

Fonctions exécutives aspects théoriques et cliniques

Philippe Azouvi

Service de MPR,

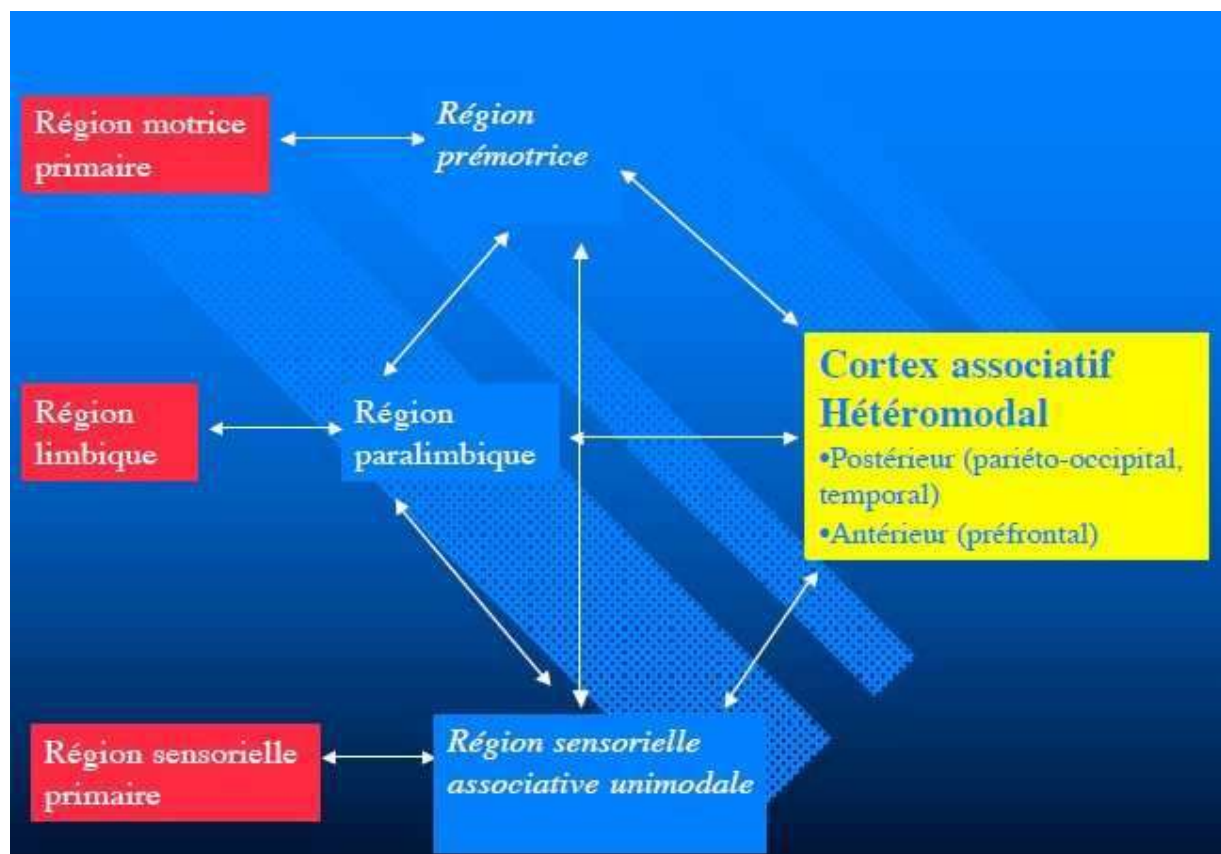
Université de Versailles-Saint Quentin

INSERM U 483

Hôpital Raymond Poincaré (AP-HP), Garches

Fonctions exécutives

- Fonctions cognitives élaborées intervenant dans:
 - Le comportement orienté vers un but
 - Les activités non routinières
- Approche fonctionnelle tendant à remplacer l'approche anatomique (« syndrome frontal »)



Harlow (1868): le cas Phineas Gage

- Ouvrier des chemins de fer auparavant décrit comme un travailleur efficace et consciencieux :
- Blessé en 1848 par une barre de fer qui, à la suite d'une explosion, lui traverse le crâne de bas en haut, en passant par la joue gauche et les régions préfrontales ventro-médianes, surtout à gauche
- Modifications importantes de son caractère et de son comportement "Gage n'était plus Gage"
 - humeur changeante, grossier, irrévérencieux, ne supportant pas les contraintes, inconstant et capricieux
 - licencié puis incapable de retrouver un emploi stable

Première moitié du vingtième siècle

- Le « syndrome frontal » tombe dans l'oubli
- Régions frontales = zones « muettes » du cerveau
 - Pas de déficit apparent après lésions ou excisions des régions frontales ?
- Redécouverte des lobes frontaux après la deuxième guerre mondiale
 - Alexandre Luria

L'approche de Luria

- Déficiences dans les situations nécessitant:
 - d'inhiber un schéma d'action prépondérant (situation conflictuelle)
 - de résoudre un problème, et en particulier de déduire des règles (situations complexes)
 - de séquencer des opérations successives en évitant de persévérer sur l'étape préalable
- Rôle des lobes frontaux dans la régulation de l'action en contrôlant les structures postérieures et sous-corticales

Luria:

4 opérations fondamentales:

- Formulation d'un but
- Planification
- Exécution (contrôle on-line et séquençage des étapes)
- Vérification

Modèles dérivés de la neuro-physiologie animale

- Goldman-Rakic (1987):
 - Etudes de tâches de réponses différées chez le primate avec enregistrements électrophysiologiques de neurones
 - le cortex préfrontal maintient en mémoire active la représentation d'un stimulus avant la réalisation de la réponse
 - régions spécialisées selon la nature des stimuli à mémoriser (structure, localisation...)
- Fuster (1980):
 - ordonnancement temporel des informations dans le cycle perception/action

Damasio: le marquage somatique

- Lésions préfrontales ventro-médianes
- Perturbation de l'adaptation sociale
- Absence de réactions somatiques végétatives
 - À des stimuli émotionnellement chargés
 - En cas de prise de risque (pari)
 - Malgré une préservation du jugement explicite
- Rôle du cortex préfrontal dans l'établissement de marqueurs somatiques établissant des liens entre situations et états émotionnels

Damasio: le marquage somatique

- Lésions préfrontales ventro-médianes
- Perturbation de l'adaptation sociale
- Absence de réactions somatiques végétatives
 - À des stimuli émotionnellement chargés
 - En cas de prise de risque (pari)
 - Malgré une préservation du jugement explicite
- Rôle du cortex préfrontal dans l'établissement de marqueurs somatiques établissant des liens entre situations et états émotionnels

Modèles cognitifs

- Norman & Shallice (1980), et Shallice (1982; 1988): notion de contrôle et de régulation
- Baddeley & Hitch (1974) et Baddeley (1986): lien entre mémoire et attention: modèle de mémoire de travail

La mémoire de travail

- Maintien temporaire et manipulation cognitive de l'information
- Modèle cognitif : trois composantes (Baddeley, 1986)

BOUCLE PHONOLOGIQUE

-stock phonologique
-autorépétition subvocale

stockage et traitement de
l'information verbale

ADMINISTRATEUR CENTRAL

*Supervise et coordonne la
régulation du flux
d'information*

CALEPIN VISUO- SPATIAL

*Stockage et traitement de
l'information visuelle et
spatiale*

Cortex préfrontal dorso-latéral

Le modèle de Shallice : actions routinières vs. non routinières

- Schémas: procédures automatisées
- Gestionnaire de priorités: semi-automatique
- Système superviseur:
 - module le niveau d'activation des schémas
 - capacité limitée

Intervention du système superviseur (Shallice, 1988)

- Planification ou prise de décision
- Correction d'erreurs
- Absence de schémas pré-établis
- Situation difficile ou dangereuse
- Inhibition d'un schéma non adapté
- Plus récemment: notion de situation
« multi-tâches » (multitasking)

Fractionnement des fonctions exécutives

- Dissociations entre tâches
- Faibles corrélations entre tests
- Neuro-imagerie fonctionnelle:
 - tâches différentes - régions différentes

Fractionnement du SAS (Shallice & Burgess, 1991; 1998)

- Etablissement d'un but
- Formulation d'un plan
- Création de marqueurs (message associant une situation à un comportement)
- Déclenchement des marqueurs
- Evaluation et correction

Arguments en faveur de la nature non unitaire des fonctions exécutives

- Dissociations entre tâches
- Corrélations modérées ou faibles ($r < 0,40$) entre tâches (Duncan et al., 1997)
- Présence de plusieurs facteurs dans les analyse factorielles (Burgess et al., 1998)

Dissociations anatomiques

- Sélection parmi plusieurs réponses en compétition en fonction des signaux environnementaux (apprentissage associatif conditionnel) (Petrides et al., 1993)
 - aire 8
- Planification et régulation des réponses lors de la production d'une série d'actions (tâches de désignation auto-ordonnée) (Petrides et al., 1993)
 - aires 46 et 9
- Mise à jour en mémoire de travail (Salmon et al., 1996) ou Génération aléatoire d'items
 - Aires 9 et 46, et frontopolaire (10) (Petrides et al., 1993)

Le modèle de Miyake (2000): unité et diversité des fonctions exécutives

- Les fonctions « exécutives » sont-elles unitaires, correspondent-elles à un mécanisme sous-jacent unique ?
- Étude des différences individuelles dans trois fonctions essentielles:
 - Flexibilité (shifting)
 - Mise à jour en mémoire de travail
 - Inhibition de réponses prépondérantes

Miyake et al., 2000: Épreuves utilisées

- Shifting (flexibilité)
 - Plus-minus; nombre-lettre; local-global
- Mise à jour en mémoire de travail
 - Keep track, mémoire de lettre, mémoire de sons
- Inhibition
 - Stroop, antisaccades, stop-signal

Unité et diversité des fonctions exécutives: le modèle de Miyake et al. (2000)

- Ces 3 fonctions sont séparables mais modérément corrélées
- Contribution à la performance sur des tâches exécutives :
 - WCST: shifting
 - Tour de Hanoi: inhibition
 - Génération aléatoire de nombres: mise à jour et inhibition
 - Mémoire de travail: mise à jour
- Réalisation de tâche double: n'est liée à aucune de ces 3 fonctions: 4^e fonction exécutive ?

Aspects cliniques

Sémiologie du syndrome dysexécutif

- pas d'élément spécifique
- multiforme et hétérogène
- caractère supra-modal des troubles
- contraste par rapport à l'état antérieur
- à distinguer d'un trouble psychiatrique

Modifications du comportement

(GREFEX: Godefroy et al., 2000)

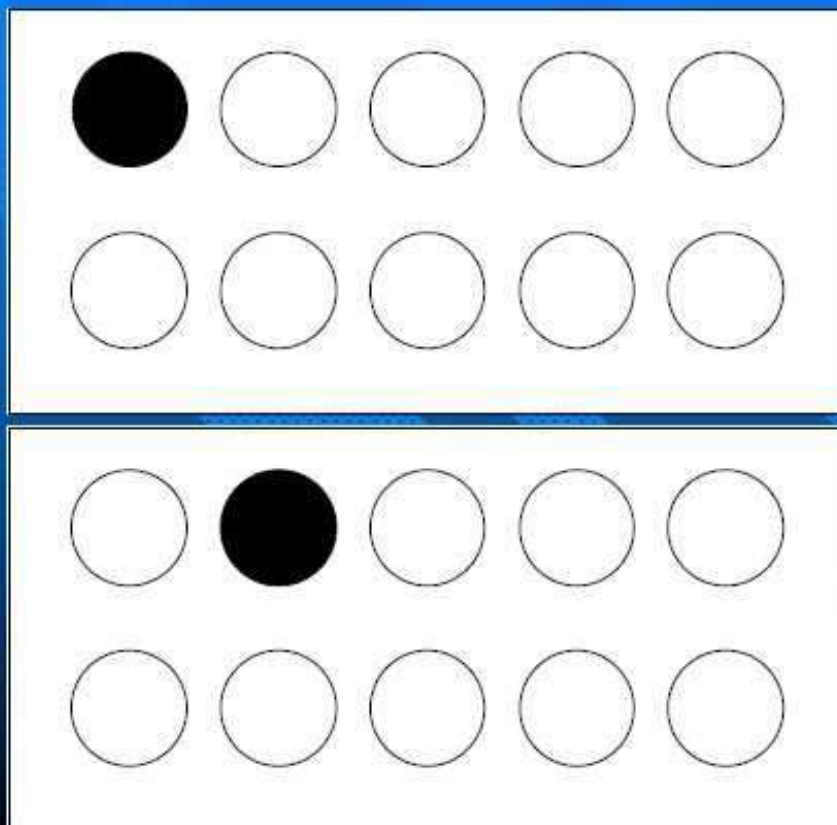
- Aboulie, réduction des activités et des initiatives
- Hyperactivité-distractibilité-impulsivité
- Persévérations et stéréotypies comportementales
- Anosognosie-anosodiaphorie
- Confabulations (parfois plausibles)
- Difficultés à initier, anticiper, prévoir, organiser
- Trouble des conduites sociales
- Troubles émotionnels (indifférence, irritabilité, jovialité)
- Conduites sexuelles, sphinctériennes et alimentaires
- Agrippement, succion, imitation ou utilisation

Troubles cognitifs

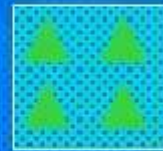
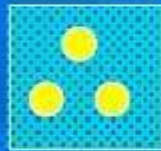
(GREFEX)

- Inhibition
- Division de l'attention
- Recherche en mémoire à long terme
- Déduction et maintien de règles opératoires
- Flexibilité
- Génération d'informations
- Résolution de problèmes-planification-stratégie

Test de Brixton (d'après Shallice)

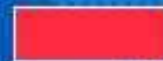


Wisconsin card sorting test



Test de Stroop

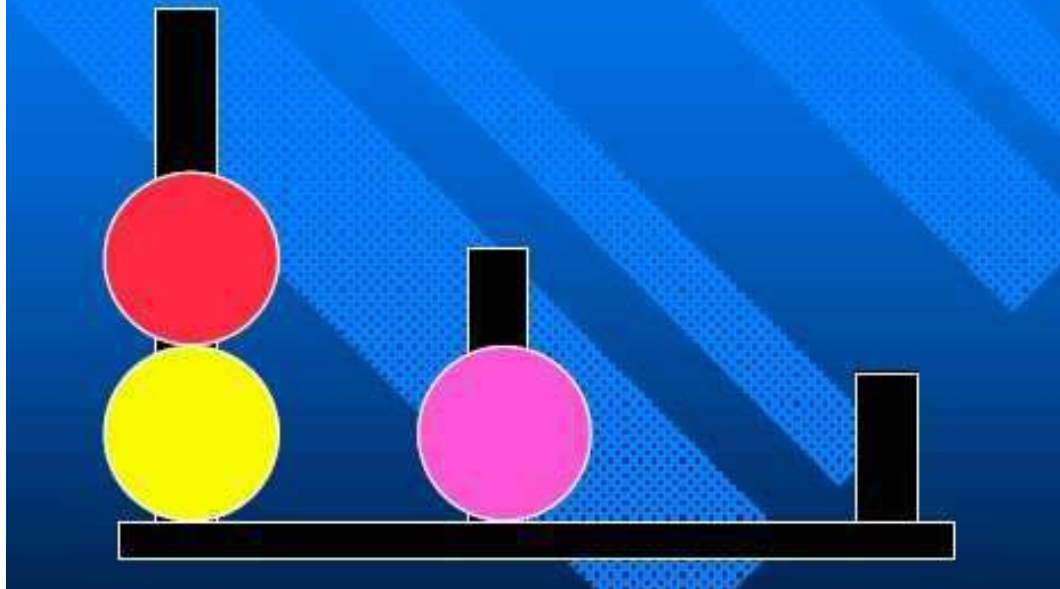
Rouge Bleu Vert Jaune



Rouge Bleu Vert Jaune

Test de la Tour de Londres

(Shallice, 1982; modifié, van der Linden et Coyette)



Limite des évaluations traditionnelles

- Certains patients, malgré des performances “normales” aux tests, présentent des troubles importants dans la vie de tous les jours (Eslinger & Damasio, 1985; Shallice & Burgess, 1991)
- Tests neuropsychologiques: structurés, fermés
- Vie quotidienne: situations ouvertes, non structurées, « multitâches »
- Evaluations « écologiques »
 - compromis sensibilité / spécificité

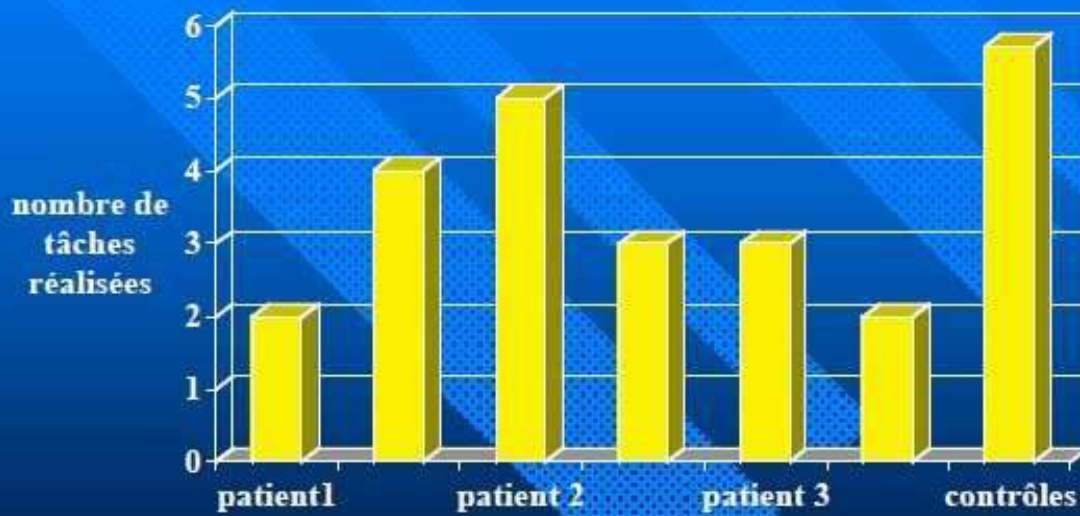
Test des six éléments (Shallice & Burgess, 1991)

- 3 tâches, chacune en 2 parties A et B
 - Description de trajets
 - Dénomination
 - Calcul
- Règles:
 - Limite de temps (15 minutes)
 - Ne pas effectuer les parties A et B d'une même tâche successivement
 - Les premiers items « rapportent plus » de points

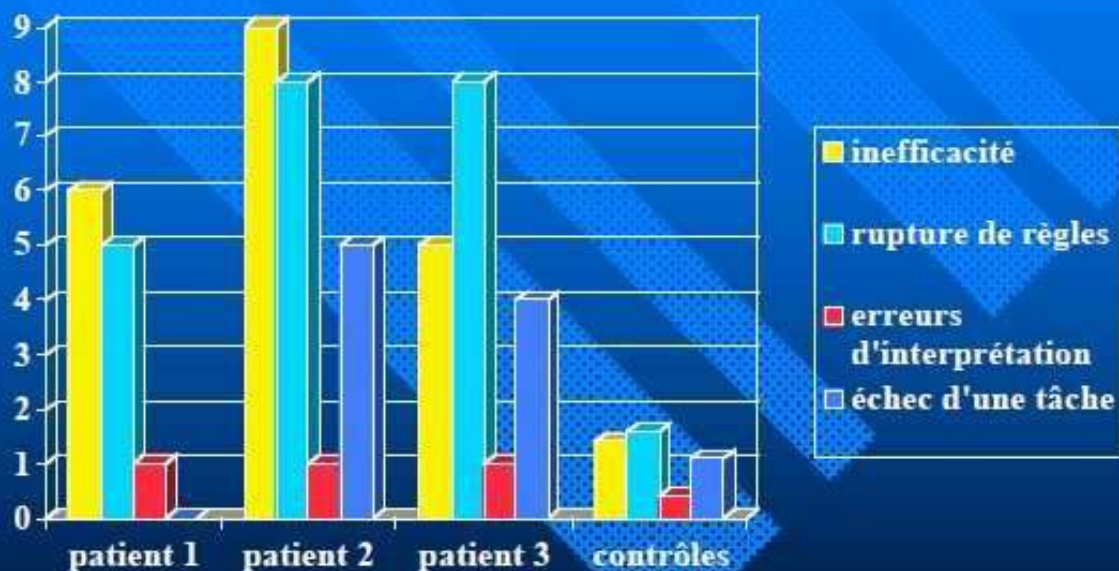
Test des commissions multiples (multiple errands test) (Shallice & Burgess, 1991)

- Dans une rue commerçante
- 8 tâches simples :
 - Achats
 - Se rendre à un rendez-vous
 - Récupérer plusieurs informations
- Respecter certaines règles:
 - n'entrer dans un magasin que pour réaliser un achat
 - ne pas sortir d'un périmètre spécifié
 - communiquer à l'examineur les achats...

Test des 6 éléments (Shallice & Burgess, 1991)

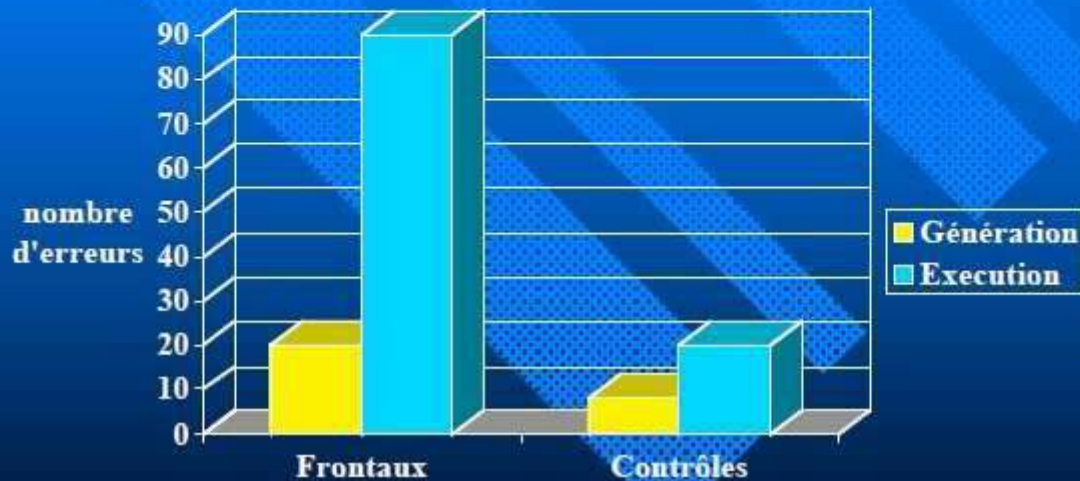


Test des commissions multiples (Shallice & Burgess, 1991)



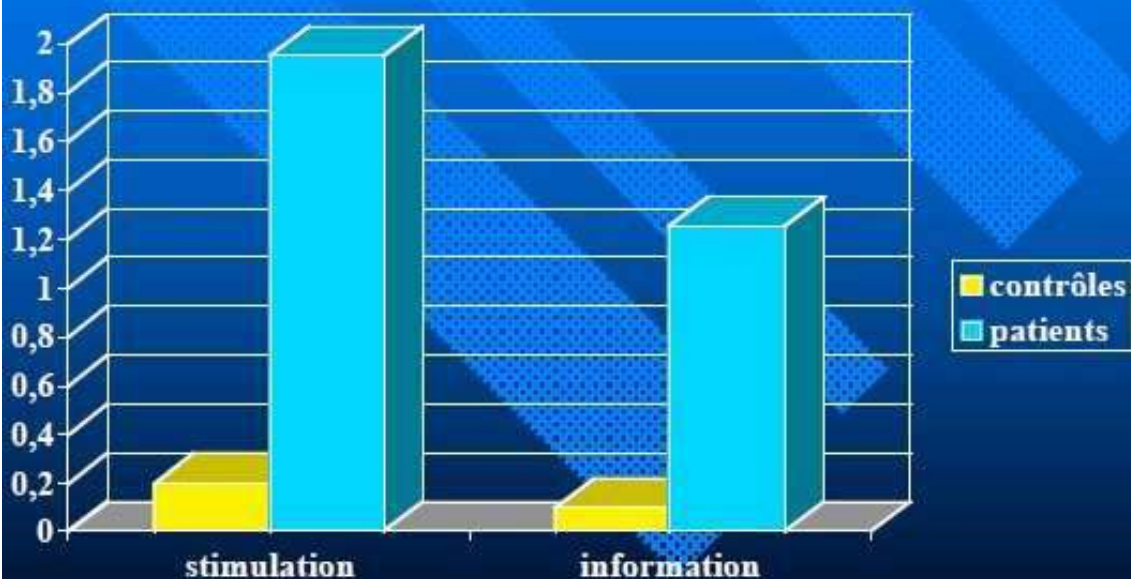
Génération vs. exécution de séquences d'actions (scripts)

(d'après Chevignard et al., 2002)



Dépendance à l'examineur: Test de recherche d'itinéraire

(Cazalis et al., 2001)



Remarques générales

- Les tests ont une sensibilité et une spécificité mal connues
- Une performance normale sur des tests ne signifie pas absence de troubles dans la vie de tous les jours
- Dissociations possibles entre épreuves
- Tenir compte des fonctions non exécutives
- Tenir compte du niveau antérieur

Conclusion

- Evaluation difficile
- Tenir compte du contexte:
 - Niveau antérieur, fonctions non exécutives
- Prendre en compte le fonctionnement dans la vie quotidienne
- Importance d'utiliser des outils validés et fiables