

Applications médicales de la réalité virtuelle

Toinon VIGIER

Post-doctorante, Equipe IVC Irccyn

08 octobre 2015

RÉALITÉ VIRTUELLE

Qu'est-ce que la réalité virtuelle ?



Le Sensorama, Morton Heilig, 1961

Qu'est-ce que la réalité virtuelle ?



Définitions de la RV

- Origine «virtual reality»
- Wikipédia français

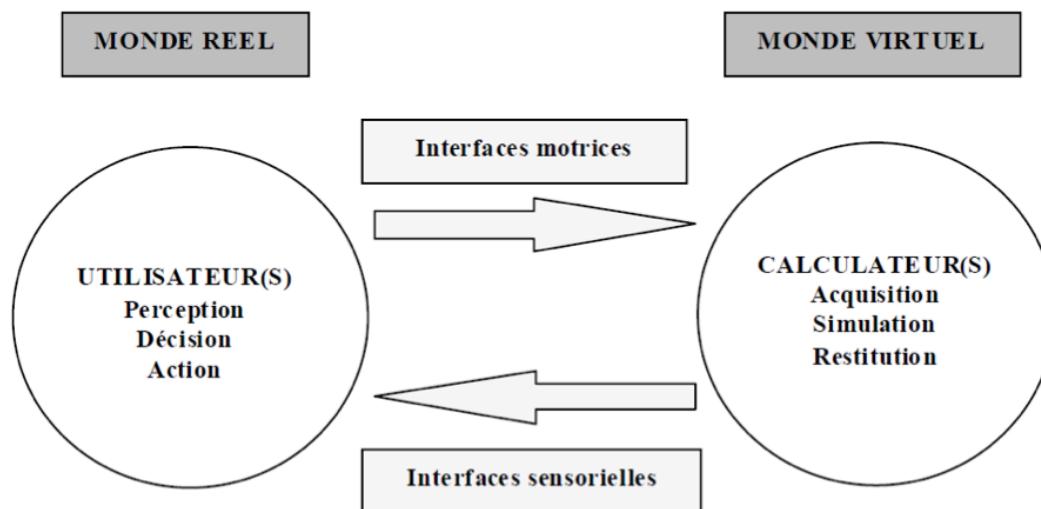
La réalité virtuelle est une simulation informatique interactive, immersive, visuelle, sonore et/ou haptique, d'environnements réels ou imaginaires.

La finalité de la réalité virtuelle est de permettre **à une personne (ou à plusieurs)** une activité **sensori-motrice** et **cognitive** dans un monde artificiel, créé **numériquement**, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel.

P. Fuchs. *Les interfaces de la réalité virtuelle*. Paris : Presses de l'École des Mines de Paris, 1996

Définition technique RV

La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique (1) et des interfaces comportementales (2) en vue de simuler dans un monde virtuel (3) le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel (4) entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle (5) par l'intermédiaire de canaux sensorimoteurs.



La boucle « perception, cognition, action »

Domaines d'application

- Formation par simulateur
- Applications médicales
- Conservation du patrimoine culturel
- Art numérique
- Jeu vidéo
- Télé-immersion
- Visualisation scientifique
- Recherche fondamentale
- Architecture-urbanisme
- Applications nucléaires

Interaction

Conception active de la perception et du comportement dans le monde virtuel

Quatre primitives comportementales

- Observer
- Se déplacer
- Agir
- Communiquer

Interfaces comportementales (visuelles, haptiques, sonores, de navigation...)

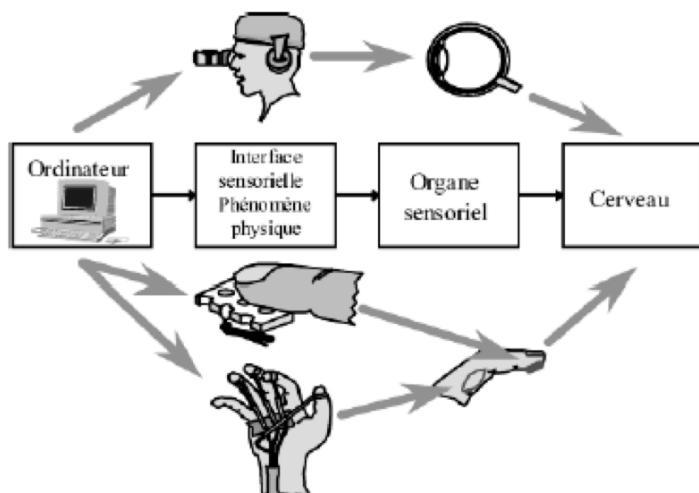


Figure 2.3 : Interface sensoriel

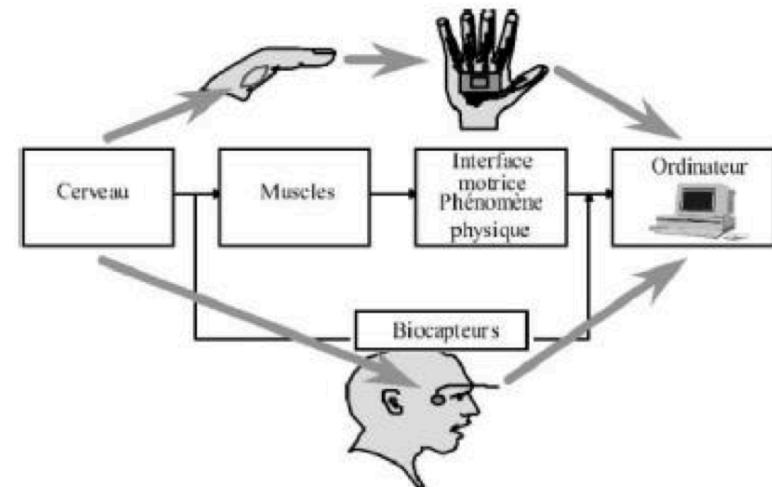


Figure 2.4 : Interface moteur

Immersion

Exposition de l'utilisateur à un monde virtuel occultant en partie la perception de l'environnement alentours réel

Cohérence de l'immersion

- Entre les sens immersés
- Temporelle (diminuer la latence des interfaces)

Correspondance de l'immersion

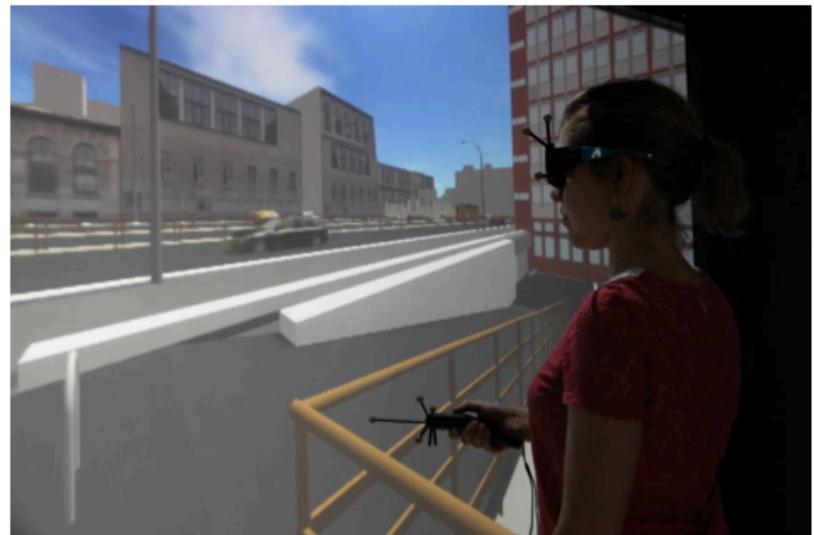
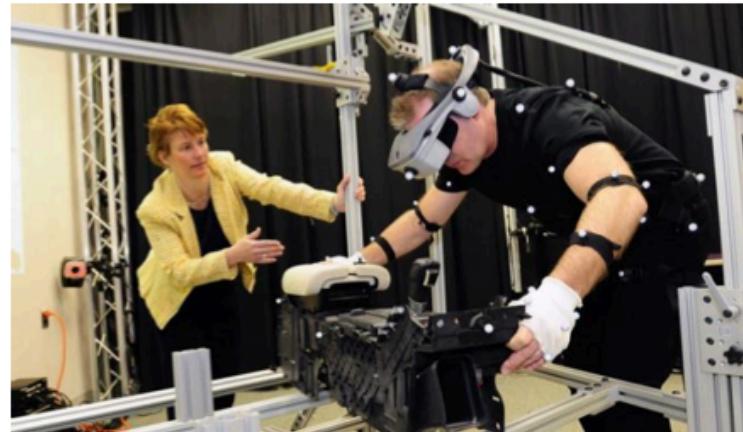
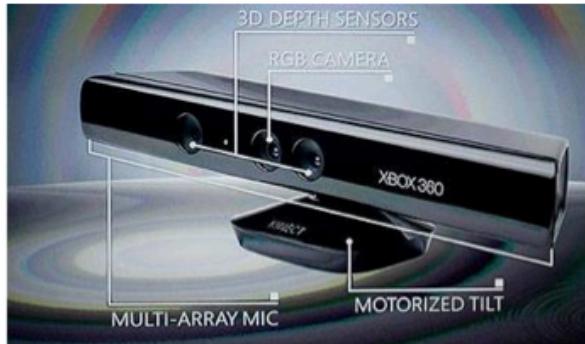
- Outils d'interface
- Echelle
- Transitions réel/virtuel
- Métaphores utilisées

Présence : sentiment subjectif de se sentir dans le monde virtuel

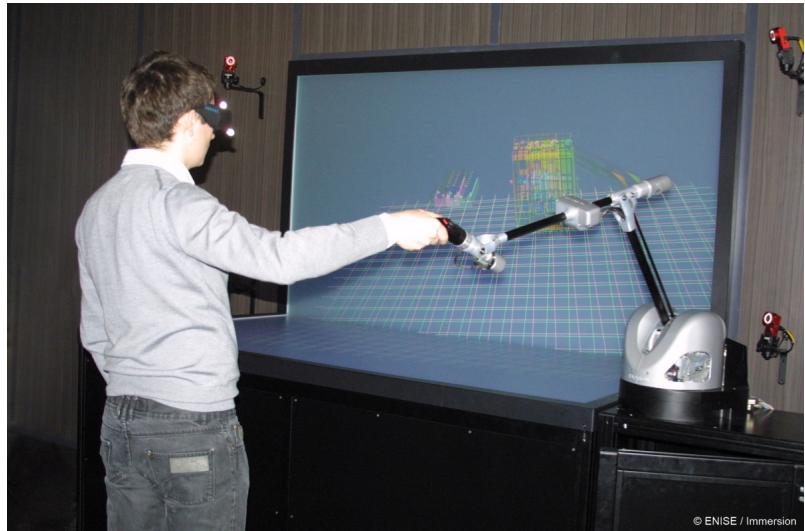
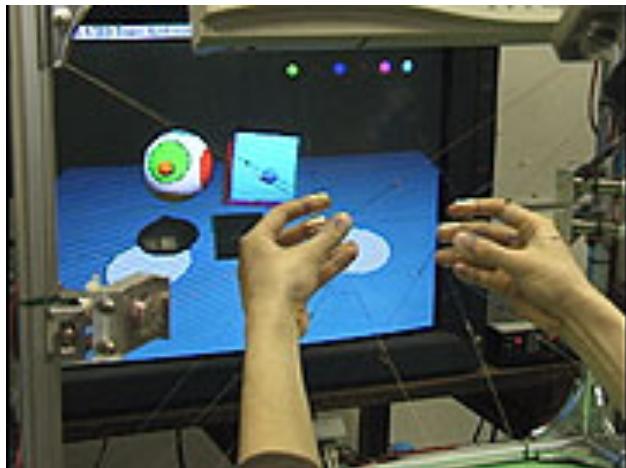
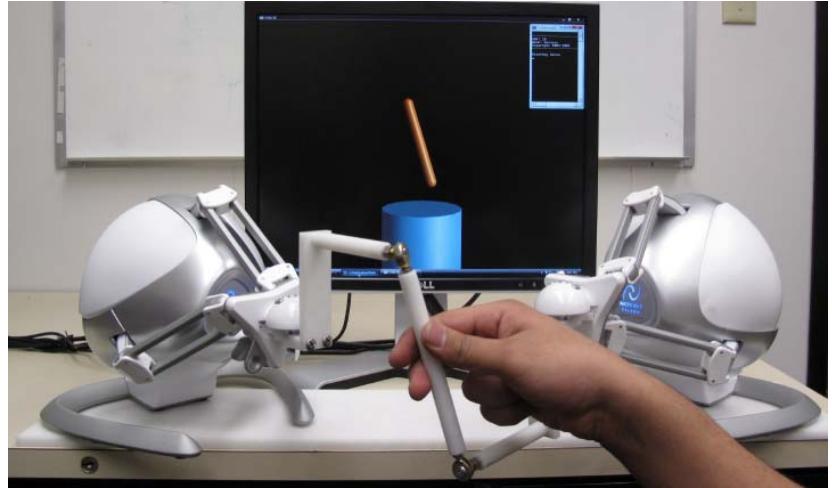
Interfaces visuelles



Interfaces motrices



Interfaces haptiques



Réalité augmentée



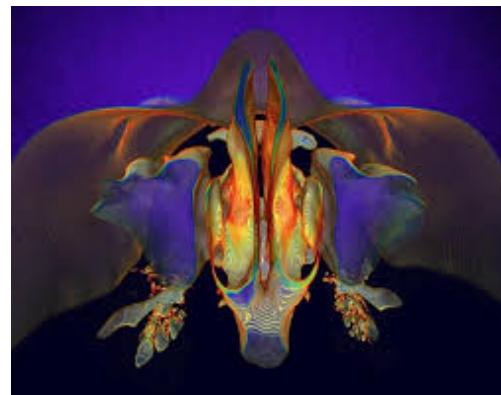
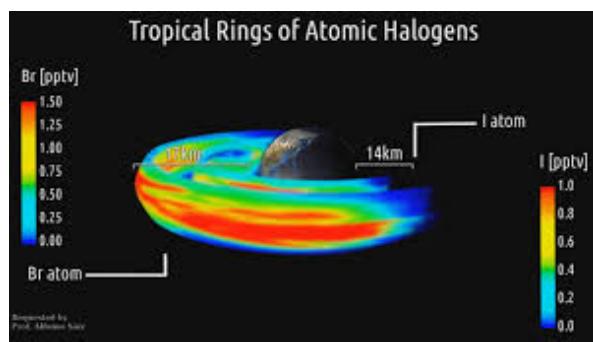
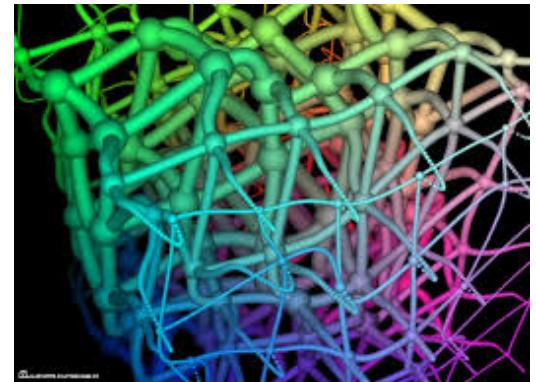
Applications médicales en RV

- Visualisation scientifique
- Apprentissage
- Entraînement aux gestes médicaux
- Aide à l'opération
- Traitement

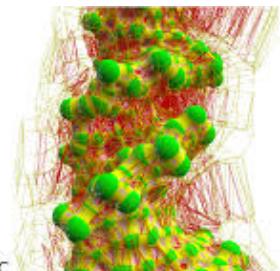
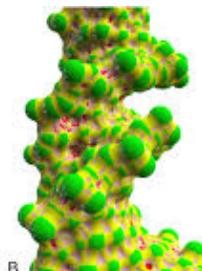
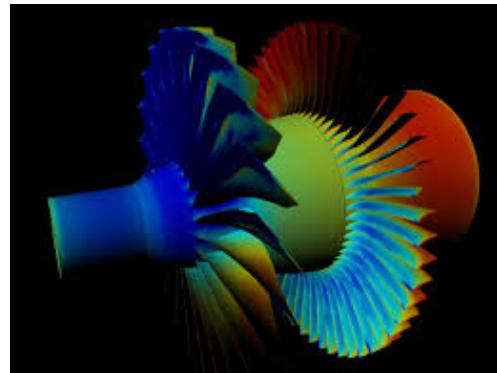
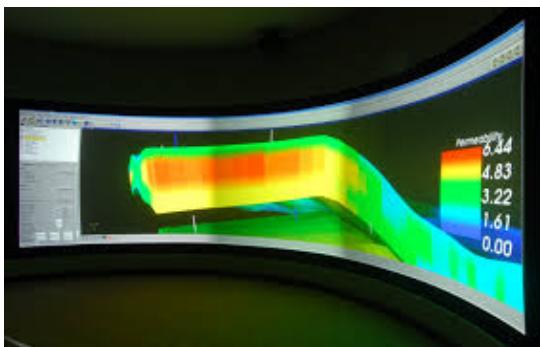
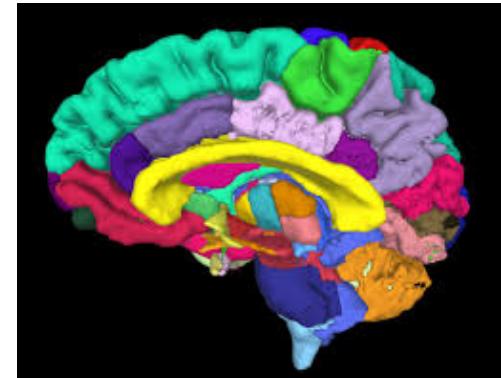
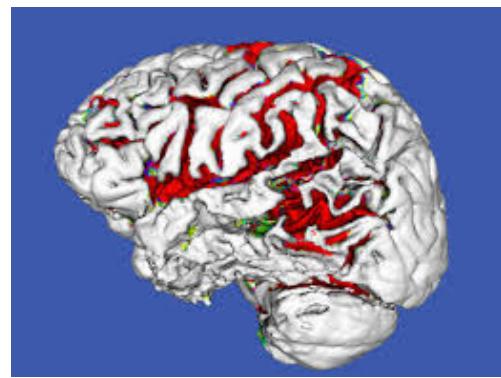
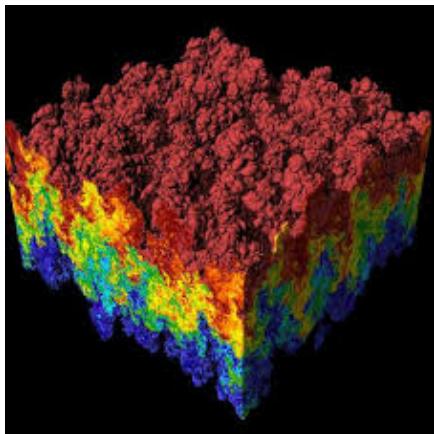
<http://www.01net.com/actualites/la-realite-virtuelle-au-service-du-medical-562940.html>

RÉALITÉ VIRTUELLE ET VISUALISATION SCIENTIFIQUE

Qu'est-ce que la visualisation scientifique ?



Scientific visualization ?



Qu'est-ce que la visualisation SCIENTIFIQUE ?

Visualiser des données **spatio-temporelles
acquises ou simulées**

Domaine : Techniques informatiques pour la transformation et la génération de représentations visuelles de données spatio-temporelles afin de les rendre compréhensibles et d'en extraire de la connaissance

Pourquoi ?

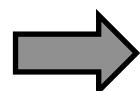
- Communiquer des résultats scientifiques et convaincre
- Explorer et interpréter des données
- Raisonner et comprendre grâce à des raisonnements spatiaux

Applications

- Ingénierie, simulation, calcul scientifique
- Imagerie médicale
- Climatologie et météorologie
- Géosciences, hydrologie
- Cosmologie, planétologie, astronomie
- Mécanique, matériaux, CFD
- Chimie, biologie, physique particulaire
- Etc.

Les enjeux de la visu scientifique

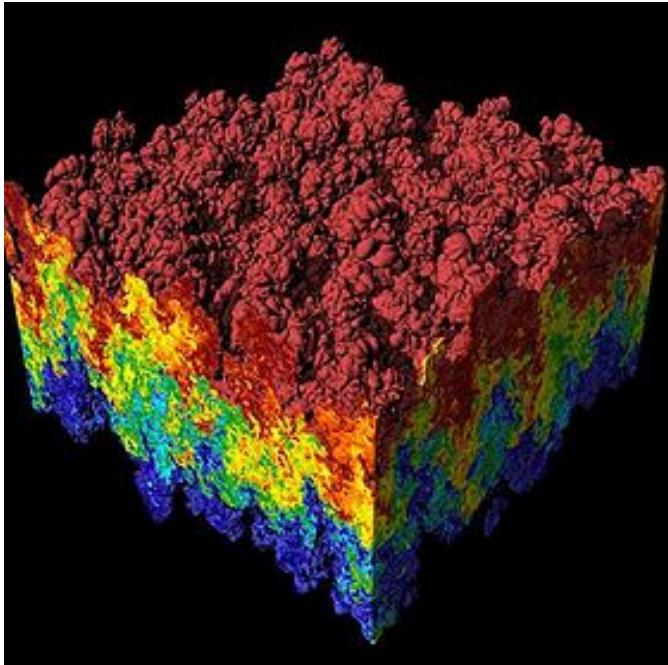
- Augmentation de l'utilisation des simulations
- Augmentation de la taille des données générées
- Augmentation de la complexité de ces données (dimensions, champs)



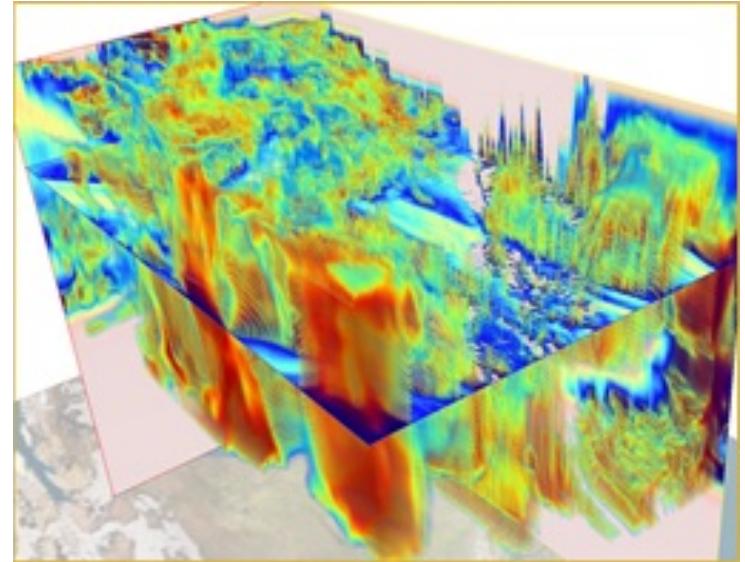
Comment filtrer les données pour donner accès à des représentation géométriques et visuelles efficientes ?

Les enjeux de la visu scientifique

Dimensionnalité



[http://en.wikipedia.org/wiki/
Scientific_visualization#mediaviewer/File:Rayleigh-
Taylor_instability.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_visualization#mediaviewer/File:Rayleigh-Taylor_instability.jpg)



<http://science.energy.gov/ber/highlights/2013/ber-2013-05-b/>

Les enjeux de la visu scientifique

Dimensionnalité

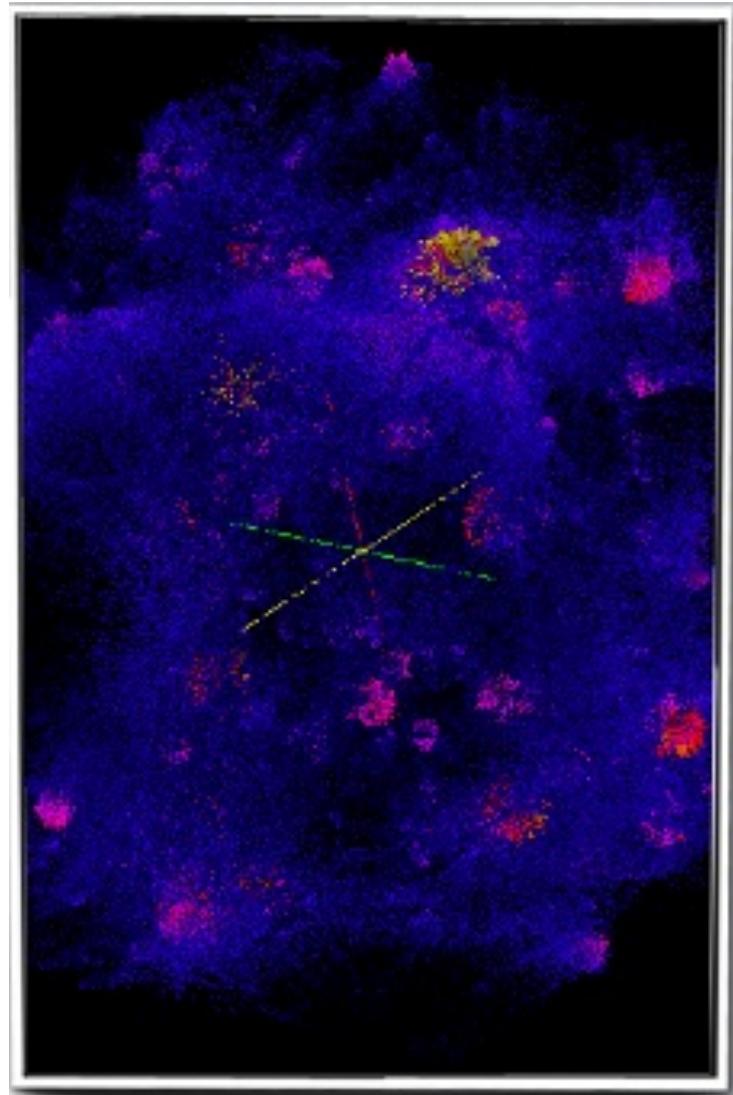
- Dimensionality!



Images de J. Tierny

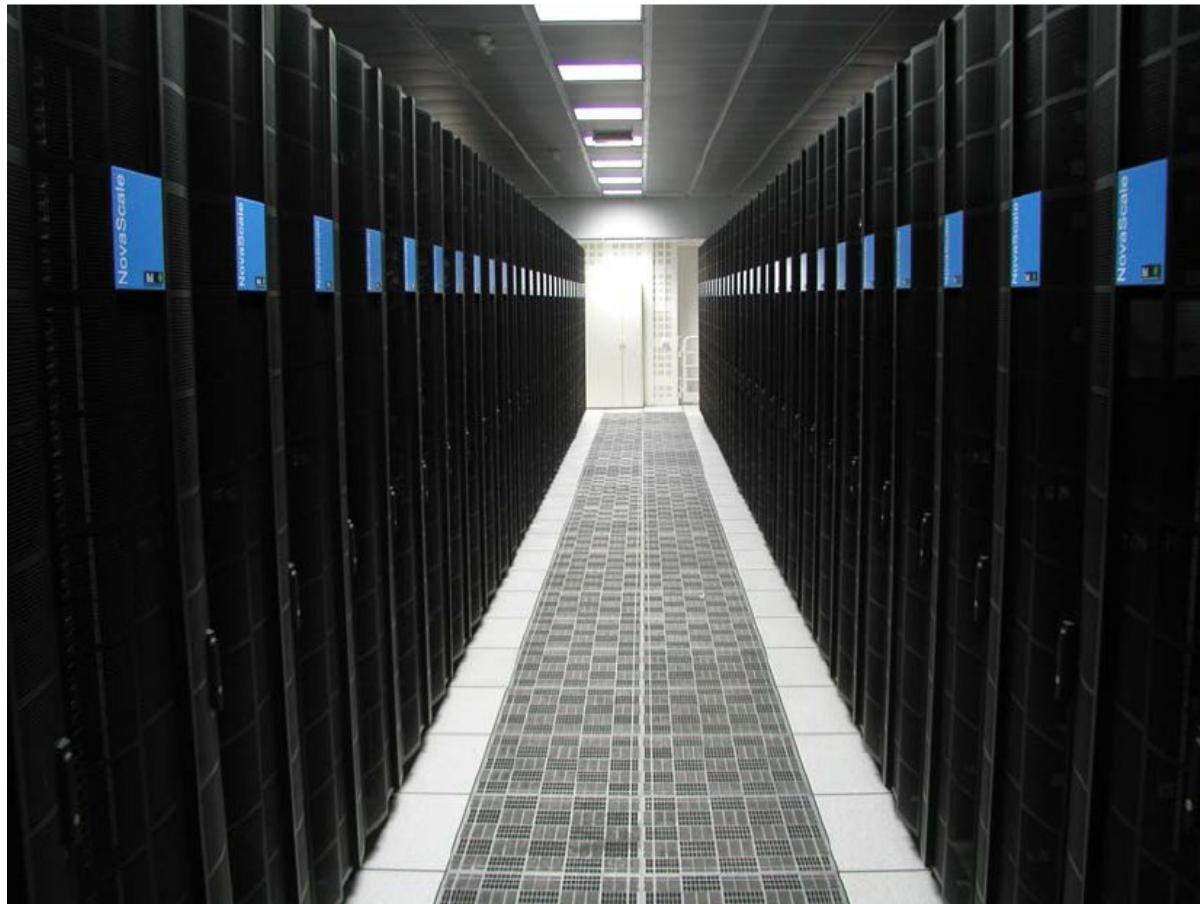
Les enjeux de la visu scientifique

Filtrage des données



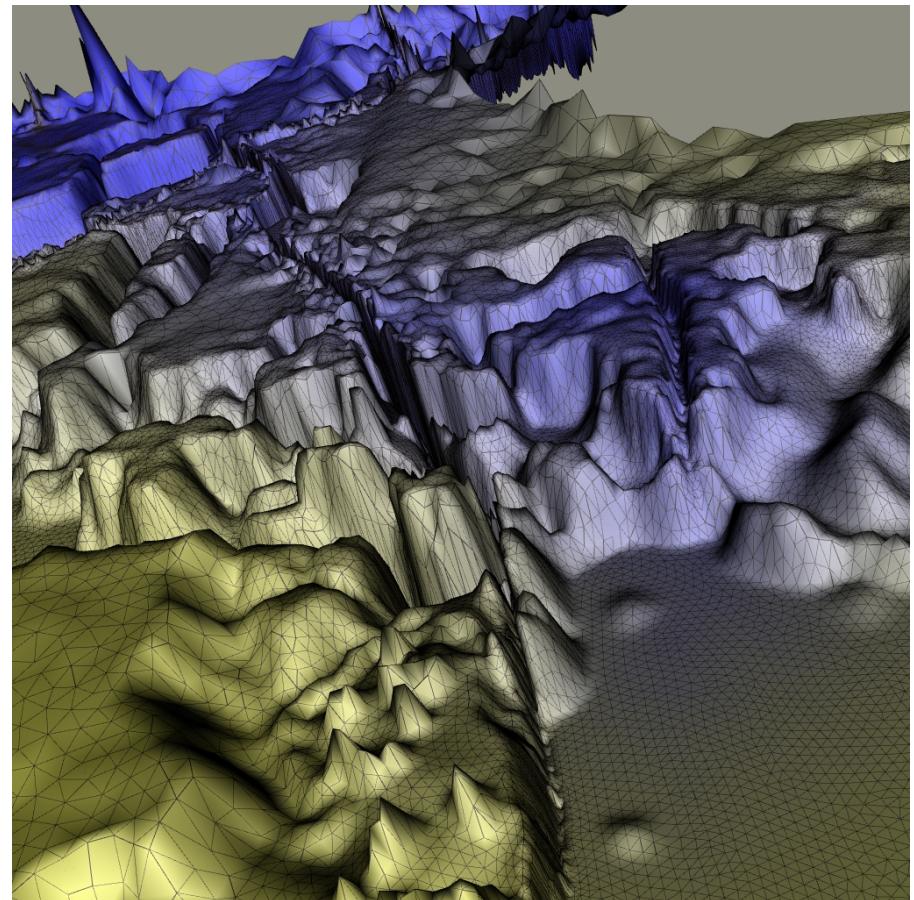
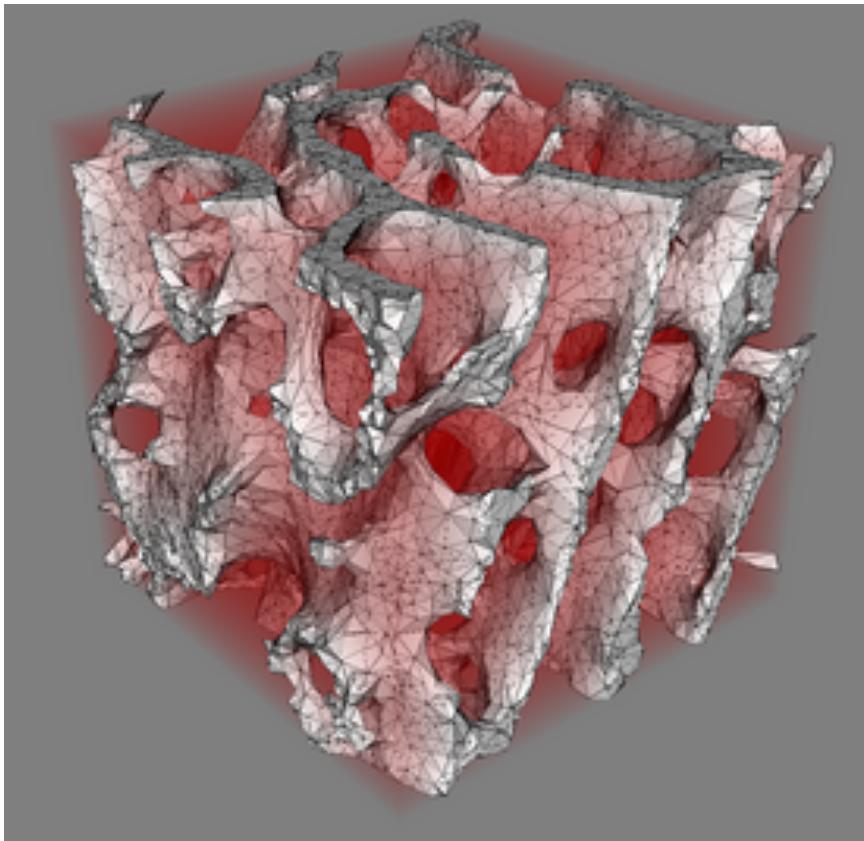
Les enjeux de la visu scientifique

Taille des données



Les enjeux de la visu scientifique

Accession efficiente à la géométrie



Les enjeux de la visu scientifique

Interactivité



Comment ?

Les compétences mises en jeu

- Gestion et traitement des données
- Géométrie
- **Rendu**
- Algorithme et programmation
- **Interfaçage**
- **Perception**

Critères d'évaluation

Expressivité : Toutes les informations nécessaires sont représentées et seulement celles-ci.

Efficacité : Toutes les informations sont représentées clairement. (MacKinley, 1986)

Prise en compte de l'interaction et du temps d'utilisation ->

Potentialité (Besher & Feier, 1993)

- Expressivité potentielle : afficher les bonnes informations sous le contrôle de l'utilisateur
- Efficacité potentielle : affichage clair tout le long de l'utilisation et quelque soit les informations sélectionnées

Réalité virtuelle et visualisation scientifique

- Modélisation et rendu 3D
 - Rendu volumique
 - Patient virtuel
 - Automatisation et personnalisation du modèle 3D ?
 - Former les praticiens à des représentations nouvelles

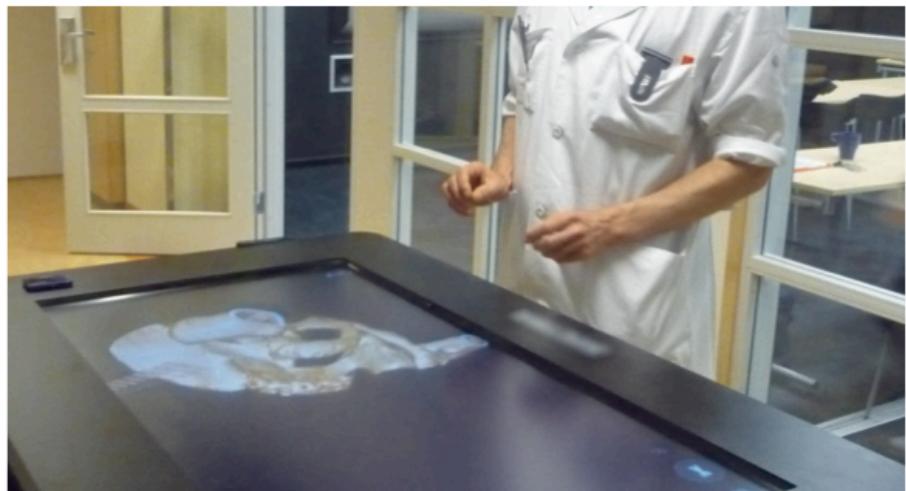


Réalité virtuelle et visualisation scientifique

- Nouvelles interactions et interfaces
 - Visuelles
 - Haptiques / Motrices
- Faciliter la prise de connaissance et l'interprétation de données complexes et nombreuses

Multi-Touch Table System for Medical Visualization: Application to Orthopedic Surgery Planning

IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, VOL. 17, NO. 12, DECEMBER 2011

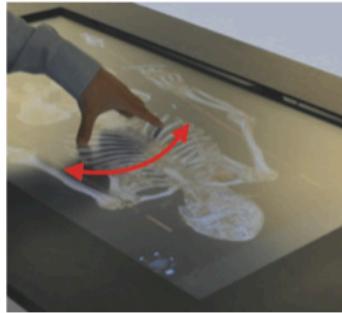


Multi-Touch Table System for Medical Visualization: Application to Orthopedic Surgery Planning

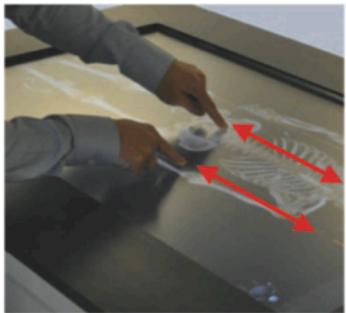
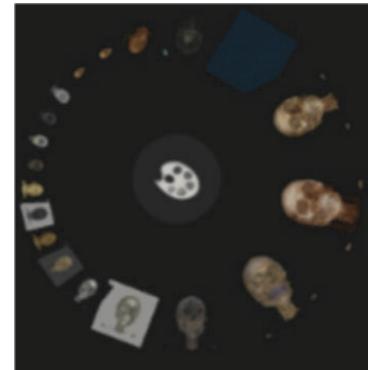
IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, VOL. 17, NO. 12, DECEMBER 2011



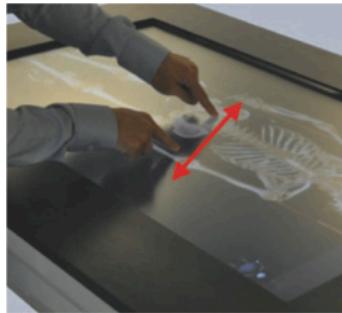
a



b



c



d



Effects of Stereo and Screen Size on the Legibility of Three-Dimensional Streamtube Visualization

IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, VOL. 18, NO. 12, DECEMBER 2012

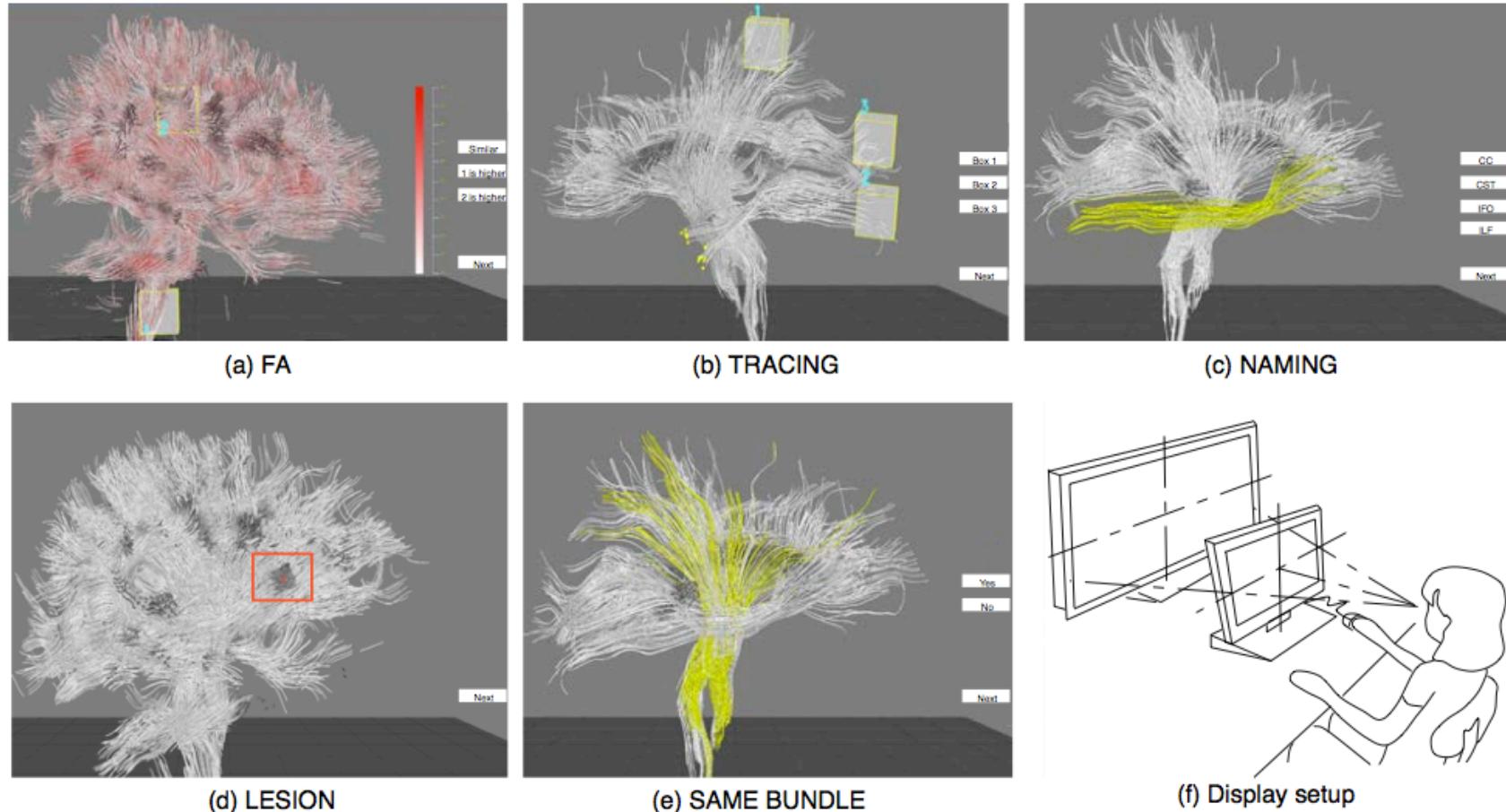


Fig. 1. Five 3D DMRI visualization tasks on two display devices.

Effects of Stereo and Screen Size on the Legibility of Three-Dimensional Streamtube Visualization

IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, VOL. 18, NO. 12, DECEMBER 2012



(a) Small stereo

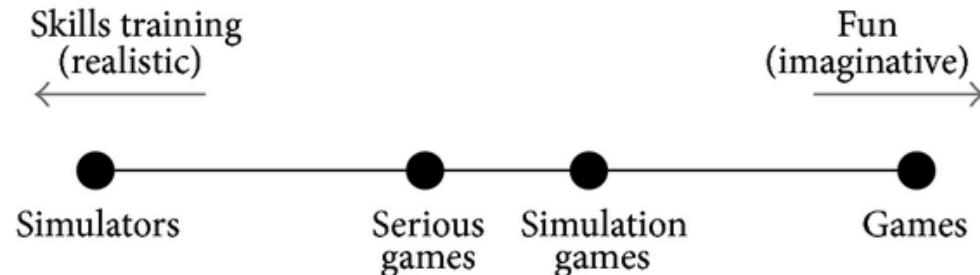


(b) Large stereo

RÉALITÉ VIRTUELLE ET APPRENTISSAGE

A Comprehensive Review of Serious Games in Health Professions

International Journal of Computer Games Technology (2014)



CHIRURGIE



Figure 1. Sample operating room screenshots.

Serious games for knee replacement surgery procedure education and training. WCES 2010.

A Comprehensive Review of Serious Games in Health Professions

International Journal of Computer Games Technology (2014)

CHIRURGIE

Learning Blood Management in Orthopedic Surgery through Gameplay. *IEEE Computer Graphics & Application 2010.*

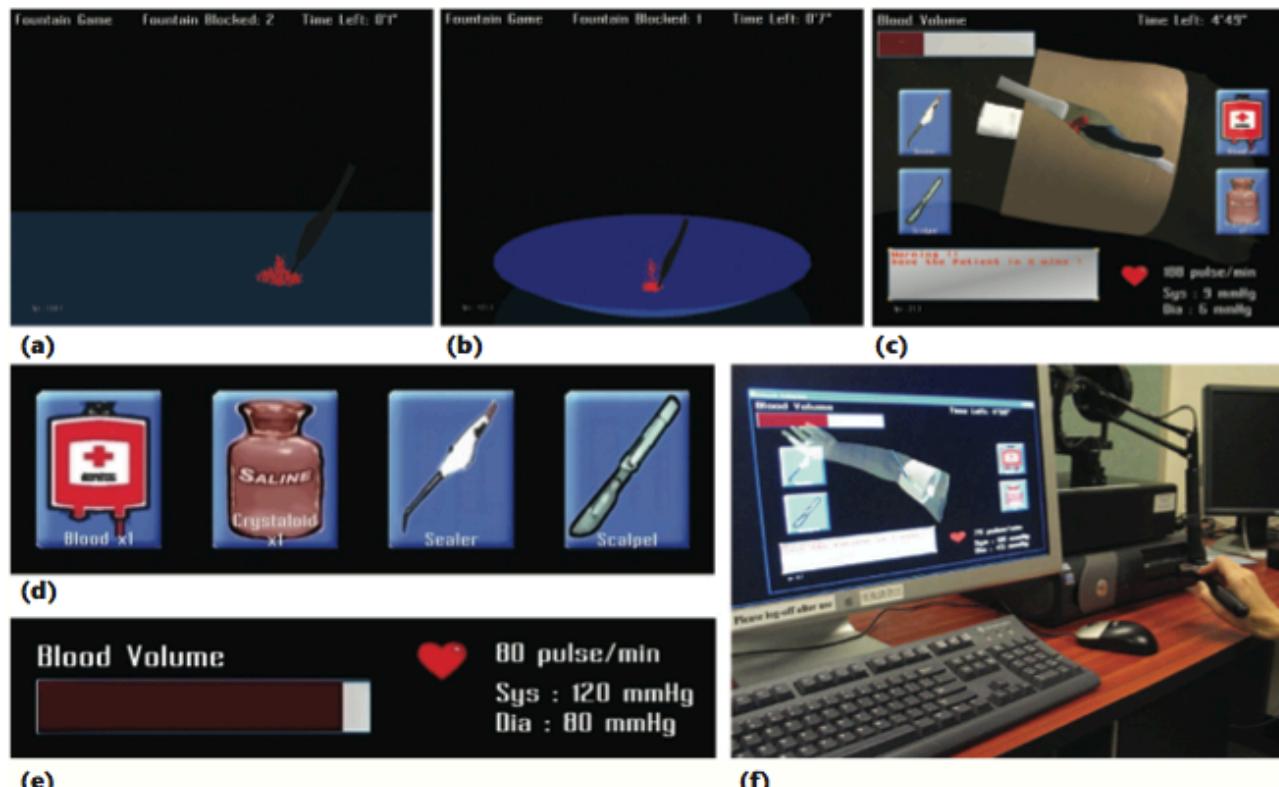


Figure 2. Game components. The preliminary Stopping the Fountains games can be played on (a) a plane or (b) the more challenging curved surface. (c) The orthopedic-surgery game includes (d) buttons for fluid resuscitations and surgical tools and (e) a blood volume indicator and other life indicators. (f) The game's hardware configuration includes a haptic input device for maneuvering virtual tools.

SOIGNER AVEC LA RÉALITÉ VIRTUELLE ET LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

Augmenter l'opération

- Ajouter des informations pendant l'opération

http://www.allodocteurs.fr/actualite-sante-operer-le-foie-grace-a-la-realite-virtuelle-_8796.html

Traitement des phobies

- Claustrophobie, agoraphobie
- Phobie des araignées, des chiens
- Vertige



Autisme

- Communiquer avec des avatars
- Étudier l'interaction de la personne autiste avec les autres (regard, etc.)



Et aussi...

- Serious game pour les enfants atteints de diabète
- Casque de réalité virtuelle pour réduire la souffrance (brûlés, pendant une intervention...)

