

Intérêt de la réalité virtuelle pour la formation à partir d'une approche théorique et pédagogique

Philippe FUCHS - Professeur de Réalité Virtuelle à Mines ParisTech

Philippe Fuchs est ancien professeur de Réalité Virtuelle à Mines ParisTech, responsable de l'équipe de recherche RV&RA. Il est un des experts majeurs du domaine de la réalité virtuelle en France avec 27 années de recherche en réalité virtuelle et réalité augmentée.

Il est l'auteur principal et le directeur de l'ouvrage collectif « Traité de la réalité virtuelle », en 5 volumes, avec 101 auteurs et 83 chapitres (2006 – 2009). Il vient de publier (mai 2016) un livre sur « Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo » et un autre « Théorie de la réalité virtuelle – les véritables usages » (2018), éditeur (www.pressesdesmines.com)

Les recherches menées depuis 1992 en Réalité Virtuelle et en Réalité Augmentée par son équipe de recherche portent sur l'immersion et l'interaction en environnement virtuel, à partir d'une méthodologie « modèle 4I² » conçue par lui. Il a été responsable depuis 1992 d'une cinquantaine de contrats avec des entreprises : Groupe PSA, Renault, CEA, EDF, SNCF, Saint Gobain Recherche, Valeo, Visteon, In Vivo, CHU de Bordeaux, Centre de rééducation de Kerpape, l'IRBA (Institut de recherches Biomédicales des Armées), etc.

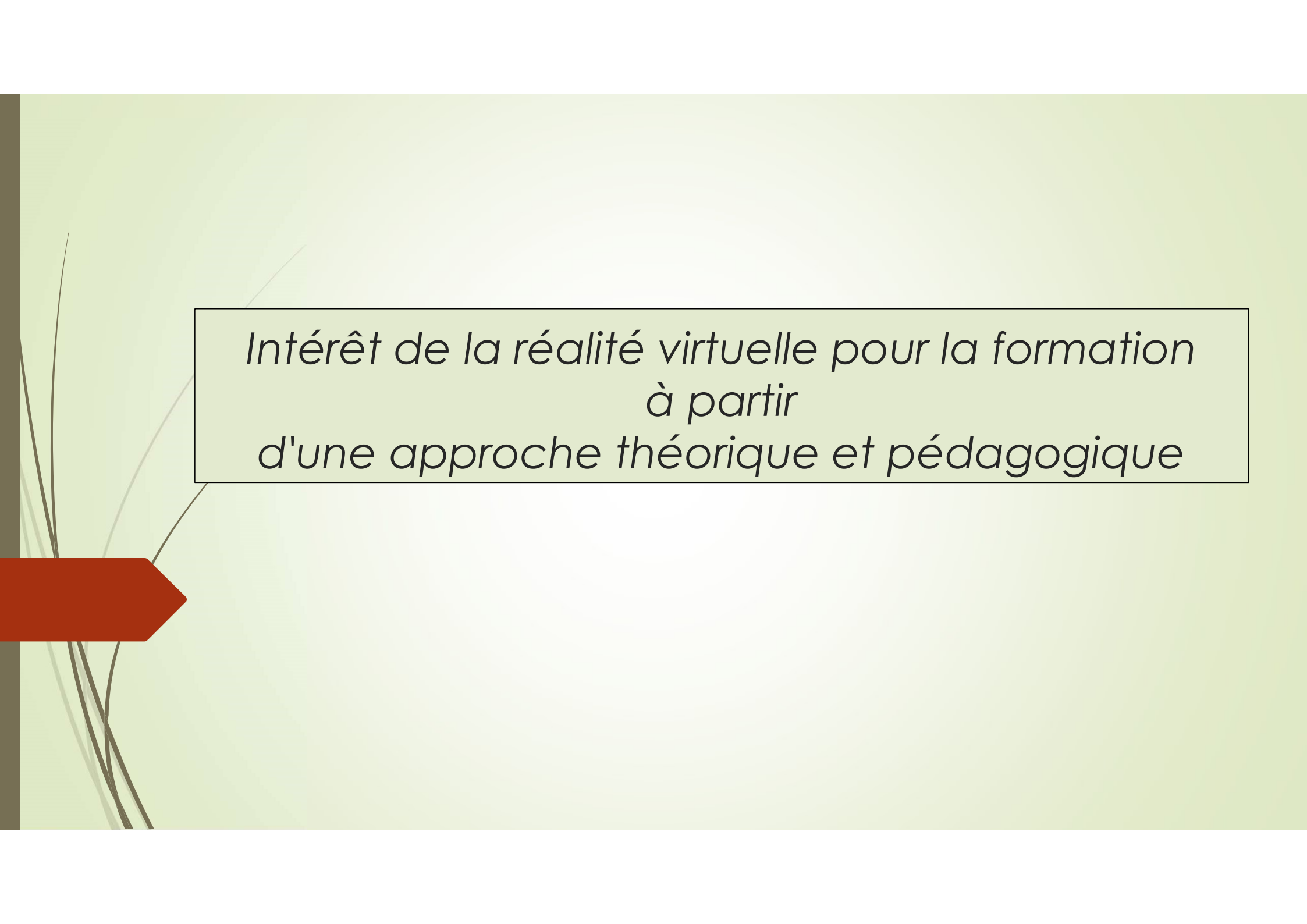
Il fut le premier président de l'Association Française de la Réalité Virtuelle (AFRV) en 2005

Résumé : A partir d'une méthodologie « modèle 4I² » sur l'immersion et l'interaction en environnement virtuel, analyse des potentialités de la réalité virtuelle pour la formation et ses limites. Une comparaison est faite avec les autres méthodes d'apprentissage, pour un choix raisonné de l'usage de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans le cadre de la formation.



Professeur de Réalité Virtuelle à Mines ParisTech

- Recherche en RV& RA depuis 1992 à Mines ParisTech
- Première thèse en France sur la formation via la réalité virtuelle (1998)
- Ancien président de l'AFRV
- Expert du groupe de travail sur la formation en RV et RA du réseau Canopé, Ministère de l'Education Nationale



*Intérêt de la réalité virtuelle pour la formation
à partir
d'une approche théorique et pédagogique*

FINALITE DE LA REALITE VIRTUELLE

**Agir physiquement
dans un monde artificiel**





permettre à une ou plusieurs personnes des **activités sensorimotrices** et donc cognitives dans un **monde artificiel**, créé numériquement qui peut être :

- *imaginaire*
- *symbolique*
- *simulant certains aspects du monde réel*

(P. Fuchs – 1996)

Monde symbolique

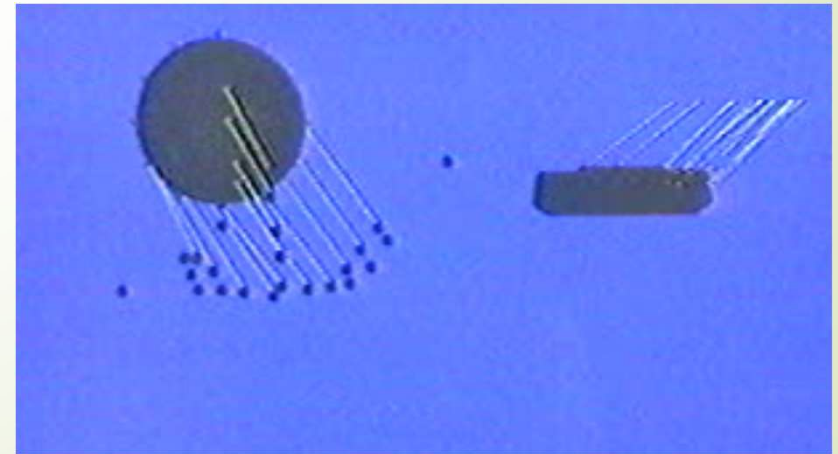
Pour la formation : schéma explicatifs, graphes, structures, etc.

► Spécifique à la RV :

- **Perception sensorimotrice** de notions
(Exemple : efforts de fraisage,...)



- **Perception visuelle augmentée** (Exemple : détection de mines avec représentation symbolique des impacts de la sonde en 3D)



Images de synthèse

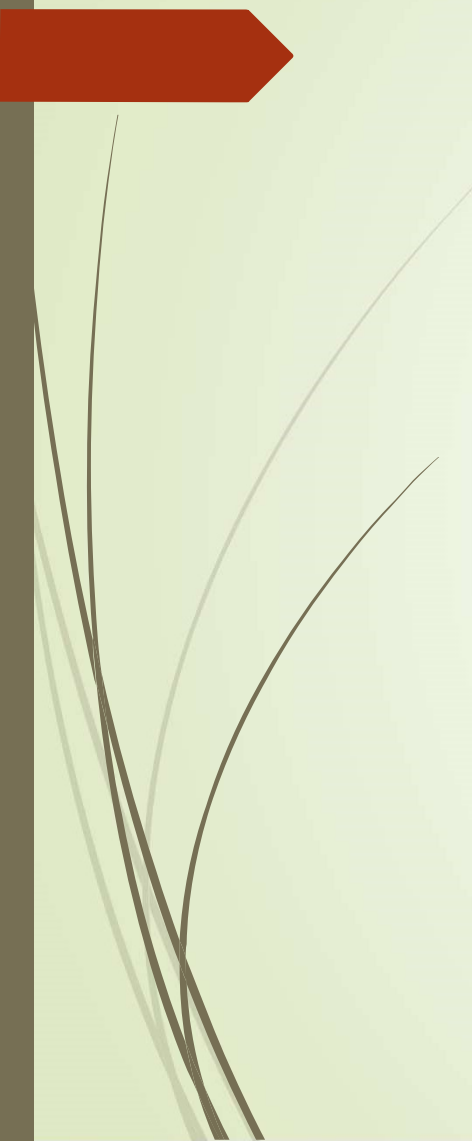
Images de caméra 360°





Plan

- Quelques concepts de base en RV
- RV et formation / éducation



Théorie de la perception et de l'action en réalité virtuelle

Des comportements humains
(sensorimoteurs, cognitifs)

The diagram features a central circle labeled 'Environnement artificiel'. A red arrow points from this circle to a yellow box containing the text 'Des comportements humains (sensorimoteurs, cognitifs)'. Another yellow box, 'Des dispositifs techniques', is positioned below the first one. A red arrow points from the top of the 'Environnement artificiel' circle to the second yellow box. A red arrow also points from the top of the 'Des dispositifs techniques' box to the 'Environnement artificiel' circle. The symbol I^2 is placed near the top of the red arrow pointing to the first yellow box.

I^2

Environnement

Des dispositifs techniques

Environnement
artificiel

I^2 = Immersion & (Inter)action

A red arrow points from the left edge of the slide towards the definition of I^2 .

IMMERSION ET INTERACTION SENSORIMOTRICES



Les sens humains :

- **Les 5 sens extéroceptifs**
- **Les sens proprioceptifs**

Les sens à prendre en compte pour les applications RV

➤ 3 sens pour l'**extéroception** :

- la vision (**sens prédominant**) ;
- l'ouïe ;
- la **sensibilité cutanée** (toucher : 4 types de récepteurs cutanés).

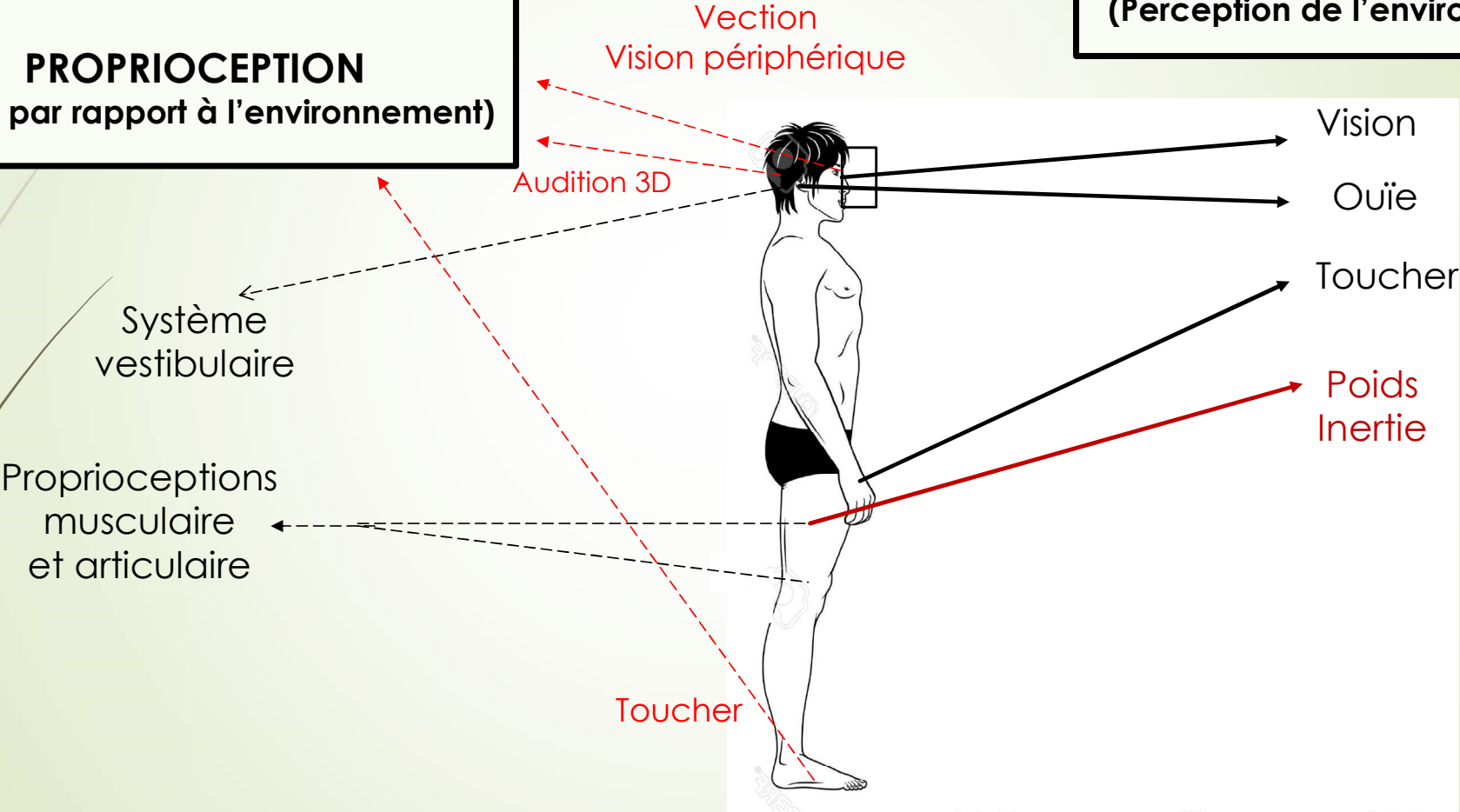
(l'odorat et le goût sont basés sur des phénomènes chimiques, donc non simulables numériquement et donc non transmissibles à distance)

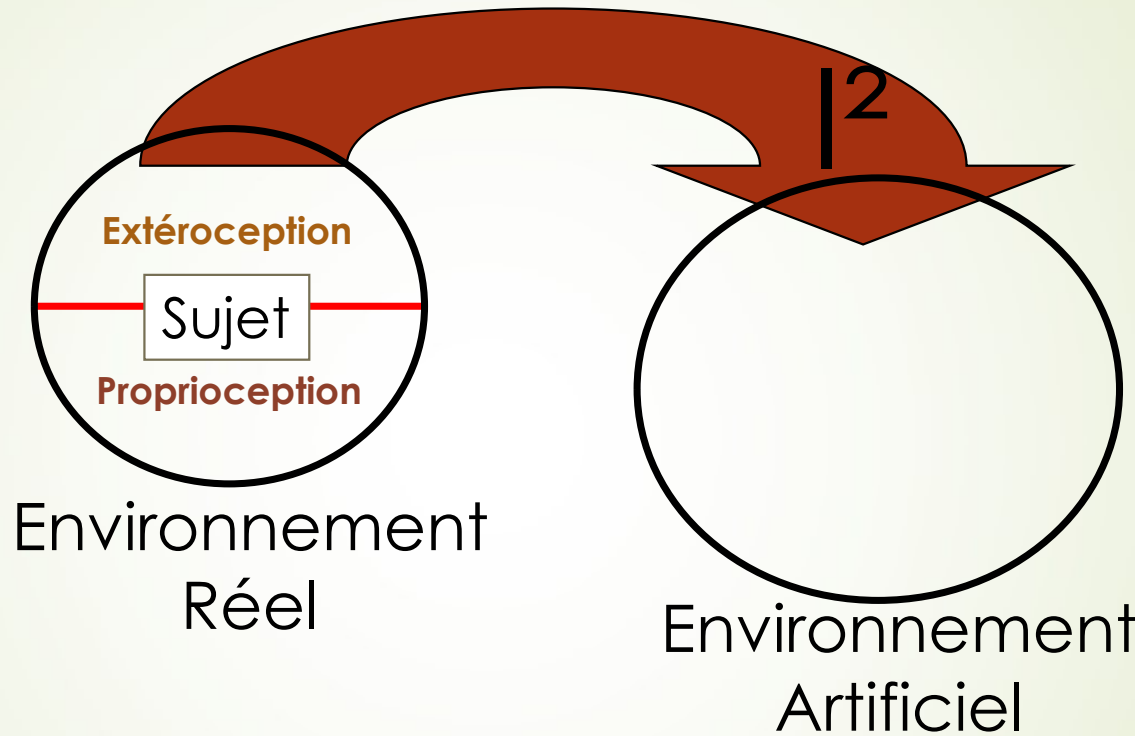
➤ **La proprioception** : sensibilités à la position dans l'espace, au mouvement du corps et aux forces exercées sur les muscles.

- les systèmes vestibulaires ;
- les organes tendineux aux articulations, aux tendons ;
- les mécanorécepteurs des muscles ;
- le **système visuel**

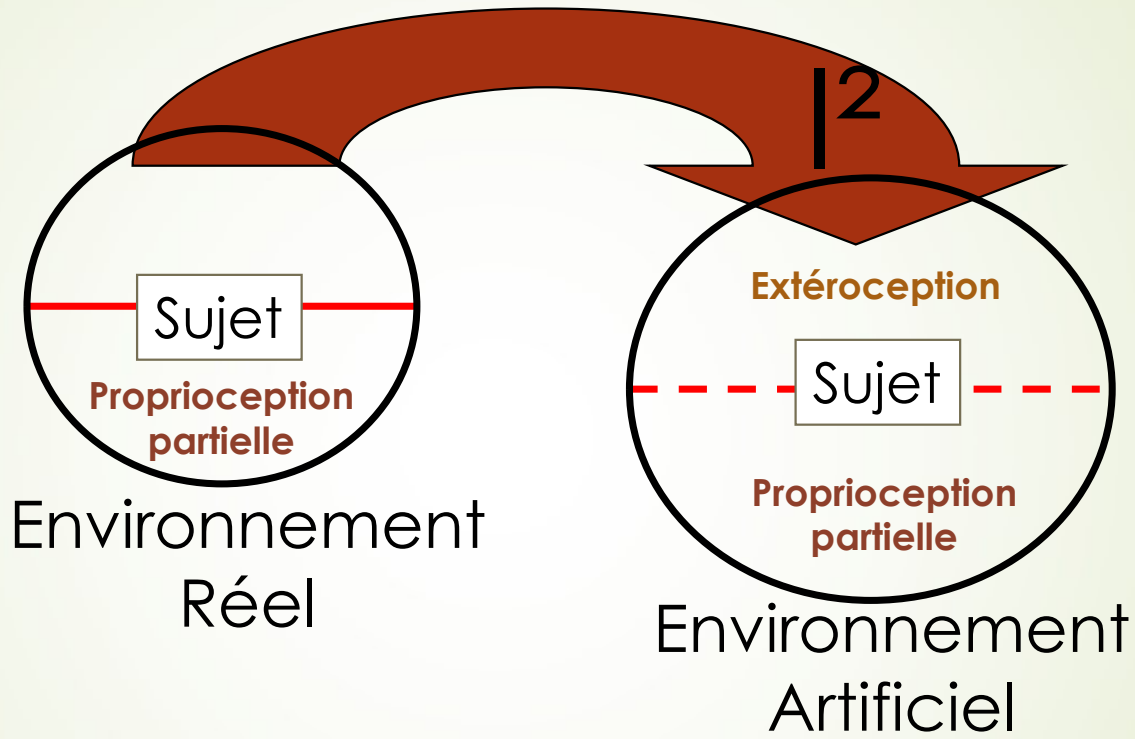
EXTEROCEPTION
(Perception de l'environnement)

PROPRIOCEPTION
(Corps par rapport à l'environnement)





|² = Immersion & (Inter)action



Incohérence / Ambiguïté proprioceptives

PROPRIOCEPTION (Corps par rapport à l'environnement)

~~Système
vestibulaire~~

~~Proprioceptions
musculaire
et articulaire~~

Le sens du mouvement

Vection
Vision périphérique

Audition 3D



EXTEROCEPTION (Perception de l'environnement)



PROPRIOCEPTION (Corps par rapport à l'environnement)

~~Système
vestibulaire~~

Proprioceptions
musculaire
et articulaire

Le sens du mouvement

Vection
Vision périphérique

Audition 3D

Toucher



EXTEROCEPTION (Perception de l'environnement)



PROPRIOCEPTION (Corps par rapport à l'environnement)

Système
vestibulaire

Proprioceptions
musculaire
et articulaire

Le sens du mouvement

Vection
Vision périphérique

Audition 3D

Toucher



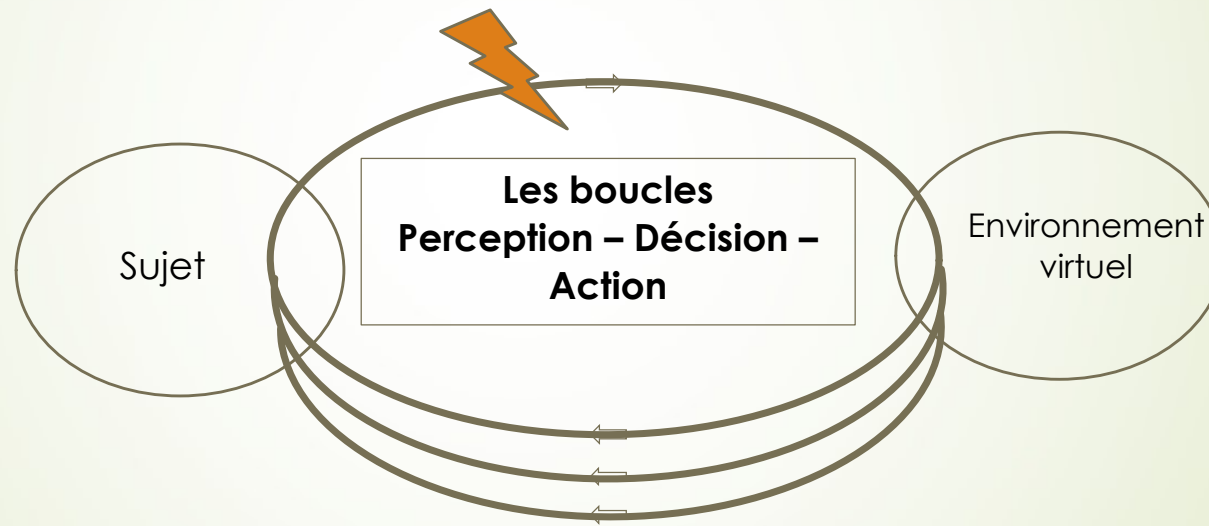
EXTEROCEPTION (Perception de l'environnement)



Aucune incohérence sensorimotrice
si ER = EV spatialement

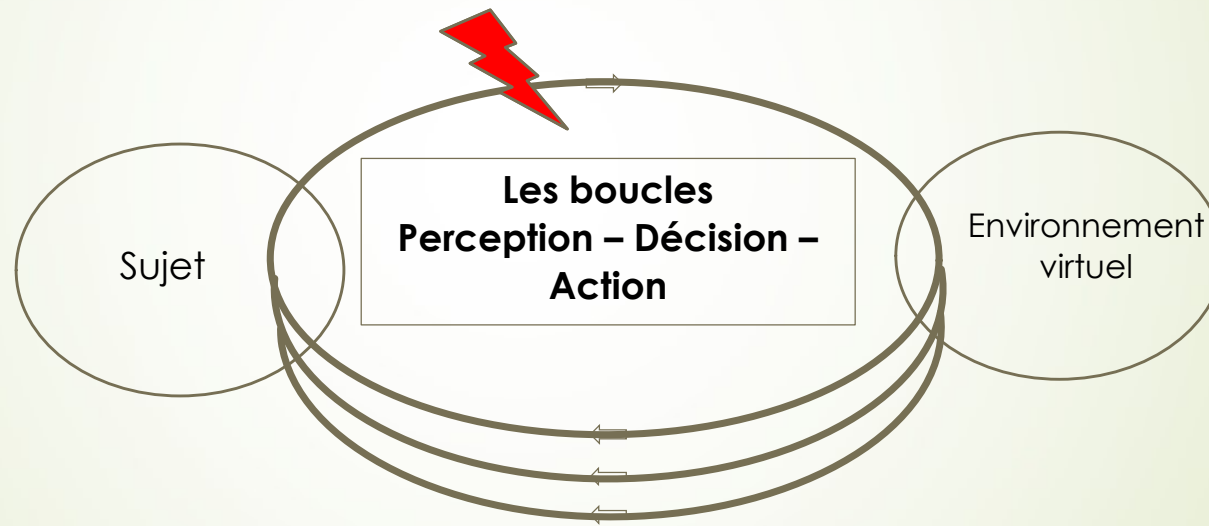
Les incohérences s-m
Le coté positif :
La vision est
prépondérante

Le SNC rend cohérent
les stimuli sensoriels



Les incohérences s-m
Le coté négatif :
Perturbations
inconfort - cinétose

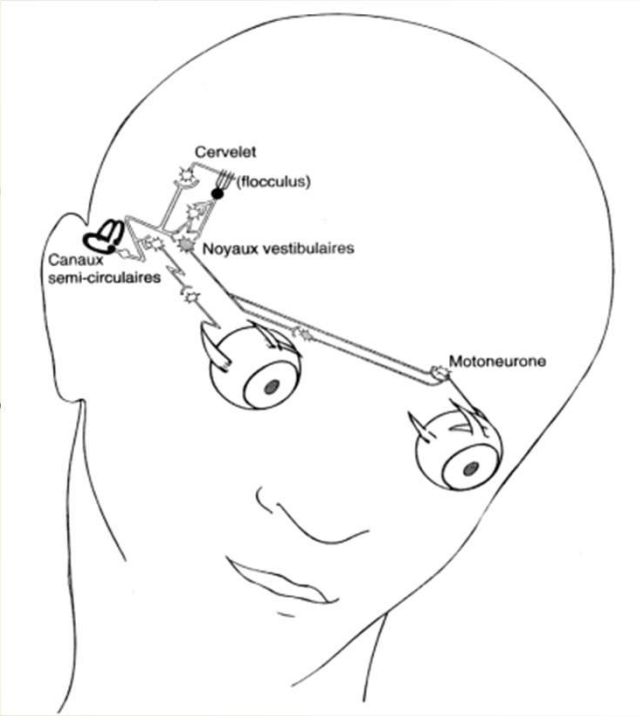
Le SNC n'arrive pas à
rendre cohérent les
stimuli sensoriels



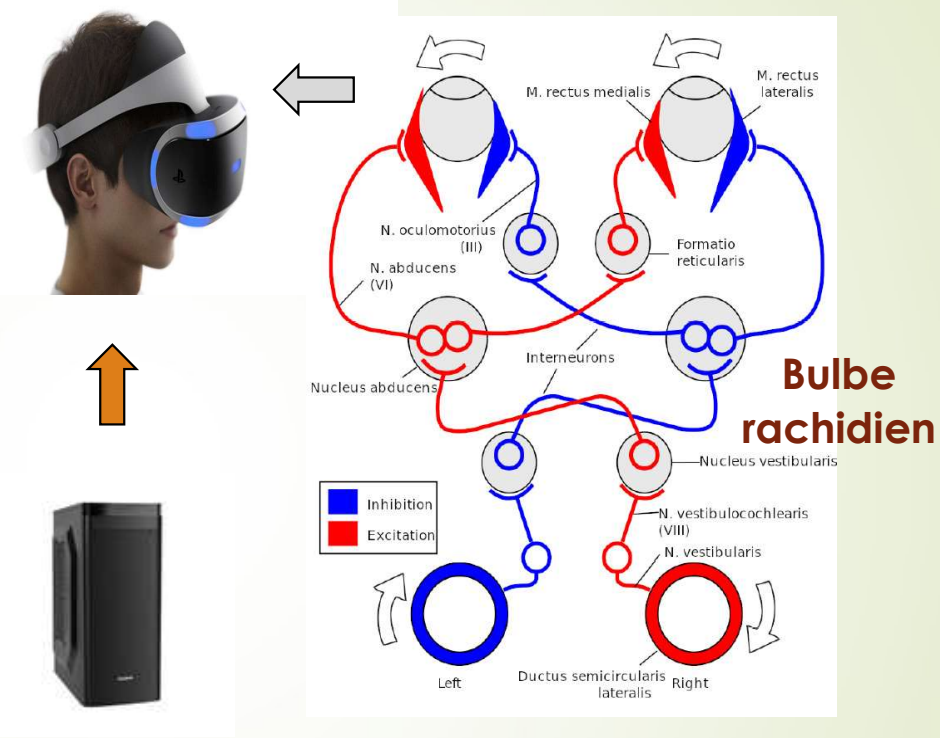
Incohérence sensorimotrice : conflit visuo-vestibulaire



Fonctionnement du Réflexe Vestibulo-Oculaire (VOR)



Dans les deux cas en moins de 20 ms



Capteur

Mouvement de la tête en ER

IMMERSION ET INTERACTION COGNITIVES





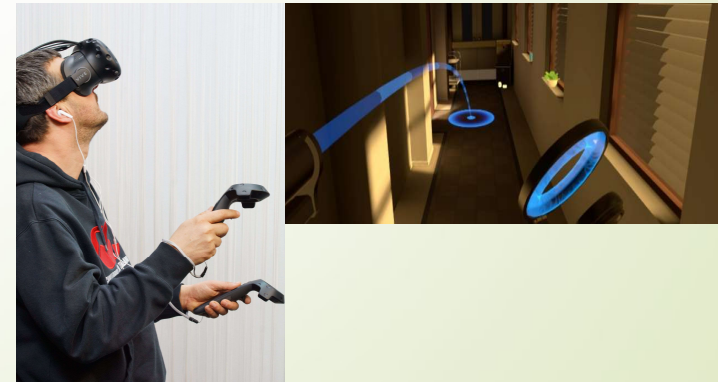
La proprioception est aussi importante que la vision...

Immersion visuelle distante

versus

immersion proprioceptive ?

**Schèmes sensorimoteurs naturels
ou
Schèmes sensorimoteurs artificiels
(métaphores)**



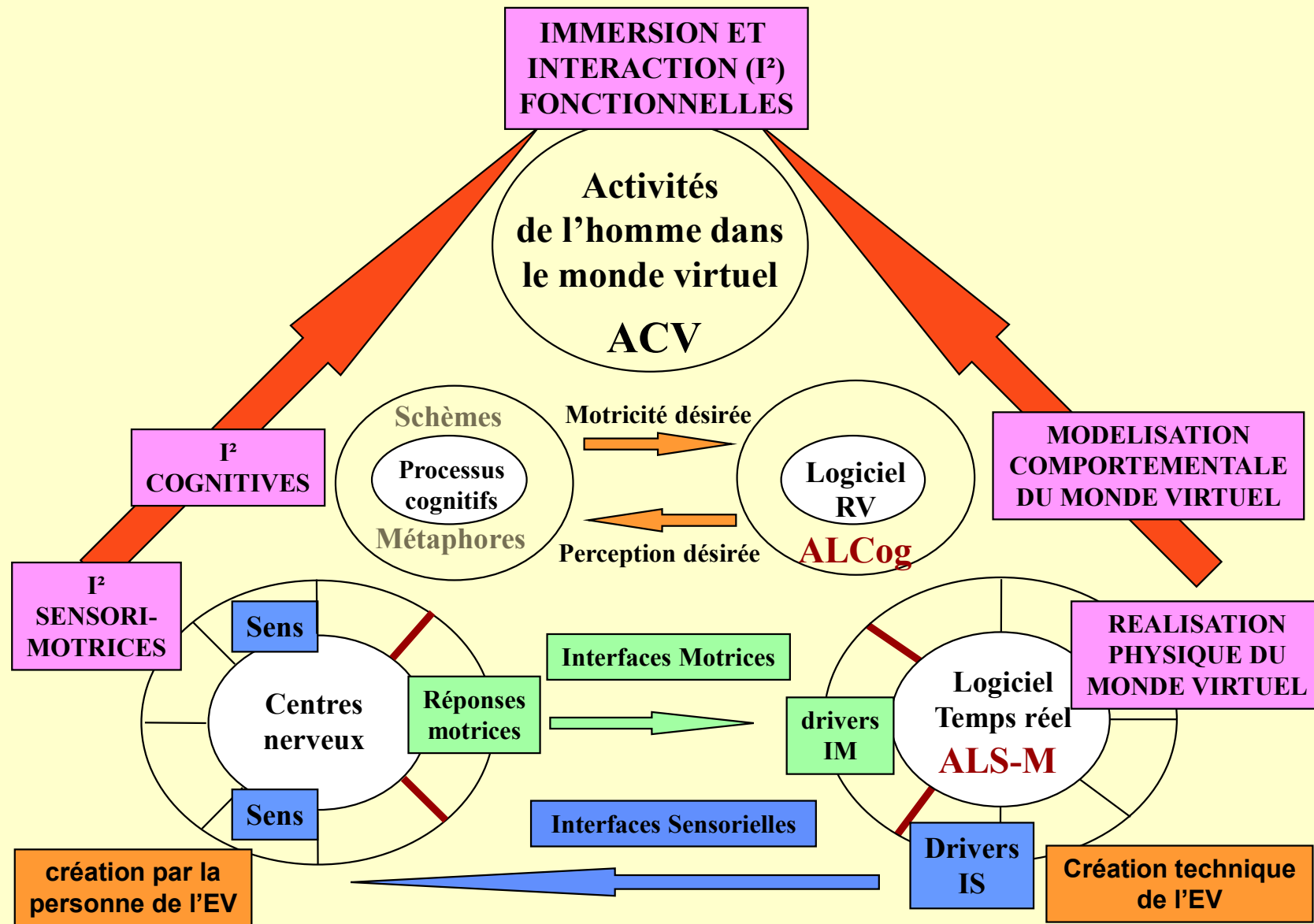


IMMERSION ET INTERACTION FONCTIONNELLES



Les 4 catégories d'activités dans un environnement virtuel

- Observation (IMMERSION)
- Déplacement (INTERACTION)
- Manipulation (INTERACTION)
- Communication avec autrui (INTERACTION)





Recommandations sur les usages de la réalité virtuelle

- ▶ J'ai participé au Comité d'Éthique VR de VR-Connexion, qui vient de publier la première « Charte de recommandations sur l'usage de la Réalité Virtuelle » :
- ▶ <https://www.vr-connection.com/comite-dethique-vr/charte-de-recommandations/>



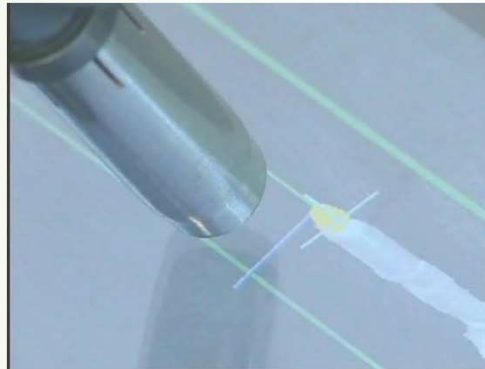
Plan

- Quelques concepts de base en RV
- RV et formation / éducation

Formation - apprentissage en RV

- Formation à des **gestes techniques** (simulateur en menuiserie, en soudage, en projection enduits, etc.)

Savoir-faire



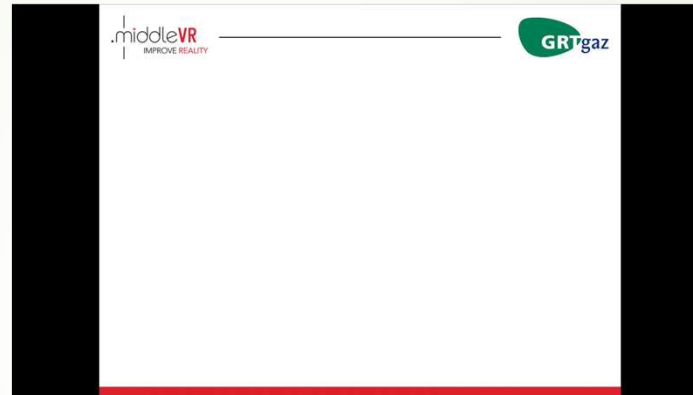
- Formation à **des systèmes et engins complexes** (ex : machines agricoles)



Formation - apprentissage en RV

- Formation à des **procédures de sécurité, de maintenance**

Savoir et savoir-être



- Formation à des **activités professionnelles par mise en situation**
via serious games ou application RV (ex : mener un entretien, par Daesign)



Formation des urgentistes au stress d'un attentat

permettre aux 50 médecins-anesthésistes-réanimateurs de la Brigade de sapeurs-pompiers de Paris de se former à diriger un poste médical avancé





Avantages de la réalité virtuelle pour la formation

► Avantages de simuler avec un environnement virtuel :

- Expérimenter / se désinhiber
- Simuler des terrains/matériels difficilement/pas encore accessibles/inaccessibles
- Simuler des tâches – événements difficiles/impossibles à reproduire en environnement réel (situations rares – explosion de centrale, tremblement de terre, tsunami)



- Simuler sans danger pour soi, pour autrui
- Simuler des matériels coûteux



Avantages de la réalité virtuelle pour la formation

Avantages des fonctionnalités proposées à l'apprenant :

- Contrôler complexité des situations
- Reproduire les situations à l'identique
- Décomposer les apprentissages
- Modifier la topologie spatiale et son échelle
- Modifier la structure temporelle
- **Réifier** : fournir une représentation de données abstraites pour la voir de manière matérielle ou concrète
- Montrer des phénomènes invisibles à l'œil nu
- Fournir des informations qui ne sont pas disponibles en environnement réel
- Utiliser des fonctions multimodales





Avantages de la réalité virtuelle pour la formation

Attentes de la réalité virtuelle pour l'apprenant :

Expérimenter, évoluer à son rythme, s'auto-évaluer, apprendre à partir de ses erreurs.

Attentes de la réalité virtuelle pour l'enseignant :

- Concrétiser des enseignements abstraits
- Faire vivre des expériences crédibles
- Enregistrer l'activité des apprenants (traces, performances)
- Pouvoir revoir/discuter/comprendre/rejouer l'activité

Concevoir de lui-même son application d'enseignement RV :

- Créer des activités virtuelles
- Choisir les scénarios
- Scénariser les sessions d'apprentissage



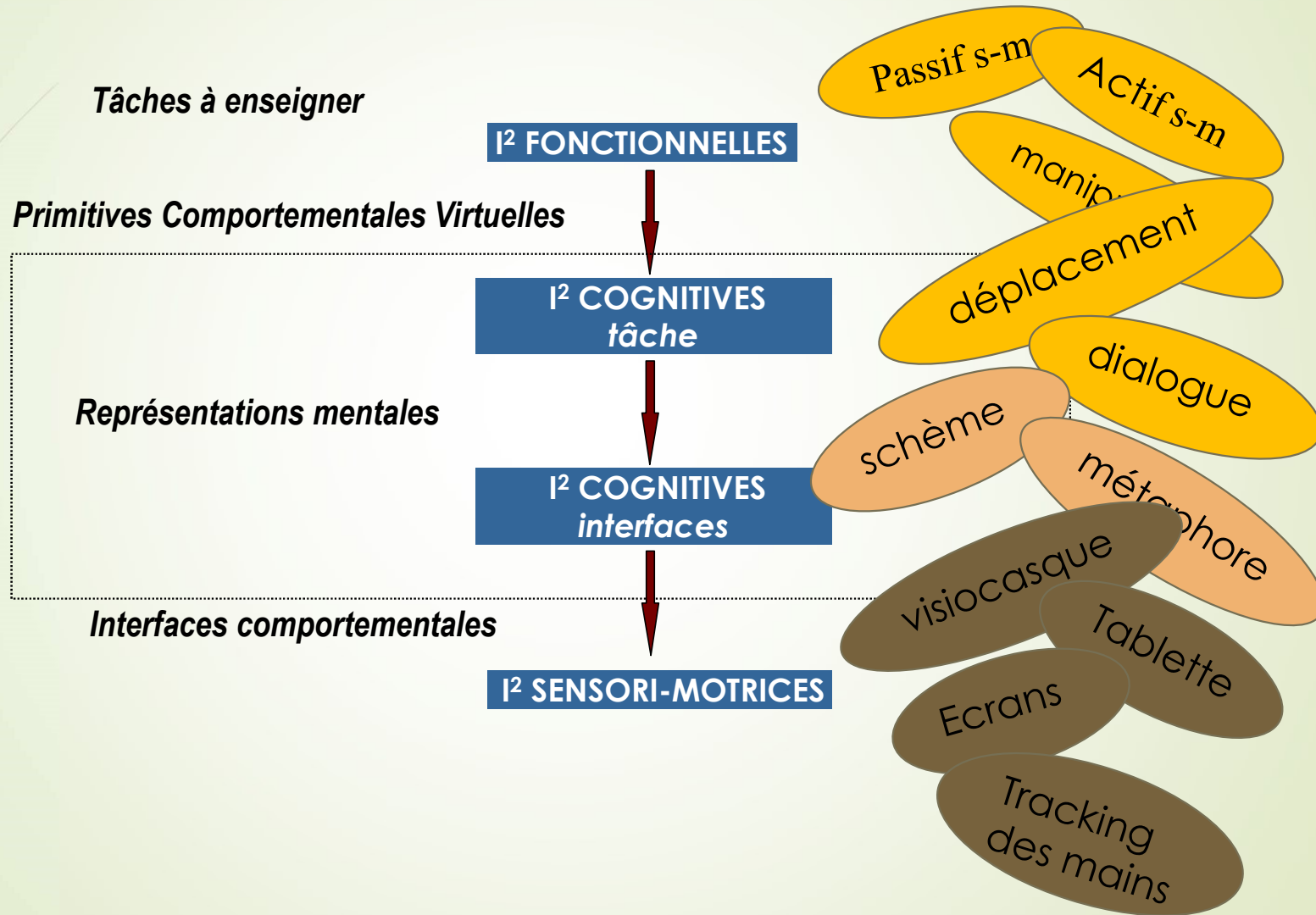
Conception

Deux problématiques de conception :

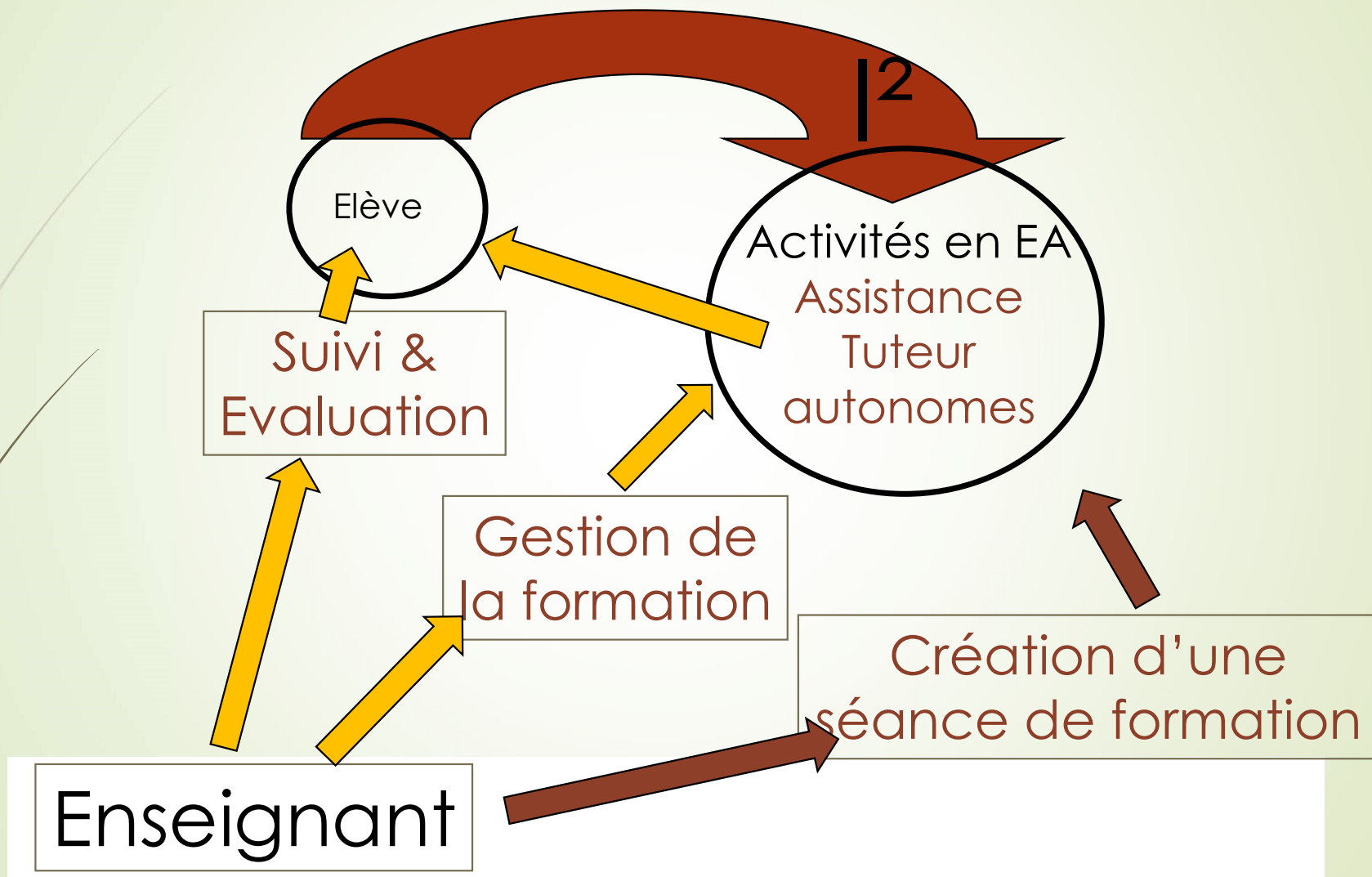
- Conception de l'activité virtuelle
- Conception des outils pédagogiques RV

en fonction des objectifs pédagogiques

Conception de l'activité virtuelle



Conception d'outils pédagogiques RV



Conception d'outils pédagogiques RV

Rétroactions

► Notion d'**étayage** :

- l'**étayage de soutien** : suggestions, conseils, guidages, etc. sur la réalisation de la tâche ;
- l'**étayage réflexif** : concerne les moyens permettant d'amener l'apprenant à réfléchir sur sa tâche (e.g. explicitation de ses buts/décisions/compromis, de l'évaluation de sa progression, des conséquences, etc.) ;
- l'**étayage intrinsèque** : concerne les modifications apportées à la tâche elle-même (e.g. réduction de la complexité et focalisation de l'attention sur les éléments significatifs, etc.).

Assistance et Guidage

**Comportement
du formé**

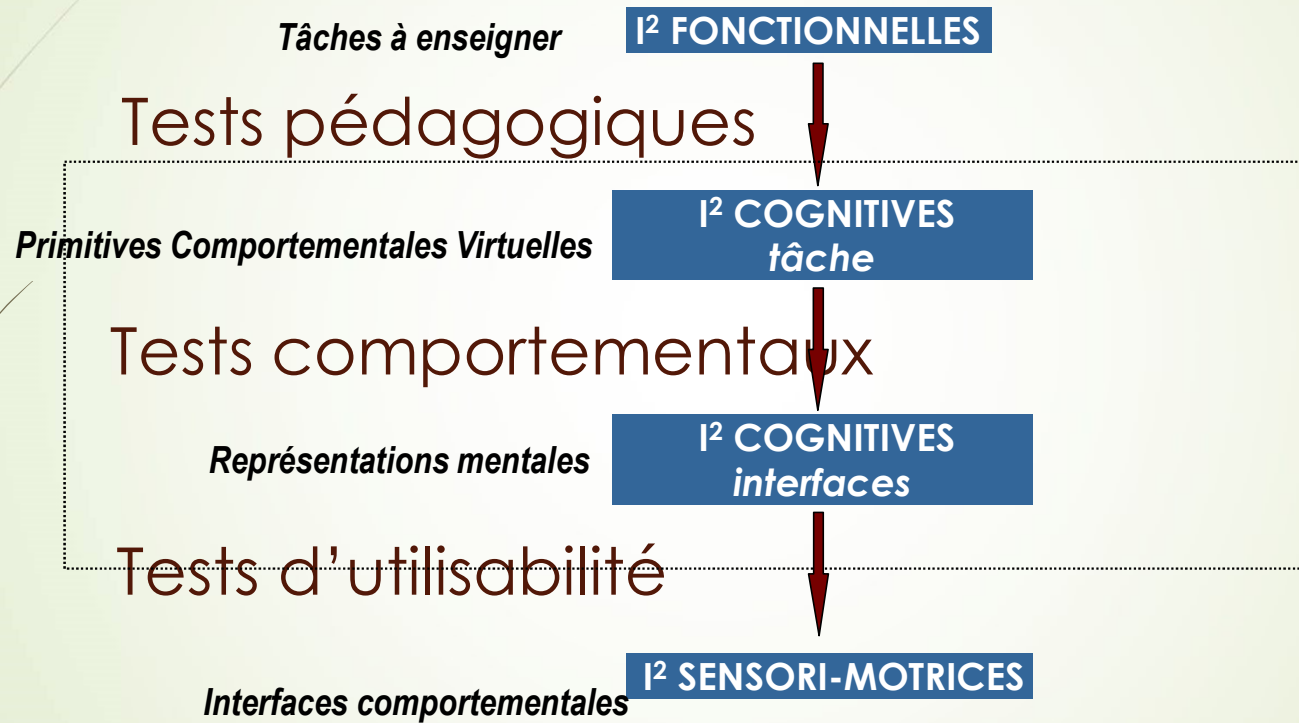


Fonctions pédagogiques

- Modèle du formé pour l'assister et corriger ses erreurs
- Diagnostic des erreurs pour un tutorat individualisé

**Implémenter des fonctions tutorielles comme celles gérées
par les Systèmes Tutoriels Intelligents (STI)
basés sur des techniques d'Intelligence Artificielle**

Evaluation des outils pédagogiques RV





Choix entre différentes approches pédagogiques

Choix entre différentes approches pédagogiques d'I² Simulation, Vidéo, Modélisation et Réalité Virtuelle

- 1 Simulation de processus en temps différé ou en temps réel
- 2 Immersion visuelle dans une modélisation 3D avec ou sans Interaction sur elle
- 3 Immersion visuelle via une vidéo classique
- 4 Immersion corporelle dans une vidéo 360°
- 5 Immersion corporelle et Interaction dans une « VR vidéo »
- 6 Immersion visuelle et Interaction via un jeu vidéo classique (serious game)
- 7 Immersion corporelle et Interaction via un « Jeu vidéo en RV »
- 8 Immersion corporelle et Interaction via une application RV de formation

Autres questionnements :

- RV ou RA ? 3D ou 3Ds ?
- Interfaces visuelles ? : visiocasques, tablettes numériques, petits et grands écrans associés à tracking tête et(ou) mains

Choix entre différentes approches pédagogiques d'I²

Exemples en lien avec l'anatomie humaine

Simulation de processus, modélisation, vidéo, RV ou RA ?

- Pour une opération chirurgicale : **RA**
- Pour une préparation d'une opération chirurgicale : **RV**
- Pour comprendre l'anatomie d'un humain : **modélisation 3D**
- Pour comprendre le fonctionnement d'organes : **modélisation et simulation**
- Pour une mise en situation en salle d'opération : **vidéo 360°**

- **Contre exemple :**



Grande variabilité de situations en RV et éducation

- Immersion visuelle **versus** immersion proprioceptive
- 3 à 4 niveaux d'Immersion et Interaction : sensorimotrices, cognitives, fonctionnelles, émotionnelles avec **différences techniques et comportementales**
- 4 types de ACV au niveau I² fonctionnelles : apprenant spectateur (**passif au niveau s-m**) à plus ou moins acteur physiquement : « spect-acteur » (**actif au niveau s-m**)



Limites et biais de la RV pour éducation

- ▶ **Immersion par visiocasque peut être contraignante dans la relation élève enseignant**
- ▶ **Le virtuel simule le réel mais ne le remplace pas** (risque avec la simulation de TP de validation de lois physiques, chimiques, biologiques : pas de confrontation entre la modélisation de ces lois avec la réalité...)
- ▶ **Immersion proprioceptive inutile quand l'immersion visuelle est plus performante, moins contraignante..**
- ▶ **etc...**

Les casques de réalité virtuelle et des jeux vidéo

- P. Fuchs et 6 co-auteurs, 244 pages,
- Editeur : les Presses des Mines
- Parution 15 mars 2016



Théorie de la réalité virtuelle

Les véritables usages

Presses des Mines – P. Fuchs - (2018)

