


DES : Médecine physique et de réadaptation
 DIU : Médecine de rééducation
 Module : MPR et Réadaptation de l'enfant
 St Maurice : 25-26-27 avril 2007
 Coordonnateurs : Pr V. Gautheron

Titre : Fonctions exécutives chez l'enfant
 Auteurs : M. Chevillard

© Cofemer 2007 et l'auteur
 Tous droits réservés



Fonctions exécutives chez l'enfant

Dr. Mathilde Chevignard

Service de Rééducation des Pathologies
 Neurologiques Acquisées de l'enfant.
 HÔPITAL NATIONAL DE SAINT MAURICE

Fonctions exécutives

- | Fonctions cognitives élaborées intervenant dans :
le comportement intentionnel, organisé, volontaire, dirigé vers 1 but.
Les activités non routinières (non spécifique d'une activité).
- | Formulation de buts
- | Planification, organisation
- | Révision du plan pour atteindre le but
- | Résolution de problèmes...

Différents modèles

- | Modèle de Luria (1966),
- | Repris par Lezak (1995)
- | Modèle de Norman et Shallice (1980)
- | Notion de planification
- | Notion de contrôle du déroulement de l'action, de correction des erreurs.

Qu'en est-il chez l'enfant

Chez l'enfant

- | Contrairement à l'adulte, être en développement,
- | En permanence des aires et des fonctions
 - Matures
 - En cours de maturation
 - Encore immatures
- | Les aires immatures sont vulnérables
- | Leur atteinte peut passer inaperçue tant qu'elles ne sont pas censées être acquises.

Maturation du cerveau Données anatomiques

- | Développement cérébral tout au long de l'enfance (400 gr → 1500gr)
- | +++ 1ère décennie
- | Arborisation dendritique, myélinisation et synaptogenèse.
- | **Hiérarchisation :**
- | régions motrices et sensorielles primaires
- | régions associatives
- | **régions frontales : matures en fin de puberté**

La maturation du lobe frontal Données psychologiques

- | Stades évolutifs décrits dès Piaget
- | Permanence de l'objet / réponse différée (Diamond et Goldman Rakic, 85 à 89)
- | Comportement planifié, dirigé vers un but
- | Nourrissons de 12 mois : +
- | Bébé singe : + et singe à lésion pariétale : +
- | Singe à lésion frontale : -

Les fonctions exécutives

- | Rôle dans l'apprentissage des règles sociales.
- | Fonctions exécutives relativement indépendantes du QI, des capacités de langage et des connaissances.
- | Mais troubles des fonctions exécutives entraînent des difficultés d'apprentissage et de régulation du comportement.

Développement des fonctions exécutives

- | Pas de concept unitaire des fonctions exécutives, composantes spécifiques mûrissant à des vitesses différentes.
- | Parallèle avec les études de neurophysiologie (aires mûrissant à des rythmes différents).
- | Influence du développement des autres aires cérébrales (transfert d'information, langage, mémoire, vitesse de traitement de l'information)

Études chez l'enfant normal

- | Aucun test n'explore une seule fonction.
- | Le niveau aux tests est très variable chez l'enfant normal.
- | Progression par étapes.
- | Les enfants de 6 ans ont un comportement stratégique et planifié.
- | Niveau adulte toujours pas atteint à 12 ans.

Batteries de tests

- | Souvent tests adaptés de l'adulte
- | Levin 91, Welsh 91, Anderson, 2001
- | Progrès réguliers de :
 - la formation de concepts
 - la flexibilité mentale
 - la planification
 - la résolution de problèmes

Batteries de tests

- | 1ère composante à maturer : capacité à résister aux interférences, inhibition (6 ans)
- | Contrôle impulsivité et flexibilité mentale ont un niveau adulte à 10-12 ans.
- | Planification n'a toujours pas un niveau adulte à 12 ans.

Évaluation des fonctions exécutives

- | On ne les évalue qu'à travers des fonctions instrumentales.
- | Plusieurs composantes en jeu : multiplier les tests.
- | Observations qualitatives, interrogatoires de la famille et de l'école.
- | Il arrive à tout le monde d'avoir un « signe frontal ».

Évaluation des fonctions exécutives

Caractéristiques des tâches :

- | Nouveauté
- | Complexité
- | Nécessitant d'intégrer et de traiter l'information.
- | Obligeant à développer de nouveaux schémas, formuler de nouvelles stratégies, contrôler leur efficacité.

Évaluation des fonctions exécutives

- | Souvent négligée
- | Certains sub-tests des échelles de QI:
- | Cubes de Kohs (planification), arrangement d'images (résolution de problèmes), similitudes (abstraction).
- | Tests développés chez l'adulte.
- | Peu utiles chez les jeunes enfants.
- | Manque de standardisation et de données normatives.

Remarques générales

- | Les tests ont une sensibilité et une spécificité mal connues
- | Une performance normale sur des tests ne signifie pas l'absence de troubles dans la vie quotidienne
- | Dissociations possibles entre épreuves
- | Tenir compte des fonctions non exécutives
- | Tenir compte du niveau antérieur (problématique chez le jeune enfant!!)

Les tests

Catégorisés en fonction de la capacité qu'ils sont sensés tester.

Fonction exécutive	Test	Standardisation	Normes
Planification	Figure de Rey	Oui	>= 6 ans
et organisation	Labyrinthes de Porteus	Oui	Non
Résolution de problèmes	Tour de Londres	Pls versions	>= 6 ans
	Tour de Hanoï	Non	Non
Abstraction et formation de concepts	Fluences	Oui	>= 6 ans
	20 Questions	Pls versions	Non
Flexibilité mentale	Wisconsin	Oui	Oui
	TMT	Oui	>= 6 ans
	Stroop test	Oui	Oui

Planification

La figure de Rey

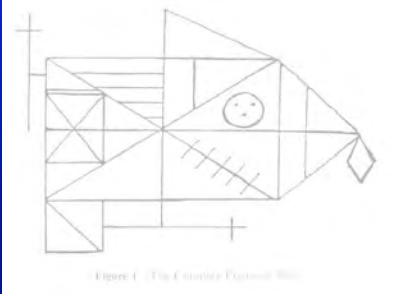
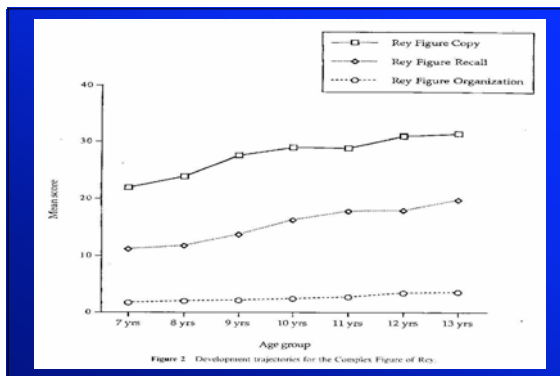


Figure 1 The Complex Figure of Rey

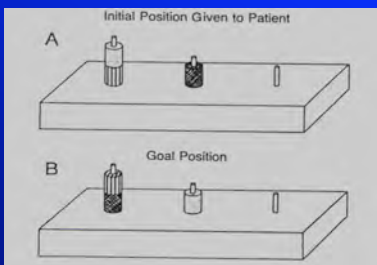
Planification

- | Figure de Rey (planification et organisation, mais aussi capacités visuo-constructives, motrices, mnésiques...)
- | Cotation précise. Copie, précision, organisation.
- | Relation entre organisation de la copie et précision du rappel.
- | Labyrinthes de Porteus



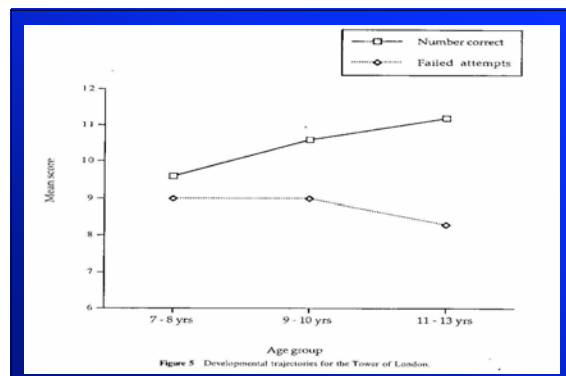
Résolution de problèmes

Tour de Londres



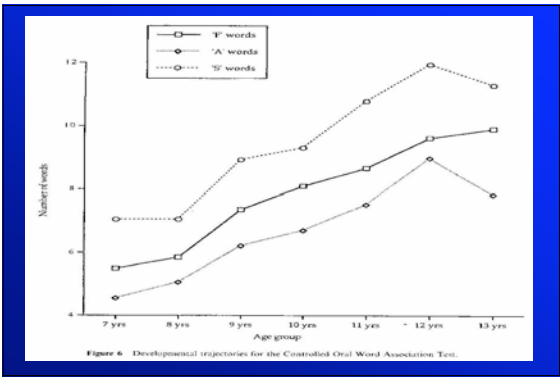
Résolution de problèmes

- | Tour de Londres (résolution de problèmes, impulsivité, planification)
- | 12 items
- | Nombre d'items corrects, d'échecs, temps de planification et temps de réalisation.
- | Progrès tout au long de l'enfance, pics d'évolution vers 8-9 ans et 10-11 ans.
- | Perturbé après lésion frontale (Levin)



Abstraction et formation de concepts

- | Fluence verbale : capacité à générer des mots selon une règle arbitraire.
- | 3 lettres, pas de mots débutant par une majuscule, pas 2 fois le même mot.
- | Fonctions instrumentales, conscience phonologique (âge, troubles d'acquisition de la lecture).
- | Pas niveau adulte à 12 ans.
- | Fluences graphiques (libre ou 4 traits).



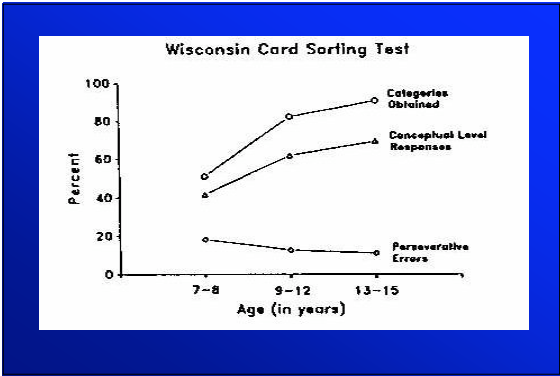
Abstraction et formation de concepts

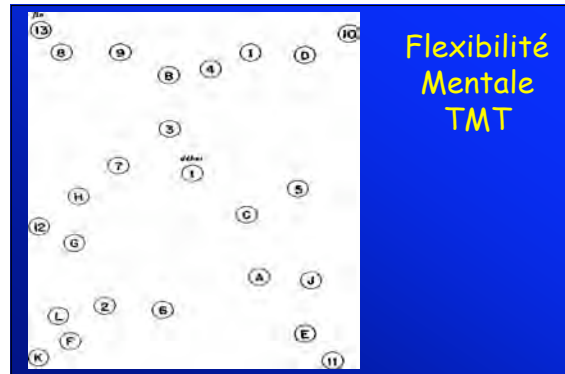
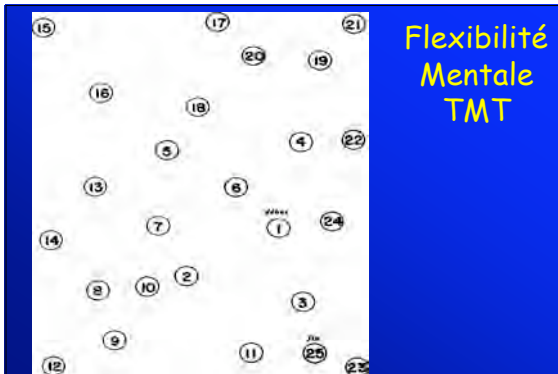
- | 20 questions
- | Capacité à utiliser le feed-back et à réévaluer les buts pour trouver la réponse.
- | Pas de normes.
- | Analyse des questions (contrainte / hypothèse) et analyse qualitative de la stratégie.

Flexibilité mentale /élaboration de concepts : Wisconsin card sorting test

Flexibilité mentale

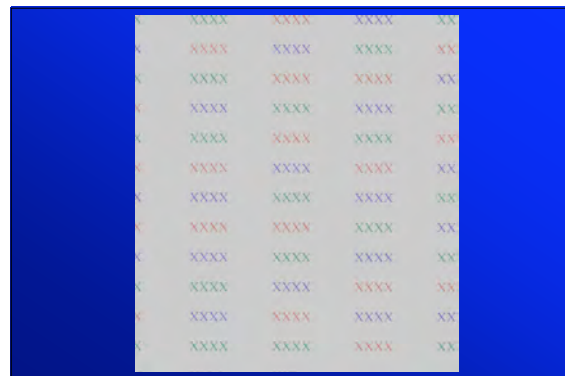
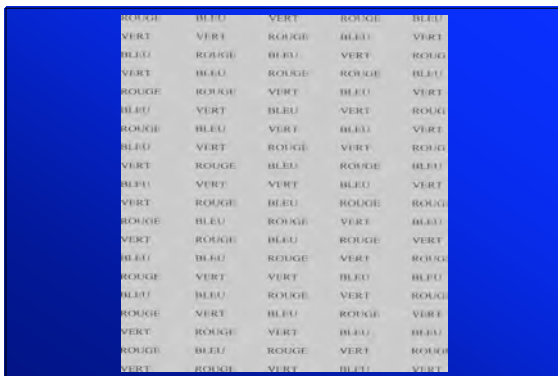
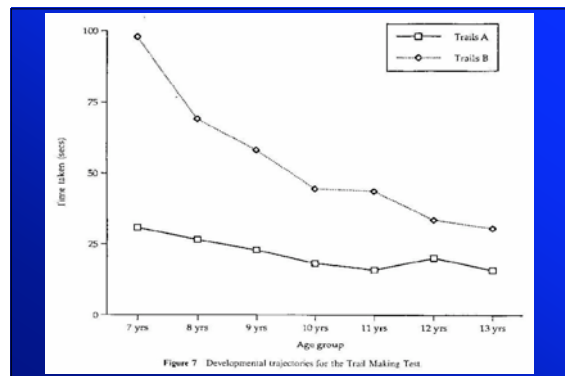
- | Wisconsin card sorting test : élaboration de concepts, flexibilité mentale.
- | S'améliore de 6 à 12 ans, puis proche du niveau adulte.
- | 6 ans : difficultés similaires aux adultes frontaux.
- | Pathologique : (TC, irradiation cérébrale, hyperactivité...)

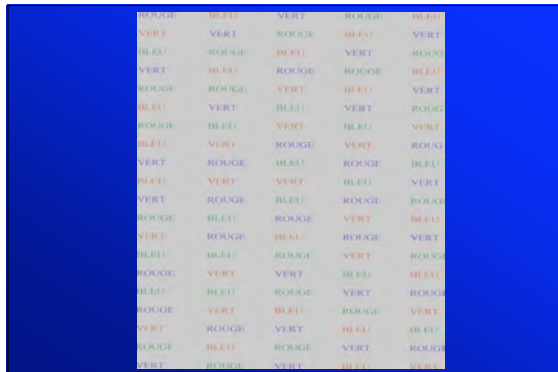




Flexibilité mentale

- | Trail Making Test (exploration visuelle, flexibilité mentale, capacités visuo-motrices)
- | Stroop test (inhiber une réponse automatique)





Inhibition

- | Statue (nepsy) : rester 75 s immobile yeux fermés sans réagir aux stimuli. Inhiber automatismes et réponses motrices.
- | Niveau 12 ans à 6 ans.
- | Cogner-frapper (nepsy) : inhibition des réponses automatiques (go-no go).
- | Niveau 12 ans à 7 ans.

Fractionnement des fonctions exécutives : non unitaires

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

Conscience des troubles

- | La réussite est plus due à l'évaluation correcte des difficultés et capacités, et à l'utilisation de ces capacités pour atteindre les buts qu'aux capacités elles-mêmes.
- | Adolescents avec retard mental ou difficultés d'apprentissage.
- | (Weymeyer et Schwartz, 97 : auto-évaluation non reliée au QI, mais au devenir fonctionnel).
- | Pitel ; Wilson.

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)
- | L'examineur planifie et initie la tâche; situation de test très structurée, fermée = lobe frontal pour les patients dysexécutifs.

Limite des évaluations traditionnelles

- | Vie quotidienne: situations ouvertes, non structurées, « multitâches »
- | Évaluations « écologiques »
compromis sensibilité / spécificité
- | Conscience de ses capacités et limites, capacités à établir des buts raisonnables, initiation, auto-évaluation et apports du feed-back ne sont pas testés par les tests classiques.

Analyse qualitative

- | Aspects qualitatifs des performances, micro-analyse des capacités nécessaires aux performances, stratégie employée.
- | Sensible à des déficits subtils.
- | Interrogatoire de l'entourage +++
- | Analyses fonctionnelles « écologiques » (BRIEF, party planning task; gâteau au chocolat).

Lésions précoces

- | Fonctions exécutives immatures, en cours de développement particulièrement sensibles aux lésions précoces.
- | Intégrité indispensable à la poursuite du développement cognitif :
 - Habiletés comportementales complexes
 - Capacité à anticiper et juger son comportement
 - Interaction avec l'environnement, apprendre de ses erreurs
 - Conduites sociales, jugement social
 - Raisonnement abstrait...

Lésions précoces

- | Tendance à l'aggravation des troubles cognitifs et comportementaux au fil des ans.
- | Lésion à l'âge pré-scolaire = probabilité de placement en éducation spécialisée pour troubles du comportement très élevée. (Michaud 93)
- | Syndrome dysexécutif précoce → retentissement sévère sur le développement.
- | Pronostic final bien pire que celui prévu initialement.
- | Importance des troubles du comportement.

Exemple : Grattan, Eslinger 91 : PL

- | 3 ans 11 mois, TC (fléchette aires préfrontales D)
- | Examen neurologique normal.
- | Bilans neuropsychologiques à 5, 6 et 7 ans.
- | QI > normes
- | Ralentissement traitement information verbale.
- | Difficultés modérées d'organisation visuo-spatiale.

PL

- | Troubles des capacités d'intégration et de contrôle
- | Planifie une action, a beaucoup de peine à suivre le plan fixé.
- | Distrait par stimuli non pertinents.
- | Persévère, ne tient pas compte des réponses environnementales.

PL

- | Problèmes constants, même s'il essaie de réguler ses actions par le langage.
- | Problèmes d'apprentissage, incapable d'intégrer des informations nouvelles, et de tirer parti de ses expériences.
- | Intolérant à la frustration, impulsif, labilité émotionnelle, sautes d'humeur, violentes crises de colère.
- | A 7 ans, placé dans une classe spécialisée.

Price et al. Brain, 1990

- | 2 cas d'enfants victimes de lésions cérébrales frontales bilatérales précoces (péri-natal et à 4 ans)
- | Vus à 28 et 24 ans
- | Troubles sévères du comportement social
- | Impulsivité / stimulus immédiat
- | N'apprennent pas de l'expérience ou des punitions
- | Immaturité, isolement social
- | Ni remords ni empathie mais se sentent persécutés
- | Anosognosie
- | Ont eu leur bac avec guidance ferme
- | Non améliorés par psychothérapie ou ttt médicamenteux.

Price et al. Brain, 1990

- | Pas de trouble des fonctions instrumentales
- | QI normal
- | Perturbation TMT, Stroop, Go-no go, séries gestuelles, fluences, interprétation de proverbes
- | Lésions préfrontales → déficits majeurs de maturation
 - Du jugement
 - De la métacognition, autocritique
 - Du raisonnement abstrait
 - De la capacité à changer de perspective
 - De l'empathie
 - Du développement moral
- | Déficits persistants et sévères à l'âge adulte
- | Et même comportement plus chaotique et aberrant que si lésion acquise à l'âge adulte...

Compétence sociale

Dodge et al 1986
Shure & Spivack 1979, 1992

- | Capacités contribuant à une interaction normale avec les pairs:
 - Percevoir et définir le problème
 - Générer des solutions alternatives
 - Anticiper et évaluer les conséquences
 - Choisir la meilleure solution et la mettre en oeuvre
- | Capacité à générer des solutions alternatives est le meilleur prédicteur d'un comportement adapté.

Compétence sociale

Warschawsky S. et al. 1997

- | Social Problem Solving Measure (Pettit et al. 1988)
 - 8 scénarios en images (entrer en contact ou résoudre un conflit avec un pair)
 - Trouver le plus de solutions possibles
- | Les enfants TC généraient moins de solutions que les contrôles
- | Et plus de stratégies indirectes ou inhabituelles
- | Surtout pour entrer en contact avec les pairs
- | Difficulté à intégrer des stimuli sociaux complexes

Troubles du Langage élaboré

- | Parfois échec scolaire et social malgré bilan de langage normal
- | Difficultés de :
 - Communication
 - Narration
 - Langage élaboré
 - Polysémie
 - Sens figuré
 - Second degré, sarcasme...

Chapman et al. 2004

- | «Discourse macrolevel processing»
 - Extraction des informations les plus importantes
 - Réduction et transformation
 - Conservation du sens général
 - Moins de détails
- | Processus sous-tendus par
 - Les fonctions exécutives
 - Pré-requis linguistiques
- | Amélioration avec l'âge (école élémentaire → fac)
- | Processus vulnérables

Chapman et al. 2004

- | Or capacités de « macrolevel processing » corrélées aux capacités d'apprentissage en classe, aux résultats scolaires
- | TC sévères, à plus de 2 ans
- | 7 à 14 ans (TC avant ou après 8 ans)
- | « The rich man and the shoemaker »
- | Résumer l'histoire
- | Trouver la « morale »

Chapman et al. 2004

- | Moins de transformation d'information chez les TC, surtout si TC avant 8 ans
- | Tendance à répéter ou paraphraser des éléments du texte
- | Pas d'inférences, retiennent des détails
- | → apprentissages moins efficaces
- | Non corrélé au CVLT
- | TC survenu avant ou pendant devpt de ces fonctions: altération du devpt ultérieur

Atteinte des fonctions exécutives

- | Rôle dans l'apprentissage des règles sociales.
- | Interfère avec la capacité de l'enfant à se développer normalement et à interagir efficacement avec son environnement.
- | → difficultés d'apprentissage et de régulation du comportement.
- | Dysfonctionnement cognitif, d'apprentissage et social qui s'aggrave avec le temps.

Conclusion

- | Importance des fonctions exécutives pour le développement.
- | Évaluation difficile
- | Tenir compte du contexte:
Niveau antérieur, fonctions non exécutives
- | Nécessité de tests fiables spécifiques de l'enfant, conviviaux, standardisés, avec des normes.
- | Analyse qualitative des performances +++.
- | Prendre en compte le fonctionnement dans la vie quotidienne. Tests écologiques.

Références

- | *Assessing executive functions in children : biological, psychological and developmental considerations.* Vicki Anderson. *Pediatric Rehabilitation.* 2001.
- | *Executive functions, self-regulation, and learned optimism in paediatric rehabilitation : a review and implications for intervention.* Ylvisaker et Feeney. *Pediatric Rehabilitation.* 2002.
- | *Executive functions in children : assessment, development and disorders.* Korkman M. *Revue de Neuropsychologie.* 2000.
- | *Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning.* Levin et al. *Developmental neuropsychology.* 1991.

Références

- | *Developmental Neuropsychology,* 25 (1&2), 2004.
- | V. Anderson Nombreuses études.
- | *Vicki Anderson. Assessing executive functions in children : biological, psychological and developmental considerations..* *Pediatric Rehabilitation.* 2001.
- | *Executive functions, self-regulation, and learned optimism in paediatric rehabilitation : a review and implications for intervention.* Ylvisaker et Feeney. *Pediatric Rehabilitation.* 2002.

Références

- | Les fonctions exécutives chez l'enfant: évaluation, Roy A et al. In : Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement, C Hommet, I Jambaqué, C Billard, Gillet P eds. Solal éditeur, Marseille 2005.
- | M. Ylvisaker : *Head injury rehabilitation : Children and adolescents*. San Diego, CA : College-Hill, 1985.

Rôle des fonctions exécutives

- | Formulation de buts
- | Planification, organisation
- | Initiation, inhibition
- | Évaluation et auto-régulation
- | Révision du plan pour atteindre le but
- | Résolution de problèmes
- | Flexibilité mentale

Rôle des fonctions exécutives

- | Percevoir les indices sociaux et interpréter le comportement social des autres
- | Contrôler ses réponses émotionnelles et l'interaction avec les autres
- | Apprendre des conséquences de ses actes et ajuster son comportement en fonction
- | Avoir une conscience de soi et un sens de son identité personnelle
- | Avoir des connaissances sur ses propres capacités