Définition théorique

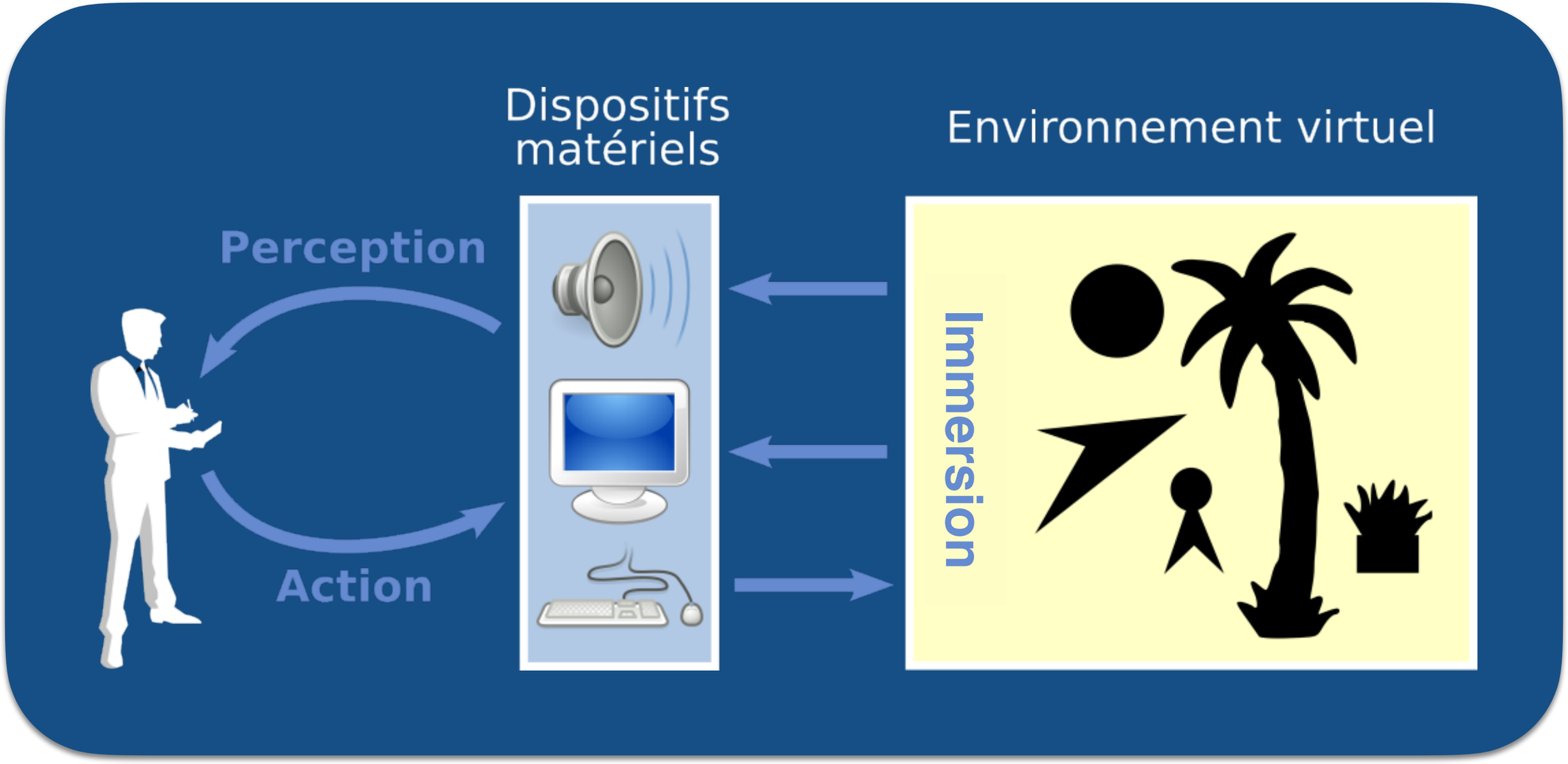
Historique

Applications

Futur de la RV

Qu'est ce que la réalité virtuelle ?

La Réalité Virtuelle



Qu'est ce que la réalité augmentée

?

La réalité augmentée

Informations virtuelles combinées avec le monde réel

L’utilisateur n’est pas isolé du monde réel

L’utilisateur perçoit des informations simulées par l’ordinateur

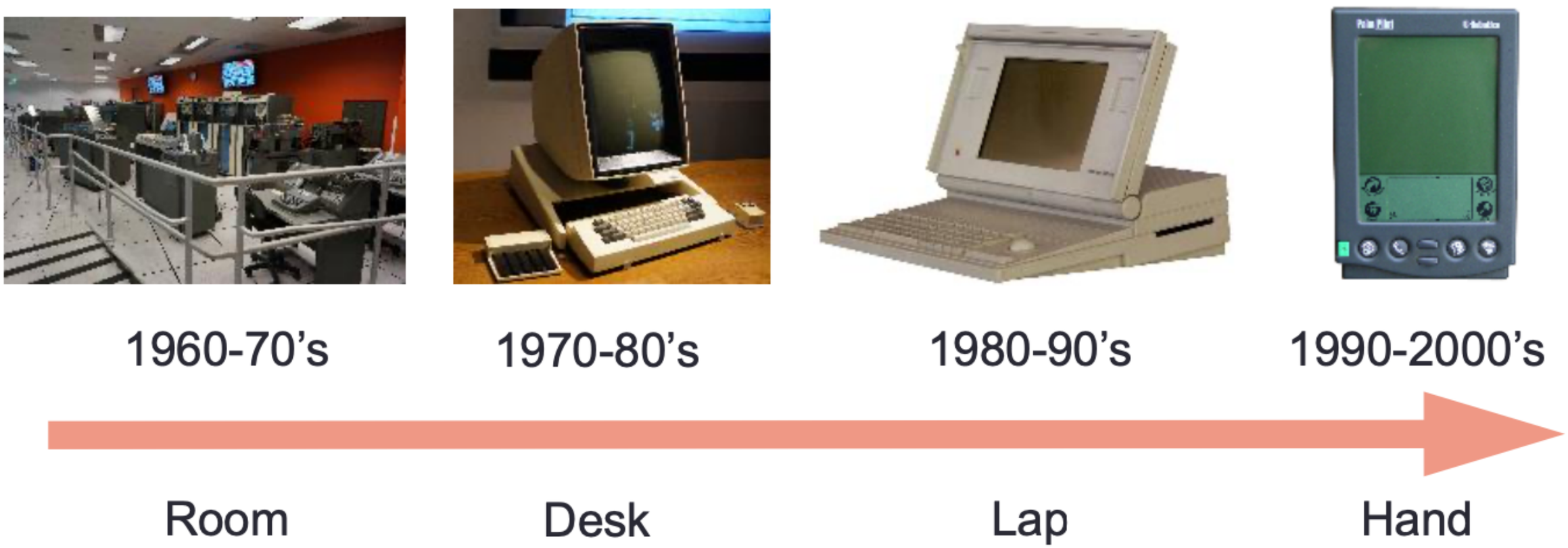
ÉVOLUTION DE L’INFORMATIQUE

IBM 1401 (1960’s)

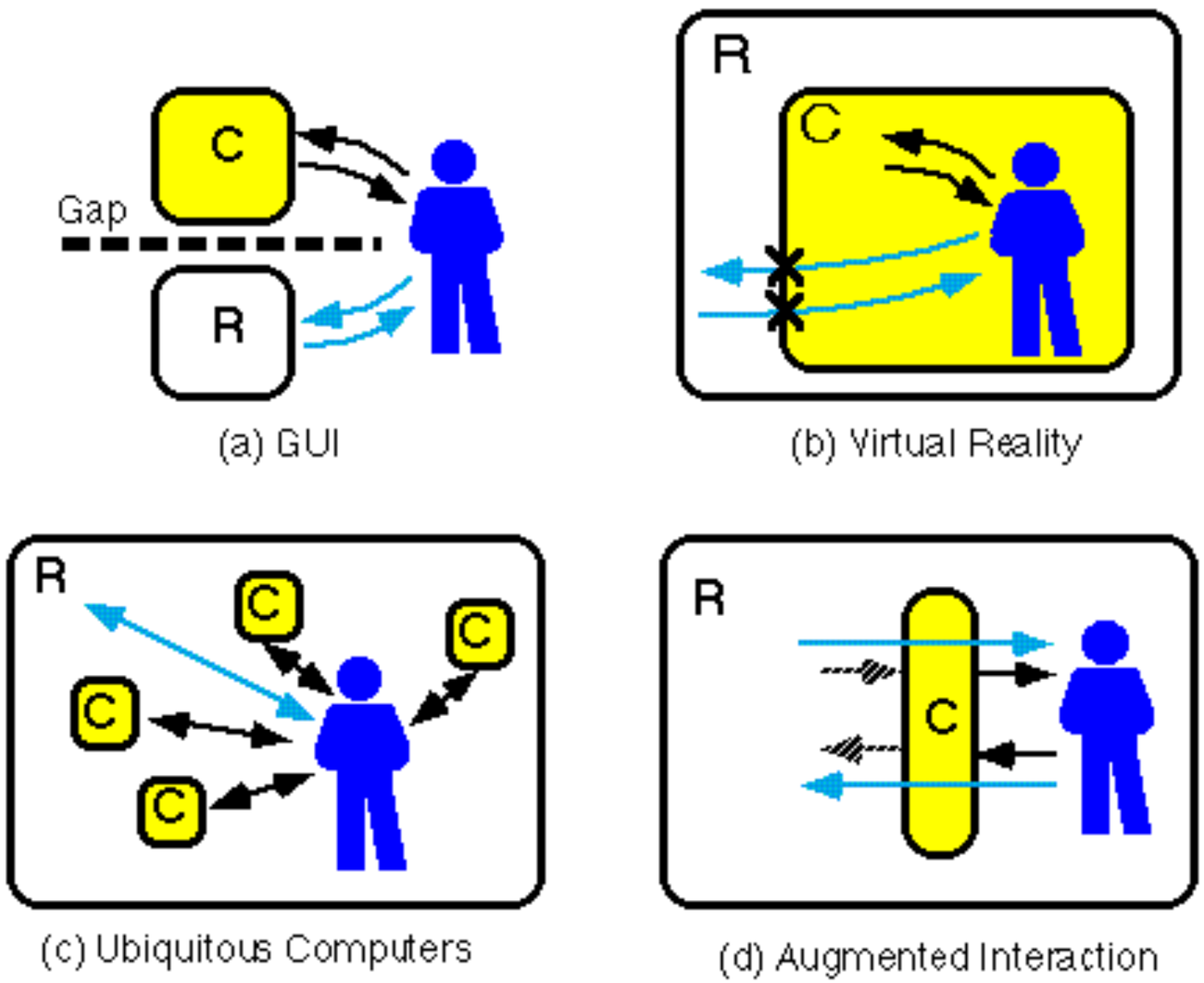
- La moitié des ordinateurs du monde à l’époque
- Interface à base de cartes perforées

ÉVOLUTION DE L'INFORMATIQUE

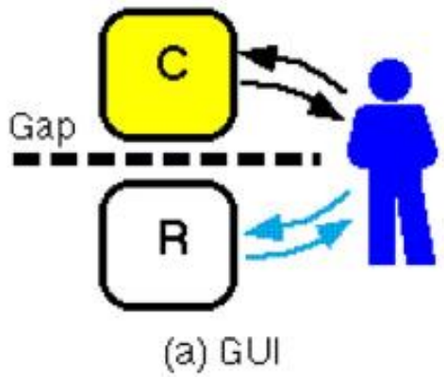
Miniaturisation de l'ordinateur



Les ordinateurs invisibles



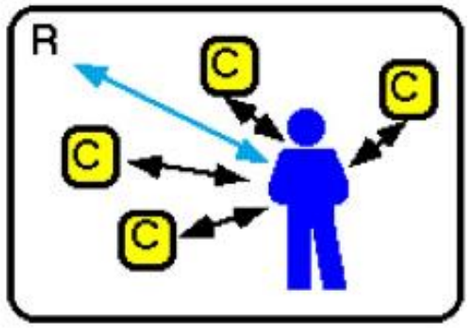
Rekimoto, J. and Nagao, K. 1995. The world through the computer: computer augmented interaction with real world environments. In *Proceedings of the 8th Annual ACM Symposium on User interface and Software Technology. UIST '95*. ACM, New York, NY, 29-36.



Interface graphique

Séparation entre les objets réels et le monde digital

Métaphore du WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointers)

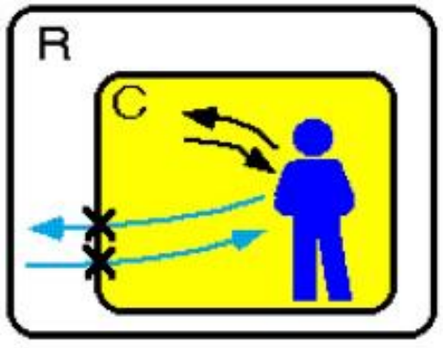


(c) Ubiquitous Computers

Informatique ubiquitaire

Ordinateur embarqué et intégré dans le monde réel

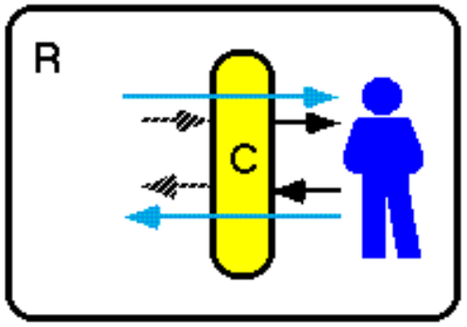
Objets connectés, capteurs, IoT, etc..



(b) Virtual Reality

Réalité virtuelle

Immersion dans un monde simulé par ordinateur



(d) Augmented Interaction

Réalité augmentée

Ordinateur = médium entre utilisateur et monde réel

Plan

Introduction

Définition théorique

Historique

Applications

Futur de la RV

Définition générale

Définition du « traité de la réalité virtuelle »
B. Arnaldi, P. Fuchs et J. Tisseau

« *La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde 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 réalité virtuelle (gratuit pour les étudiants en pdf)

http://www.af-rv.fr/telecharger-le-traite-de-la-realite-virtuelle/

Définition de l'immersion

Immersion

« état (perceptif, mental, émotionnel) d'un sujet lorsque un ou plusieurs sens sont isolés du monde extérieurs et sont alimentés uniquement par des informations issues de l'ordinateur. »

Virtual Reality : through the new looking glass, 1994
Pimentel et Teixeira

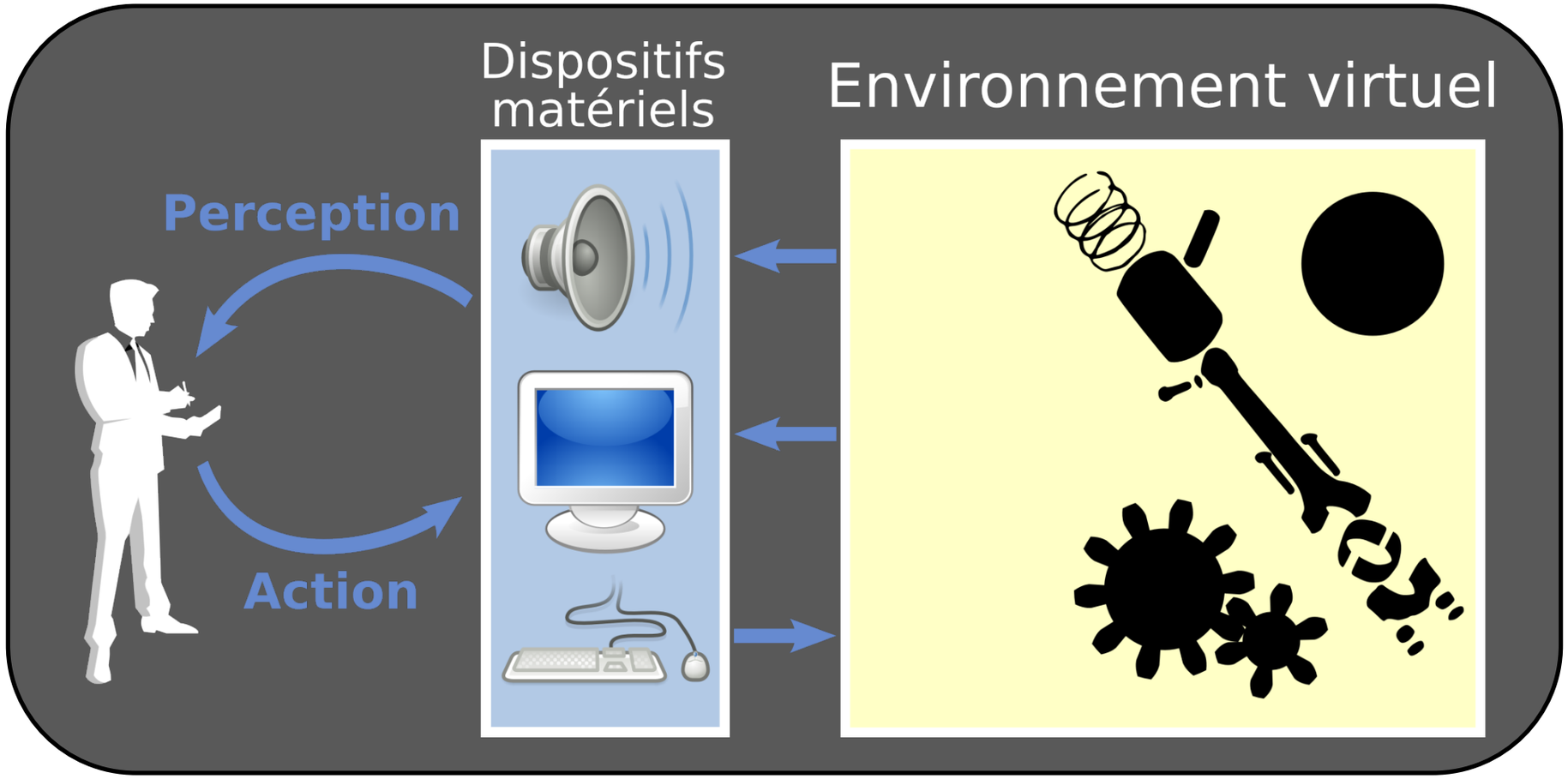
⇒ **inclus aussi l'immersion émotionnel**

Immersion

« This is so real »

Les domaines de la RV

Une application de RV est constitué



Utilisateur(s)

Dispositifs matériels

Calculateur(s)

Différentes approches

Utilisateur(s)

Approche centrée utilisateur

Psychologique, cognition, sociologie

Dispositifs matériels

Approche autour des périphériques

Robotique, mécanique, optiques, etc.

Calculateur(s)

Approche informatique

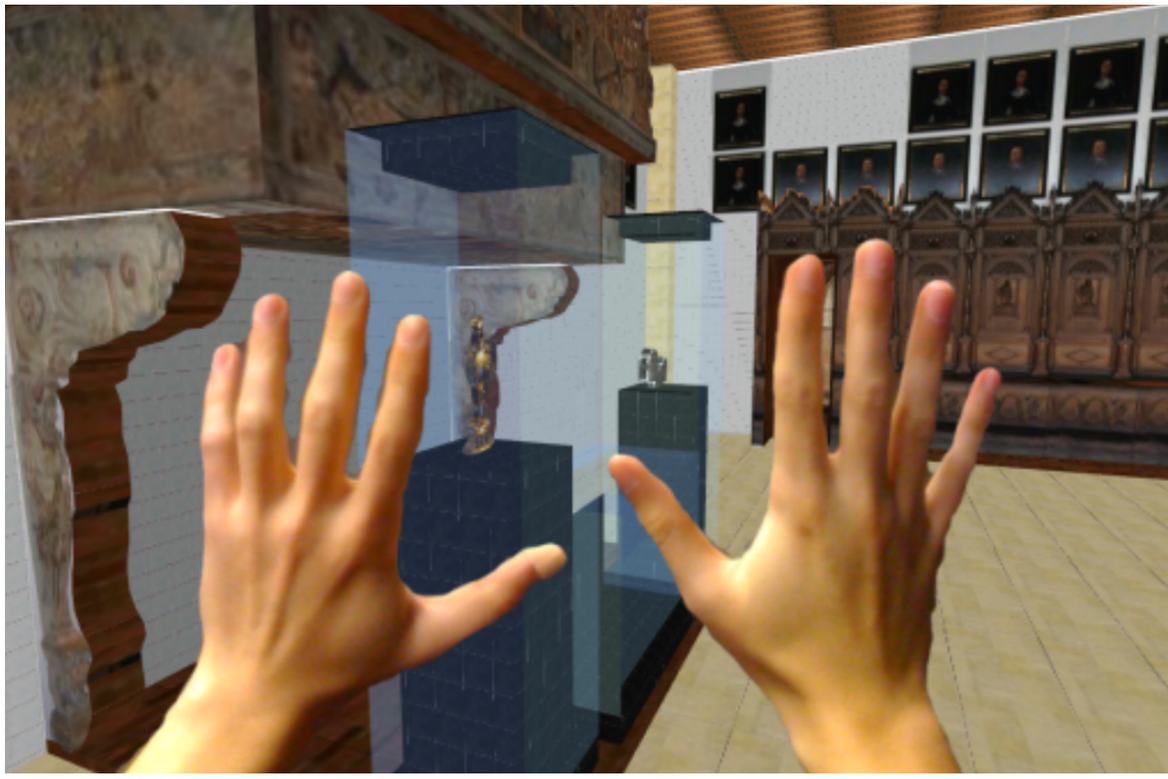
Algorithmique, graphique, intelligence artificielle, conception logicielle

Réalité augmentée

Combinaison d'une scène réelle observée par un utilisateur et d'une scène simulée par ordinateur afin d'augmenter la scène réelle avec des informations virtuelles

Quelle est la frontière entre la réalité virtuelle et la réalité augmentée ?

RV ou RA ?



Réalité mixte

Frontière floue entre réel et virtuel

Virtualité augmentée *(augmented virtuality)*

Intégration d'éléments issues du monde réel dans un environnement virtuel

Ex: flux vidéo, objets réels, position réel de l'utilisateur, etc.

Continuum de Milgram

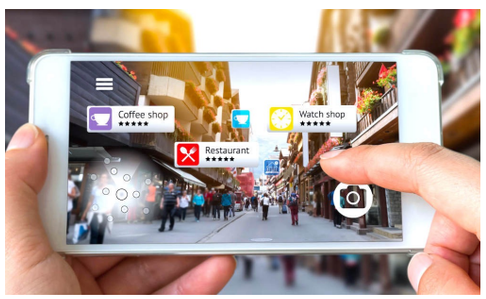
MIXED REALITY (MR)

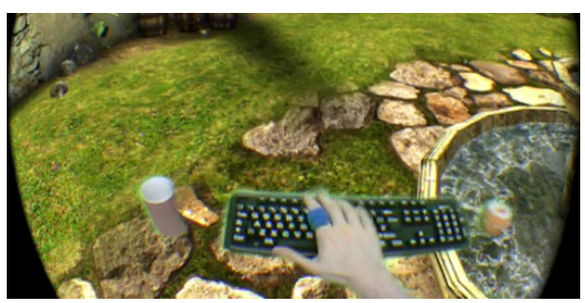
REAL ENVIRONMENT

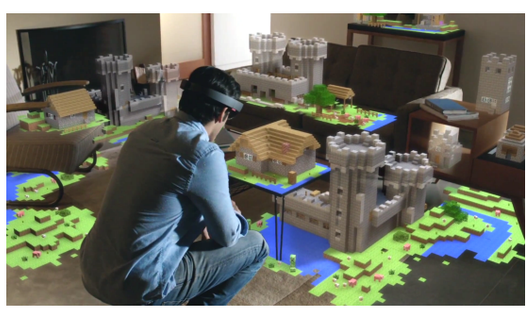
AUGMENTED REALITY (AR)

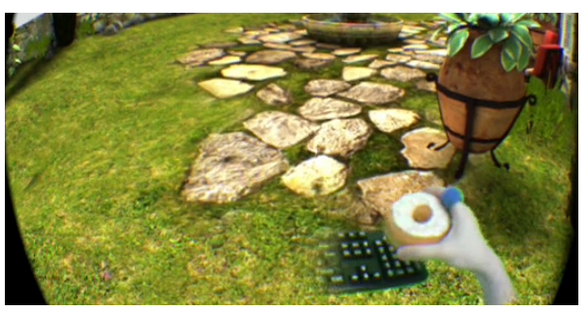
AUGMENTED VIRTUALITY (AV)

VIRTUAL ENVIRONMENT









Réalité virtuelle

Plan

Introduction

Définition théorique

Historique

Applications

Futur de la RV

A QUAND REMONTE LE DÉBUT DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE

?

Quels sont les ancêtres de la réalité virtuelle ?

When anything new comes along, everyone, like a child discovering the world thinks that they've invented it, but you scratch a little and you find a caveman scratching on a wall is creating virtual reality in a sense.

Morton Helig (Hammit 1993)

Fondements

L'histoire de la RV trouve son origine dans les premières tentatives de l'homme de reproduire le monde qui l'entoure

Stéréoscope

Wheatstone (1832)

Brewster (1860)

View-master (1939)

Cinéma 3D (1950-60's)

Projection 3D par polarization ou anaglyphe

Sensorama (1962)

Retours multi-sensoriels

Pas d’interactions

Expériences interactives

Premiers simulateurs (avant 1960's)

Simulateurs de vol, etc.

Premiers casques de RV (1960's)

Philco, Ivan Sutherland

Recherche universitaire et militaire (1970-1980's)

US Airforce, NASA, MIT, UNC

Première vague commerciale (1980-90's)

VPL, Virtual i-O, Division, Virtuality

VR Arcades, Virtual Boy

Simulateur de vol

1929 : simulateur société Link

Cockpit sur plateforme mobile

Guidé par les commandes

1940 : développement d’une industrie nouvelle

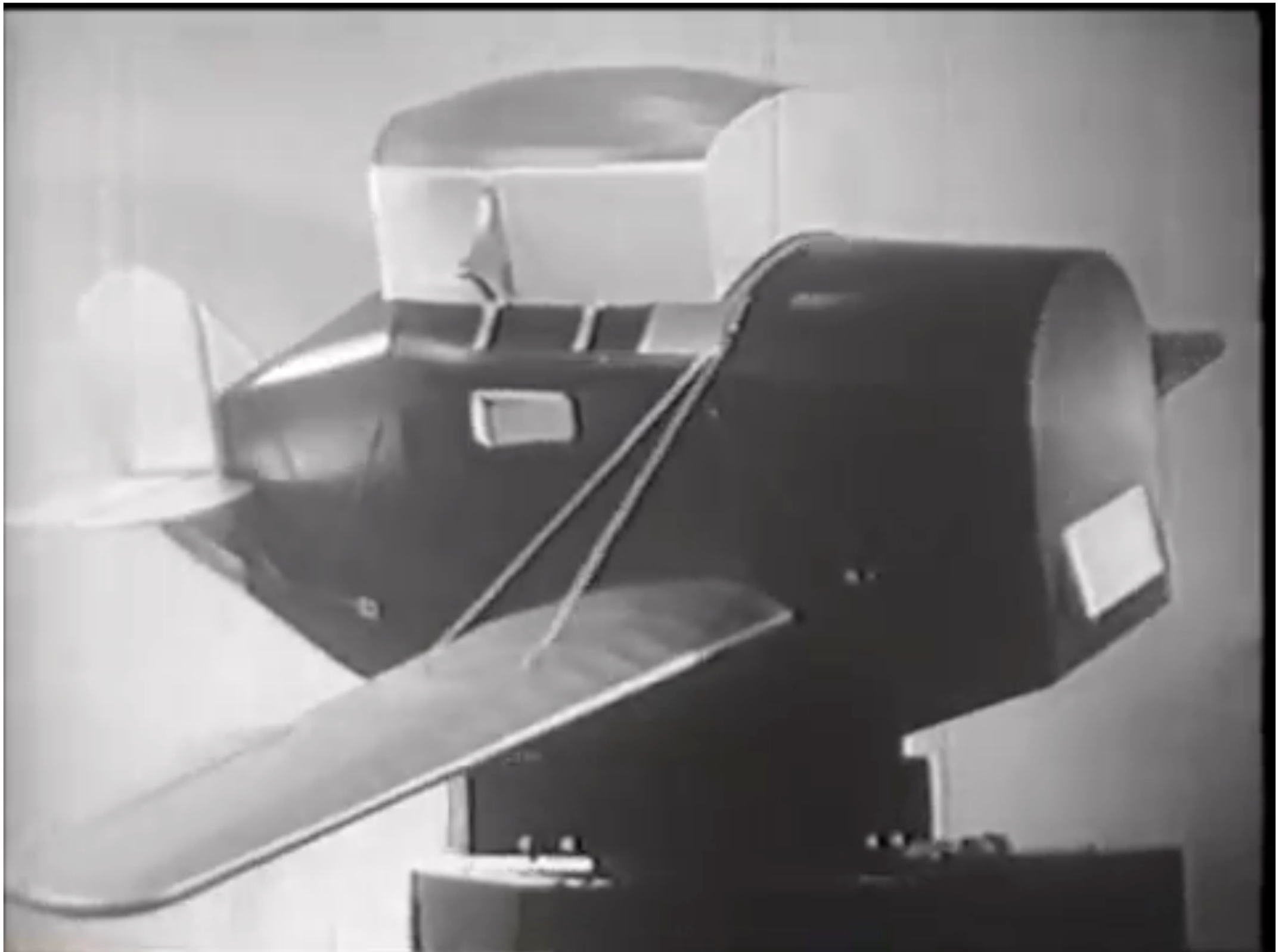
Avions, hélicoptères, chars, navires

Défaut : pas de retours visuels

50’s apparition des cameras vidéos

Cameras montées sur une plates-formes suspendues au dessus de maquettes et contrôlés par les commandes

Link Trainer (1940's)



Simulateur de vol

60’s : premières images générées par ordinateur

Modélisation 3D des scènes (aéroports)

1 position = 1 image (5 images/secondes ⇒ latence 1/20s)

Simulateur de vol - bilan

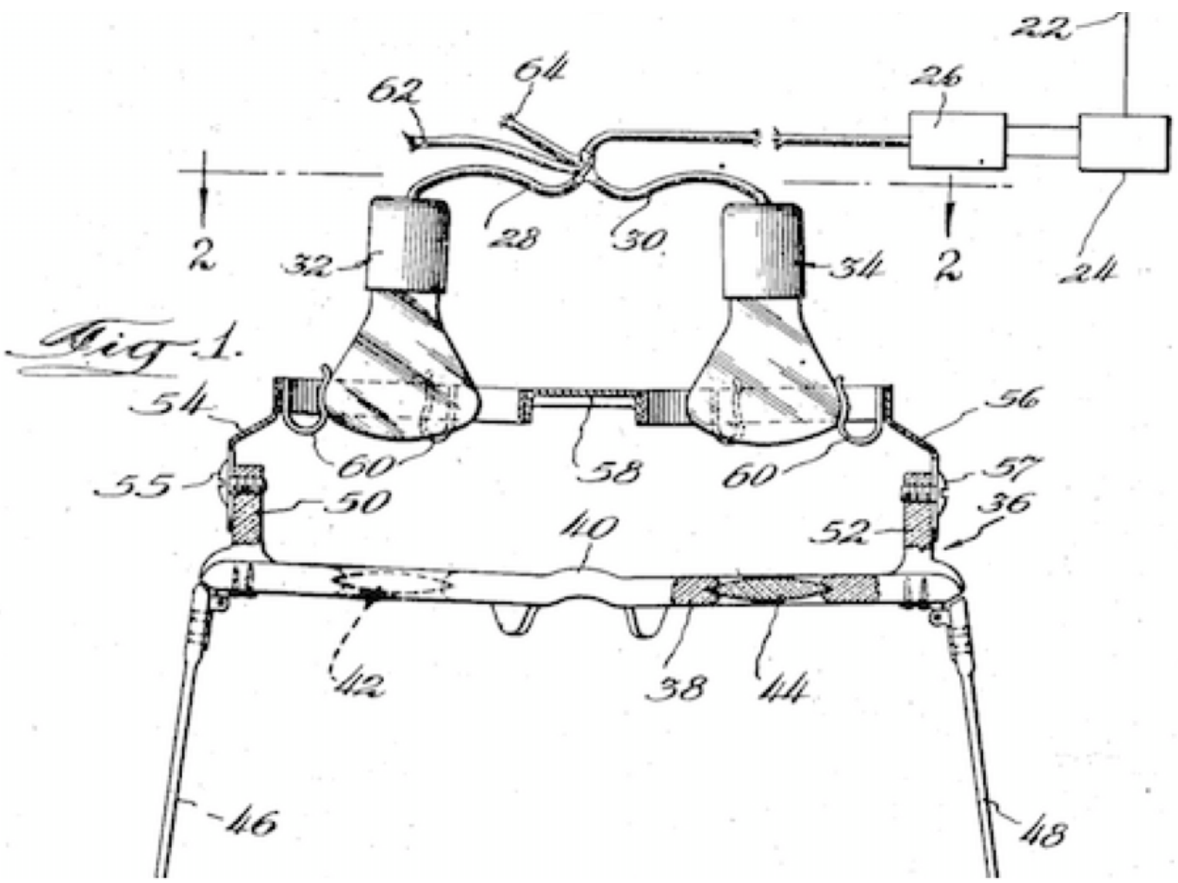
Très gros investissements financiers (Armée US)

Très gros progrès

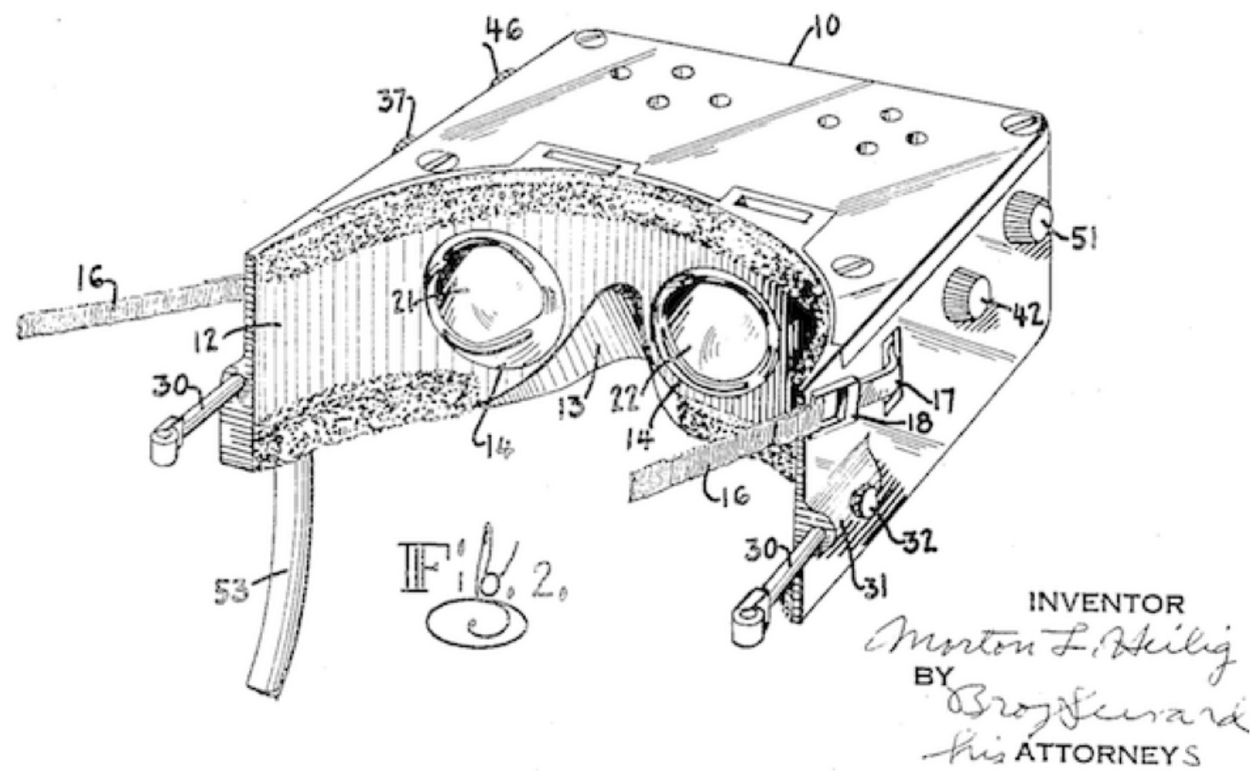
- Générateurs d’images temps réels
- Restitution de mouvements (plateformes mobiles)
- Modélisation d’environnements extérieurs

Casque de RV

Premiers Brevets



McCollum's Stereo TV HMD (1943)



Heilig's Multisensory HMD (1960)

Casque de RV

Premiers casques de RV

- 1961 : Philco Headsight
  - Tube cathodique
  - Images issues d’une caméra
  - Affichage monoscopique

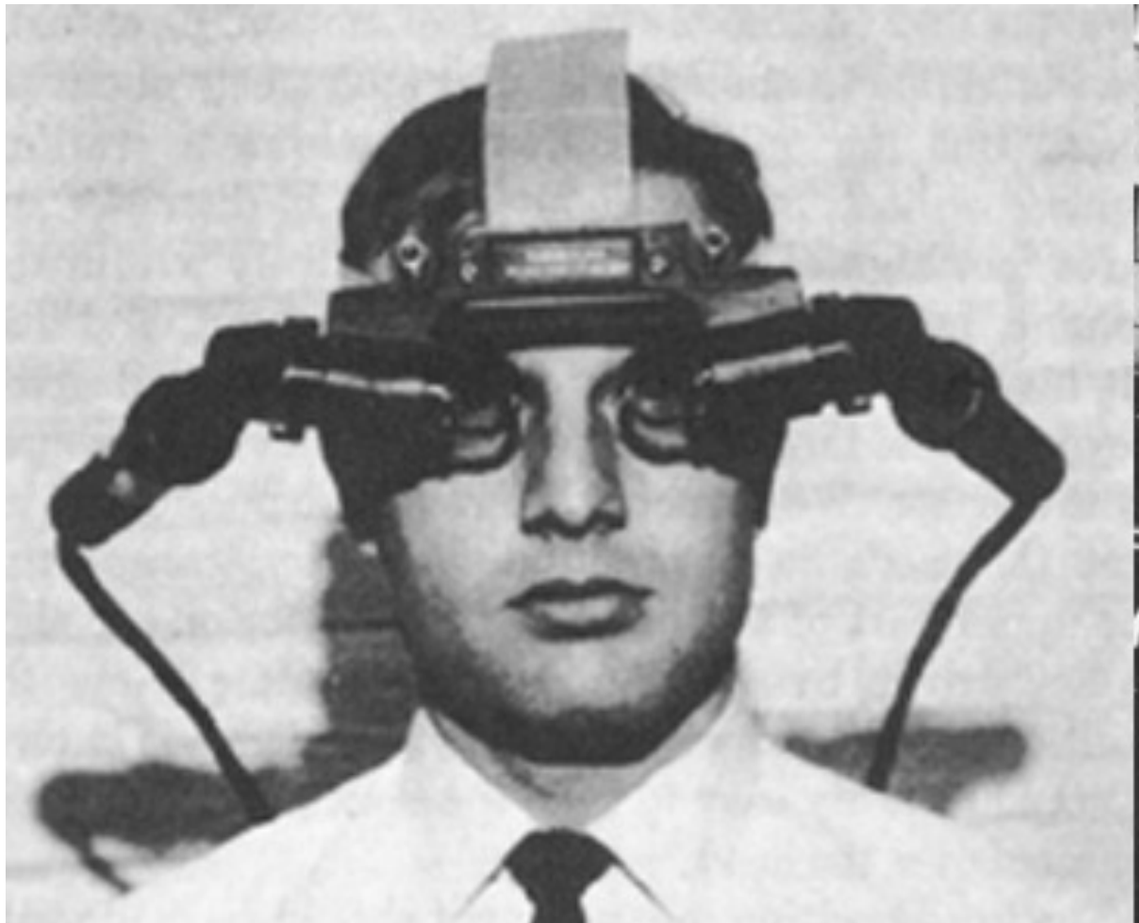
Casque de RV

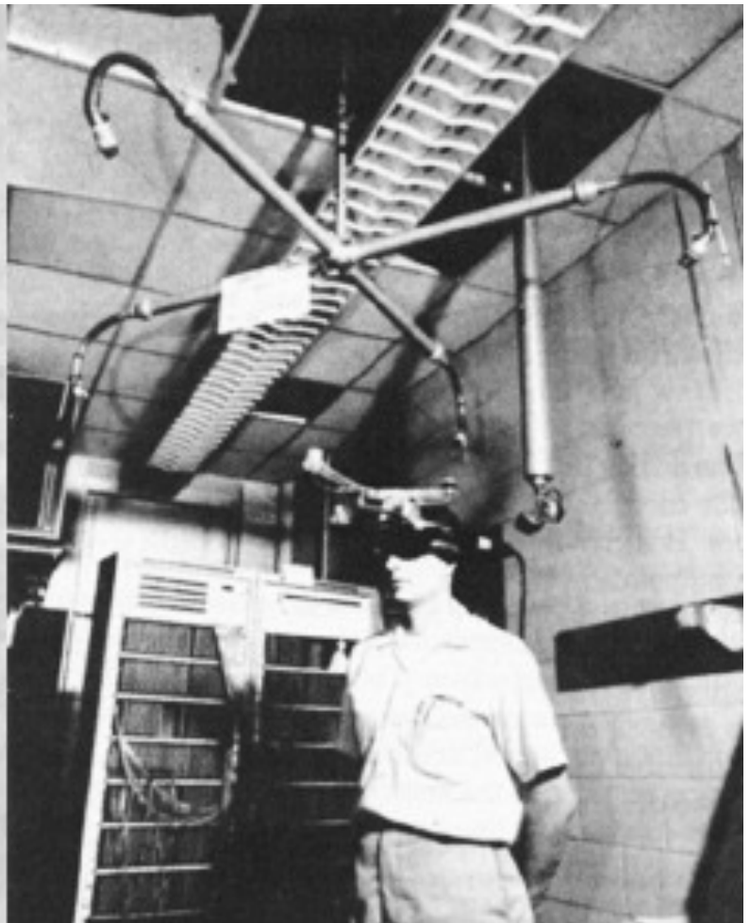
1966-68 : The Sword of Damocles (MIT)

1er casque stéréscopique (2 tubes cathodiques)

Images générées par ordinateur (affichage fil de fer)

Superposition avec la vision naturelle (RA)





Ivan Sutherland

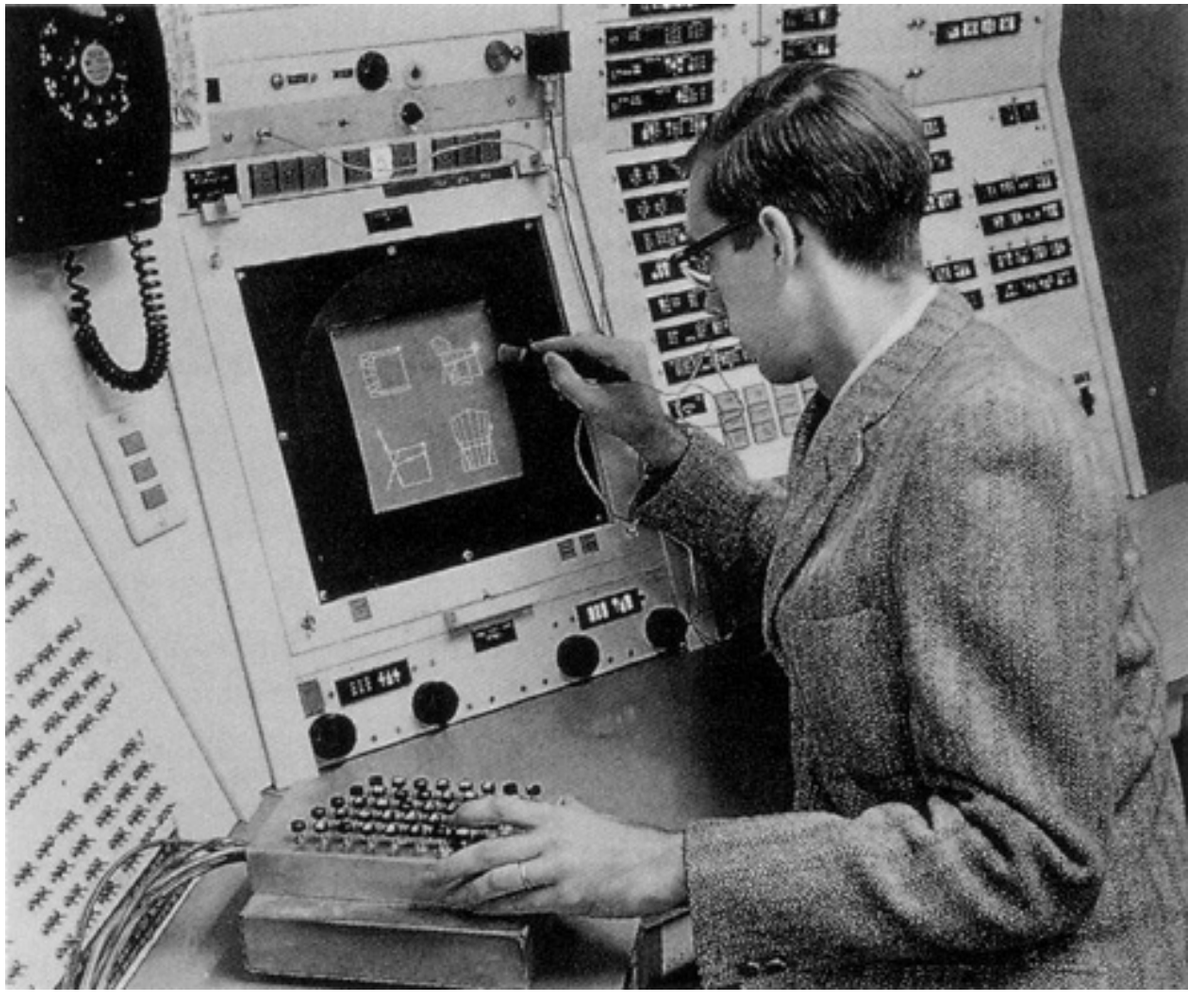
1963 : SketchPad

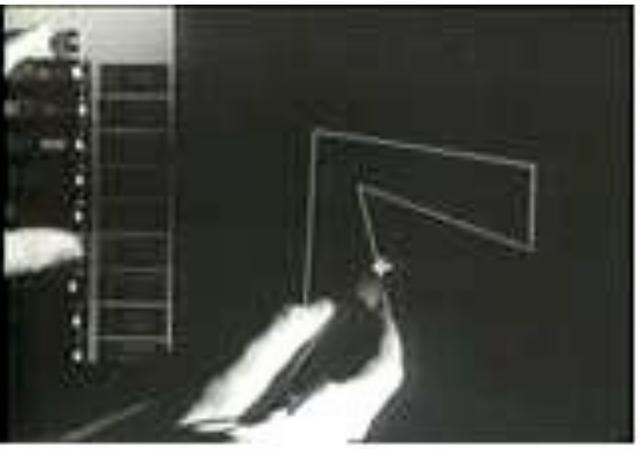
Éditer/manipuler des formes simples

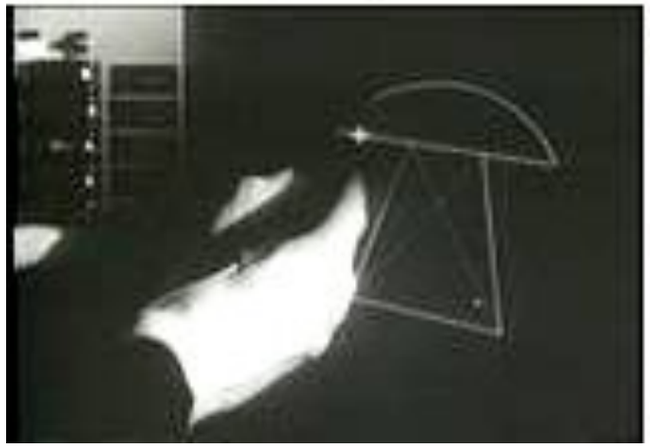
Crayon lumineux

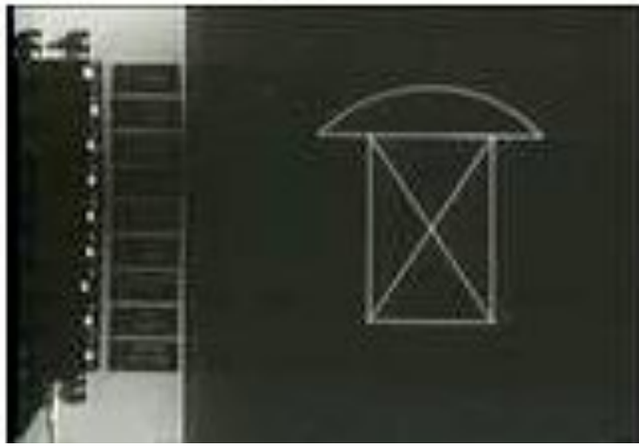
Précurseur de la CAO

1988 : Turing Award









Ivan Sutherland

The Ultimate Display Paper (FIPS 1965)

Principe d'immersion dans un environnement virtuel :

« A display connected to a digital computer... is a looking glass into a mathematical wonderland »

Re-créer la réalité :

« A chair display in such a room would be good enough to sit in. »

Aller plus loin que la réalité :

«There is no reason why the objects displayed by a computer have to follow ordinary rules of physical reality with which we are familiar »

Casque de RV

1965-80's : US Airforce

- VITAL helmet (McDonnell Douglas)
- Programme Super Cockpit (T. Furness)

Simulation au sol

- Entrainer les pilotes

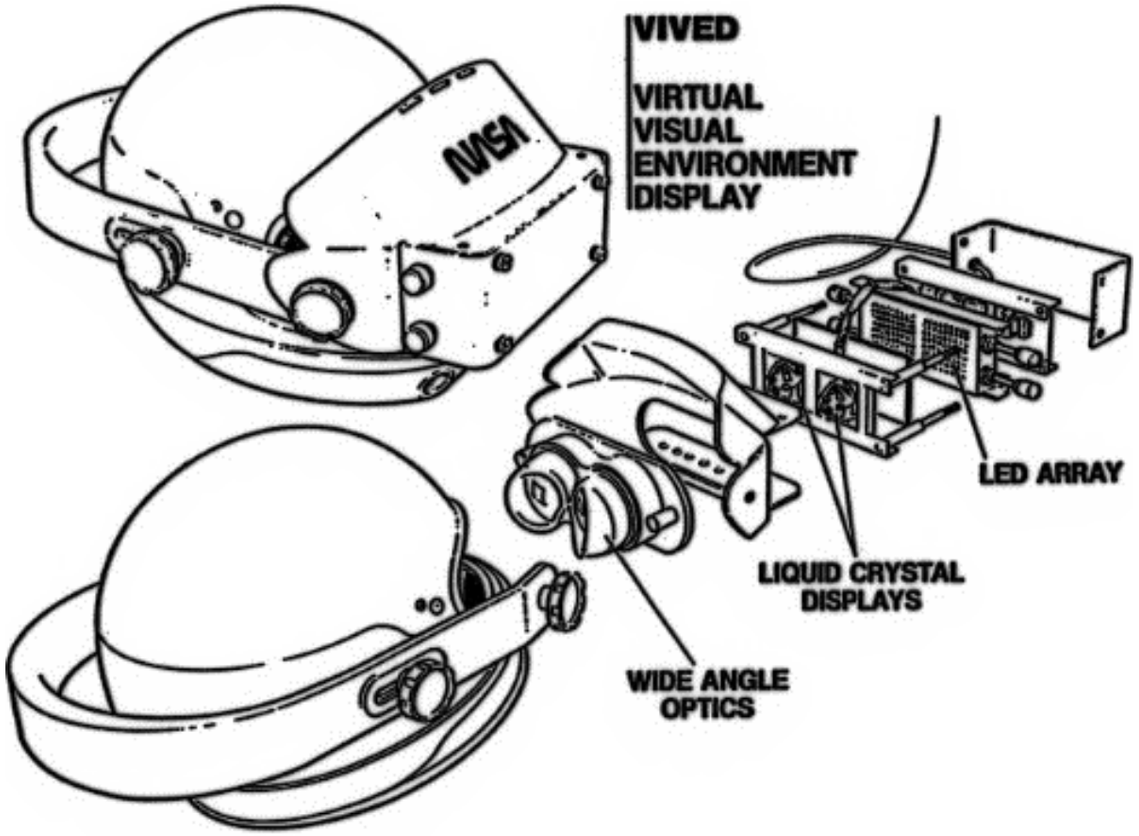
Réalité augmentée en vol

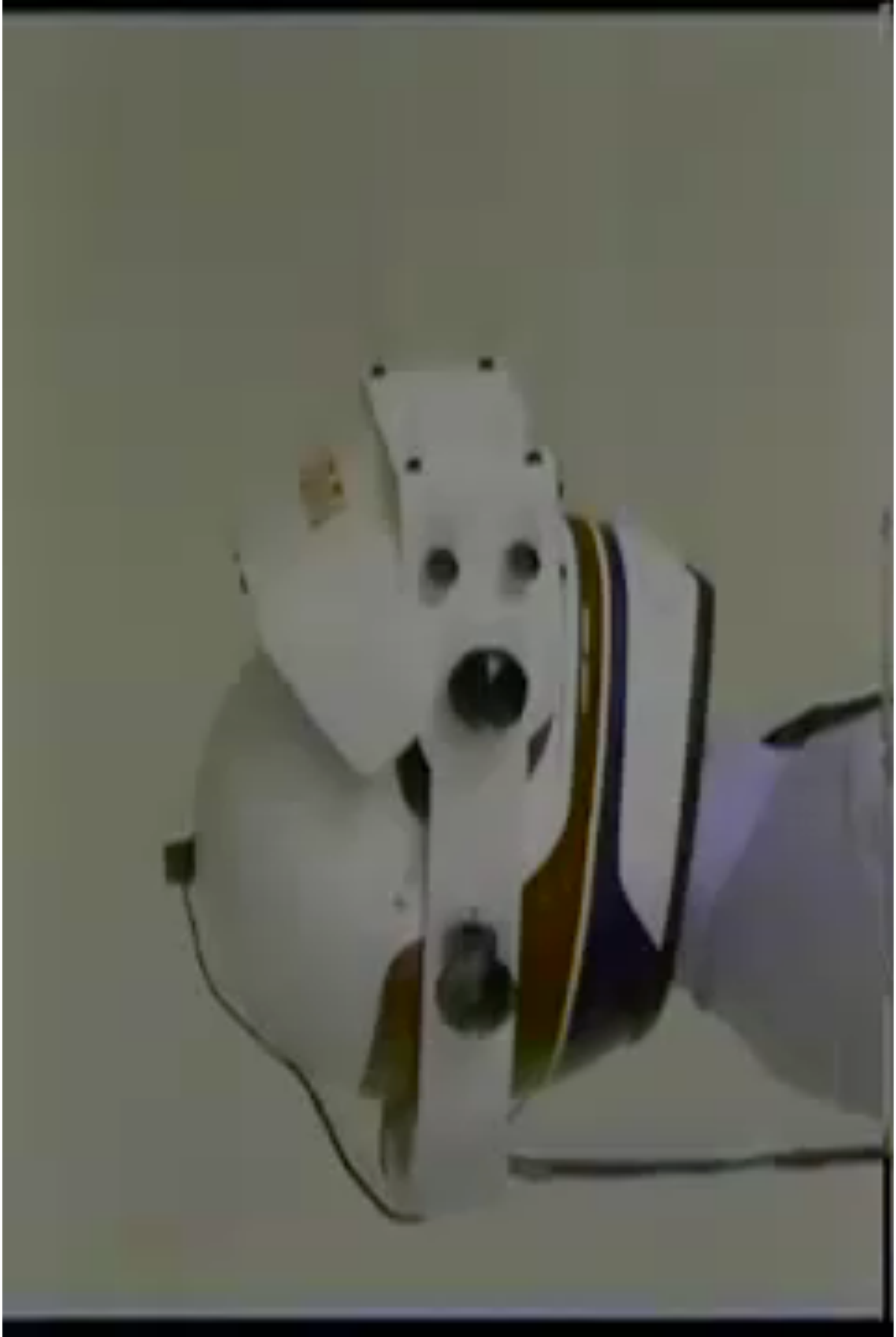
- Ajouter les informations
- Réduire la surcharge cognitive

Casque de RV

1985 : système VIVED (Virtual Visual Environment Display)

- Développé à la NASA
- 1er Casque de RV moderne (M. McGreevy et J. Humphries)
  - Affichage cristaux liquides (LCD)
  - Data glove (Scott Fisher)





Première entreprise de RV

VPL fondé en 1985

- Jaron Lanier et Thomas Zimmerman
- Première commercialisation de produits de RV
  - DataGlove (1987), etc.
- Introduction de plusieurs librairies de RV

Introduction du terme « Virtual Reality » (Jaron Lanier)

« Virtual Reality »

Holdup immédiat du terme par les médias

La traduction de « virtual reality » n’est pas réalité virtuelle

« Virtual » comme : quasiment

Littéralement : quasi réel, qui fait office de réalité

Mais traduit et adopté par les médias par
« Réalité virtuelle »

⇒ ambiguïté linguistique évidente

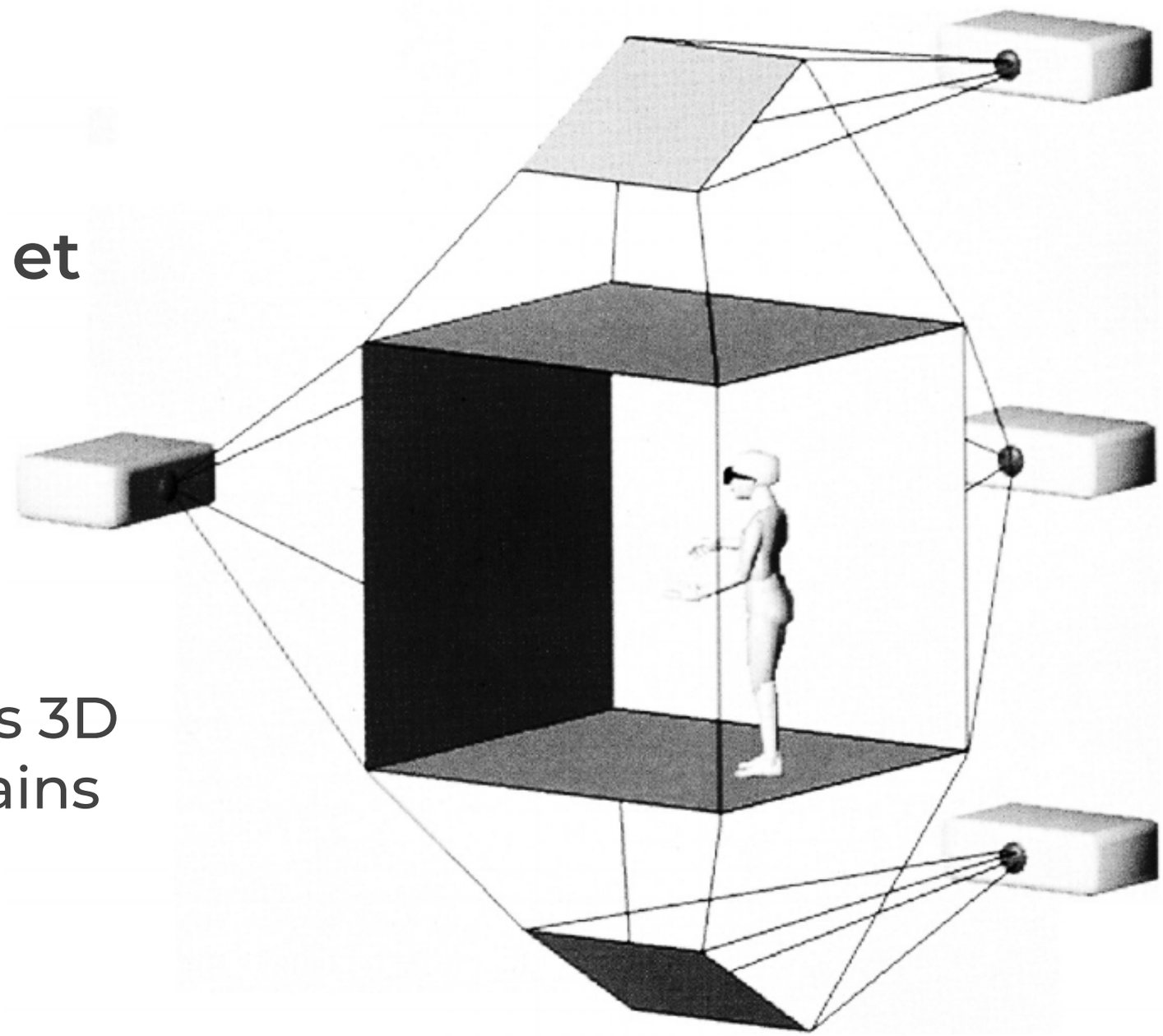
Premier CAVE

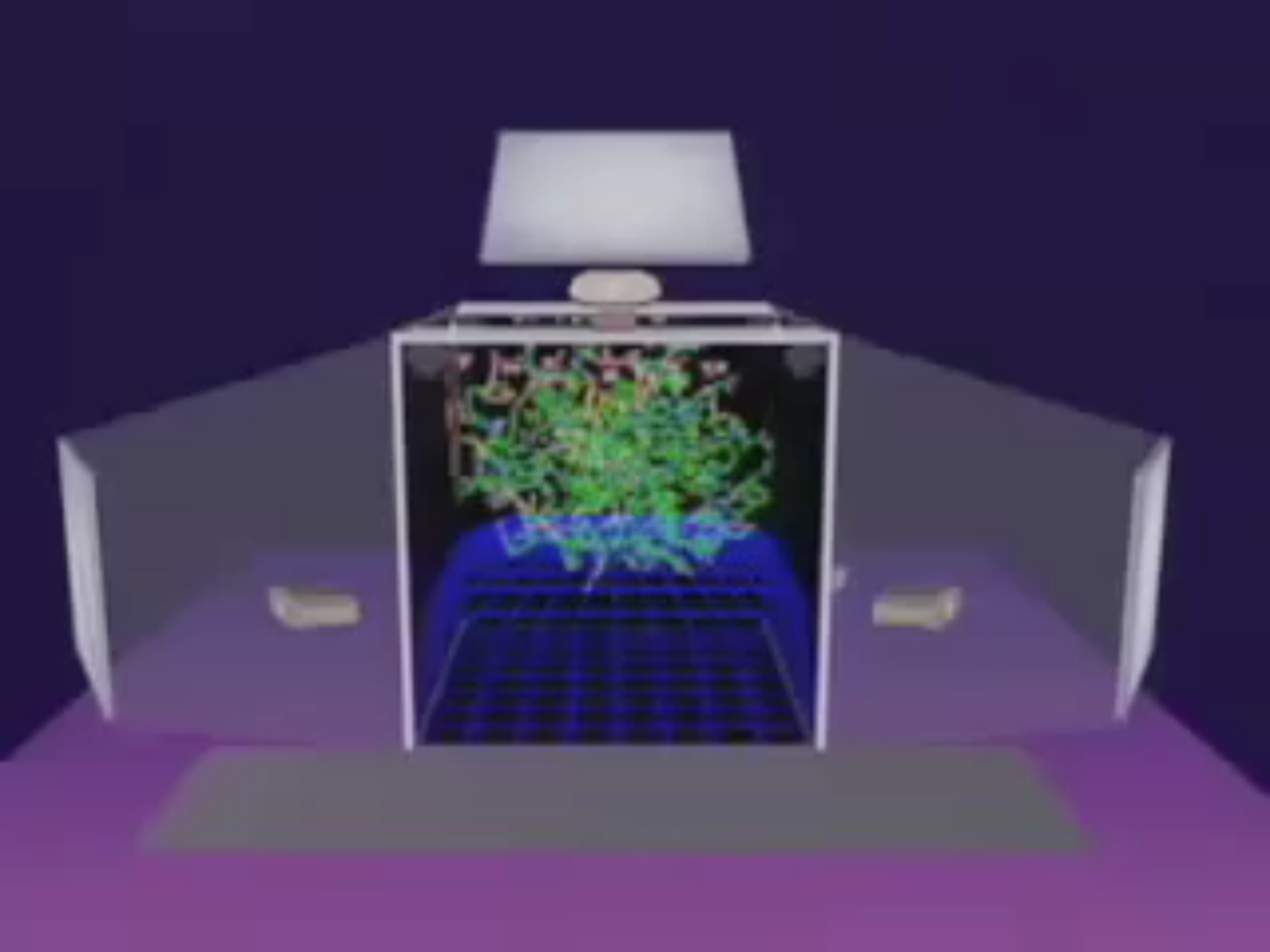
1992 : Tomi De Fanti et Carolina Cruz-Neira

4 faces

4 SGI Reality Engine

Tracker magnétiques 3D pour la tête et les mains





Premier retour haptique

70’s : recherche sur le touché - F. Brooks (UNC)

Notion de retour d’effort

Project GROPE : assemblage de molécules

GROPE I (1967):

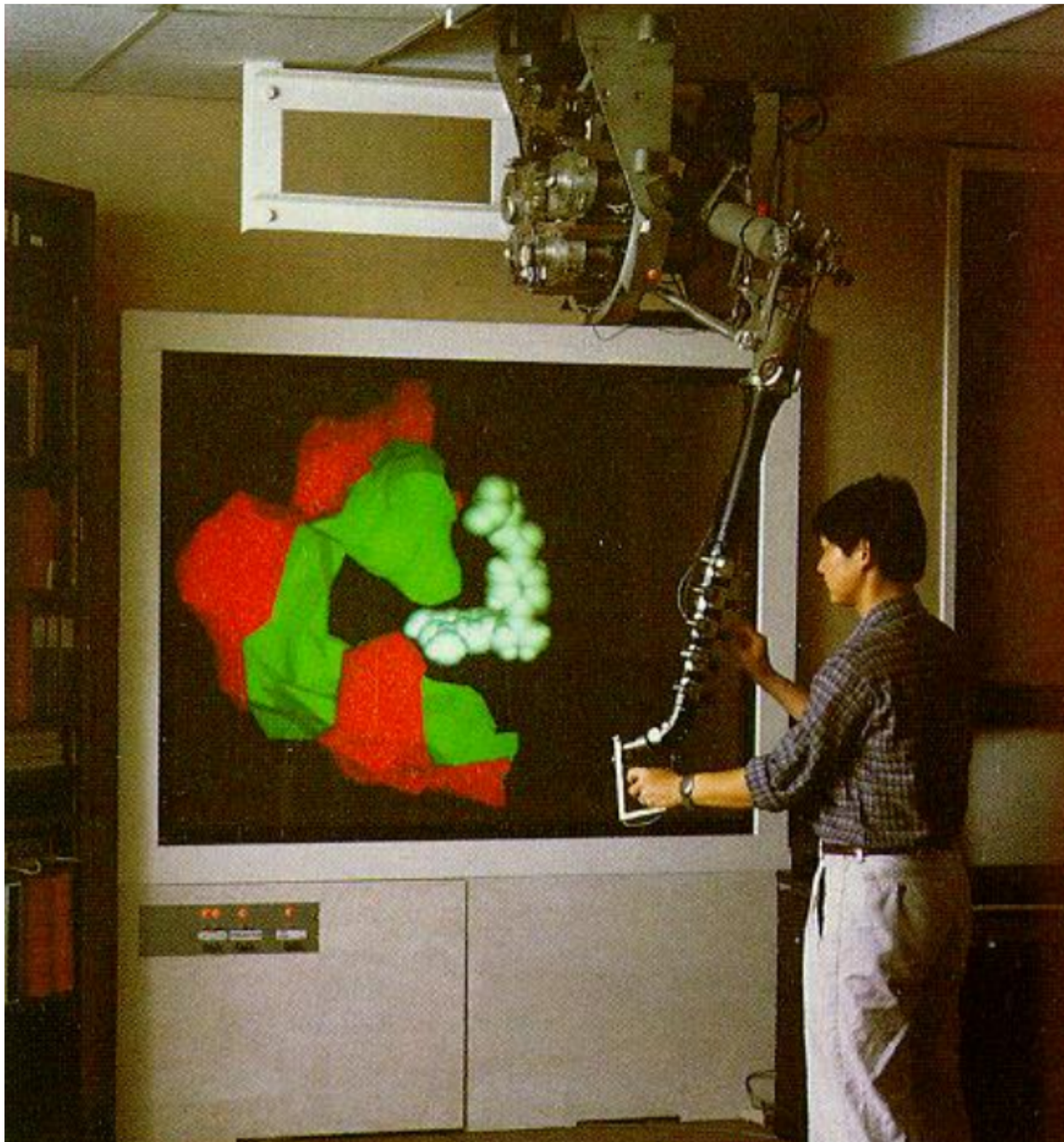
Pour un doigt

GROPE II (1976):

Pour la main (inutilisable !)

GROPE III (1990):

Pour la main (6 DoF)



Premier son 3D

1988 : Scott Fischer et Elizabeth Wenzel

Création du premier système capable de synthétiser 4 sources sonores virtuelles en 3D

Les sources de sons sont localisées même si la tête bouge (tracking de la tête)

Emergence pour le grand publique

1985-97 : Virtuality

Bornes d'arcade VR

1989-98 : Division

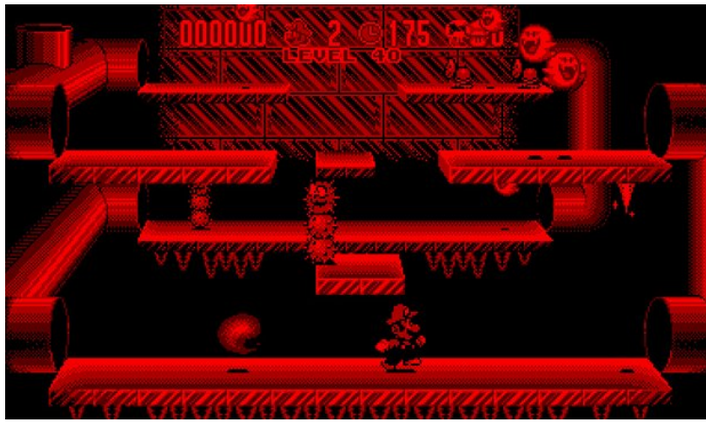
1993-97 : Virtual i-O

1991 : Sega VR

Nintendo

1989 : Power Glove

1995 : Virtual Boy



Un échec commercial

Computer World (avril 2007)

RV est élue le 7ème plus gros flop technologique

Raisons

Technologie pas encore au point

Pas de contenu adapté à la RV

Pas de prise en compte des facteurs humains

Second vague de la RV (2010 - ...)

Oculus Rift (2011 - ...)

Palmer Luckey

2012 : 2.4 millions $ sur Kickstarter

2014 : acquisition par Facebook pour 2 billions $

Un casque à 350$, 110° FOV

Casques grand publique (2016)

Oculus Rift

HTC Vive

Sony Morpheus

HTC Vive

Tracking de l’utilisateur à l’échelle d’une pièce

Détection des mains

Périphériques d’entrée avancés

Versions pour mobile

2013 : VR2GO

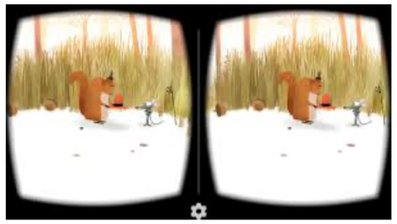
Imprimé en 3D

Matériel et logiciel open source

2014 : Google Cardbord

+

=



Issue d’un « Google 20% project »

5 millions d’exemplaires vendus ou données

Plateforme pour développer facilement des applications

Versions pour mobile

Explosion de ce type de modèles

Casques de RV autonomes

2018 : Casques de RV sans fils et autonomes

Tracking 6 DOF interne

1 ou 2 contrôleurs détecté par le casque

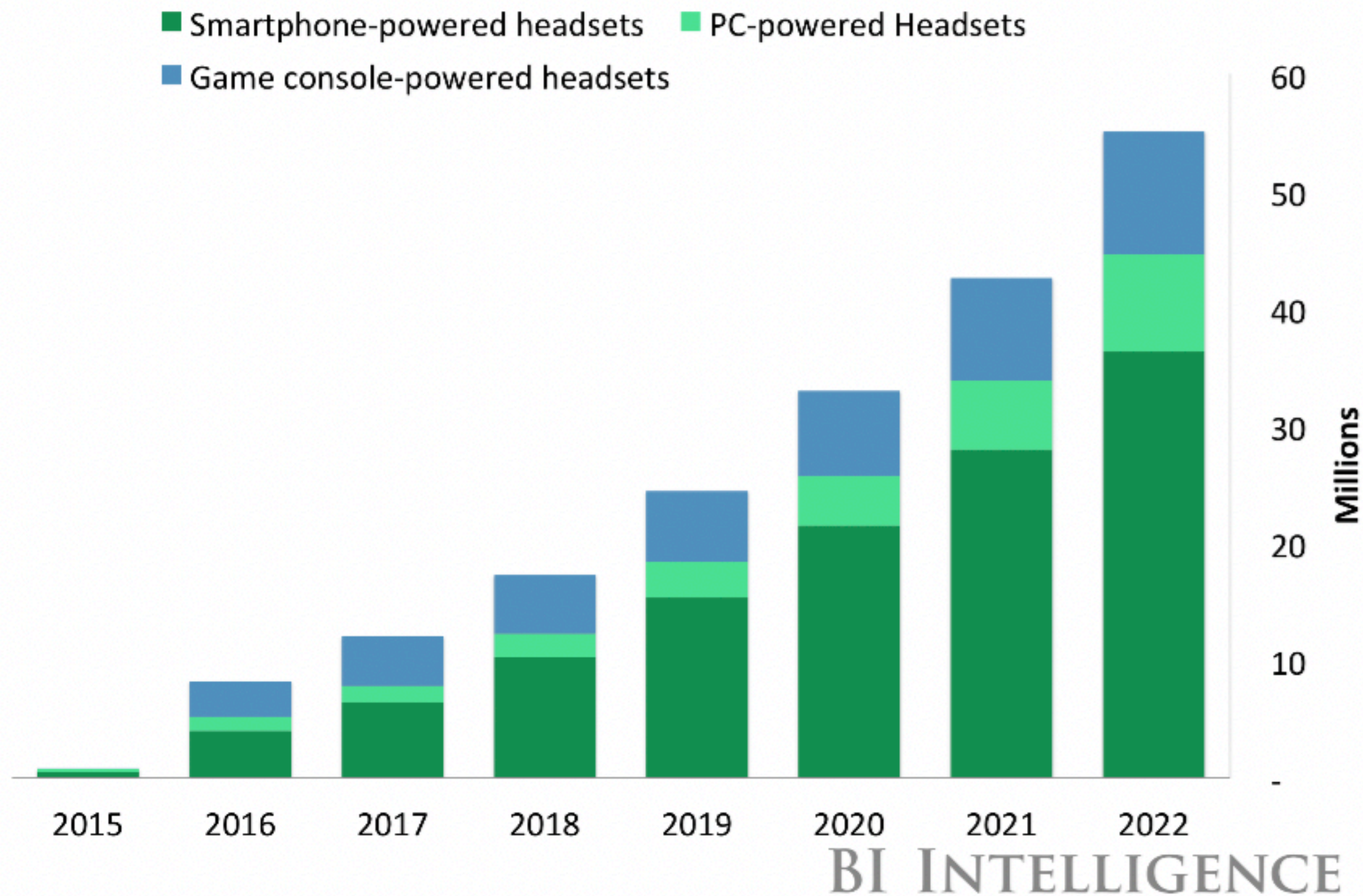
CPU et GPU embarqués

Vive Focus

Oculus Quest

FORECAST: Global VR Headset Shipments

By Category

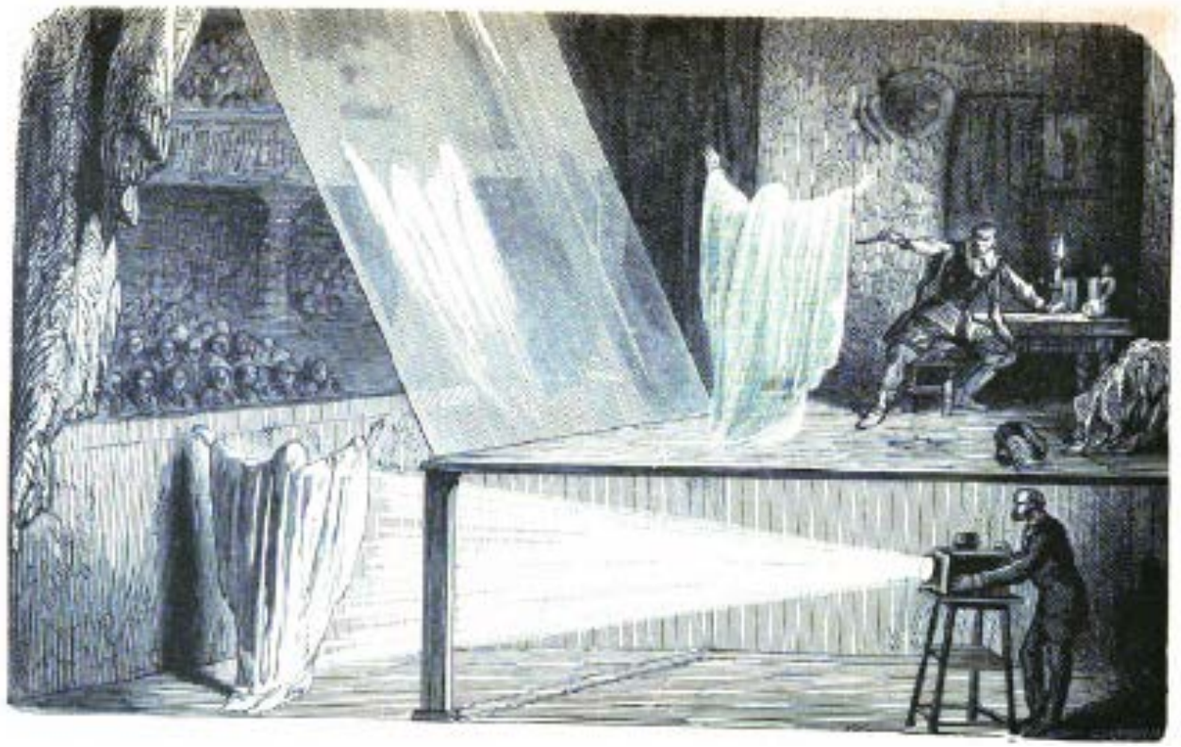


Source: BI Intelligence Estimates

Et la réalité augmentée dans tout ça

?

Fantôme de Pepper (1862)

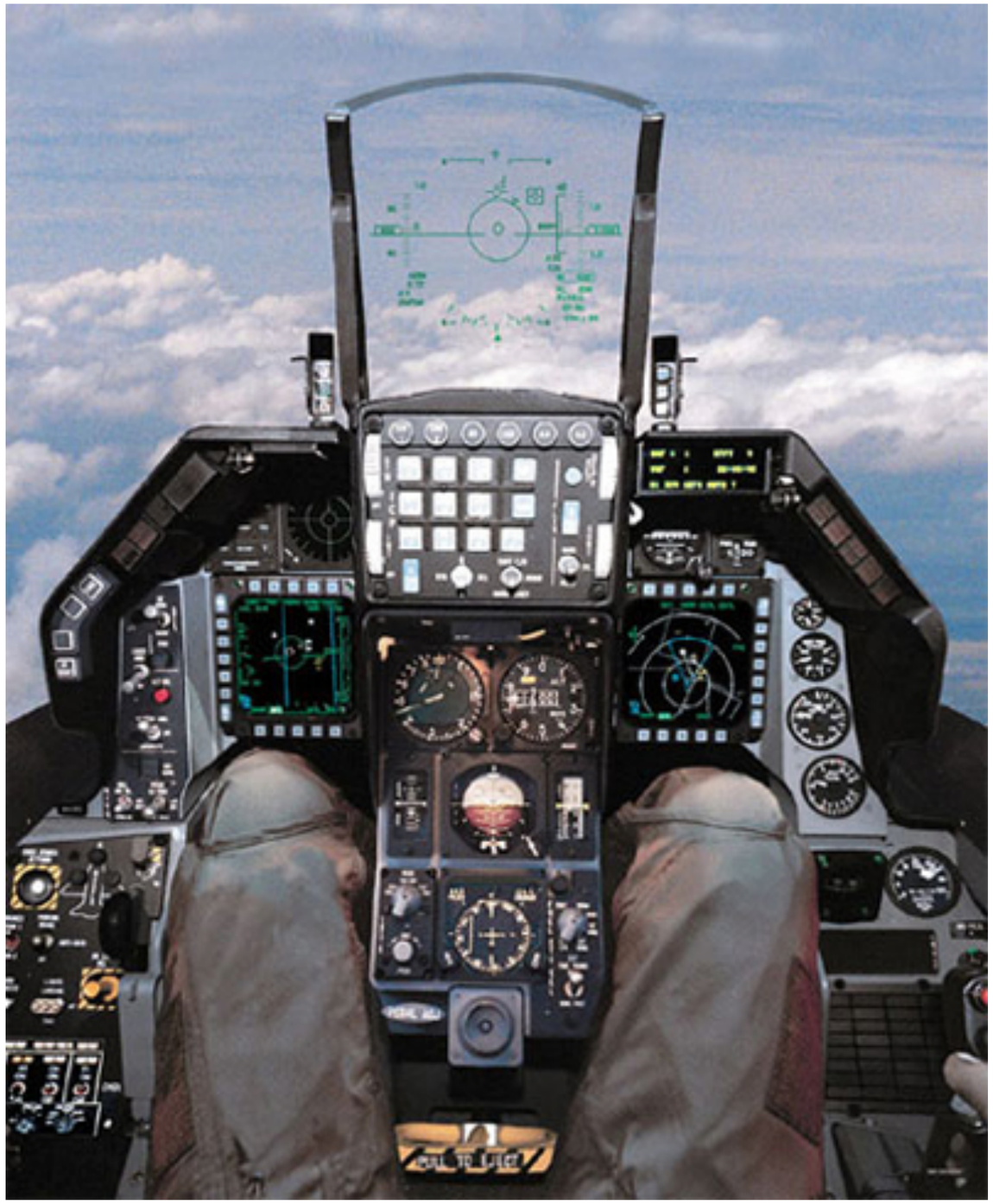


Projection d’un fantôme sur la scène au théâtre

Vitre inclinée et acteur en contrebas

Toujours utilisé dans certains musées

1 ER AFFICHEURS TÊTE HAUTE (1958)

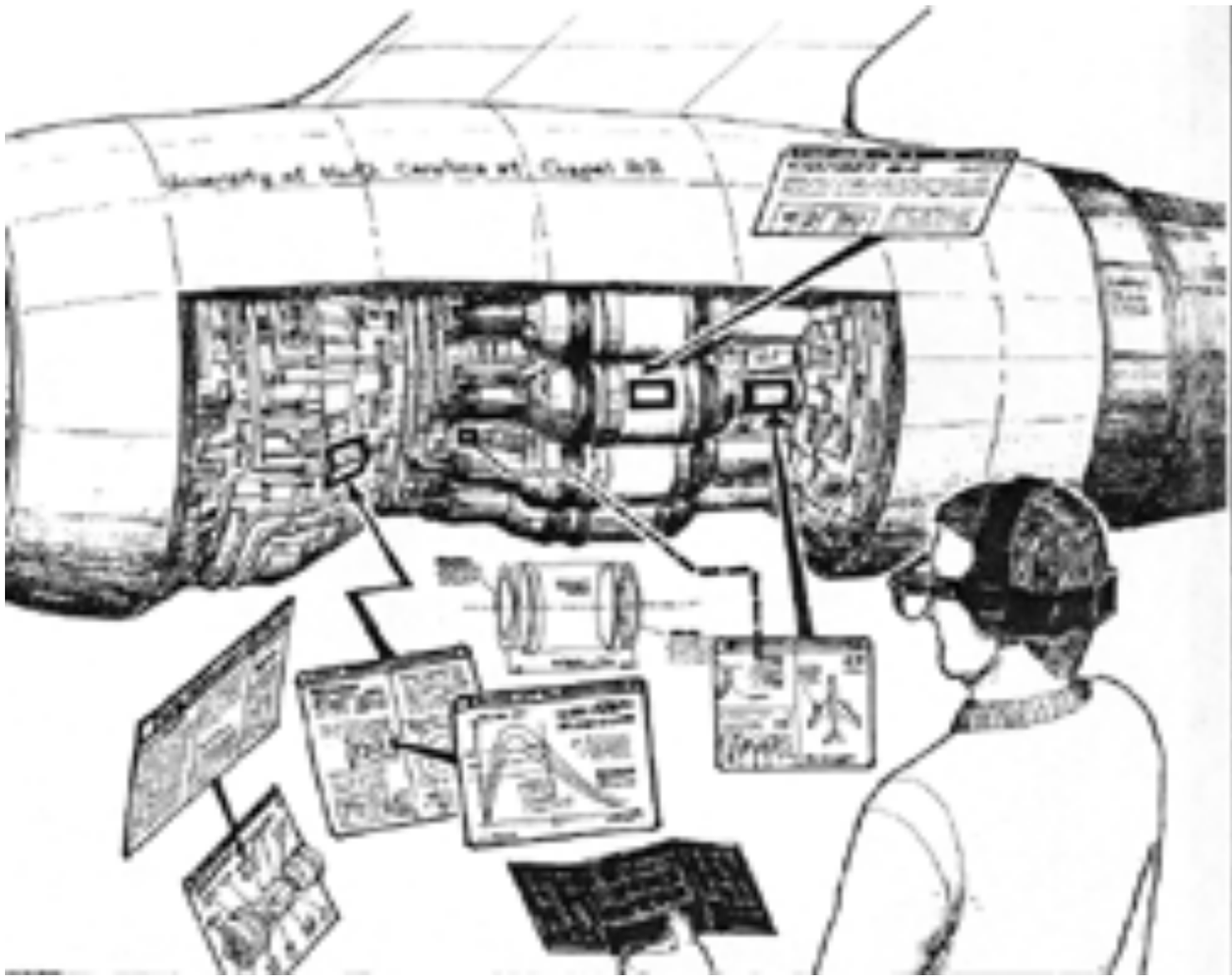


Afficher les informations de vols par dessus le monde réel

1 er casque de RA

Philco (1961), Sutherland (1968) et SuperCockpit (70-80's)

1ER APPLICATION INDUSTRIEL



Début 90’s : Boeing invente le terme « RA »

Appliquée à l'assemblage de faisceaux de câbles

Historique de la RA

1960-80's : début de la recherche académique

1980-90's : recherche sur la technologie

Tracking, dispositifs, écrans, etc.

1995-2005 : outils et applications

Interaction, usages, théorie

2005 - ... : applications commercials

Marketing, jeux vidéo, médical, industrie

RA sur mobile (2005)

Evolution technologique des mobiles

- Caméra
- Processeur relativement puissance
- Ecrans couleurs

RA sur mobile

- Graphismes simples
- Vision par ordinateur optimisée
- Interaction collaborative

Superposition en extérieur (2009)

Mobiles avec système de positionnement

GPS + compas interne

Lieux réels marqués avec des informations

Superposition en direct avec le flux vidéo

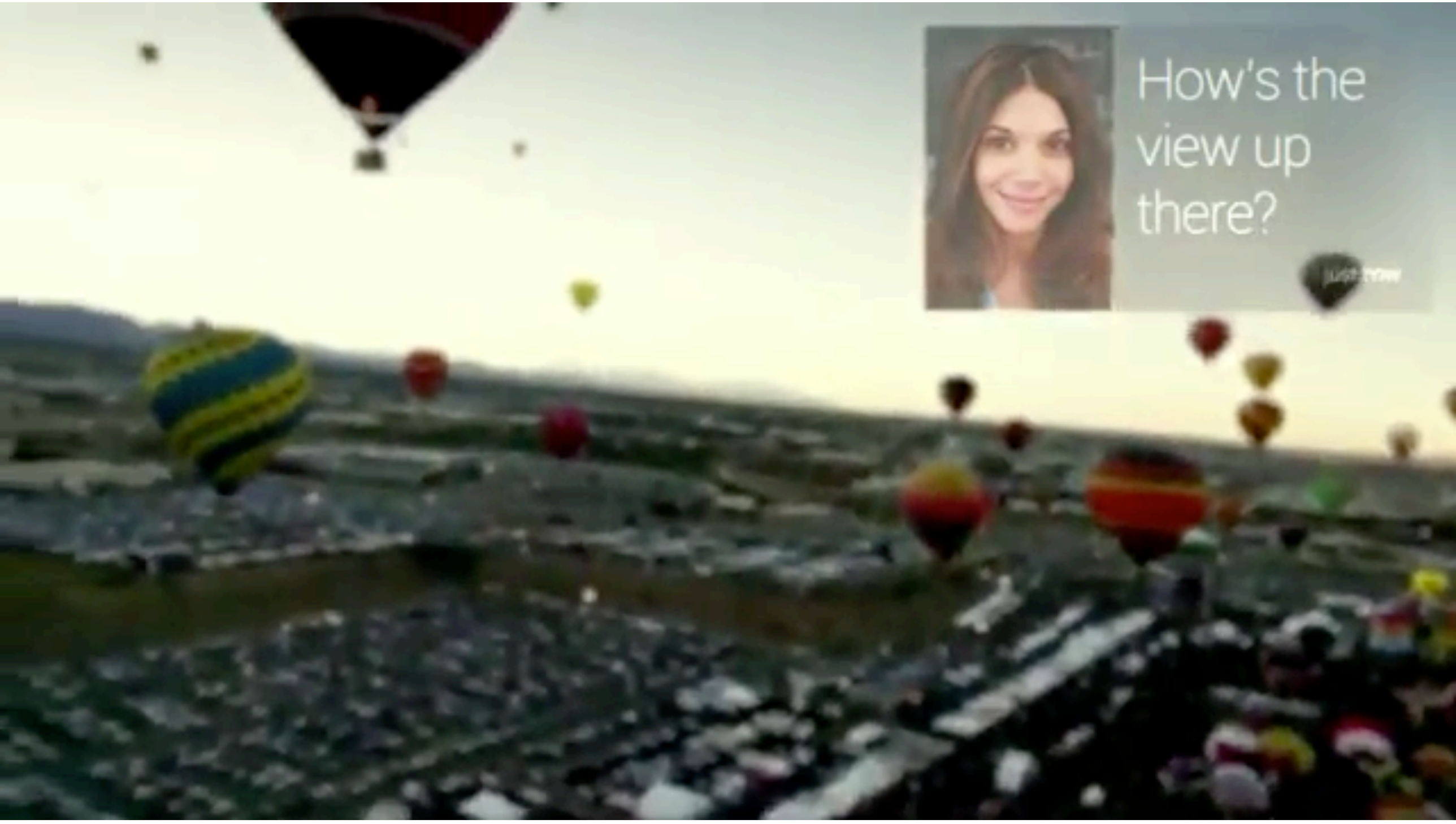
Applications

Guide de voyage, publicités, immobiliers

Recherche Google pour RA

Croisement en 2009 avec la réalité virtuelle

Google Glass (2011)



Google Glass (2011)

Un énorme échec

- Ecran trop petit ?
- Peu d’intégration avec l’environnement réel (RA ?)
- Pas d’acceptation sociale
  - Problèmes éthiques avec la caméra
  - Perçues comme chères et réservés aux geeks

Google Glass Enterprise Edition 2 (2019)

Epson Moverio BT-300 (2016)

Ecran stéréoscopique semi-transparent ($700)

1280 RGB x 720 pixels, FOV de 23°, 30Hz, 69g

Camera, GPS, gyroscope, accéléromètre

Lunettes de RA

Google Glass

Epson BT200

Vuzix m100

Optinvent ORA-X

Recon Jet

Laster SeeThru

Meta Pro

Atheer One

Lumus DK40

ODG Consumer

Sony SmartEyeGlasses

Microsoft Hololens

Hololens (2016)

Ecran stéréoscopique semi-transparent ($3000)

Capteur de profondeur et de positionnement interne

Interaction vocale et gestuelle

Système d’exploitation intégré : Windows

Hololens (2016)

Casques de RA

MagicLeap (2018)

Meta 2 (2017)

Hololens 2 (2020)

Toolkits de RA (2017)

ARKit (Apple) / ARCore (Google)

- Mobiles et tablettes iOs / Android
- Tracking par un système VIO (Visual Inertial Odometry)
  - Caméra (visual) + accéléromètre et gyroscope (inertial)
- Nombreuses fonctionnalités
  - Détection des plans (sols, tables, etc.)
  - Détection et transfert de l’éclairage
  - Gestion des occlusions
  - Capture de mouvements
  - Suivi des visages

ARKit 3

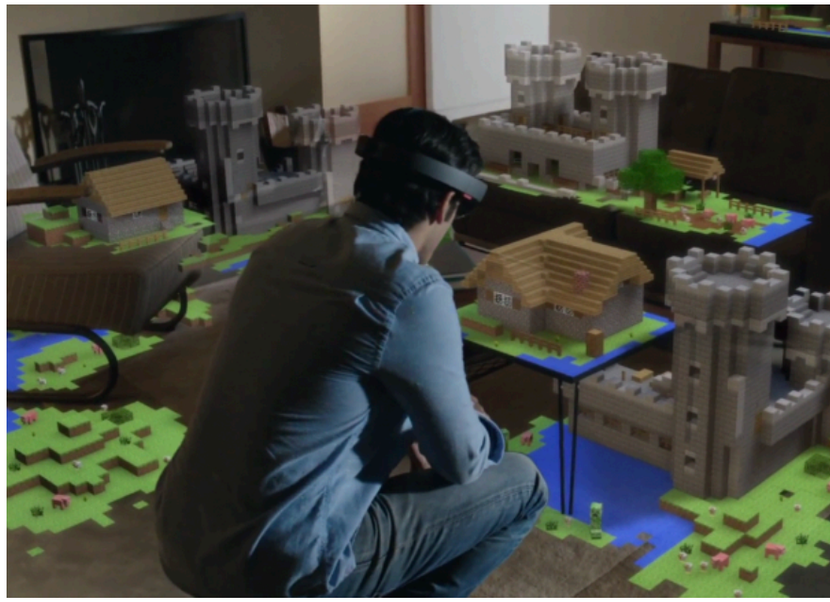
RA faible → RA forte

RA faible

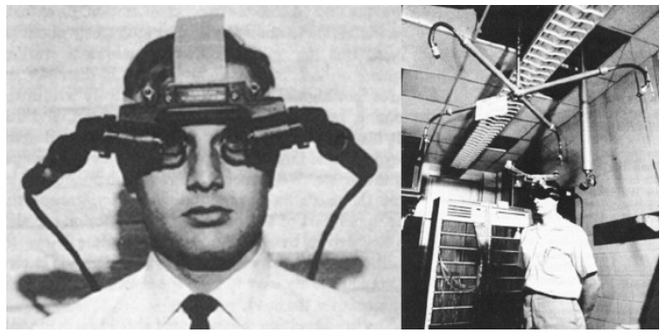
Tracking imprécis
Pas de connaissance de l'environnement réel
Interaction limitée
Petit écran

RA forte

Tracking très précis
Forte intégration avec l'environnement réel
Interaction gestuelle riche
Casque de RA



Historique - Bilan



Début dans les années 60

Premiers systèmes expérimentaux

Premier système moderne : milieu des années 80

Systèmes dédiés : projecteurs, *tracking*, cartes graphiques

Premières applications dans l'industrie et l'armée

Echec de la 1er commercialisation : fin de années 90

Trop cher, technologie pas prête, mauvaise expérience utilisateur

Actuellement : 2nd vague grand public

Démocratisation des dispositifs matériels

Explosion des applications

Plan

Introduction

Définition théorique

Historique

Applications

Futur de la RV

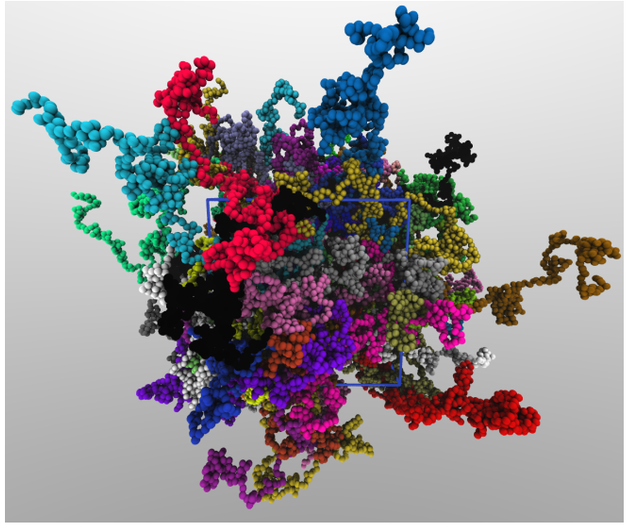
A QUOI SERT LA RÉALITÉ VIRTUELLE

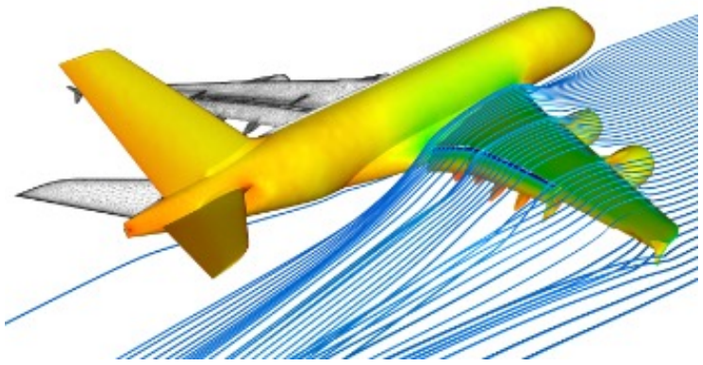
?

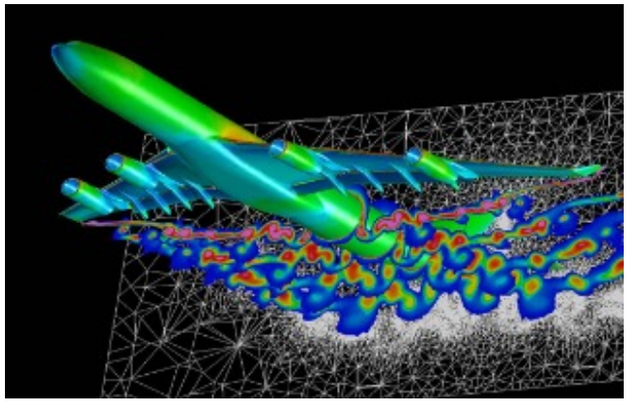
Applications industriels

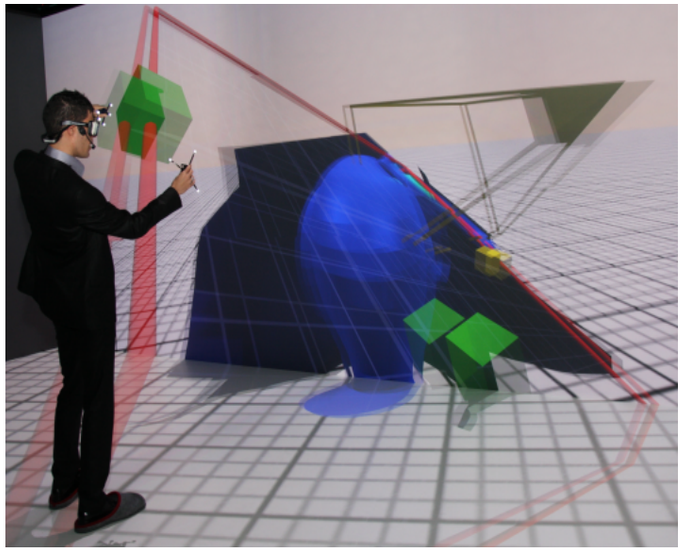
Analyse de données scientifiques

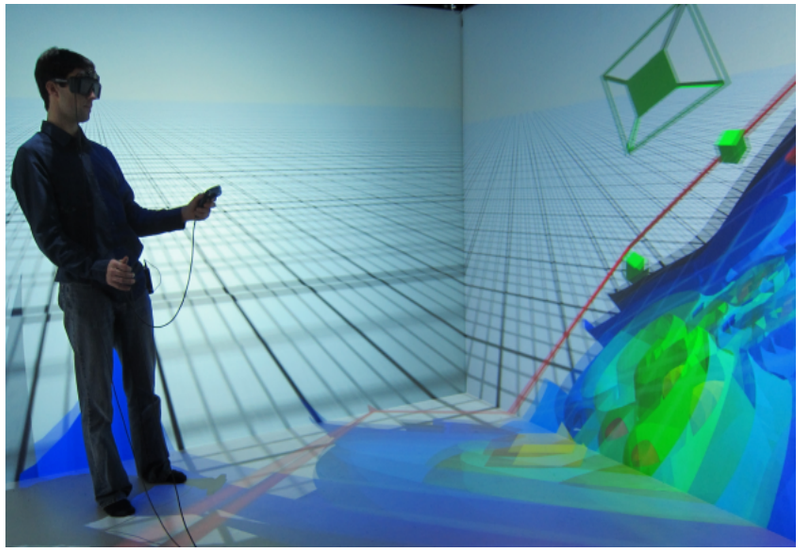
- Gros volumes de données
- Données 3D
- Visualisation en contexte
- Collaboration à distance





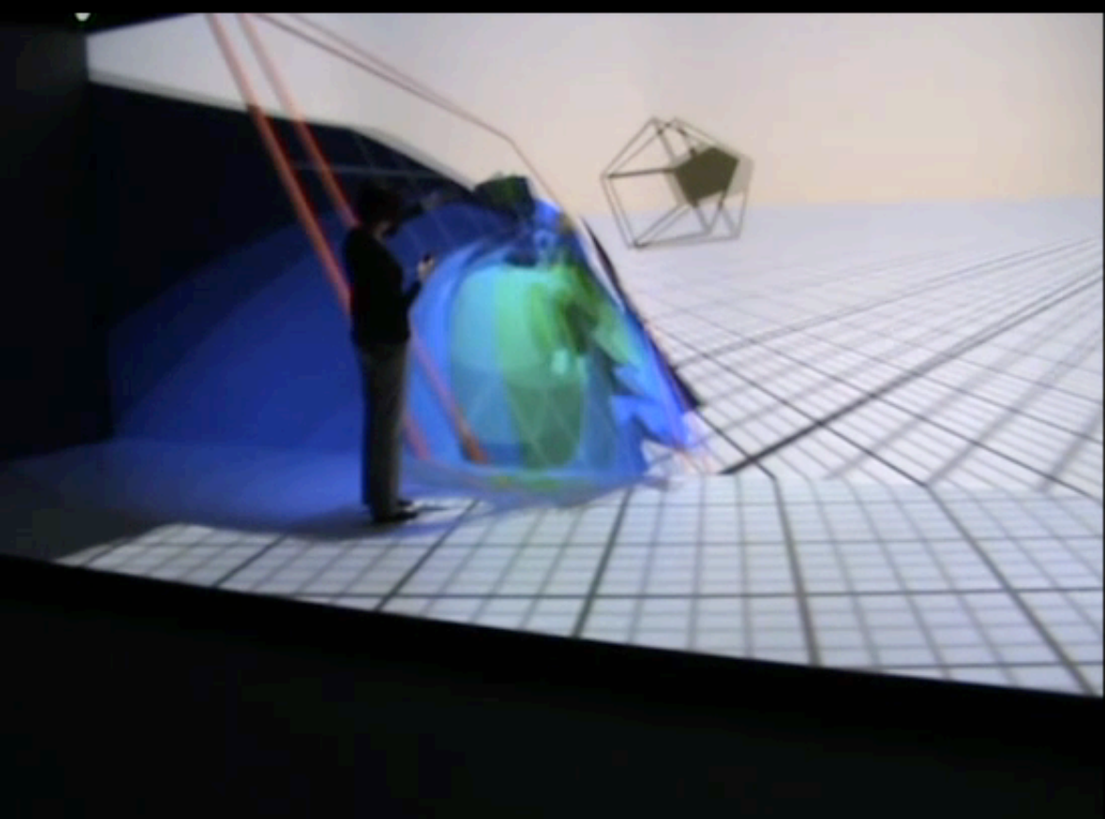




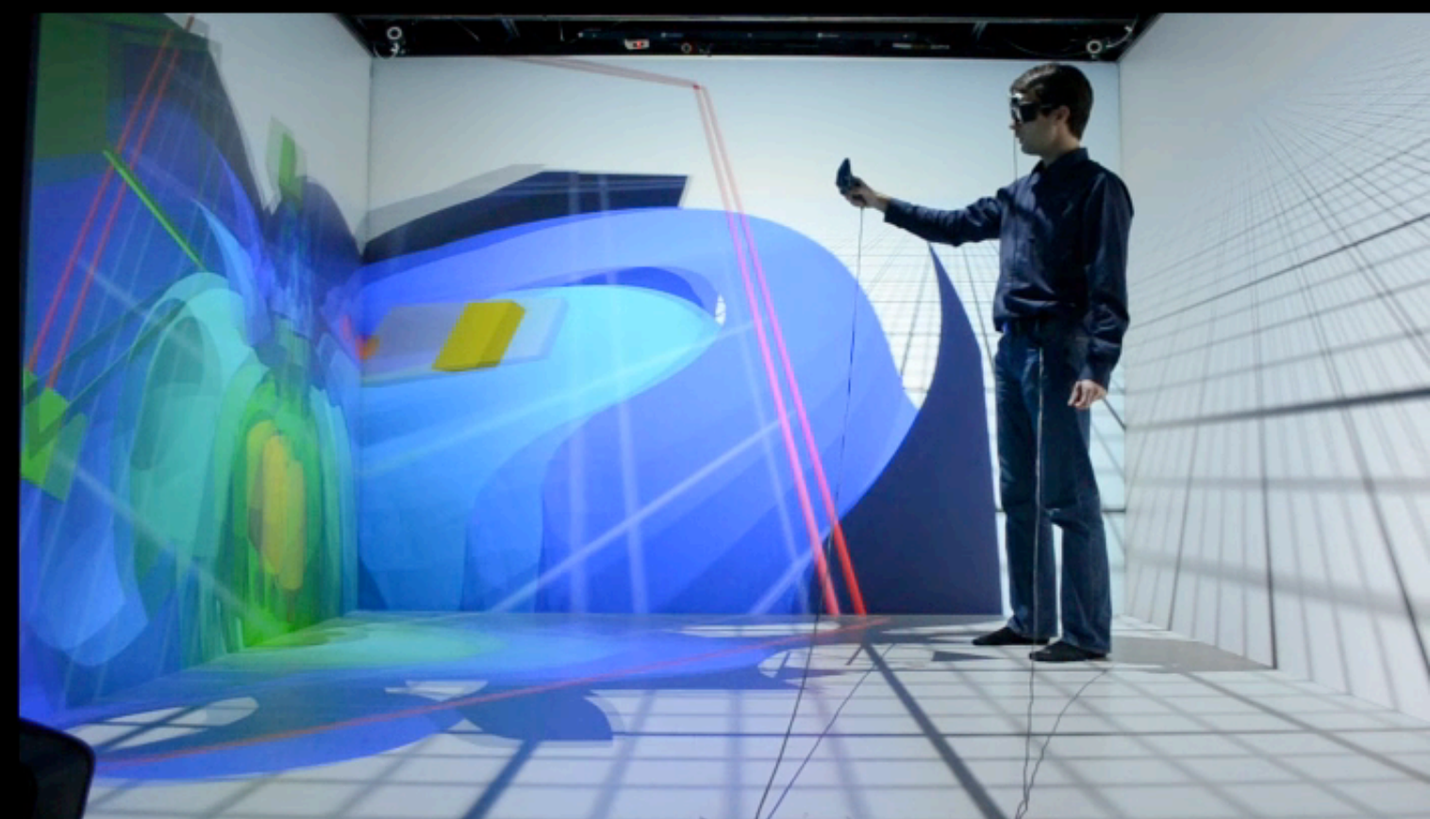


Applications industriels

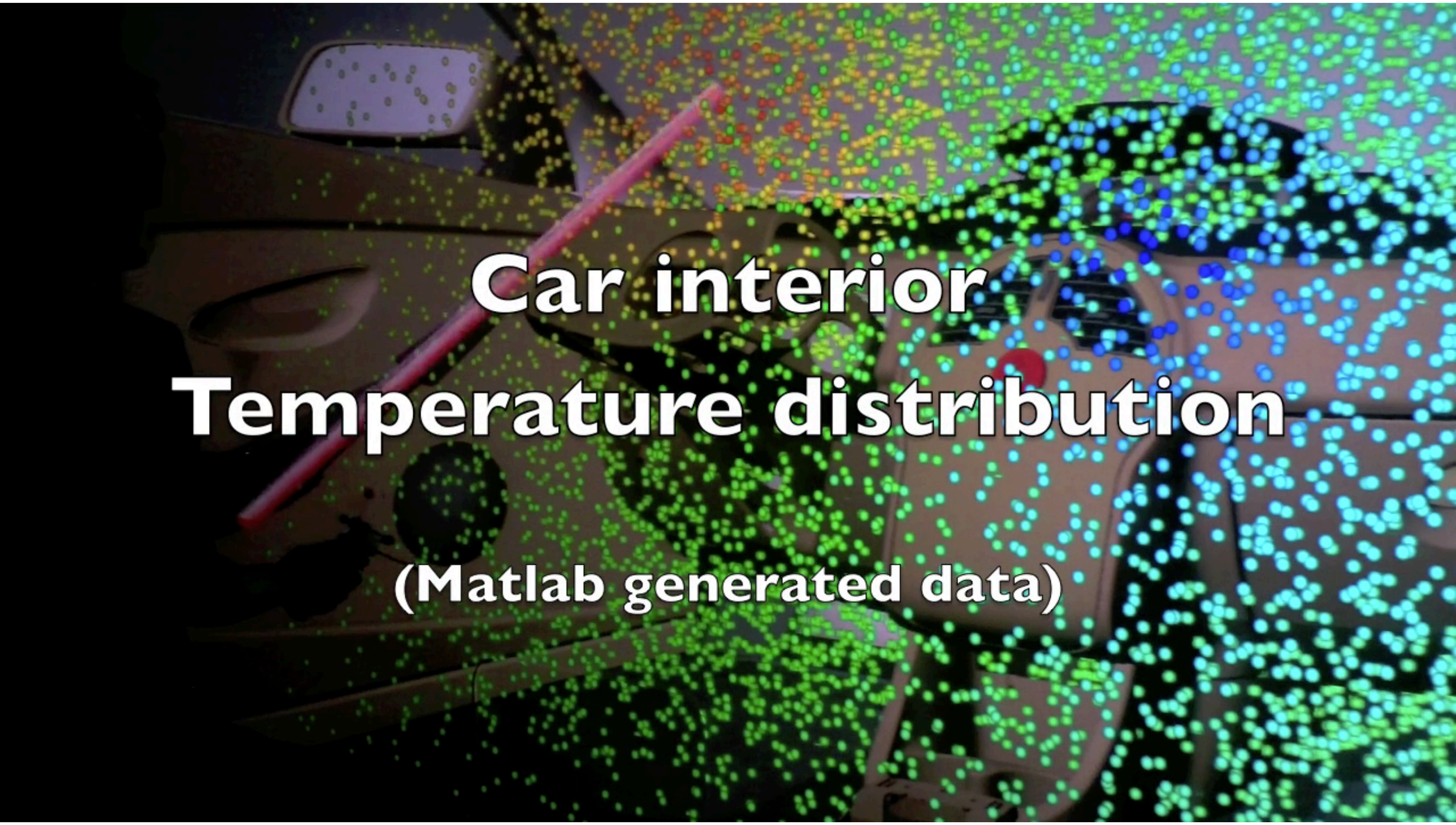
Rennes
(INSA / IRISA)



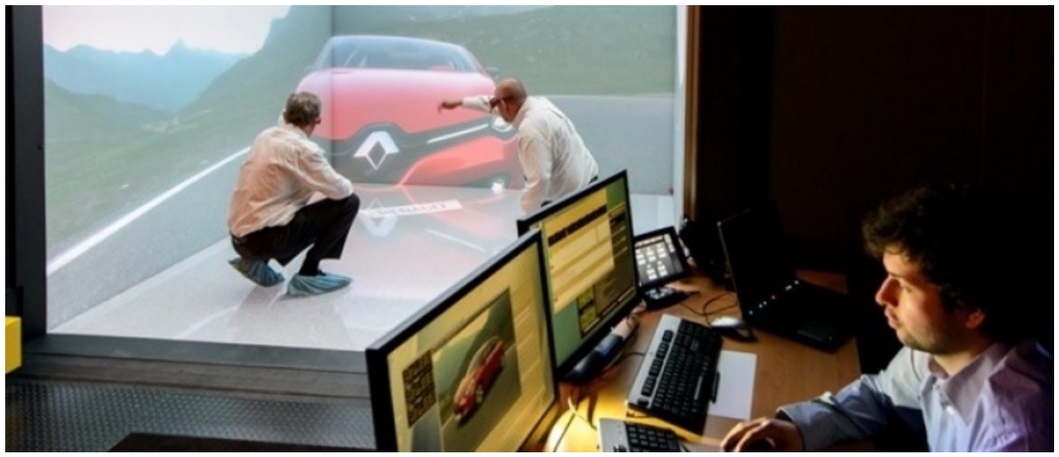
London
(UCL)



Applications industriels



Applications industriels



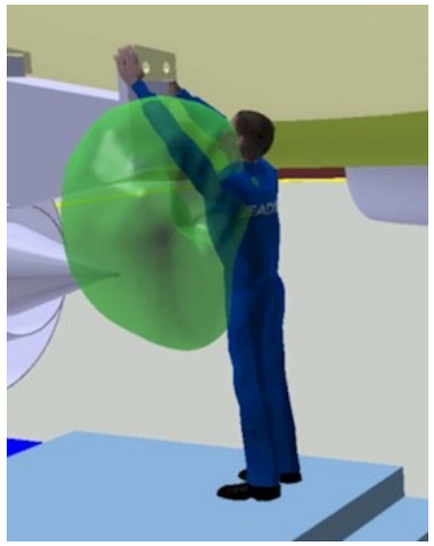
Conception industrielle

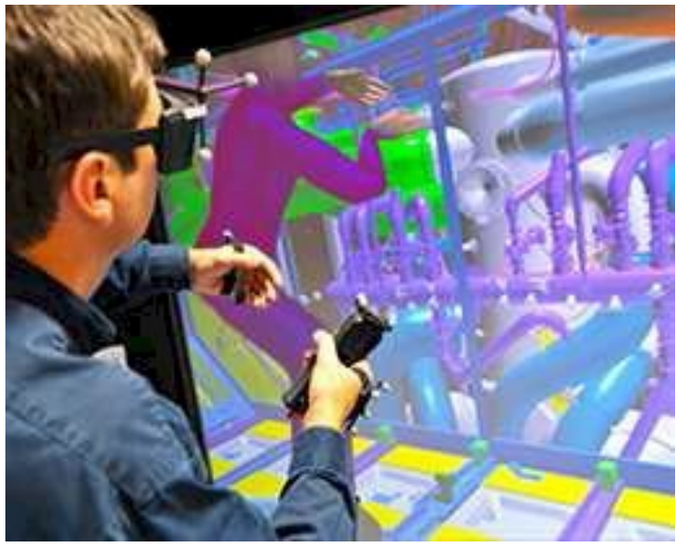
Design

- Forme du produit
- Ergonomie
- Simulation (ex: optique de phares)

Processus de fabrication

- Possibilité d’assemblage
- Ergonomie du poste travail



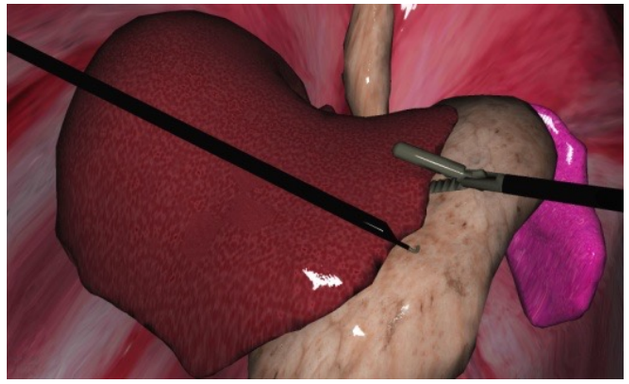


Applications industriels

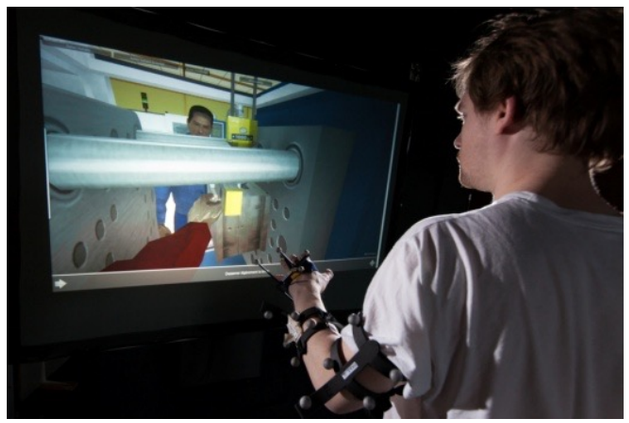
Formation (Serious Game)

Formation de personnels

- Tâches dangereuses ou rares
- Matériels couteux ou pas disponibles
- Formateur distant
- Procédure automatisée



Entrainement militaire, etc.



Applications sociales

Expérimentations sociologiques

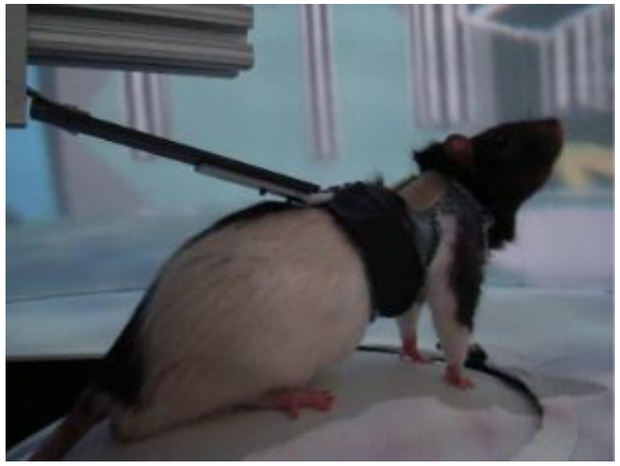
Contrôle de l’environnement

Mise en situation pas possible ou dangereuse en réel

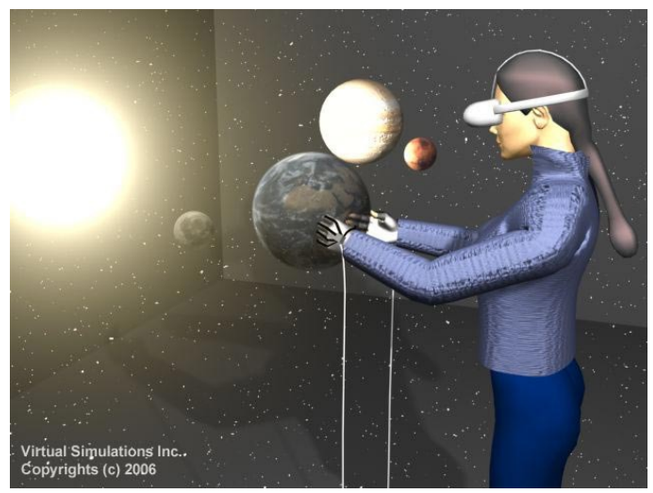
Soigner certains pathologies

Vertige, agoraphobie, autisme

Rééducation (conduite de voiture, tâches ménagères, etc.)



Applications pour le grand public



- Jeux vidéos
- Education
- Visites virtuelles
  - Musées, sites disparus, etc.

Applications pour le grand public

Marketing

Showroom virtuel

Magasins en ligne

Téléprésence

Communication entre utilisateurs distants

Interactions collaboratives

TÉLÉPRÉSENCE

Plan

Introduction

Définition théorique

Historique

Applications

Futur de la RV

Quel futur pour la réalité virtuelle

?

Futur de la RV

Est-ce que c'est ce que nous voulons ?

Futur de la RV

Mieux exploiter le continuum de la réalité mixte

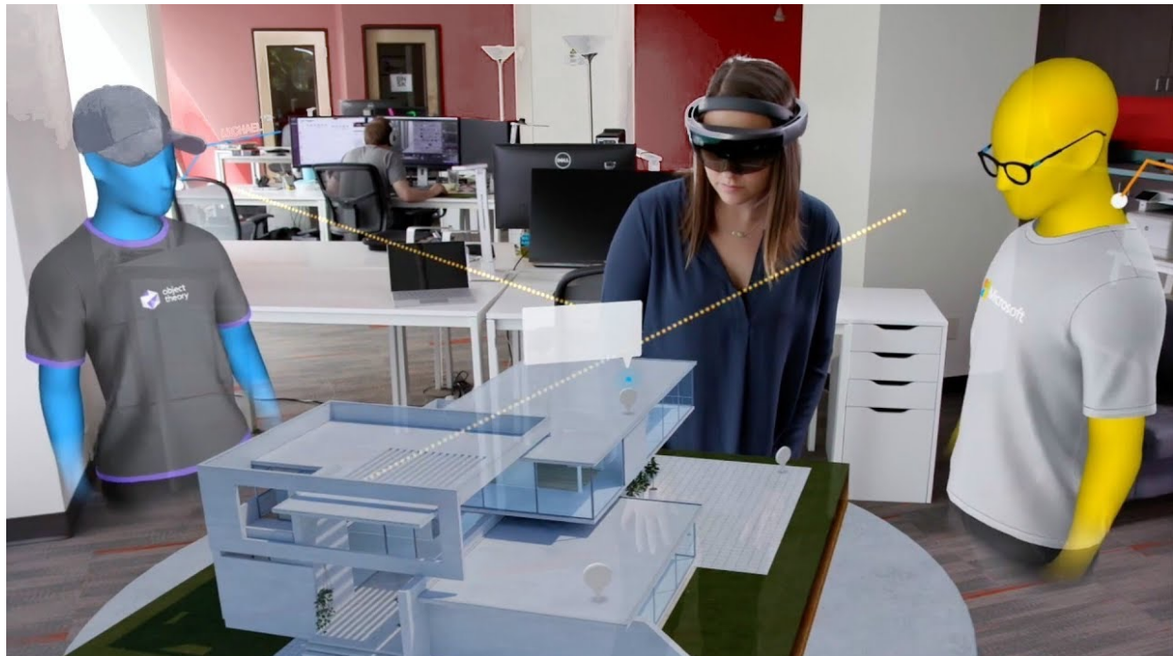
Accentuer l’intégration avec le monde réel

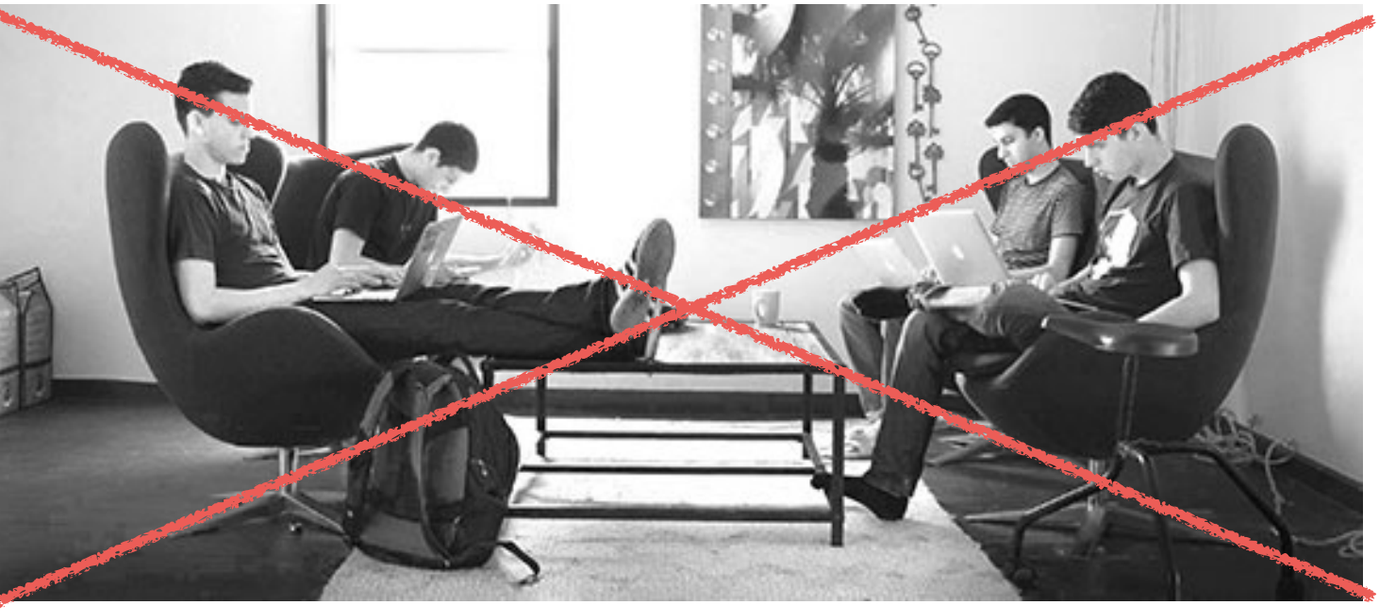
Eviter l’isolement total pour des longues durées

Favoriser la collaboration

Avec les utilisateurs locaux

Avec des utilisateurs distants

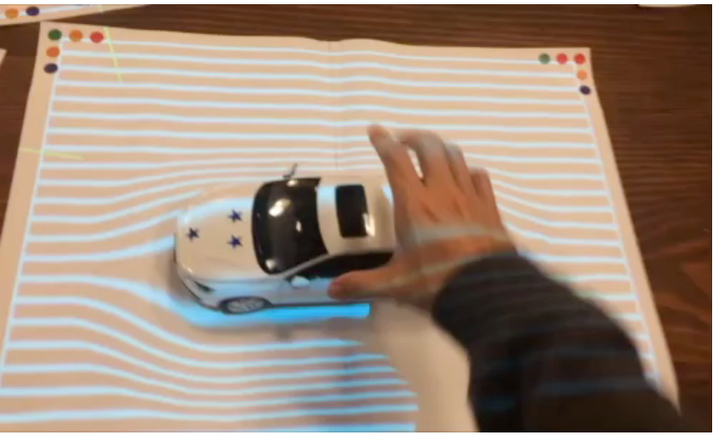




DYNAMICLAND

« We are inventing a **new computational medium** where people work together with **real objects in the real world**, not alone with virtual objects on screens. »

[Alan Kay, Bret Victor, started in 2014, https://dynamicland.org]



DYNAMICLAND

« Thinking like a whole human »

Penser avec ces mains, avec le corps

Répartir

Se déplacer

Comparer

Improviser

Expérimenter

[Alan Kay, Bret Victor, started in 2014, https://dynamicland.org]