



# Cognition et Navigation Spatiale : apports de la simulation sous réalité virtuelle

E. Sorita

EA4136 Handicap Activité Cognition Santé, Université de Bordeaux  
SMPR Centre Hospitalier Universitaire Bordeaux  
Institut de Formation en Ergothérapie – CHU Bordeaux



# Orientation topographique : de quoi parlons nous ?

L'**Environnement topographique** se réfère à l'environnement étendu dans lequel nous nous déplaçons et qui peut être à la fois intérieur ou extérieur. (Barrash ,1998)



La capacité de **s'orienter** dans un environnement topographique et d'y **naviguer en se déplaçant** vers des destinations spécifiques. (Barrash 1998)



Cushman et al, 2008

# Orientation topographique : des aptitudes sous jacentes

*Apprendre et explorer de nouveaux trajets (Wayfinding)*

*Maintenir et actualiser les informations sensorimotrices au fur et à mesure du déplacement et des changements de direction (Spatial updating)*

*Construire une représentation du trajet (Path integration)*

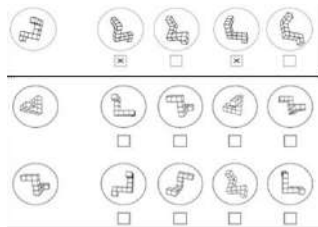
*Se rappeler des trajets appris (Spatial memory)*



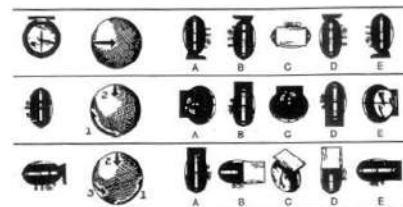
# Distinction entre cognition spatiale à petite échelle vs grande échelle

## Petite échelle

Reconnaitre, encoder, maintenir, manipuler des informations spatiales



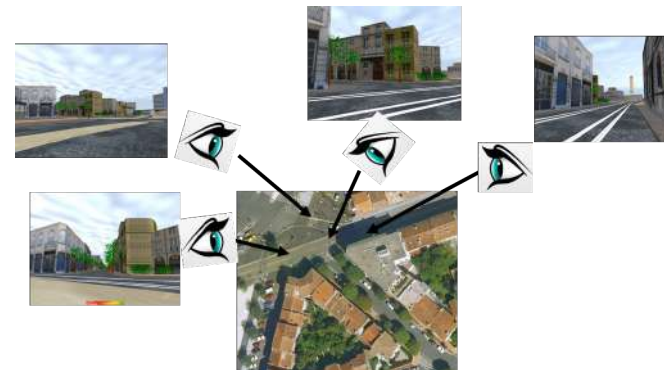
Rotation mentale de Vandenberg et Kuse (1978)



test de visualisation spatiale de Guilford & Zimmermann (GZ6)

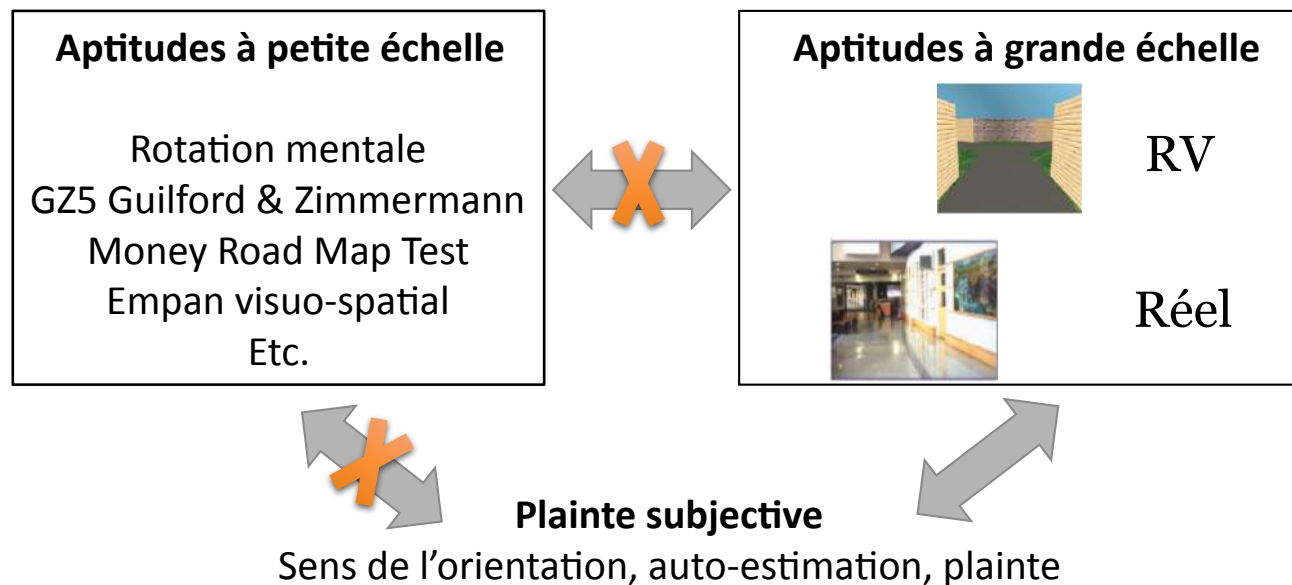
## Grande Echelle

Naviguer dans des grands espaces, apprendre de nouveaux trajets...



# Dissociations entre cognition spatiale à petite échelle vs grande échelle

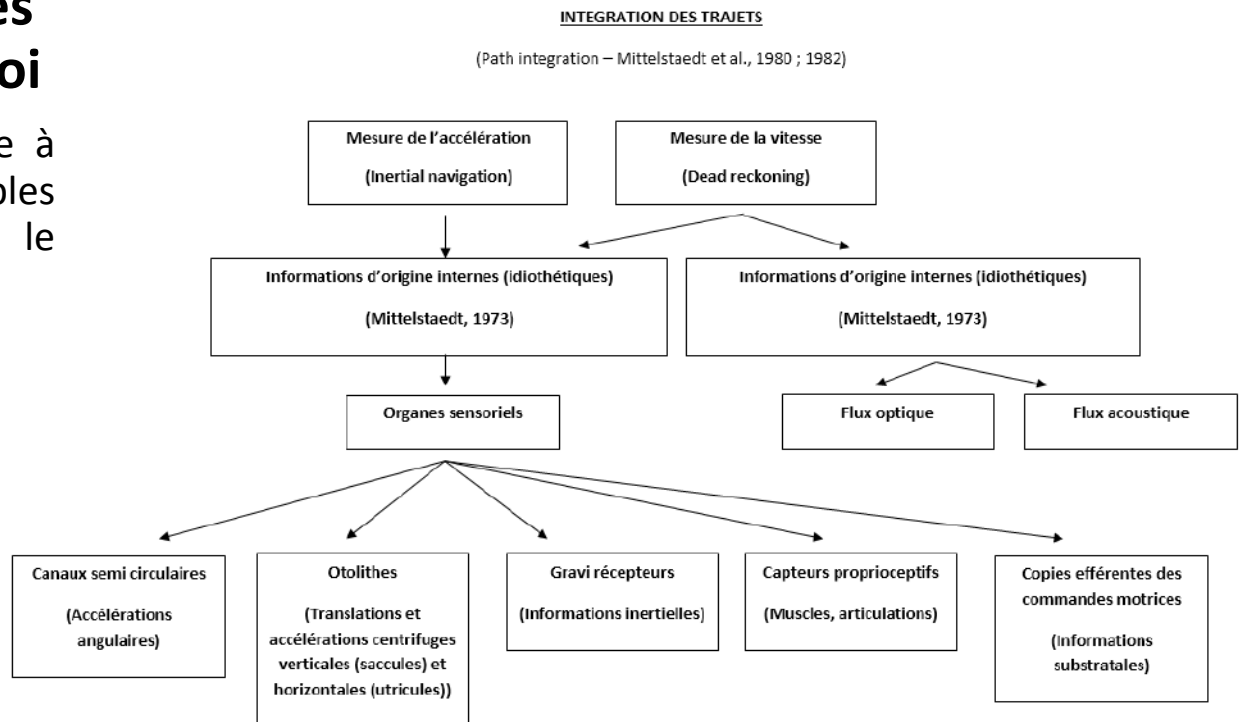
→ absences ou faibles corrélations entre approche traditionnelle de type papier-crayon et les difficultés en VQ rapportées par les patients (Maguire, 1996; Barrash, 1998; Hegarty et al, 2006)



# Représentations et stratégies spatiales dans la cognition spatiale à grande échelle

## Représentations et stratégies égocentriques : à partir de soi

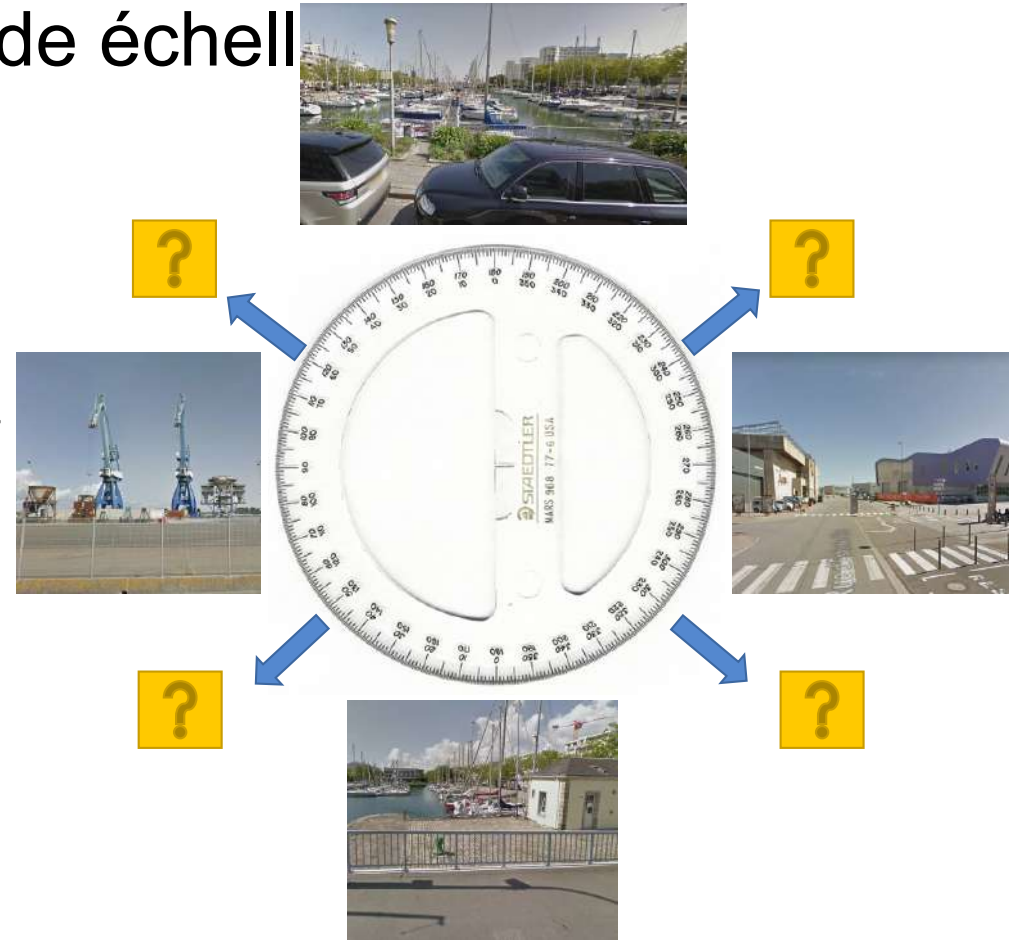
Perception de l'environnement associée à l'intégration dynamique de multiples informations sensori-motrices pendant le déplacement





# Représentations et stratégies spatiales dans la cognition spatiale à grande échelle

- **Représentations et stratégies allocentriques** : Représentations internes de l'environnement sous forme de cartes mentales permettant de se situer dans cet environnement et d'inférer des trajets en fonction de la place des objets les uns par rapport aux autres



# Désorientation topographique

## ⇒ Vieillesse normale

- Path integration (Adamo, 2012; Harris, 2012)
- Traitement allocentrique des informations (Harris, 2012)
- Wayfinding et Apprentissage de trajet (Taillade, 2013; Yamamoto, 2012)
- ≠ Map reading (Yamamoto, 2012)

## ⇒ Vieillesse pathologique

- Troubles cognitifs débutants (Tarnanas, 2015)
- Représentations allocentriques (Nedelska, 2012)
- Discrimination MCI/DTA (Pengas, 2010)
- DTA Repères spatiaux (Kessel, 2011)
- DTA précocité de la DT (Caffo, 2012)
- DTA : Organisation temporelle du trajet (Bellassen, 2012)
- Fonctionnement exécutif (Carelli, 2011)

## ⇒ Lésions cérébrales acquises

- Négligence spatiales (Buxbaum, 2012)
- Lésions pariétales droites (Van der Ham, 2010)
- Lésions droites et représentations égocentriques (Weniger, 2009)
- Lésions droites et gauches (Weniger, 2009)
- Transfert ego/allocentrique (Carelli, 2011)
- TBI et représentations allocentriques (Skelton, 2006, Livingston, 2007)

## ⇒ Schizophrénie

- Représentations allocentriques et fonctionnement exécutif (Ledoux, 2013; Wilkins, 2013; Simierkus, 2013; Weniger, 2008)

## ⇒ Retard mental (Pennington, 2003; Mengue-topio, 2009; Courbois, 2013)

## ⇒ Troubles épileptiques (Grewe, 2014)

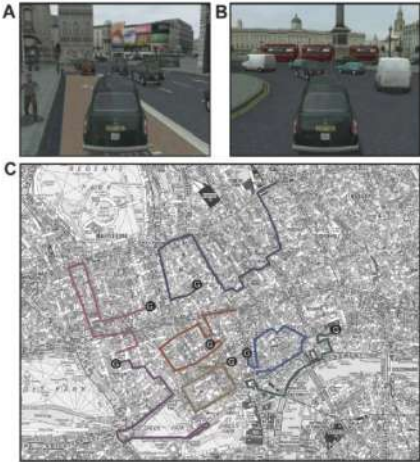
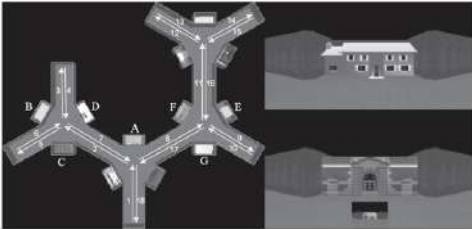


**Performance et participation en vie quotidienne : insertion ou réinsertion sociale et professionnelle**

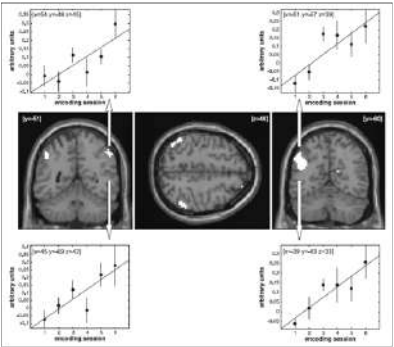


# Avancées considérables dans la compréhension de la cognition spatiale depuis l'introduction de la Réalité Virtuelle

Modélisations de grands espaces réalistes (quartiers, supermarchés, galeries marchandes, institutions)

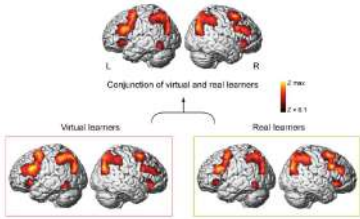
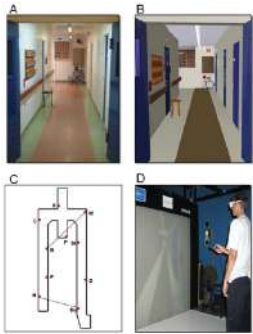


Carelli et al, 2011  
Exploration des stratégies d'orientation



Wolbers et al, 2004 :  
connaissance de routes :  
succession temporelle des repères

Spiers & Maguire 2007

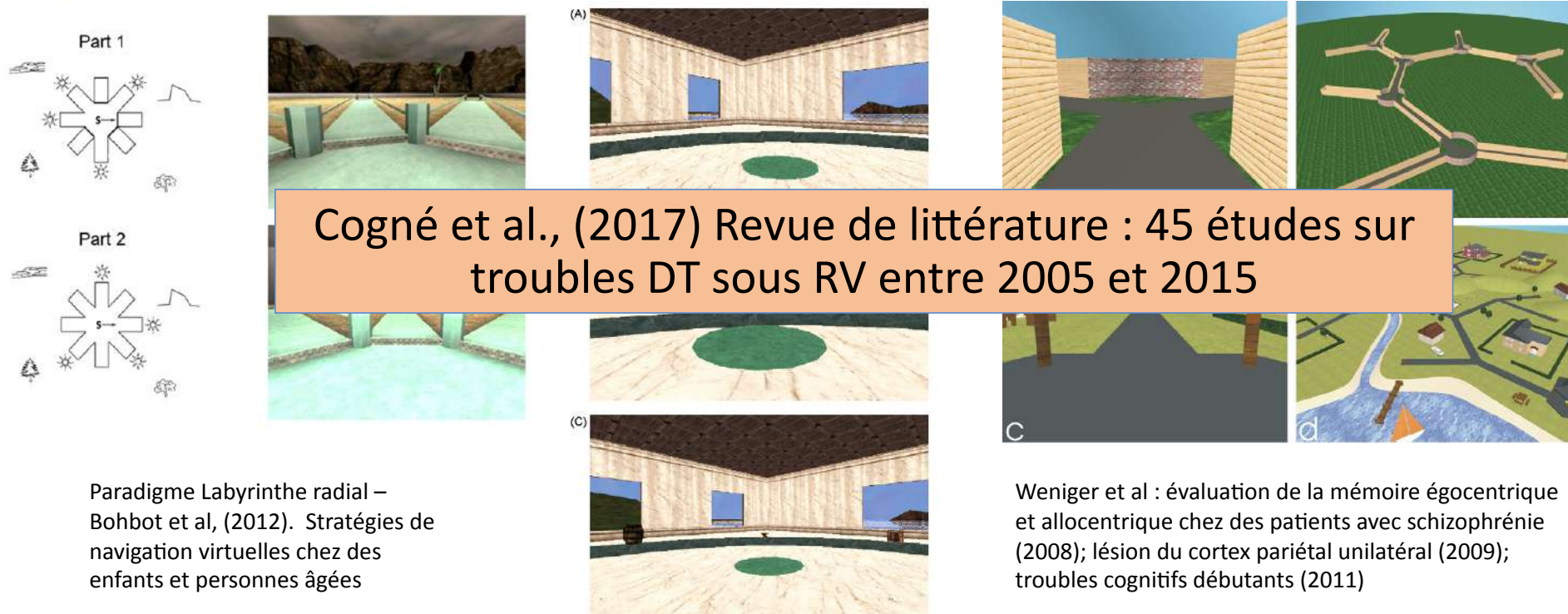


Mellet et al, (2012)

Possibilités d'investigation utilisant l'imagerie fonctionnelle

# Distinction égocentrique/allocentrique sous RV

Figure 1



Paradigme Labyrinthe radial – Bohbot et al, (2012). Stratégies de navigation virtuelles chez des enfants et personnes âgées

Paradigme Labyrinthe d'eau de Morris – Skelton & Livingstone (2000, 2006, 2007); Goodrich et al, 2010

Weniger et al : évaluation de la mémoire égocentrique et allocentrique chez des patients avec schizophrénie (2008); lésion du cortex pariétal unilatéral (2009); troubles cognitifs débutants (2011)

# Evaluation de l'apprentissage de trajet en situation réelle

## *Route-Learning Test (RLT)*

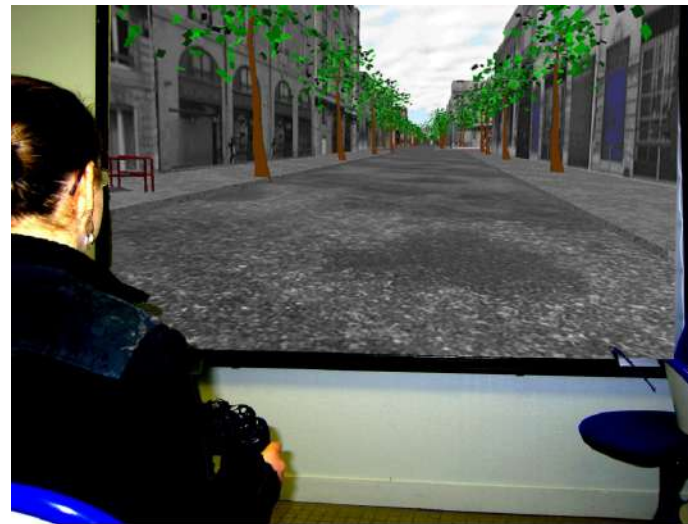
*Barrash et al. (1993; 2000)*

- Trajet de 500 m au sein de l'hôpital, sans indices verbaux.
- L'examineur montre la route 1 fois (8'env.) et demande de la refaire 3 fois consécutivement.
- Correction immédiate des erreurs avec pointage de la bonne direction.
- Indicateur : nombre d'erreurs de trajet



# Réalité virtuelle et troubles topographiques

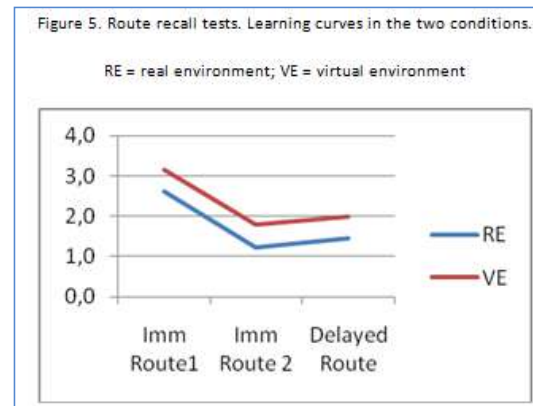
- ⊙ Comparaison apprentissage de trajet réel vs virtuel : 27 Patients traumatisés crâniens modérés à graves
- ⊙ Inspiré de la tâche de Barrash
  - ⊙ 2 trajets immédiats,
  - ⊙ 1 trajet différé.
- ⊙ 3 tâches sur les représentations topographiques
  - ⊙ Plan du trajet
  - ⊙ Reconnaissance de plan
  - ⊙ Arrangement photographique



*Sorita et al, 2013*

# Résultats de la comparaison réel-virtuel

→Apprentissage de route



→Cognition spatiale



# Evaluation dynamique de l'impact des troubles de la négligence spatiale sous RV

- Héminégligence : VR Lateralized Action Test (VRLAT)
- Sensibilité et spécificité forte
- **Meilleure prédiction des collisions en vie réelle/ tests papier-crayons**



Buxbaum et al, (2012)



# Abord réadaptatif des troubles de l'orientation topographique

- Effets limités des interventions analytiques isolées sur la performance en situation réelle (Cicerone et al.2000, 2005,2011)

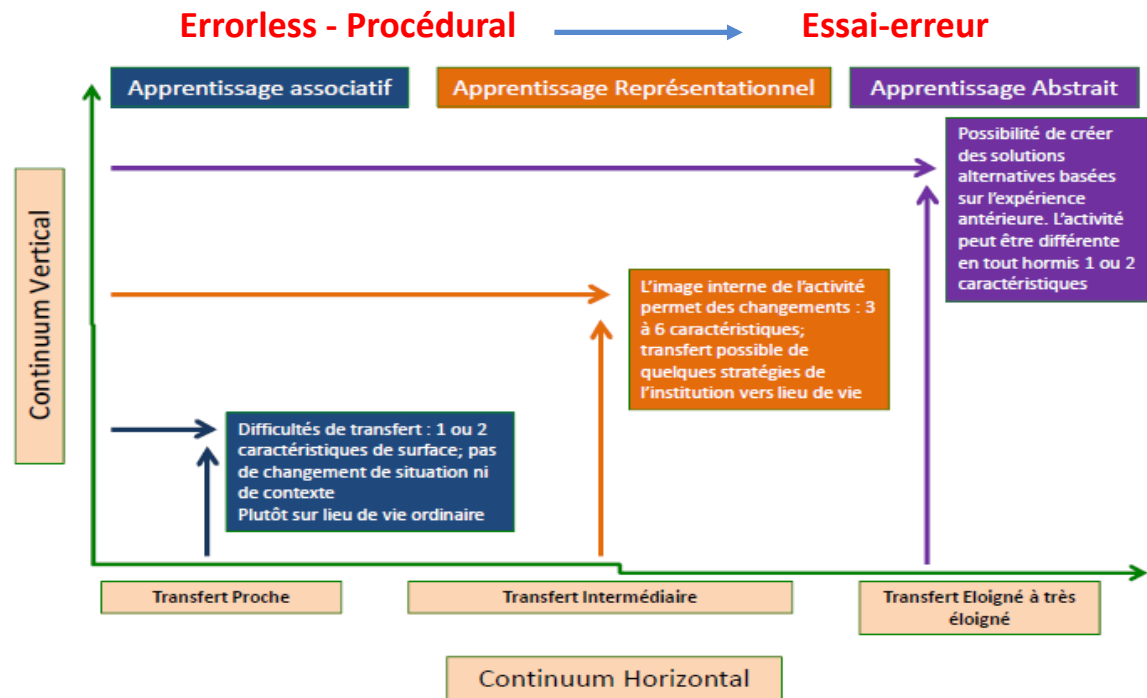
- Privilégier les approches stratégiques : «Comportements et pensées utilisés de façon active dans le but de renforcer le traitement de l'information et en retour l'accomplissement de l'activité.» (Toglia, 2012)

- Privilégier une approche multicontextuelle basée sur la multiplication des expériences dans des contextes différents pour favoriser le transfert d'apprentissage (Toglia, 2005)

**MAIS** Dépend des ressources cognitives mobilisables par les patients

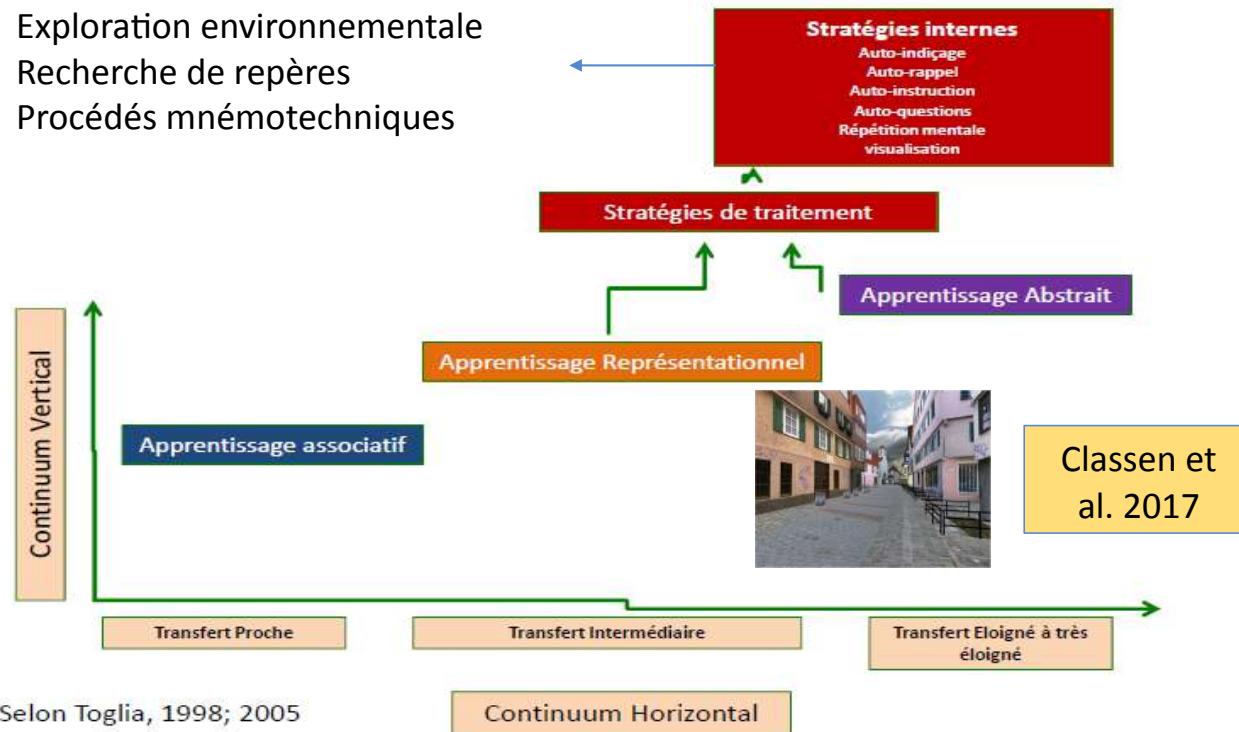
# Apprentissage des stratégies

Selon Toggia, 1998; 2005



# Entraînement stratégique

Exploration environnementale  
Recherche de repères  
Procédés mnémotechniques



# Entraînement stratégique



# Apports RV

Plus rapide sous RV donc possibilité de répéter plus souvent des trajets ou de multiplier des expériences dans le temps de séance.

Des techniques spécifiques type errorless (Backward training), sont plus facilement applicables en RV alors qu'elle peuvent être gênée ou empêchées en situation réelle (mais possibilités de transfert + limitées)

Entraînement stratégique : feedback, rejeu, amélioration de la conscience situationnelle

Contrôle des distracteurs et paramètres d'exigence de tâche dans l'EV = influence la profondeur d'apprentissage

