

Le bilan neuropsychologique chez l'enfant

Michèle Mazeau
Ed. Masson, mars 2008.

I. INTRODUCTION.....	6
A. Quelques précisions.....	6
1. Le bilan neuropsychologique n'est pas :.....	6
a) un examen psychologique au sens classique.....	6
b) la passation de quelques tests d'intelligence.....	6
c) l'administration d'une suite d'épreuves.....	6
2. Le bilan neuropsychologique ne se justifie qu'à partir de 3 ou 4 ans.....	6
3. Deux principes :	6
a) Il faut connaître les étapes du développement normal de l'enfant et s'y référer.....	6
b) Le cadre de la neuropsychologie implique de prendre en compte la modularité du fonctionnement cognitif.....	6
B. Aspects développementaux.....	6
1. Pathologies dites « développementales ».....	7
2. Place de l'hypothèse psycho-affective.....	7
3. Plasticité cérébrale et périodes sensibles.....	7
4. Débat inné-acquis.....	8
C. Un fonctionnement cérébral modulaire.....	8
1. Quelle légitimité pour les modèles neuropsychologiques adultes ?	8
2. Un cadre intégrant les notions développementales.....	8
3. Une architecture modulaire.....	8
4. Principe généraux gouvernant le bilan neuropsychologique.....	8
II. L'ÉVALUATION PSYCHOMETRIQUE : UN EXAMEN DE « DEBROUILLAGE »	9
A. Introduction : les réticences.....	9
B. Les tests.....	9
1. Quels tests choisir ?	9
2. Tests « multi-tâches » (composites)	10
3. Tests « mono-tâche »	10
4. Comment choisir un test de première intention ?	12
5. Comment interpréter les résultats ?.....	12
6. Déficit mental versus TSA	12
7. Valeur d'orientation des dissociations pour le bilan neuropsychologique.....	13
a) Dissociations « verbal-performance » du WISC-III.....	13
b) Dissociations inter-indices (WISC-IV).....	13
c) Dissociations intra-échelles ou inter-sub-tests.....	14
8. La WPPSI-III.....	14
9. La WISC-IV.....	14
C. Analyse neuropsychologique des différents sub-tests des échelles de Wechsler.....	15
1. Les épreuves verbales.....	15
a) Similitudes (SIM)	15
b) Information (INF)	15
c) Arithmétique (ARI)	15
d) Vocabulaire (VOC).....	15

e)	Compréhension (COM dans la WISC-IV et COS dans la WPPSI)	15
f)	Compréhension de mots (COM, WPPSI).....	15
g)	Dénominations d'images (DIM, WPPSI).....	16
h)	Raisonnement verbal (RVB).....	16
i)	Mémoire des chiffres (MCH).....	16
j)	Séquences lettres-chiffres (SLC).....	16
2.	Les épreuves non-verbales.	16
a)	Cubes (CUB)	16
b)	Identifications de concepts (IDC).....	16
c)	Matrices (MAT)	16
d)	Complètement d'images (CI ou CIM).....	17
e)	Code (COD).	17
f)	Arrangement d'images (AI, WISC-III)	17
g)	Assemblage d'objets (AO, WISC-III, AOB, WPPSI-III).....	17
h)	Symboles (SYM)	17
i)	Labyrinthe (LAB, WISC-III).	17
3.	Conclusion : expliciter le lien avec les symptômes.	17
III.	TROUBLES DU LANGAGE : LE DIAGNOSTIC D'UNE DYSPHASIE.....	18
A.	Principes généraux de l'évaluation.....	18
B.	Authentifier le trouble du langage.	18
1.	Signes d'alerte	18
2.	Indices développementaux : les tests de langage	19
C.	Affirmer la spécificité linguistique du trouble.....	19
1.	Langage et pensée	19
2.	Echelles de Wechsler	20
a)	Epreuves verbales	20
b)	Epreuves performances.....	20
c)	Tests de facteurs G mono-tâche, non-verbaux	20
d)	Déficience mentale et trouble spécifique du langage.	20
D.	Pathologie du langage : diagnostic différentiel.....	20
1.	Eliminer un trouble d'ordre psycho-dynamique.....	20
2.	Eliminer un déficit auditif	20
E.	Diagnostic positif de dysphasie et son type	20
1.	Diagnostic positif de dysphasie.....	21
a)	Déviances linguistiques.....	21
b)	Dysphasies versus « retard de langage ».....	22
2.	Diagnostic du type de dysphasie	22
a)	Dysphasies réceptives ou sensorielles	22
F.	Epreuves de langage.....	23
IV.	DIAGNOSTIC DES TROUBLES VISUO-PRACTO-SPATIAUX (VPS).....	24
A.	Définitions et terminologie	24
B.	Dyspraxies	24
1.	Définition	24
2.	Analyse neuropsychologique du geste	24
3.	Formes cliniques	25
a)	Dyspraxies constructives.....	25

b)	Dyspraxies idéatoires.....	25
c)	Dyspraxies idéomotrices.....	25
d)	Autres dyspraxies.....	25
C.	Troubles visuo-spatiaux	25
1.	Symptômes d'appel.....	25
a)	Conditions du soupçon.....	25
b)	Signes d'appel.....	25
2.	Evaluation VPS au décours d'un suivi neurologique.....	26
a)	Signes d'alerte.....	26
b)	Affirmer le diagnostic.....	26
c)	Cas particuliers.....	27
3.	Evaluation VPS en présence d'une dissociation verbal-performance.....	27
a)	Signes d'alerte.....	27
b)	Diagnostic.....	27
4.	Evaluation VPS lors de l'exploration d'un retard graphique.....	28
a)	La démarche diagnostique doit comporter deux phases :.....	28
b)	Elucider la cause de la dysgraphie.....	28
c)	Analyse qualitative de la dysgraphie.....	29
D.	Conclusion	29
V.	EVALUATION DES TROUBLES GNOSIQUES VISUELS.....	29
A.	Introduction	29
1.	Définition.....	29
2.	Rappel schématique des traitements cérébraux de l'information visuelle.....	30
1.	Identification d'un stimulus visuel.....	30
2.	Différentes sortes d'agnosies visuelles.....	30
B.	Signes d'appel.....	30
C.	Etayer le diagnostic.....	30
1.	Agnosie des images.....	30
a)	Dénomination ou description d'images.....	30
b)	Choix des tests complémentaires.....	30
c)	Conséquences des agnosies visuelles sur les autres secteurs de la cognition.....	31
2.	Agnosie des visages.....	31
a)	Signes d'appel.....	31
3.	Agnosie des signes conventionnels.....	32
a)	Signes négatifs.....	32
b)	Signes positifs.....	32
4.	Autres agnosies visuelles.....	32
a)	Agnosie des couleurs.....	32
b)	Agnosie des objets.....	32
c)	Cécité corticale.....	32
VI.	EVALUATION DES TROUBLES MNESIQUES.....	32
A.	Caractéristiques générales des fonctions mnésiques.....	32
1.	Préalable au bilan mnésique.....	32
a)	Niveau de développement et mémoires.....	32
b)	Langage et mémoires.....	33
c)	Attention, fonctions exécutives et mémoire.....	33
2.	Principe du bilan de mémoire.....	33
3.	Principes généraux de l'évaluation des fonctions mnésiques.....	33

B. Mémoires permanentes.....	33
1. Les différents types de mémoires permanentes	33
a) Mémoire procédurale	33
b) Mémoire déclarative	33
c) Mémoire épisodique	33
2. Signes d'appel	34
a) En fonction de l'étiologie	34
b) En fonction de symptômes	34
c) Langage et MLT	34
d) Arithmétique e MLT	34
e) Notion de temps	35
3. Bilan de mémoire.....	35
a) Epreuves de mémoire auditivo-verbale.....	35
b) Epreuves de mémoire visuo-spatiale.....	35
c) A la recherche des dissociations	35
4. Conclusion	35
C. Mémoires transitoires.....	35
1. Définitions.....	35
2. Symptômes qui motivent l'examen de la MT	36
a) Epreuves évaluant la MT.....	36
b) Mémoire de travail et langage oral	37
c) Mémoire de travail et langage écrit.....	37
d) Mémoire de travail et calcul, résolution de problèmes.....	37
3. Conclusion : les liens entre MT et MLT.....	37
VII. EVALUATION DES FONCTIONS ATTENTIONNELLES ET EXECUTIVES	37
A. Caractéristiques générales des fonctions attentionnelles et exécutives.....	38
1. Définitions et rôles.....	38
2. Maturation.....	38
3. Conditions étiologiques.....	38
4. Conditions générales du bilan.....	38
B. L'attention	38
1. L'attention n'est pas une fonction unitaire	38
a) Deux qualités d'attention	39
b) Plusieurs types d'attention, selon leur objet et leur durée.....	39
2. Impression clinique comportementale.....	39
a) Troubles « intrinsèques » de l'attention.....	39
b) Hyperactivité.....	39
3. Epreuves évaluant l'attention.....	39
a) Evaluer l'attention soutenue.....	39
b) Evaluer l'attention sélective.....	39
c) Evaluer l'attention divisée.....	39
d) Evaluer l'attention auditivo-verbale	39
e) Evaluer l'attention visuelle	40
C. Fonctions exécutives.....	40
1. Définition et rôle.....	40
a) Fonctions d'inhibition	40
b) Fonctions de planification, de stratégie.....	41
2. Symptômes	41
a) Persévérations	41
b) Irruption d'automatismes.....	41
c) Réponses aléatoires.....	41

d) Différences	41
e) Diffusion des symptômes dans plusieurs secteurs cognitifs	41
3. Épreuves spécifiques.	41
a) Évaluer l'impulsivité	41
b) Évaluer la capacité à inhiber les automatismes	42
c) Évaluer la capacité à planifier et mettre en place des stratégies	42
D. Conclusion	42
1. Un diagnostic encore trop peu évoqué	42
2. Des confusions fréquentes	42
VIII. TROUBLES SPECIFIQUES DES APPRENTISSAGES	42
A. Neuropsychologie et TSA	42
B. Évaluation lors de difficultés en lecture.....	43
1. Aspects développementaux.....	43
a) Habiletés métaphonologiques	43
b) Habiletés visuo-practo-spatiales.....	44
2. Processus en jeu	44
a) Identification des mots	44
b) Compréhension	45
C. Évaluation des difficultés en calcul	45
1. Définition des dyscalculies.....	45
2. Développement des compétences numériques.	45
c) Logique et compétences numériques.....	45
d) Langage, mémoires et compétences numériques.....	45
e) Fonctions visuo-spatiales et compétences numériques	46
f) Fonctions exécutives et compétences numériques.....	47
3. Conclusion	47

Le bilan neuropsychologique chez l'enfant

Michèle Mazeau
Ed. Masson, mars 2008.

I. Introduction

A. Quelques précisions.

1. Le bilan neuropsychologique n'est pas :

a) un examen psychologique au sens classique.

Pas d'exploration du vécu, de la problématique relationnelle, des conflits inconscients.

b) la passation de quelques tests d'intelligence.

La psychométrie n'est qu'un des éléments du bilan.

c) l'administration d'une suite d'épreuves.

C'est un questionnement sur le fonctionnement intellectuel du sujet. L'interprétation des résultats est le matériau utile. Elle s'apparente à un arbre décisionnel où chaque embranchement est un choix motivé et raisonné.

2. Le bilan neuropsychologique ne se justifie qu'à partir de 3 ou 4 ans.

Entre 0 et 3 ans existent des « baby-tests » qui ont pour objet de mettre en évidence un retard, mais on ne parle de neuropsychologie qu'après 3 ans.

3. Deux principes :

a) Il faut connaître les étapes du développement normal de l'enfant et s'y référer

b) Le cadre de la neuropsychologie implique de prendre en compte la modularité du fonctionnement cognitif.

B. Aspects développementaux.

La base du raisonnement est le recours systématique à des tests étalonnés qui précisent des références normatives en fonction de l'âge et fixent les limites statistiquement acceptables dans le cadre de la variabilité inter-individuelle.

La pathologie se définit comme un écart à la moyenne d'au moins 1,5 ou 2 écarts-types.

1. Pathologies dites « développementales »

Le trouble « développemental » renvoie à une catégorie de pathologie cognitive survenant inopinément chez des enfants sans aucun antécédent neurologique. Il s'agit de dysfonctionnements fonctionnels, et non structurels (lésion cérébrale).

Du fait que le fonctionnement est modulaire, aucun secteur cognitif n'est épargné : tous peuvent de façon élective présenter une anomalie du développement, sans que le développement dans les autres domaines en soit affecté.

Le seul point commun de ces manifestations développementales est l'absence d'étiologie connue.

Il existe néanmoins des pistes étiopathogéniques :

- Anomalies génétiques
- Anomalies fines de l'architecture cérébrale
- Lésions cérébrales a minima
- Atypies du développement

2. Place de l'hypothèse psycho-affective.

Les neuropsychologues n'imaginent pas, bien sûr, que le développement de l'enfant n'a rien à voir avec l'affectif, le relationnel, le désir, l'émotionnel. Ils pensent que ces éléments ne sont pas à l'origine des troubles spécifiques des apprentissages.

Le pédopsychiatre Bernard Golse (Necker, Cf. Neuropsychanalyse) propose un modèle plurifactoriel :

- Facteurs étiologiques primaires (génétiques, biologiques, cognitifs, relationnels, ...) qui fonde une certaine vulnérabilité du sujet
- Facteurs étiologiques secondaires (environnement humain ou biologique et, surtout, les significations psychiques que prennent pour les parents les premières distorsions interactives et qui produisent un effet d'enkystement de la psychopathologie).

3. Plasticité cérébrale et périodes sensibles.

Le terme de plasticité cérébrale fait référence à des capacités de réorganisation neuronale qui rendraient compte de certaines « récupérations » après lésion cérébrale.

En fait, le cerveau est le siège de modifications structurelles et fonctionnelles, de réaménagements constants tout au long de la vie.

Ces réorganisations sont à l'origine de l'impossibilité actuelle d'établir des relations fiables entre la présence de lésions à l'imagerie cérébrales et la symptomatologie de l'enfant.

Certains changements cérébraux, certains acquis, certains processus ne peuvent apparaître ou se mettre en place que durant une fenêtre temporelle limitée au cours du développement. Il est de la plus haute importance de connaître ces « périodes sensibles ».

4. Débat inné-acquis

On sait qu'une programmation génétiquement déterminée, portant les instructions générales propres à l'espèce et les instructions particulières transmises par les parents, décide irrévocablement de la formation d'une trame cérébrale innée.

Cependant, nous savons aussi que cette trame prédéterminée n'est qu'un canevas dont le dessin, à peine ébauché, doit être inscrit jour après jour par l'expérience, l'interaction, l'échange affectif, l'étayage de relations fortes et durables au sein d'un environnement suffisamment adapté.

C. Un fonctionnement cérébral modulaire.

1. Quelle légitimité pour les modèles neuropsychologiques adultes ?

La neuropsychologie est née vers la fin du XIX^e siècle lorsque Broca a décrit pour la première fois (1861) l'aphasie qui porte son nom. Dans les années 1950 apparaissent les sciences cognitives qui s'intéressent à la compréhension des processus et mécanismes en jeu dans le cadre de la perception, du raisonnement, du langage, de la mémoire, des apprentissages.

2. Un cadre intégrant les notions développementales

Les prémisses de la spécialisation cérébrale sont extrêmement précoces.

L'existence de dysphasies, dyspraxies, de troubles mnésiques, de troubles de l'attention ou des fonctions exécutives montre la réalité d'un fonctionnement modulaire précoce.

Le bilan neuropsychologique ne peut pas être réduit à une batterie à minima. Il faut disposer d'un temps minimal de trois heures, en deux ou trois séances, pour évaluer l'ensemble des fonctions, comparer les performances dans différents secteurs de la cognition et mettre à jour les dissociations éventuelles.

Toute réduction du bilan disqualifie gravement la démarche diagnostique et rend impossible une proposition thérapeutique valide.

3. Une architecture modulaire.

Un module cérébral est défini par :

- Un substrat anatomique repérable, constituant une unité fonctionnelle (un réseau dynamique de neurones).
- Une unité de fonctionnement, elle-même définie par trois éléments :
 - Le type d'information prise en compte (entrées)
 - Le type de traitement appliqué à ces informations (sériels, parallèles, en cascade)
 - Le résultat de ces traitements en terme d'opération mentale (sorties)

4. Principe généraux gouvernant le bilan neuropsychologique.

Le fonctionnement cognitif est une résultante de l'activité coordonnée de l'ensemble des modules¹ supposant entre eux une interdépendance complète et permanente.

¹ les modules de la cognition : parler, se souvenir, connaître, agir (modules linguistiques, mnésiques, gnosiques, practo-moteurs).

Le bilan neuropsychologique recourt à une méthodologie particulière, utilisant le raisonnement hypothético-déductif.

La démarche du bilan neuropsychologique :

- Analyser chaque épreuve proposée en fonction de trois critères de base, à savoir :
 - Nature des entrées à traiter
 - Nature de la tâche
 - Nature des sorties
- Utiliser le recoupement de plusieurs épreuves choisies de façon pertinente (idéalement ne différant que par un seul des trois critères ci-dessus) pour en déduire, étape après étape, quel est le module en cause, d'où la structure en arbre logique de tout réel bilan neuropsychologique.

II. L'évaluation psychométrique : un examen de « débrouillage »

A. Introduction : les réticences

Les tests psychométriques ont connu une grande désaffection, à partir des années 1950/60 du fait de l'influence sur les psychologues des théories psychanalytiques.

Derrière cette aversion pour les tests psychométriques se profilent de grands débats :

- Dans une certaine conception psycho-dynamique, l'enfant reprendra son développement quand seront résolus les conflits inconscients et l'évaluation intellectuelle n'a aucun sens.
- Dans d'autre cas, il s'agit d'une réticence à la notion d'organicité souvent perçue comme signe de l'irréversibilité
- Dans d'autres cas enfin, cette approche cognitive est réputée incompatible avec une approche totale de la personne (crainte du réductionnisme).

Comme toute technique, la pertinence du bilan neuropsychologique dépend de l'expérience, des compétences et de la personnalité de celui qui la met en œuvre.

B. Les tests

1. Quels tests choisir ?

L'intelligence serait une capacité générale à raisonner, déduire, résoudre un problème, acquérir des connaissances : il existerait un facteur commun à toutes ces activités intellectuelles, le « facteur G » (G pour « général »).

La plupart des auteurs renoncent au concept « d'intelligence » au profit de l'étude (et de l'évaluation) de différentes fonctions comme la mémoire, le langage, la perception visuelle, etc ...

C'est dire qu'en neuropsychologie l'intérêt pour le « QI » global, verbal ou performance, est nul.

Les objectifs de ce test ici est tout autre :

- Ce test permet de développer un important éventail de tâches pertinentes et étalonnées à utiliser pour mettre en évidence des dissociations.
- Ce test répond au besoin d'avoir, quelque soit le symptôme, d'avoir une idée du développement de l'enfant, de son niveau de facteur G, indépendamment de son « QI ».

Toute la difficulté réside dans le choix et l'administration des tâches de facteur G pertinente pour tel enfant, présentant tel symptôme, ou telle association particulière de difficultés : c'est le travail du neuropsychologue que de rechercher avec opiniâtreté dans quelles tâches l'enfant pourra se montrer performant, dans quelles épreuves il pourra objectiver ses compétences préservées (totalement ou partiellement).

2. Tests « multi-tâches » (composites)

Ce sont les tests qui proposent une série de plusieurs épreuves différentes (appelées sub-tests).

Les tests multi-tâches les plus utilisés en France.

- Les échelles de Wechsler (WPPSI, WISC)
- Le K-ABC (distinction processus mentaux/connaissances)
- Le MSCA (six échelles : verbale, performance perceptive, quantitative, motrice et intellectuelle générale).
- Les EDEÏ-R (épreuves verbales et non verbales).
- La NEMI (essentiellement verbal, ce qui l'élimine en cas de problème linguistique ou mnésique)
- La NEPSY (analyse cinq domaines : fonctions exécutives, langage, sensori-motricité, domaine visuo-spatial, mémoire, apprentissage).

Ces tests ne sont ni interchangeable ni équivalents.

Ce sont les échelles de Wechsler qui doivent être utilisées en première intention, en raison de l'équilibre entre les épreuves verbales et non verbales d'une part, de l'important éventail des tâches qui permettent de sonder l'essentiel des grands domaines de la cognition et d'autre part de la variété des épreuves de facteur G.

3. Tests « mono-tâche »

Il servent à compléter les précédents et ne peuvent en aucun cas constituer des tests de « débrouillage », ne doivent jamais être utilisés en première intention.

Parmi les plus utilisés :

- Les Progressives Matrices (dessins et suites logiques à compléter ; très visuo-spatial)
- La Figure de Rey (nécessite des compétences visuo-spaciales et des compétences en mémoire visuelle).
- Les Cubes de Kohs (praxique et visuo-spatial ; reflète le niveau de développement non-verbal, l'intelligence pratique)
- Le VOCIM (désignation d'images, dès 3 ans, évaluation du vocabulaire)
- L'EVAC (traitement linguistiques élaborés, évalue le « style cognitif »)

Le choix secondaire d'un test « mono-tâche » dépend des éléments fournis par la clinique et par l'interprétation des résultats obtenus préalablement lors de tests composites « multi-tâches ».

Tests	Entrée	Compétences sollicitées	Sorties	Observations
Progressives matrices (PM)	Visuelles	. Logique (suite logique) . Fonctions visuo-spatiales . Fonctions exécutives	Désignation en choix multiple	Test de facteur G . Indépendant du niveau scolaire . Indépendant des fonctions linguistiques
Figure de Rey copie	Visuelle	. Fonctions praxiques (organisation graphique) . Fonctions visuo-spatiales (analyse et reproduction de figures orientées ; organisation topologique ; perception des obliques) . Stratégie (type d'organisation)	Graphique (practo- motrice)	En dehors de tout trouble visuo- practo-spatial. Intérêt ++ de comparer la production en copie et celle en mémoire
Figure de Rey mémoire	Visuelle	. Idem + MLT visuo-spatiale		Idem
Cubes de Kohs	Visuelle	. Raisonnement logique . Fonctions praxiques (manipulation, construction) . Fonctions visuo-spatiales (analyse des relations topologiques, perception des obliques, arrangement spatial)	Manipulation (visuo-practo- spatiale)	Test de facteur G . Indépendant du niveau scolaire . Indépendant des fonctions linguistiques
VOCIM	Auditivo- verbale	. Audition . Discrimination auditive . Connaissances lexicales	Désignation en choix multiple	. Très dépendant du niveau de langage . Très dépendant

				du niveau socio-culturel et du niveau scolaire
EVAC	Auditivo-verbale et visuelle	. Tâches séquentielles versus tâches simultanées (globales)	. Désignation . Parole	. Très dépendant du niveau de langage . Très dépendant du niveau socio-culturel et du niveau scolaire

4. Comment choisir un test de première intention ?

Les échelles de Wechsler seront proposées en première intention. Elles remplissent un rôle irremplaçable car elles sont dotées d'épreuves de facteur G, verbales (similitudes) et non verbales (cubes, identifications de concepts, matrices). Elles permettent une analyse en terme d'homogénéité ou d'hétérogénéité inter-tâches, une étude comparée des réussites selon les épreuves, en fonction des compétences requises par telle ou telle épreuves.

5. Comment interpréter les résultats ?

Les échelles de Wechsler remplissent deux fonctions distinctes :

- Fonder la différence entre déficience mentale et TSA
- Orienter le bilan neuropsychologique

De minimes hétérogénéités de performance dans les différents sub-tests ne reflètent que les talents de tel ou tel enfant. Il est important d'insister sur le niveau auquel ces différences deviennent significatives.

Il faut s'en tenir au seuil de significativité adopté pour définir la limite de la pathologie, à savoir deux écarts-types. (30 points d'écarts entre QI-V et QI-P).

Ce n'est que lorsqu'il n'y a pas d'hétérogénéités notables que le calcul des scores des différentes échelles et d'un QI d'échelle peuvent avoir une signification.

6. Déficit mental versus TSA

Le diagnostic de trouble « dys » repose d'abord sur l'élimination d'une déficience mentale.

Deux cas de figure se présentent à l'issue de la passation des échelles de Wechsler :

- Scores globaux homogènes et dans la norme : TSA improbable, prise en charge psychothérapique. (NB : scores excellents mais hétérogènes : enfant surdoué ?)

- Scores globaux faibles et homogènes : déficience mentale. Mais plusieurs questions se posent alors :
 - Déficience structurelle ou pathologie psycho-dynamique ? Investigation familiale nécessaire.
 - Déficience mentale ou association de pathologies cognitives ? Risque d'un artefact lié à la présence d'une double pathologie cognitive. Il est impératif de compléter l'examen en proposant une épreuve de raisonnement qui ne soit ni linguistique, ni gnosique visuelle, ni practo-spatiale, ni mnésique, par exemple la partie « analyse catégorielle » des EDEI-R (matériel non verbal et non imagé).

Par ailleurs, la réussite à une épreuve de facteur G, quelle qu'elle soit, doit faire réfuter le diagnostic de déficience mentale et faire envisager la co-occurrence de plusieurs troubles « dys ». Ces associations de plusieurs pathologies cognitives soulèvent deux observations :

- Les fonctions d'intelligence générale (facteur G) semblent pouvoir se développer de façon relativement indépendante des autres modules (linguistiques, mnésiques, gnosiques, practo-moteurs). Pour la neuropsychologie, les fonctions de conceptualisation et de raisonnement sont présentes chez le bébé (Cf. la capacité du bébé de 4 mois à faire preuve d'une « conception » de la permanence de l'objet) tout comme les fonctions motrices et sensorielles, mais leur expression est alors inhibée par l'immaturation des fonctions attentionnelles et exécutives (lobe préfrontal) : « *Se développer, c'est aussi et souvent inhiber une structure concurrente* » (Houdé, 1995).
- Le diagnostic de déficience mentale doit être réservé aux enfants dont les capacités sont faibles (- 2DS) dans les épreuves de catégorisation, raisonnement logique ou classification. Un syndrome dys-exécutif (syndrome frontal) peut mimer une déficience intellectuelle en suscitant des échecs dans tous les sub-tests ; c'est l'analyse qualitative, la tonalité particulière des échecs, qui doit alerter l'examineur.

Au total, la déficience mentale est définie comme l'incapacité d'accéder aux opérations logiques (raisonnement déductif, suites logiques, catégorisation) à un niveau correspondant à l'âge réel de l'enfant, ce qui ne peut être simplement assimilé au QI total.

7. Valeur d'orientation des dissociations pour le bilan neuropsychologique.

Hétérogénéité des résultats d'au moins 2 écarts-types.

a) Dissociations « verbal-performance » du WISC-III

Ne pas conclure trop vite à une dysphasie (effondrement du QI-V) ou une dyspraxie (effondrement du QI-P) : il ne s'agit à ce stade que d'indicateurs pour orienter les hypothèses diagnostiques.

b) Dissociations inter-indices (WISC-IV)

Dans la dernière version du WISC-IV des notes d'indices ont été introduites ; ces indices n'ont de signification que si existe, au sein du domaine considéré, une certaine homogénéité. Ils ne sont aussi que des éléments d'orientation du bilan.

c) Dissociations intra-échelles ou inter-sub-tests.

Ces hétérogénéités, dissociations à l'intérieur de chacune des échelles, sont les plus significatives pour le bilan neuropsychologique. Elles sont le reflet du fonctionnement modulaire de la cognition : elles indiquent quels sont les secteurs cognitifs préservés et quelles sont les caractéristiques communes aux épreuves échouées. Elles ont une forte valeur d'orientation. Il est capital de considérer chaque sub-test séparément et d'analyser chaque épreuve en terme de compétences requises pour réaliser la tâche. Une analyse qualitative des échecs ou erreurs des enfants est indispensable pour orienter le diagnostic.

8. La WPPSI-III

- Pour les enfants de 3 ans à 11 ans, le WPPSI-III comporte trois épreuves verbales et deux épreuves non-verbales. Les épreuves verbales sont évidemment liées au niveau lexical et socio-culturel ; elles sont administrées à partir d'images. Deux réclament un choix donc un contrôle de l'impulsivité.
- Pour les plus grands enfants, le calcul d'un « *quotient de vitesse de traitement* » (QVT) a été introduit dans le WPPSI-R. Les épreuves chronométrées fournissent une indication importante : la lenteur est un réel handicap scolaire. Elle doit être considérée comme une pathologie à part entière. Trois épreuves sont en outre spécifiques de cette version :
 - Les « *matrices* ». L'enfant doit extraire une relation logique. C'est une épreuve de facteur G.
 - « L'identification de concepts ». C'est une épreuve de classement. Choix multiples, donc contrôle de l'impulsivité, de l'inhibition.
 - Le « *raisonnement verbal* ». Epreuve de devinettes, uniquement auditivo-verbale. Evaluation de l'attention auditivo-verbale.

9. La WISC-IV

De 6 à 16 ans. Dans la nouvelle version, les « pages d'analyse » intègrent une notion fondamentale issue de la neuropsychologie, à savoir l'importance de la mise en évidence de dissociations significatives au regard de la conception modulaire du fonctionnement cognitif.

C. Analyse neuropsychologique des différents sub-tests des échelles de Wechsler

1. Les épreuves verbales

a) Similitudes (SIM)

Série de paires de mots présentées oralement. Pour chaque paire, l'enfant doit expliquer la similitude entre les objets ou les concepts proposés.

Tâche de conceptualisation et de catégorisation, tâche de facteur G verbale prototypique : trouver le point commun aux deux concepts énoncés. Peut servir de référence pour évaluer les compétences conceptuelles et raisonnementales. Sollicite aussi l'attention auditive, la MT, le vocabulaire. La réponse requiert l'intégrité de l'ensemble des compétences linguistiques. Sollicite aussi les fonctions exécutives (inhibition des diffusions).

Echec : => confronter au bilan parole/langage (RO)

b) Information (INF)

Questions de connaissances générales, dépendantes du niveau socio-culturel familial et du niveau scolaire. Sollicite la mémoire sémantique, qui est une mémoire à long terme, auditivo-verbale.

Echec : => explorer capacités de mémorisation

c) Arithmétique (ARI)

Série de problèmes arithmétiques, présentés oralement, que l'enfant doit résoudre mentalement en un temps limité. Numération et petits problèmes arithmétiques. Suppose la connaissance de la comptine des mots-nombres, elle-même corrélée au facteur G, aux capacités mnésiques, aux compétences linguistiques, aux capacités de dénombrement et de cardinalisation (mettre les chiffres en ordre), surtout aux capacités visuo-spatiales et pratiques.

Contre-performance à cette épreuve chez les enfants dyspraxiques ou avec troubles visuo-spatiaux.

Echec : => épreuves facteur G, explorer praxies et capacités visuo-spatiales.

d) Vocabulaire (VOC)

Items verbaux : l'enfant donne la définition des mots lus par le psychologue

Epreuve très dépendante du niveau socio-culturel et scolaire. Explore l'accès sémantique. Demandant à l'enfant des définitions de mots, il s'agit d'une *épreuve métalinguistique*, et non d'une épreuve visant à évaluer les connaissances lexicales. La réponse requiert l'intégrité des capacités linguistiques : organisation syntaxique, accès lexical, langage « élaboré » (génération de phrases, synonymes) et production de parole intelligible.

Echec : => épreuves facteur G, confronter au bilan parole/langage (RO)

e) Compréhension (COM dans la WISC-IV et COS dans la WPPSI)

Explore la compréhension de situations sociales (jugement, facteur G). Reflet des compétences sociales de l'enfant. Sollicite aussi la MT (phrases longues) et accès syntaxique.

Echec => épreuves d'exploration lexicale et syntaxe.

f) Compréhension de mots (COM, WPPSI)

Désignation d'images. Tâche de connaissance lexicale.

Echec : => confronter au bilan parole/langage (RO)

g) Dénominations d'images (DIM, WPPSI)

Explore les gnosies visuelles (capacités neuro-visuelles) mais aussi la dénomination (évoation, accès phonologique, parole intelligible). Mais aussi les fonctions exécutives (inhibition des diffuences).

Echec : => confronter au bilan parole/langage (RO)

h) Raisonnement verbal (RVB)

L'enfant nomme l'objet ou le concept correspondant à des devinettes composées de un à trois indices. S'apparente au sub-test « devinettes » du K-ABC. L'enfant doit comprendre, mémoriser, synthétiser. Sollicite compétences langagières, MT et MLT, les fonctions exécutives.

i) Mémoire des chiffres (MCH)

Séquence de chiffres lues à l'enfant, qui doit les répéter dans le même ordre (chiffre en ordre direct) ou dans l'ordre inverse (chiffres en ordre inverse). Répétition de chiffres à l'endroit, puis de chiffres à l'envers. Sollicite attention auditivo-verbale, MT.

NB. La mémoire auditivo-verbale, si importante pour les premiers apprentissages en lecture !

j) Séquences lettres-chiffres (SLC)

Série de séquences de chiffres et de lettres présentées oralement. L'enfant doit restituer en premier les chiffres par ordre croissant, puis les lettres par ordre alphabétique. Introduite dans le WISC-IV, elle explore la mémoire de travail auditivo-verbale. Sollicite particulièrement l'administrateur central (attention et fonctions exécutives).

2. Les épreuves non-verbales.

Indépendantes du niveau socio-culturel. Utilisent comme voie d'entrée la vision dans toutes ses composantes (acuité visuelle, oculo-motricité, perception des obliques, constitution de gnosies visuelles).

a) Cubes (CUB)

L'enfant utilise des cubes bicolores pour reproduire une construction, en un temps déterminé, à partir d'un modèle construit devant lui ou présenté dans le livret de stimuli. Reconstitution d'une figure géométrique d'après modèle. L'entrée requiert compétences visuo-spatiales, stratégie, fonctions exécutives, compétences gnosiques visuelles. La sortie suppose surtout des compétences en fonctions praxiques et spatiales, en motricité fine, en fonctions exécutives et gnosies visuelles.

Cette épreuve est une bonne exploration du facteur G (raisonnement non-verbal, stratégie), et des compétences practo-spatiales.

b) Identifications de concepts (IDC)

Parmi deux ou trois rangées d'images du livret de stimuli, l'enfant identifie les images qui peuvent être regroupées grâce à un concept commun (une image de chaque rangée doit être sélectionnée).

Récemment introduite, c'est une épreuve de catégorisation à partir d'images (trouver un point commun à deux éléments parmi une série. Epreuve de facteur G. Le pendant non-verbal à l'épreuve des similitudes. Sollicite les compétences neuro-visuelles, exécutives.

c) Matrices (MAT)

L'enfant voit, dans le livret de stimuli, une matrice incomplète et choisit la partie manquante parmi cinq réponses possibles

Suites logiques qu'il faut compléter en choisissant le bon élément parmi des distracteurs. Epreuve de facteur G à condition que l'enfant traite correctement les données spatiales.

d) Complètement d'images (CI ou CIM)

L'enfant regarde une image dans le livret de stimuli, puis pointe ou nomme, en un temps limité la partie manquante.

Tâche : dénommer (ou désigner) la partie manquante d'un dessin significatif. Elle réclme la connaissance préalable du concept, du dessin. Epreuve de facteur G et des gnosies visuelles. A noter que cette épreuves est une des rares, avec « identification de concepts », qui ne soit ni praxique, ni visuo-spatiale.

e) Code (COD).

L'enfant copie des symboles appariés à des formes géométriques simples ou des chiffres. En utilisant une clé, l'enfant dessine, en un temps limité, chaque symbole dans la forme ou la case correspondante

Chronométrée, elle met en évidence l'accès aux symboles, le transcodage de signes arbitraires. Sa réalisation nécessite des saccades oculaires rapides, bien calibrées (sinon perte de temps), des capacités oculo-motrices, une bonne MT, des capacités grapho-motrices. Epreuve de facteur G, d'exploration des processus linguistiques, mais surtout des troubles oculo-moteurs et des dyspraxies.

f) Arrangement d'images (AI, WISC-III)

Reconstituer un récit à partir d'une courte série d'images. Epreuve supprimée des nouvelles versions (WPPSI-III et WISC-IV). Explore les gnosies visuelles, l'exploration par le regard, capacités de synthèse, mais aussi MT, MLT, compétences linguistiques et facteur G. Dépendante des fonctions visuo-practo-spatiales.

g) Assemblage d'objets (AO, WISC-III, AOB, WPPSI-III)

Epreuves de puzzles. Explore compétences visuo-spatiales, compétences praxiques, motricité fine. Sub-test qui a été enlevé du WISC IV.

h) Symboles (SYM)

Dans un temps limité, l'enfant observe un ou deux symboles isolés et une série de trois ou cinq symboles. En cochant la case appropriée, il indique si oui ou non il retrouve le ou les symboles isolés dans la série de symboles. Requiert d'excellentes capacités d'organisation linéaire du regard, attention visuelle (fonctions exécutives). Chronométrée, cette épreuve participe au calcul de l'indice « vitesse de traitement » (comme le sub-test Code).

i) Labyrinthe (LAB, WISC-III).

Parcourir un labyrinthe suppose oculo-motricité, compétences visuo-spatiales, stratégie, fonctions exécutives, motricité fine.

3. Conclusion : expliciter le lien avec les symptômes.

Aucune tâche n'est pathognomonique. Ce sont les indices concordants qui vont orienter le bilan neuropsychologique.

(Voir tableau récapitulatif p. 45 du livre)

III. Troubles du langage : le diagnostic d'une dysphasie.

A. Principes généraux de l'évaluation.

Chronologie et logique rigoureuse : (voir arbre décisionnel p. 56)

- S'assurer que les anomalies constatées sont bien du domaine pathologique
- Faire la preuve que ces anomalies concernent électivement les fonctions linguistiques (affirmer la spécificité des troubles par les tests psychométriques)
- Etablir un diagnostic précis.

B. Authentifier le trouble du langage.

1. Signes d'alerte

Etapes de la construction du langage :

Âge	Compréhension	Expression
6-9 mois	Son prénom, "Non !"	"A-reu"
7-12 mois	Ordre simple avec geste ("Viens !", "Donne !")	Babillage canonique (syllabes redoublées)
10-16 mois	Ordre simple sans geste	Papa, maman
16-20 mois	Montre certaines parties du corps	6-8 mots, début jargon intonatif
18-24 mois	Ordre double (2 consignes successives ou combinées)	Associe 2 mots ; dit 20 mots jargon intonatif ++

24-30 mois Désigne 4 à 8 images (objets de la vie quotidienne) Dit 50 mots (déformés ou non mais compréhensibles)

On ne peut suspecter un retard que par rapport à une moyenne, ce qui, à partir de 3 ans, implique obligatoirement le recours à des tests de langage étalonnés.

Signes d'alerte :

- A 2 ans et demi si l'enfant dit moins de six mots, n'associe pas deux mots
- A 3 ans s'il ne comprend pas les ordres simples si on lui parle sans faire de gestes
- A 3 ans et demi si l'enfant dit moins de 20 mots, ne fait pas de phrases de trois mots.

L'audition doit systématiquement être vérifiée.

2. Indices développementaux : les tests de langage

Il est important de choisir des tests généralistes (composites).

Les plus usités : le N-EEL, la BEPL-A et B, le L2MA, et l'ELO.

Conditions de passation :

disposer d'informations fiables concernant le niveau de facteur G

éliminer un trouble des fonctions exécutives, de la MT (pathologies « transversales ») qui se répercutent dans le langage, donnant alors l'impression d'un trouble linguistique.

Si le résultat à -2 écarts-types, poursuivre les investigations.

C. Affirmer la spécificité linguistique du trouble.

Il faut pour cela éliminer un trouble déficitaire (interroger les liens raisonnement-langage) en analysant les résultats des échelles de Wechsler.

1. Langage et pensée

Certaines conceptions du développement n'imaginent pas qu'il puisse exister une pensée sans langage. Pourtant, chez le bébé, il existe une capacité d'abstraction de haut niveau (Cf. « *Fini !* », « *Encore !* »). On pense aujourd'hui qu'une capacité de catégorisation est un préalable à l'acquisition du langage. Très tôt les bébés différencient des catégories telles que animé-inanimé, hommes-femmes. Les bébés ont une capacité spontanée à organiser leur environnement. Les enfants pensent bien avant le langage. La parole structure la pensée et surtout permet l'échange des pensées.

En pathologie, l'indépendance parole-pensée est flagrante comme le montre :

- L'efficacité aux épreuves non-verbales de nombreux enfants dysphasiques.
- L'existence de doubles associations raisonnement/langage

Au fil de la maturation de l'enfant, la pensée devient de plus en plus verbale.

L'enfant dysphasique est dans l'impossibilité de traduire en mots, phrases ou discours sa pensée pourtant souvent intacte.

Le diagnostic de trouble structurel du langage (dysphasie) repose donc sur la preuve de la construction par l'enfant de fonctions de conceptualisation, catégorisation, logique, induction et déduction, et ce, indépendamment de l'efficacité de ses fonctions linguistiques.

Il faudra donc mettre en évidence les manifestations d'un facteur G intact.

2. Echelles de Wechsler

Il y a atteinte du secteur langagier et préservation du secteur non-verbal (cubes, matrices, identification de concepts).

a) Epreuves verbales

Dans de nombreux cas elles seront impraticables. Seule l'échelle performance sera proposée. Le déficit de MT doit aussi être exploré (SLC, répétition de chiffres)

b) Epreuves performances

Cubes, matrices, SLC, identification de concepts, similitudes.

c) Tests de facteurs G mono-tâche, non-verbaux

- Les progressives matrices, non utilisables en cas de troubles visuo-spatiaux
- Les cubes de Kohs, non utilisables en cas de dyspraxie
- EDEI-R : sub-tests classification et analyse catégorielle
- NEPSY : « la tour ».

Une réussite à l'un de ces tests attestera de l'intégrité des fonctions de raisonnement, conceptualisation, catégorisation, mais un échec ne suffira pas à refléter une déficience mentale.

d) Déficience mentale et trouble spécifique du langage.

Le diagnostic de déficience mentale élimine-t-il celui de trouble spécifique du langage ?

En fait, il existe deux populations d'enfants déficients mentaux :

Ceux dont le niveau de langage est concordant à leur niveau de développement : retard intellectuel global qui se manifeste aussi dans les compétences linguistiques

Ceux dont le niveau de langage est nettement inférieur au niveau de facteur G : présence d'un trouble spécifique du langage au sein d'une déficience mentale.

(Voir p. 69 le schéma récapitulatif de la démarche psychométrique dans les troubles du langage)

D. Pathologie du langage : diagnostic différentiel.

Les troubles du langage peuvent révéler des déficits dans d'autres domaines (sensoriels, affectifs, relationnels). Il convient de les éliminer.

1. Eliminer un trouble d'ordre psycho-dynamique

Il faut distinguer langage et communication.

2. Eliminer un déficit auditif

E. Diagnostic positif de dysphasie et son type

A ce stade le diagnostic de dysphasie est acquis par élimination : l'intelligence, les facultés communicationnelles, l'environnement affectif, les capacités sensorielles sont jugées sans relation directe avec l'origine du trouble du langage.

L'enfant souffre donc d'un déficit ou d'un dysfonctionnement des structures cérébrales spécifiquement dédiées au traitement de l'information linguistique. Le terme de dysphasie recouvre les troubles survenant d'emblée (du moins avant 12-18 mois) ; le terme d'aphasie concerne les troubles survenus secondairement, après une phase normale d'acquisition du langage.

1. Diagnostic positif de dysphasie

Il s'agit maintenant de mettre en évidence les signes positifs de la dysphasie. Ils sont de deux ordres :

a) *Déviances linguistiques*

Ce sont des productions linguistiques qui ne font pas partie du répertoire de l'enfant normal. Ils sont des indices pertinents de trouble structurel du langage.

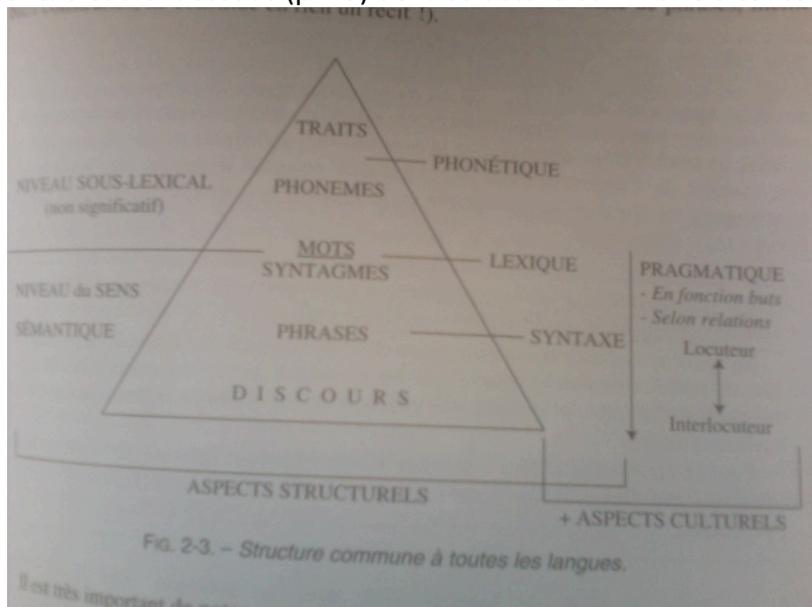
Sur le plan de la production phonologique : si les approximations sont normalement présentes jusqu'à 5/6 ans, par contre, les complexifications, les approches phonologiques successives et les persévérations sont de l'ordre des déviances.

Sur le plan lexical : le manque de mot, les paraphrasies, les persévérations.

Sur le plan syntaxique : les omissions systématiques, l'incapacité à utiliser les flexions verbales, l'hypospontanéité du discours.

Dissociations intra-linguistiques : elles sont caractéristiques des dysphasies.

Cf tableau ci-dessous (p. 75) de la structure commune à toutes les langues :



Chacun des trois grands secteurs de l'architecture linguistique (phonologie, lexique, morpho-syntaxe, chacun reposant sur des substrats neuronaux différents, isolables, mais interdépendants) peuvent chez un même enfant atteints à des degrés divers. Il y a hétérogénéité à l'intérieur même du fonctionnement linguistique. Ce sont ces dissociations intra-linguistiques qui vont fonder les différents tableaux cliniques et les différents types de dysphasie.

Bilan de langage : recherche de dissociations intra-linguistiques :

	Afférent - Compréhension	Efférent - Expression
Phonologie	Epreuves de discrimination phonologique (désignation sur images, écoutes de paires)	Epreuves de répétition ou de dénomination
Lexique	Epreuves de désignation d'images ou d'objets	Dénomination, dévinettes Epreuves de fluences
Syntaxe	Epreuves de désignation d'images, Jugements syntaxiques de phrases entendues	Fins de phrases (sur images ou auditivo-verbal)

NB. Ne pas confondre les épreuves de phonologie dont il est question ici et celles qui explorent la « conscience phonologique ».

b) Dysphasies versus « retard de langage »

Ni l'âge, ni l'intensité des troubles ne sont pertinents pour faire le diagnostic différentiel entre « retard » et « dysphasie ». Ce sont les déviations intra-linguistiques et les déviances majeures qui font la différence (non respect de la structure de la langue).

2. Diagnostic du type de dysphasie

Dernière étape fondamentale pour les propositions thérapeutiques.

a) Dysphasies réceptives ou sensorielles

Le trouble concerne le décodage. Les troubles de la compréhension dominent le tableau.

1) Surdités verbales (ou agnosies verbales)

L'enfant entend (bilan auditif, avec audiogramme et PEA, normal) mais ne comprend pas. Explorations médicales complémentaires. La dissociation consiste ici entre la compréhension des sons non-linguistiques (bruits, cris d'animaux à désigner par image) normale et la compréhension des son du langage nulle. Il y a préservation des capacités de raisonnement.

2) Troubles de discrimination phonologique

L'enfant confond les sons proches. Trouble fréquent, moins grave. Il s'agit d'une difficulté de traitement des oppositions phonologiques (canif/caniche, balai/palais, ...). Erreurs lors des désignations d'images. Explorer aussi MT auditivo-verbale.

3) Dysphasie phonologique syntaxique.

Type de dysphasie de loin le plus fréquent. L'enfant parle tard et mal. Les anomalies concernent phonologie et syntaxe.

4) Trouble de la production phonologique

Assez fréquent aussi. Distorsions phonologiques, avec ou sans dys-syntaxie. Intérêt ici des épreuves de répétition de mots, voire de phonèmes. On ne peut parler de trouble de

production phonologique que si l'enfant ne présente pas de trouble de discrimination phonologique.

5) Le manque de mot

Appelée aussi *anomie*. Dissociation entre lexique connu et lexique produit. Ce n'est pas un déficit lexical. Importance des épreuves de dénomination d'images et de devinettes (K-ABC).

6) Signes associés.

Déficit de la structuration temporelle, de la MT surtout sur son versant auditivo-verbal et boucle phonologique, dyscalculie, accès au LE.

F. Epreuves de langage.

Analyse neuropsychologique des principaux tests de langage mono-tâches :

Tests	Âge	Domaine exploré	Autres compétences sollicitées	
			"Entrées"	"Sorties"
TVAP, partie passive	3 à 8 ans	Lexique afférent	Images : regard et gnosies visuelles	Désignation en choix multiple : attention et fonctions exécutives
TVAP, partie active	3 à 8 ans	Lexique, métalangage (expression)	Auditivo-verbales	Parole. Définition de mots = métalangage + évocation + syntaxe
EVIP	2,5 ans à 18 ans	Lexique afférent	Images : regard et gnosies visuelles	Désignation en choix multiple : attention et fonctions exécutives
VOCIM	3 à 9 ans	Lexique afférent	Images : regard et gnosies visuelles	Désignation en choix multiple : attention et fonctions exécutives
"Devinetes" du K-ABC	2,5 ans à 12,5 ans	Lexique : expression	Auditivo-verbales MT	Parole
L'ECOSSE, partie orale	4 à 12 ans	Syntaxe : compréhension	Images : regard et gnosies visuelles	Désignation en choix multiple : attention et fonctions exécutives
O52	3 à 7 ans	Syntaxe : compréhension	Images : regard et gnosies visuelles	Désignation en choix multiple : attention et

				fonctions exécutives
TCG	5 à 10 ans	Syntaxe : expression	Images : regard et gnosies visuelles + auditivo-verbale et MT	Parole
Compréhension NEPSY	3 à 12 ans	Compréhension : combinatoire et lexicale	Attention visuelle et auditive. MT	Désignation
EDP 4-8	4 à 8 ans	Phonologie afférente (discrimination phonémique)	Auditivo-verbales MT	Concept "pareil - pas pareil"

IV. Diagnostic des troubles visuo-practo-spatiaux (VPS)

A. Ils Définitions et terminologie

concernent les fonctions visuo-spatiales et praxiques. Enfants maladroits qui investissent par compensation les activités verbales et intellectuelles. La question est celle de la relation entre la perception et les capacités de mouvement, de la programmation du geste et/ou sa réalisation. Les dyspraxies ont été décrites dès 1964 par l'équipe d'Ajuriaguerra (Stamback, Hôp. Ste Anne. Cf épreuve de mémoire de rythme de Mira Stamback). DSM IV, 1996, « *troubles d'acquisition de la coordination* ».

B. Dyspraxies

1. Définition

Être dyspraxique, c'est être dans l'incapacité (totale ou partielle) d'inscrire cérébralement certains programmes gestuels. Cela exclut les troubles moteurs.

Diagnostic différentiel : défaut d'apprentissage, trouble de la motricité fine, déficience mentale, trouble des fonctions exécutives, trouble visuo-spatial.

2. Analyse neuropsychologique du geste

Observer :

- La conscience par l'enfant de ses erreurs (dyspraxie) ou non (déficience), la non-perception de la différence modèle/exécution (trouble visuel)
- Le type de geste demandé (à valeur linguistique, avec outils, mime d'action, geste arbitraire sans sens).
- Les segments corporels sollicités

- L'espace dans lequel le geste doit être produit : corporel ou extracorporel, 3D (geste), 2D (dessin, graphisme).
- La modalité afférente proposée (verbal, imitation)
- L'efférence sollicitée (regard, visuo-praxie, verbale)

3. Formes cliniques

a) Dyspraxies constructives

Indissociables des fonctions spatiales, il s'agit de troubles dans les activités d'assemblage (cubes, légos, puzzles, bricolage, ...)

b) Dyspraxies idéatoires

Echec dans l'enchaînement de séquences d'actions élémentaires (allumer une bougie, plier une lettre, ...)

c) Dyspraxies idéomotrices

Echec dans les mimes d'actions (ouvrir une porte avec une clé, éplucher une banane, ...)

d) Autres dyspraxies

Dyspraxies de l'habillement

C. Troubles visuo-spatiaux

Anomalie des traitements spatiaux, déficit de la perception et/ou de la réalisation de tâches impliquant spécifiquement des notions spatiales.

La « spatialisation » n'est pas une fonction unitaire. Il s'agit de fonctions multifactorielles complexes, qui mûrissent lentement, à des rythmes différents et dont l'achèvement est tardif (vers 8 ans).

L'évaluation explore l'espace corporel, extracorporel et leur intersection : l'espace de préhension.

Les répercussions scolaires des troubles visuo-spatiaux sont importantes.

1. Symptômes d'appel.

a) Conditions du soupçon

1) Symptômes isolés

Ils passent inaperçus dans la petite enfance. Maladresse, refus de jeux d'assemblage. Préfère les jeux à récit et symboliques. L'alerte viendra de l'école, du retard graphique.

2) Retard psychomoteur global

Il inquiète plus tôt. Beaucoup d'items des « baby-tests » l'explorent.

3) Prématurité, antécédents neurologiques.

Les dyspraxies sont une séquelle fréquente de prématurité. WPSSI : dissociation entre l'échelle verbale (préservée) et l'échelle performance (échec) d'au moins 20 points.

b) Signes d'appel

Ils sont de trois ordres :

- Dissociation verbal/performance au détriment de l'échelle performance
- Retard graphique

- Dyscalculie

2. Evaluation VPS au décours d'un suivi neurologique

a) Signes d'alerte

- Décalage chronologique des acquisitions praxiques

Acquisition praxiques : principales étapes.

Âges	Activités de construction	Graphisme	Vie quotidienne
2 ans	Fait une tour de 6 cubes ou un train de 3 cubes	Fait des traits circulaires Lops	Mange seul de la purée Enfile de grosses perles
3 ans	Fait un pont avec 3 cubes Puzzles 4 morceaux	Reproduit un trait vertical ou horizontal	Se déshabille en partie Utilise une fourchette Se brosse les dents
3,5 ans	Fait une tour de 10 cubes	Reproduit une croix	Met pantalons, chaussons, culotte Va seul faire pipi
4 ans	Fait une pyramide avec 6 cubes Puzzles de 10 morceaux	Reproduit un carré Reproduit des diagonales	Coupe entre deux lignes avec des ciseaux Actionne fermeture-éclair se boutonne
5 ans	Fait un "escalier" avec 10 cubes sur modèle	Reproduit un triangle Copie son prénom	Découpe suivant les courbes avec des ciseaux Utilise le couteau S'habille seul
6 ans		Ecrit son prénom sans modèle Reproduit un losange	Se coiffe, se mouche Noue ses lacets Tartine avec un couteau

- Evolution

L'évolution entre deux consultations à six mois d'intervalle est un élément précieux.

b) Affirmer le diagnostic

Le diagnostic ne peut être affirmé avant 4 ou 5 ans. Le diagnostic se fait en trois temps :

1) Analyse des résultats aux épreuves de Wechsler.

Chute d'au moins 20 points aux épreuves performance, en particulier cubes, assemblages, matrices.

2) Elimination des diagnostics concurrents

Présence d'éventuels troubles moteurs. Plusieurs tests font la différence, comme les sub-tests « *précision visuo-motrice* » dans la NEPSY.

3) Analyse qualitative des erreurs

Mettre à jour les stratégies de l'enfant, comprendre de quelles compétences il dispose.

c) Cas particuliers

1) La dyspraxie visuo-spatiale de l'ancien prématuré (< 32 semaines).

Troubles oculomoteurs et troubles du regard. Anomalies d'organisation et de calibrage des saccades qui peuvent retentir sur la lecture. Suspecté devant un strabisme, un échec au suivi de lignes, exploration aléatoire du matériel. Faire bilan orthoptique (évaluer la qualité des poursuites, calibrage des saccades, organisation de l'exploration d'une scène visuelle, ...)

Troubles visuo-spatiaux importants. Anomalie des traitements automatiques des données spatiales (voie « dorsale », occipito-pariétale. Echec dans les épreuves de topologie, de repérage dans l'espace. A l'origine des dyscalculie spatiale (géométrie, géographie)

La dysgraphie. Justifie le recours précoce à l'ordinateur.

2) Dysphasie accompagnée d'une dyspraxie.

La découverte, chez un enfant dysphasique, d'une dyspraxie, est fréquente, soit par les épreuves psychométriques, soit du fait d'une dysgraphie.

3. Evaluation VPS en présence d'une dissociation verbal-performance.

a) Signes d'alerte

On est en présence de deux conditions :

- Dissociation V/P est de plus de 15 points. Classiquement de 20 points, elle peut aller jusqu'à 40, voire 80. Ne pas oublier que cette dissociation peut être le signe d'autres pathologies et que, a contrario, certaines dyspraxies ne se traduisent pas par ces dissociations.
- Présence de signes cliniques évoquant une dyspraxie (maladresse, retard graphique, retard praxique)

b) Diagnostic

Trois étapes :

- Le profil psychométrique est évocateur
- Les épreuves spécifiques sont échouées
- Les anomalies qualitatives du geste sont caractéristiques.

1) Profil psychométrique.

- Au sein de l'échelle verbale, le sub-test arithmétique est échoué.
- Au sein de l'échelle performance, échec massif aux cubes, assemblages d'objets, matrices, épreuve de barrage, le code, les labyrinthes. Au contraire, les sub-tests

complètement d'images, identification de concepts, arrangement d'images, sont réussis.

2) Epreuves spécifiquement pratiques

- **Tests de facteur G** : Cubes de Kohs, cubes de la NEPSY, les « *progressives matrices* » (PMC et PM 47, proches des sub-tests « matrices » des WPPSI et WIC-IV).
- **Epreuves graphiques** : Figure de Rey, épreuves graphiques de la NEPSY). Dans la figure de Rey, il est fréquent dans les troubles visuo-spatiaux que la restitution de mémoire soit paradoxalement de meilleure qualité que la copie.
- **Epreuves de praxies constructives** : constructions de cubes.
- **Epreuves visuo-spatiales** : sub-tests « flèches » de la NEPSY, épreuves « *des barres et des points* ».
- **Epreuves gestuelles** : exploration de la motricité gnosopraxique distale, du schéma corporel (dans la NEPSY, dénomination de partie du corps, imitation de positions de mains).

3) Anomalies qualitatives du geste

Il s'agit d'analyser les stratégies utilisées par l'enfant, rechercher les aides efficaces.

- **Caractéristiques des gestes des enfants atteints de dyspraxie.**
 - Ils tournent et retournent en tous sens le matériel.
 - Ils perçoivent la différence entre le modèle et leur production sans pouvoir la corriger.
 - Ils tentent des corrections, ce qui rend leur production fluctuante ; ils se découragent.
- Observer les aides efficaces.

Il faut expérimenter :

- L'influence du modèle
- L'influence de la construction pas à pas du modèle devant l'enfant
- L'influence des repères visuels
- L'influence des explications verbales
- L'influence de la nature du matériel.

4. Evaluation VPS lors de l'exploration d'un retard graphique.

a) La démarche diagnostique doit comporter deux phases :

- Objectiver, authentifier et apprécier l'intensité du trouble (BHK, « *reproduction de dessins* » de la NEPSY ; donne un âge graphique. Copie de la phrase « *le petit cheval gambade* ». A partir du CE1, copie en vitesse spontanée et en accéléré de la phrase « *Je respire le doux parfum des fleurs* », bon reflet de l'automatisation du graphisme).
- Evoquer les différents mécanismes responsables de la dysgraphie.

b) Elucider la cause de la dysgraphie

Cinq facteurs possibles :

- Trouble moteur
- Retard intellectuel global

- Troubles des fonctions exécutives
- Troubles secondaires à une pathologie neuro-visuelle (agnosie)
- Trouble en lien avec une dyslexie
- Trouble visuo-practo-spatial

c) Analyse qualitative de la dysgraphie

En cas de dysgraphie, l'observation du graphisme révèle plusieurs éléments :

- Lettres mal formées, macrographie, non-suivi de la ligne
- Ecriture en miroir
- Les dessins sont encore plus altérés que les lettres

Trois éléments fondamentaux à prendre en compte :

- Lisibilité : écrire, c'est laisser des traces fiables
- Vitesse d'écriture : elle conditionne l'efficacité
- Automatisation du geste graphique (doit être acquise au CE) ; l'automatisation progressive du geste graphique permet qu'il soit compatible avec d'autres tâches. La petite phrase « *Quand il s'applique, il écrit bien* » ne devrait plus se voir au delà du CE2. La rééducation des dysgraphies doit viser à obtenir rapidement une écriture automatique. Sinon, mieux vaut proposer rapidement une écriture clavier.

D. Conclusion

Regarder un objet utile (marteau) permet d'évoquer le concept, le mot qui le désigne (voie ventrale), le voir donne aussi accès de façon automatique à l'ensemble des gestes de préhension, d'utilisation attachés à cet objet (voie dorsale), décider de l'utiliser suppose l'intégrité des lobes frontaux.

V. Evaluation des troubles gnosiques visuels

A. Introduction

Sous le terme « *Troubles neuro-visuels* » on désigne l'ensemble des pathologies distinctes qui peuvent toucher les composantes cérébrales du système visuel.

Trois lignées de troubles :

- Anomalie de l'oculo-motricité
- Trouble de l'attention visuelle
- Anomalies des voies afférentes : l'enfant voit mais ne comprend pas ce qu'il voit. Défaut de traitement cérébral des données rétinienne.

1. Définition

Sous le terme d'agnosie visuelle, on comprend tout une série de troubles des fonctions perceptives concernant l'identification et la reconnaissance, par le canal visuel, des objets, des visages, ou de leur représentation, de formes significatives ou non, de données spatiales, etc ... L'examen ophtalmologique est normal.

L'enfant n'est ni aveugle ni mal voyant : c'est le traitement cérébral de l'information rétinienne qui est défectueux.

2. Rappel schématique des traitements cérébraux de l'information visuelle.

1. Identification d'un stimulus visuel

4 grandes étapes :

- analyse des caractéristiques physiques du stimulus
- description structurale
- accès sémantique
- niveau lexical

2. Différentes sortes d'agnosies visuelles

Cinq grands types :

- Agnosie des visages (prosopagnosie)
- Agnosie des images
- Agnosie des objets
- Agnosie des couleurs
- Agnosie des signes conventionnels

B. Signes d'appel

- Ancien prématuré
- Troubles neurologiques
- Errance du regard
- Refus de regarder
- Echec au sub-test « *complètement d'images* » des échelles de Wechsler.
- Echec aux épreuves visuelles du K-ABC
- Echec aux épreuves de dénomination-désignation.
- Echec aux épreuves de mémoire visuelle
- L'enfant ne s'intéresse pas aux émissions TV pour enfants

C. Etayer le diagnostic

1. Agnosie des images

Elles sont les plus fréquentes.

a) Dénomination ou description d'images

L'enfant donne des réponses aberrantes. Eliminer :

- Méconnaissance du stimulus
- Méconnaissance du mot le désignant
- Un manque de mot.

Demander à l'enfant l'évocation des mêmes mots mais sur afférence auditivo-verbale (sub-test « *devinettes* » du K-ABC. NB : les enfants souffrant d'agnosie visuelle ont souvent un faible niveau de vocabulaire.

Il s'agit de faire la preuve que le trouble de dénomination est en fait un trouble d'identification du stimulus strictement lié à l'afférence visuelle ; le choix d'une autre afférence doit alors permettre une dénomination rapide et exacte.

b) Choix des tests complémentaires

- Sub-test « reconnaissance de forme » du K-ABC : échec.
- Images de Blanche Ducarne

- Sub-test « discrimination figure/fond » et « constance de forme » du Frostig
- Analyse qualitative des erreurs : lorsque la dénomination est erronée, il est important de demander à l'enfant ce qu'il voit.
- Images vidéos, Cf désintérêt pour le TV
- Dissociations : toute dissociation entre les deux épreuves, images versus objets, au profit de ces derniers, est extrêmement en faveur de la présence d'une agnosie des images.

c) Conséquences des agnosies visuelles sur les autres secteurs de la cognition.

1) Graphisme.

L'enfant ne s'intéresse pas à la trace graphique. Il y a plus « agraphie » que « dysgraphie ». Il gribouille.

2) Connaissances générales, sémantiques, lexicales

La mémoire sémantique correspond à l'ensemble des connaissances générales ; elle définit le savoir. L'agnosie, en distordant de façon imprévisible les données visuelles, compromet la cohérence des processus de constitution des réseaux sémantiques. La confrontation entre les données visuelles, auditives, tactiles et autres ne permet plus à l'enfant de construire des représentations fiables.

3) Comportement et relation

Les anomalies introduisent des décalages entre les représentations de l'enfant et celles de l'ensemble de ses interlocuteurs. Vécu d'étrangeté angoissante, voir symptômes pseudo-autistiques.

2. Agnosie des visages.

Incapacité élective à décoder les visages, qu'il s'agisse de la reconnaissance des personnes ou des mimiques.

La plupart des symptômes sont ici ceux de la lignée psychotique.

a) Signes d'appel

Il faut rechercher une prosopagnosie si l'enfant présente : une agnosie des images, des antécédents neurologiques, des antécédents de cécité corticale

1) Troubles du comportement

Difficulté majeure de séparation d'avec la mère

2) Interrogatoire des parents

La reconnaissance de la famille ne pose pas problème. Demandes réitérées de l'enfant qu'on lui désigne l'identité des gens rencontrés. Confusions de personnes. Questions à propos des photos de famille.

3) Etayer le diagnostic : les épreuves spécifiques.

La seule épreuve étalonnée pour la reconnaissance des visages est l'échelle « simultanée » du K-ABC. Il s'agit d'une épreuve de mémoire visuelle immédiate (attention visuelle focalisée). L'échec sévère à cette épreuve est constant.

4) Reconnaissance des animaux

Certains enfants ont des agnosies visuelles touchant spécifiquement la reconnaissance et l'identification des animaux.

Diagnostic : évoquer le nom des animaux sur description verbale.

3. Agnosie des signes conventionnels

a) Signes négatifs

Absence de rouble du langage

Bonnes compétences métaphonologiques

Bonnes conversions grapho-phonologiques

MT normale

b) Signes positifs

Confusions de signes qui présentent une ressemblance visuelle, et les troubles sont dépendants de la typographie adoptée.

4. Autres agnosies visuelles

a) Agnosie des couleurs

b) Agnosie des objets

c) Cécité corticale

VI. Evaluation des troubles mnésiques

A. Caractéristiques générales des fonctions mnésiques

Ce sont les extraordinaires capacités d'apprentissage de l'enfant qui permettent cette spectaculaire accumulation de savoirs et de savoir-faire, apanage des communautés humaines.

Il faut distinguer *des* mémoires, qui constituent de modules relativement indépendants :

- Mémoires permanentes
- Mémoires transitoires

1. Préalable au bilan mnésique

a) Niveau de développement et mémoires

Le développement progressif de la mémoire, le fait que les performances soient très dépendantes de l'âge et du niveau de développement de l'enfant, n'autorise à parler de trouble, pathologie ou déficit dans le domaine mnésique que si les performances de l'enfant dans le domaine considéré le situent à plus de 2 écarts-types en dessous de ce qui serait attendu au vu de son niveau de raisonnement et de conceptualisation (facteur G).

A l'inverse, un faible niveau mnésique, s'il est concordant avec le niveau de développement de l'enfant (quel que soit son âge réel) n'autorise pas à parler de trouble mnésique spécifique. Les faibles capacités, dans tous les domaines, y compris mnésiques, doivent

plutôt être comprises comme étant, dans une relation circulaire, à la fois la cause et le reflet de la déficience intellectuelle.

Ceci implique trois temps diagnostiques :

- Evaluer préalablement le facteur G
- Epreuves mnésiques étalonnées
- Analyse qualitative

b) Langage et mémoires

Les différentes mémoires infiltrent et nourrissent le secteur linguistique. Les troubles mnésiques peuvent avoir des répercussions sur les capacités langagières de l'enfant.

c) Attention, fonctions exécutives et mémoire.

Il n'y a aucune sorte de mémoire possible sans sélection (des stimuli) et sans inhibition (des distracteurs).

S'il existe des troubles mnésiques sans troubles de l'attention, a contrario, tout trouble de l'attention et des fonctions exécutives s'accompagne obligatoirement d'une symptomatologie mnésique.

2. Principe du bilan de mémoire

Principaux tests mnésiques existants :

- La BEM 144, praticable dès 6 ans, est la référence en la matière.
- La CMS (*Children Memory Scale*)
- Les épreuves « *mémoire et apprentissage* » de la NEPSY

3. Principes généraux de l'évaluation des fonctions mnésiques

- Prendre en compte le canal afférent (visuel, auditif, verbal d'une part, simultané ou séquentiel d'autre part).
- Spécifier les conditions de la réponse.
- Distinguer MLT (mémoires permanentes) et MT (mémoires transitoires).

B. Mémoires permanentes

1. Les différents types de mémoires permanentes

a) Mémoire procédurale

Elle stocke les procédures, les savoir-faire. Les troubles induits par son dysfonctionnement sont répertoriés en neuropsychologie non parmi les troubles mnésiques, mais comme dysphasies, dyspraxies, agnosies ...

b) Mémoire déclarative

Partie conscience et explicite de la mémoire, elle stocke ce qui peut s'exprimer verbalement.

c) Mémoire épisodique

Elle stocke l'ensemble unique des événements qui constituent la biographie. Elle est contextuelle.

Il faut distinguer :

- Les mémorisations spontanées, sans l'intervention consciente du sujet ; la mémorisation ou l'oubli de ces souvenirs biographiques sont sous la dépendance des états émotionnels et affectifs.

- Les mémorisations volontaires : décision personnelle du sujet, elles nécessitent un effort mental (bachotage).

Remarques : Les savoirs académiques (scolaires) :

- Sont particulièrement dépendants des capacités de mémoire épisodique et déclarative de l'enfant, contrairement aux savoir-faire qui, eux, dépendent des mémoires procédurales.
- Sont subordonnés à des stratégies de mémorisation volontaire qui sont fragiles, ce qui n'est pas le cas des souvenirs biographiques.

Ces dissociations entre les différents secteurs au sein des mémoires permanentes et en particulier l'épargne des souvenirs biographiques et tout ce qui concerne l'histoire personnelle du sujet, sont assez caractéristiques d'une pathologie, d'un déficit ou d'un dysfonctionnement mnésique intrinsèque, organique (non psychogène).

2. Signes d'appel

a) En fonction de l'étiologie

TC, encéphalite, épilepsie, lésions cérébrales ...

b) En fonction de symptômes

- Score étonnamment faible au WISC-verbal (surtout sub-tests « *information* » et « *vocabulaire* »).
- Retard global et inexplicable des acquisitions scolaires. Les apprentissages académiques débutent en CE1 : le déficit est alors patent dans les connaissances générales, les matières d'éveil, histoire/Géo, SVT, connaissances culturelles, mais aussi en mathématiques : tableau d'échec scolaire global épargnant l'apprentissage de la lecture.

c) Langage et MLT

Les recouvrements entre MLT et langage concernent trois grands secteurs de la cognition :

- Réseaux sémantiques
- Schémas narratifs
- Lexique orthographique

1) Réseaux sémantiques

La richesse lexicale est liée aux capacités de MLT. Dans les épreuves langagières, les performances lexicales sont plus faibles que les performances syntaxiques.

2) Schémas narratifs

La compréhension de récits (oraux) et de textes (écrits) sont des structures qui s'acquièrent progressivement et sont stockées en MLT.

3) Acquisition de l'orthographe lexicale

Mémorisation de l'orthographe d'usage. La constitution de ce lexique est sous la dépendance des stratégies de lecture de l'enfant. C'est la *lecture par adressage* (prise en compte de l'enveloppe visuelle du mot) qui permet cette constitution.

d) Arithmétique e MLT

Pour les faits numériques, il s'agit d'une mémoire déclarative (« huit et quatre, douze »), ce qui implique qu'il s'agit de « *mots-nombres* » directement associés à d'autres « *mots-*

nombres », savoir qui a alors le même statut en mémoire que l’assertion verbale « *les vaches ont des cornes* ».

e) Notion de temps

Les enfants dont la MLT est déficitaire sont dans l’incapacité de construire les notions de temps, en particulier le calendrier. La notion de temps est indissociable de la capacité à mémoriser :

- Des événements successifs
- Les intervalles entre ces événements
- Les mots qui désignent ces durées

3. Bilan de mémoire

a) Epreuves de mémoire auditivo-verbale

Listes de mots longues (au moins 7), c’est-à-dire débordant les capacités de MT.

b) Epreuves de mémoire visuo-spatiale

Figure de Rey, liste de dessins, de visages ...

c) A la recherche des dissociations

Il s’agit de comprendre quels secteurs mnésiques sont déficitaires ou préservés.

Il est également intéressant de savoir s’il s’agit de non-inscription en mémoire ou d’inscription défaillante n’en permettant pas le rappel.

4. Conclusion

La plainte mnésique est rarement le fait de la famille, ni des enseignants. Le bilan mnésique est le plus souvent motivé par l’exploration d’un échec scolaire inexpliqué.

C. Mémoires transitoires

1. Définitions

La finalité des mémoires de travail (auditivo-verbale et visuelle) n’est pas la mémorisation en elle-même, mais la réalisation de l’ensemble des opérations mentales : plus que d’une « mémoire » au sens propre du terme, il s’agit de maintenir actifs un nombre déterminé d’éléments sélectionnés, durant un temps limité, afin de permettre leur manipulation mentale et leur traitement, c’est-à-dire l’accomplissement de la tâche cognitive en cours : compréhension, planification d’action, raisonnement, résolution de problèmes, ...

Depuis Baddeley (1986) on considère que la mémoire de travail est composée de plusieurs sous-systèmes :

- Deux systèmes esclaves, dépendant de la modalité sensorielle afférente, à savoir :
 - Une boucle phonologique (pour stocker les éléments langagiers)
 - Un calepin visuo-spatial (pour stocker les éléments non verbalisables)
- Un système de gestion et de contrôle des opérations de traitement, dit « *administrateur central* ».

La mémoire de travail comporte certaines particularités :

- Elle ne contient qu’un nombre limité d’items. La capacité de la MT dépendrait en fait de la vitesse de traitement des informations et correspondrait à ce qui peut être traité en environ 2 secondes (d’où de meilleures performances dans les domaines où le sujet est expert).

- Elle traite la forme de surface (par exemple la forme phonologique pour le LO)
- Les informations sont inscrites et récupérées en MT sous forme séquentielle.
-

Développement de la MT.

Son développement peut se comprendre :

- Soit comme la maturation d'un « module »
- Soit comme le reflet d'un accroissement de la vitesse de traitement

2. Symptômes qui motivent l'examen de la MT

Les MT interviennent dans toutes les tâches cognitives ; elles sont un marqueur de l'efficacité intellectuelle.

Pourtant, ce sont dans les tâches linguistiques qu'ont été individualisées des pathologies directement corrélées avec un déficit en MT auditivo-verbale.

a) Épreuves évaluant la MT

1) Épreuves MCT (mémoire à court terme) versus MT

Répéter une liste courte en respectant l'ordre de présentation. Le résultat obtenu constitue l'*empan mnésique* (ou « *span* »). Le plus souvent, la tâche est de répéter une liste à rebours.

2) Explorer la boucle phonologique

Répétition de mots ou de logatomes. Trois variables doivent être contrôlées : la longueur des mots (pas trop longs), le degré de familiarité (mots inconnus difficiles à rappeler), d'éventuels effets de similarité phonologique (les rimes ou assonances provoquent des confusions).

3) Explorer le calepin visuel

Avec un matériel visuel : Cubes de Corsi, carrés de la BEM 144, mémorisation de points, de dessins.

4) Explorer l'administrateur central

- Les *Running tasks* : tâches nécessitant la réactualisation permanente de la liste en cours ; Ces épreuves ne sont pas étalonnées chez l'enfant.
- Doubles tâches : soit les deux tâches sont automatisées, soit une seule, soit aucune.

Quand le traitement de bas niveaux (graphisme chez le scripteur débutant, conversion grapho-phonologique chez le lecteur débutant ou l'enfant dyslexique) accaparent des ressources trop importantes, cela conduit à des difficultés pour mener à bien d'autres traitements : l'enfant ne dispose plus des ressources suffisantes pour traiter les informations et coordonner les différentes tâches cognitives.

5) A la recherche des dissociations

- La réussite aux épreuves de MCT avec échec aux épreuves de MT atteste de bonnes capacités attentionnelles de l'enfant et d'un déficit « *spécifique* » en MT.
- L'échec concordant aux épreuves de MCT et MT peut faire poser la question des MT ou des systèmes attentionnels.

b) Mémoire de travail et langage oral

La MT auditivo-verbale joue un rôle primordial dans les acquisitions, la constitution initiale des réseaux sémantiques et la compréhension de phrases.

1) Acquisitions lexicales

De nombreux chercheurs ont confirmé la relation entre MT phonologique et niveau de performance lexicale. La capacité à apprendre des mots nouveaux est liée à la capacité à constituer en MT des représentations phonologiques correctes.

2) Compréhension de phrases

Le sub-test « *compréhension de consignes* » de la NEPSY sollicite essentiellement la MT.

3) Mémoire de travail et dysphasies

Toutes les formes de dysphasies supposent un déficit de MT phonologique.

c) Mémoire de travail et langage écrit.

1) Apprentissage de la lecture.

Apprendre à lire et à écrire suppose de pouvoir repérer et identifier les segments sonores pertinents, connaître et appliquer les règles de conversion graphèmes-phonèmes. Ces traitements requièrent tous de grandes capacités en MT auditivo-verbale.

2) Compréhension de textes

Elle nécessite la coordination de traitements simultanés à deux niveaux :

- Celui de la « microstructure » (cohérence au niveau de la phrase)
- Celui de la macrostructure (signification du texte)

La MT doit stocker les résultats intermédiaires et rechercher en MLT les connaissances déjà stockées.

d) Mémoire de travail et calcul, résolution de problèmes

La MT intervient dans la constitution de ces savoirs, doit permettre la gestion des informations nouvelles et des calculs intermédiaires.

3. Conclusion : les liens entre MT et MLT.

La MT est sans cesse alimentée, à la fois par les informations séquentielles entrantes et par les éléments qui leur sont liées et sont extraits de la MLT. L'expertise facilite la récupération des informations.

Inversement, la MT contribue aux acquisitions en MLT.

Capacités en MT et capacités en MLT sont étroitement liées dans le fonctionnement mnésique normal, et constituent un élément déterminant des potentialités d'apprentissage de l'enfant.

VII. Evaluation des fonctions attentionnelles et exécutives

« Je pense donc j'inhibe »

Olivier Houdé

A. Caractéristiques générales des fonctions attentionnelles et exécutives.

1. Définitions et rôles

Aucun des modules cérébraux ne pourrait exister, fonctionner et interagir de façon adéquate avec tous les autres, sans qu'il existe « *un chef d'orchestre* » qui organise, contrôle et harmonise les traitements de chacun d'entre eux et régule les interconnexions constantes de l'ensemble. Ces fonctions sont *les plus élaborées*. Elles sont de haut niveau, tentaculaires, infiltrent, commandent et déterminent toutes les autres fonctions cognitives.

Les *fonctions attentionnelles* sélectionnent les informations à traiter.

Les *fonctions exécutives* « *exécutent* » (selon la terminologie anglo-saxonne) les traitements appropriés.

Il s'agit donc de fonctions complexes et très sophistiquées qui exercent un rôle hiérarchique de contrôle sur tous les autres : ce contrôle prend essentiellement la forme de mécanismes inhibiteurs. Tous les modules cognitifs sont subordonnés aux fonctions attentionnelles et exécutives.

Ces fonctions sont corrélées à l'activité de la partie antérieure des lobes frontaux. Mais de nombreuses autres régions du cerveau interviennent. Les aires préfrontales elles-mêmes ne constituent pas une entité homogène.

2. Maturation

La maturation de ces fonctions est particulièrement lente et hétérogène. La résistance aux interférences et stimuli indésirables, l'inhibition et le contrôle de l'impulsivité sont des fonctions qui évoluent beaucoup avec l'âge.

3. Conditions étiologiques.

TC, épilepsie, lésions cérébrales, prématurité ...

4. Conditions générales du bilan

L'attention n'est pas observable directement mais au travers d'une tâche particulière à laquelle elle s'applique et qui met en jeu des capacités sensorielles, motrices et cognitives. Ceci implique :

- Qu'une épreuve ici doit comporter deux volets :
 - une condition « *contrôle* » (où l'on s'assure de la compréhension de la consigne et de l'intégrité des systèmes sensorimoteurs)
 - et une condition « *test* » qui sollicite attention et fonctions exécutivesOn ne parlera de trouble des fonctions de l'attention et/ou des fonctions exécutives que si l'enfant réussit la condition « *contrôle* » et échoue à la condition « *test* ».
- Que beaucoup d'épreuves attentionnelles reposent sur les compétences visuelles

B. L'attention

1. L'attention n'est pas une fonction unitaire

L'attention regroupe un ensemble de phénomènes régulateurs permettant d'optimiser l'efficacité cognitive.

a) Deux qualités d'attention

Attention exogène : déclenchée par un signal de l'environnement ; brève et automatique.

Attention endogène : intentionnelle, volontaire, contrôlée par le sujet, tant dans son orientation que dans sa durée.

b) Plusieurs types d'attention, selon leur objet et leur durée.

- Attention sélective : choisir le stimulus sur lequel le sujet se focalise
- Attention soutenue : maintenir l'attention
- Attention partagée : répartie entre plusieurs stimuli
- Attention auditive ou visuelle : modules cognitifs isolables (réseaux fronto-pariétaux-occipitaux pour le visuel, réseaux fronto-temporaux pour l'auditif).

2. Impression clinique comportementale.

a) Troubles « intrinsèques » de l'attention.

Ne pas confondre les troubles de l'attention avec : le désintérêt (la réticence banale de l'enfant pour la tâche), la fatigue, une pathologie cognitive spécifique. C'est donc dans les domaines où l'enfant est indemne, à l'aise et motivé que l'on pourra le mieux juger cliniquement de la présence d'éventuels troubles de l'attention.

b) Hyperactivité

Ce terme caractérise un enfant qui ne peut pas cesser de remuer, manipuler, tripoter, se lever, grimper, s'agiter ... Agitation motrice permanente et impulsivité. L'hyperactivité peut être (ou non) accompagnée de troubles de l'attention, constituant alors le syndrome dit « *Troubles déficitaires de l'attention avec hyperactivité* » (TDAH) ou « *Trouble hyperactivité avec déficit de l'attention* » (THADA du DSM-IV).

L'épreuve de « *la statue* » au sein de la NEPSY permet, dès 3 ans, d'évaluer la capacité de l'enfant à ne pas bouger sur consigne et sa résistance aux distracteurs. Le traitement par *Ritaline* (méthylphénidate ; stimulant du système nerveux central, il agit en inhibant la recapture de la dopamine, augmentant sa concentration dans le cerveau.), traitement hospitalier, est considéré en France comme un traitement adjuvant.

3. Epreuves évaluant l'attention

a) Evaluer l'attention soutenue.

Epreuves de barrages (NEPSY), ou le double barrage de Zazzo (1977)

b) Evaluer l'attention sélective.

Test d'attention auditive de la NEPSY, tests de barrage de la NEPSY, le test de Stroop (test de Stroop enfant : ECPA) qui oblige à maintenir l'attention sur une cible (la couleur de l'encre) en dépit d'un automatisme qu'il faut inhiber. Vérifier d'abord que l'enfant connaît bien les couleurs (Cf. condition « *contrôle* »).

c) Evaluer l'attention divisée

Double barrage de Zazzo (EAP), épreuve « double tâche ».

d) Evaluer l'attention auditivo-verbale

Toutes les épreuves de MT auditivo-verbale sont également des épreuves d'attention auditivo-verbale. Répétitions de chiffres à l'endroit, répétitions à l'envers.

e) Evaluer l'attention visuelle

Barrages de la NEPSY, du WISC-IV, d'appariement d'images (AI, ECPA), toutes les épreuves de MT visuo-spatiale (cubes). Certains sub-tests des échelles de Wechsler ou du K-ABC sont plus spécialement influencés par les capacités attentionnelles de l'enfant :

- K-ABC : mouvements de mains, mémoire immédiate de chiffres, suites de mots, série de photos.
- WISC-IV : séquences lettres-chiffres et codes.

En pratique clinique, il peut être difficile de séparer troubles de l'attention et trouble de la MT, de distinguer clairement troubles de l'attention et troubles des fonctions exécutives.

Il faut toujours rechercher la distinction entre attention auditivo-verbale et attention visuelle, car elle comporte des implications importantes pour la prise en charge.

C. Fonctions exécutives.

1. Définition et rôle

Anglicisme emprunté au langage de l'intelligence artificielle, ce terme désigne le contrôle et la régulation du fonctionnement de toutes les opérations cognitives « *spécialisées* ». Il s'agit de fonctions véritablement intégratives.

Chaque comportement complexe suppose une élaboration en quatre phases :

1. Analyse des données initiales (choix, attention sélective)
2. Elaboration d'un programme organisant l'activité (planification, stratégie, inhibition des routines non adéquates)
3. Exécution et coordination des programmes (procédures)
4. Confrontation du résultat aux données initiales (fonction d'arrêt ou mise en route d'ajustements)

Les troubles de ces fonctions diffusent à toutes les activités cognitives : on parle de syndrome dysexécutif.

Cliniquement, on distingue deux grands types de troubles affectant :

- Les fonctions d'inhibition
- Les fonctions de planification

a) Fonctions d'inhibition

1) Rôle de « filtre »

Il s'agit d'extraire les stimuli pertinents parmi le « *bruit de fond* » de l'ensemble des stimuli. C'est le rôle de l'attention sélective. Ce filtrage est modulé en permanence en fonction du projet du sujet. A défaut, *distractibilité*, aimantation, *écholalie*, échopraxie.

2) Fonction d'arrêt

Il s'agit de stopper la tâche en cours pour passer à une autre. L'atteinte de cette fonction se traduit par des *persévérations*.

Ces opérations d'inhibition sont au centre de toutes les opérations cognitives. Elles en constituent le « *noyau* ». L'essentiel de la maturation cognitive des enfants consiste probablement, entre 18 mois et 7 ans, en la maturation progressive des fonctions d'inhibition.

b) Fonctions de planification, de stratégie

Les fonctions de stratégie ne sont mises en route que si, et seulement si, une tâche n'est pas routinière. Les tâches automatisées ne requièrent pas de contrôle exécutif.

L'atteinte de cette fonction est sensible dans les tâches nécessitant la gestion de plusieurs données ou nécessitant l'organisation en étapes, ou nécessitant une orientation particulière de l'activité cognitive. Cette atteinte est plus perceptible en situation dirigée qu'en situation spontanée.

2. Symptômes

a) Persévérations

Qu'elles soient idéiques, verbales, gestuelles ou graphique, elles sont des signes pathognomoniques d'une atteinte des fonctions exécutives. *Echolalie*, *échopraxie*, ... spontanées ou provoquées.

b) Irruption d'automatismes

c) Réponses aléatoires.

Réponses de type « *n'importe quoi* ». C'est souvent particulièrement visible au cours des *tâches de barrage*, de toutes les épreuves prévoyant des réponses à choix multiples, lorsqu'il faut répondre verbalement à une question fermée.

Le pronostic du trouble est différent selon que l'enfant est conscient ou non de ses erreurs, s'il effectue une vérification d'après-coup, s'auto-corrige.

d) Diffluences

Ce sont les « *coq-à-l'âne* », les errements de la pensée par associations d'idées non contrôlées et non inhibées. La communication peut-être sévèrement perturbée. Certains auteurs parlent de « *dysphasie sémantique-pragmatique* » ou de « *cocktail-party syndrome* ».

e) Diffusion des symptômes dans plusieurs secteurs cognitifs.

Les *épreuves de cubes* ou de *labyrinthe* sollicitent particulièrement la planification.

Pour ces enfants dysexécutifs, inhiber réclame un effort cognitif intense qui ne doit pas être sous-estimé : il engendre une fatigue facilement méconnue et *confondue avec de la mauvaise volonté*, un désintérêt, ou une opposition. L'enfant est dépendant des aides extérieures, ce qui se passe *quand la consigne lui est délivrée individuellement*. Ce syndrome réalise un véritable « *masquage* » des possibilités de l'enfant.

Certains savoirs et savoir-faire peuvent être construits et engrammés mais l'enfant dysexécutif est empêché de les convoquer à la demande, de les relier, de les utiliser de façon pertinente.

3. Epreuves spécifiques.

a) Evaluer l'impulsivité

1) Epreuves « Go – non go »

Appuyer sur un bouton ou pas, dire un mot ou pas, en fonction de la présentation de la cible ou d'un distracteurs. Cf. Jeu de « *Jacques a dit* ».

2) Tests « appariement d'images »

On peut calculer un index d'impulsivité.

b) Evaluer la capacité à inhiber les automatismes.

Il faut d'abord une condition « *contrôle* » destinée que l'enfant possède bien l'automatisme en cause. On essaie une fois, puis on inverse les règles (inhiber l'apprentissage antérieur) pour créer une condition « *à conflit* ».

1) Epreuves de frappes

Cf. sub-test « *cogner-frapper* » de la NEPSY.

2) Figure de Luria.

3) Trail making test

4) Test de Stroop

c) Evaluer la capacité à planifier et mettre en place des stratégies.

Situations de récit et de résolution de problèmes.

1) La Tour de Londres, la Tour de Hanoï

Ou le sub-test La tour de la NEPSY qui s'inspire de la Tour de Londres.

2) WSCT (Wisconsin cards sorting test)

3) Labyrinthes

4) NEPSY

Batterie récente, test composite, désormais indispensable, elle ne constitue pas pour autant un examen complet. Elle ne comporte par exemple pas de réelle épreuve de facteur G. Voir tableau de la NEPSY p. 87.

D. Conclusion

1. Un diagnostic encore trop peu évoqué

2. Des confusions fréquentes

Les conséquences thérapeutiques, les orientations scolaires, l'évolution et le pronostic seront radicalement différents selon qu'il s'agit d'une dysphasie ou de la diffusion d'un trouble dys-exécutif dans le secteur langagier, d'un trouble mnésique ou de la contamination des processus mnésiques par des troubles de l'attention, de troubles praxiques ou de troubles de la stratégie.

VIII. Troubles spécifiques des apprentissages

A. Neuropsychologie et TSA

Le diagnostic de TSA est en lien avec les exigences du calendrier scolaire. Il s'agit de *symptômes scolaires*. Ils sont *reconnus comme handicap* dans le DSM-IV et la CIM-10. Il s'agit de retard ou de difficulté d'accès aux apprentissages scolaires.

Prise en charge : aide psychologique et rééducation.

Dépistage en GS de maternelle (batteries prédictives)

L'exploration neuropsychologique d'un TSA se fait en *deux étapes* :

- Une étape quantitative, tests (objectiver le retard, évaluer son intensité, affirmer la spécificité)
- Une étape qualitative, véritablement diagnostique (inventaire des compétences requises, afférences/efférences), analyse de la nature des erreurs et des échecs

B. Evaluation lors de difficultés en lecture

Dyslexie : *décalage de deux années* dans les apprentissages lecture/écriture. Donc :

- C'est un symptôme : il s'agit de préciser les déficits sous-jacents au symptôme.
- Un enfant ne peut pas être dyslexique avant le début du CE2 !

1. Aspects développementaux

a) Habiletés métaphonologiques²

1) Définition

Au début l'enfant ne perçoit que les aspects *sémantiques* (tel son avec telle situation) de la langue ; la signification *linguistique* (conscience des mots, des phrases) émergera peu à peu. A 4 ans et demi l'enfant montrera une connaissance implicite du fait que les mots sont constitués de séquences sonores. Il se met à jouer avec les sons de la langue (*am-stram-gram ...*). Cette première connaissance n'est pas mobilisable intentionnellement.

La connaissance claire, consciente et facilement accessible des sons qui composent la langue orale devient ensuite un élément déterminant de l'accès à l'écrit (dans les langues alphabétiques). C'est sur cette *conscience phonologique* que vont pouvoir se déployer les apprentissages liés à l'écrit (segmentation du mot oral en syllabes et phonèmes, correspondance phonème-graphème, reconstruction d'un mot du lexique et de sa signification (accès sémantique) à partir de la suite de sons évoquée par la séquence de graphèmes (lecture par assemblage, étape de la subvocalisation).

L'habileté métaphonologique entre 5 et 7 ans est prédictive des capacités lexiques ultérieures.

Il existe là une progression génétique naturelle qui nécessite de la part de l'environnement un entraînement spécifique.

Les batteries destinées aux enfants de cycle II (GS, CP, CE1) évaluent l'habileté métaphonologique. Ces activités sollicitent énormément la MT auditivo-verbale.

2) L'exploration.

Les batteries d'exploration des troubles d'accès au langage écrit (L2MA, Odédys, NEEL, ...) proposent toutes des épreuves de phonologie. Dans la NEPSY, le sub-test « processus phonologique », et surtout l'épreuve de dénomination rapide.

² Métaphonologie : capacité de réflexion consciente sur la phonologie.

b) Habiletés visuo-practo-spatiales.

Pour lire, les informations sont saisies visuellement. Et lire consiste à saisir du regard (attention visuo-spatiale, organisation des saccades, calibrage des saccades) et reconnaître des significations (MT, MLT).

1) Organisation des mouvements du regard.

Les saccades oculaires, mouvements du regard linéaires de gauche à droite finissent de s'organiser vers la fin du CE1. Lecture courante en cours de CE2. L'enfant qui ne possède pas ces habiletés oculaires, qui présente des *troubles optomoteurs*, sera en difficulté d'apprentissage. Seul le bilan orthoptique peut les dépister. Cf anciens prématurés.

2) Calibrage des saccades oculaires

C'est-à-dire la direction et l'amplitude des sauts oculaires entre deux fixations. C'est une habileté fondamentale pour éviter la fatigue visuelle, la vitesse de lecture (pour ne pas saturer la MT), photographier le mot (constitution du lexique orthographique).

Ce calibrage des saccades, lentement appris au cours du cycle II, est le fruit d'une coordination entre rétine périphérique et rétine centrale (fovéa) et de régulations très complexes entre perceptions et actions au niveau oculomoteur.

3) Stratégie du regard

Dans le cerveau du jeune lecteur, un dialogue doit s'instaurer entre la voie visuelle ventrale³, qui reconnaît l'identité des lettres et des mots, et la voie dorsale, qui code leur position dans l'espace et programme le mouvement des yeux et de l'attention.

Au total, au cours du cycle II, ce sont les systèmes phonologiques et les systèmes visuels et oculomoteurs qui doivent évoluer simultanément.

4) Evolution des stratégies de lecture

Au début, vers 4 ans, la lecture est « *logographique* » (tous les éléments sont pris en compte pour reconnaître la signification). Puis l'enfant comprend que ce sont seulement les lettres qui doivent être prises en considération : *stade alphabétique*. Enfin, entre 5 et 7 ans, il comprend que l'ordre séquentiel des lettres est important et que la reconnaissance des mots est fondée sur un lexique orthographique simple, qu'il commence à construire : *stade orthographique*.

2. Processus en jeu

a) Identification des mots

Elle suppose :

- L'utilisation de procédures phonologiques (indirectes ou *d'assemblage*) : assemblage des segments phoniques après segmentation du mot écrit (correspondance graphème-phonème) pour reconstituer par subvocalisation un mot connu de son lexique.
- L'utilisation de procédures directes, dite aussi *d'adressage* : c'est la suite des lettres, sa structure orthographique qui est appariée à une signification.

³ Du cortex (V1), l'information remonte vers le haut, voie dorsale, et descend vers le lobe inféro temporal, voie ventrale. L'atteinte de la voie temporale ou ventrale, est à l'origine d'agnosies, de la perte de diverses fonctions de reconnaissance ; l'atteinte de la voie dorsale, pariétale entraîne une altération des fonctions visuomotrices et oculomotrices, ainsi que de l'orientation égocentrique et allocentrique. L'apraxie visuelle est une entité clinique rare due à une atteinte de cette partie des voies visuelles.

Les lecteurs débutants utilisent la voie d'assemblage, les lecteurs experts la voie d'adressage.

Exploration. Cf. tableau p. 250.

b) Compréhension

L'accès aux éléments syntaxiques et textuels est plus exigeant à l'écrit qu'à l'oral (discours, récit). Ces éléments sollicitent énormément : l'attention soutenue et les fonctions exécutives, la MT, la MLT.

Exploration : L2MA, L'ECOSSE, pour les petits : le vol du PC, Odedys.

Si les éléments « *de bas niveau* » (organisation et stratégie du regard, déchiffrage et identification de mots), qui exige beaucoup d'attention et d'efforts, nécessitent que la quasi-totalité des ressources cognitives du sujet leur soient dévolue, ou sont trop lents, alors l'enfant ne disposera pas de ressources suffisantes pour effectuer les traitement de plus « *haut niveau* », c'est-à-dire accéder à la signification.

C. Evaluation des difficultés en calcul

1. Définition des dyscalculies

Décalage de deux années scolaires dans les savoirs et savoir-faire dans le domaine numérique. Il faut bien sûr s'assurer d'abord que les capacités intellectuelles de l'enfant sont normales, qu'il a fréquenté normalement l'école, qu'il est indemne de trouble envahissant du développement, que ses autres capacités scolaires sont concordantes avec l'âge.

2. Développement des compétences numériques.

R. Gelman (1978, 1983) a montré l'existence chez le bébé de compétences très précoces liées au nombre. Mais on ne sait pas si elles entrent en jeu dans les compétences ultérieures de l'enfant. L'évolution des compétences numériques chez l'enfant à partir de 2-3 ans a été beaucoup plus étudiée. Elles se construisent en empruntant cinq grands secteurs de la cognition : logique, langage, fonctions visuo-spatiales, fonctions mnésiques et fonctions exécutives. En neuropsychologie on pourra donc mettre en évidence des dissociations.

La dyscalculie est donc un symptôme est non une entité clinique homogène.

c) Logique et compétences numériques

Cf. les travaux de Piaget : rôle central, chez le jeune enfant, des opérations de classification et de sériation, importance du stade de 7 ans (passage du *stade pré-opératoire* au *stade opératoire concret* où il acquiert la notion de conservation).

d) Langage, mémoires et compétences numériques.

Deloche (1989) et Séron (1993) ont montré que, au sein du domaine linguistique, se construisait un sous-secteur spécifiquement dédié au domaine numérique.

Ce sous-système linguistique numérique comporte : un versant oral, un versant écrit, un lexique fermé⁴, une syntaxe.

⁴ Lexique fermé de 28 mots en français, à savoir les nombres de 0 à 16, puis les mots « cent », « mille », « million », milliards, ...

Les mots-nombres ont un statut particulier : ils permettent de nommer ce symbole abstrait, conceptuel.

1) Comptine des mots-nombres

Vers 2 ans, l'enfant repère que certains mots ne réfèrent pas à une propriété sensible propre aux objets (forme, usage, couleur) mais bien à une grandeur indépendante de leur nature et de leurs qualités perceptives. Peu à peu, l'enfant étend sa connaissance de ce lexique particulier. Vers 4-5 ans, l'enfant connaît la comptine au delà de 10.

2) Mots-nombres et savoir déclaratif

La numération arabe⁵ impose deux contraintes : c'est un système positionnel dans lequel l'organisation spatiale est constitutive de la signification des chiffres et les calculs s'effectuent directement en manipulant les mots-nombres. Le stockage des « faits numériques » en MLT (tables de multiplication, ...) est un temps important de l'apprentissage numérique. Certains enfant ne peuvent pas mémoriser ces faits. Ce versant linguistique du nombre est souvent méconnu.

e) Fonctions visuo-spatiales et compétences numériques

Plusieurs aspects du nombre et de sa construction repose sur des compétences visuo-spatiales qui préexistent aux apprentissages arithmétiques.

1) Comptage

Le dénombrement est gouverné par cinq principes :

- mise en correspondance terme à terme
- ordre stable de la comptine numérique
- principe de cardinalisation
- principe d'abstraction
- principe d'ordre indifférent

Le dénombrement des éléments d'une collection est une activité essentielle pour fonder la notion de nombre chez l'enfant. Il comporte deux étapes :

- Le comptage des éléments (« 1, 2, 3, 4, 5, 6 »)
- La cardinalisation (« Il y en a six »)

Seul le comptage requiert l'intégrité des fonctions visuo-spatiales car il suppose que l'enfant désigne (du doigt, du regard) tous les éléments de la collection mais une fois et une seule. Les enfants qui présentent un trouble du regard ou un déficit des fonctions visuo-spatiales ne peuvent conduire seuls l'activité de comptage. Le comptage devient toxique dans la mesure où il détruit leur confiance en la fiabilité du nombre, anéantissant leur intuition de l'invariance du nombre.

2) Algorithmes de pose et de résolution de problème.

La résolution de problème en numération arabe repose sur des algorithmes spatiaux. Les enfants qui souffrent de trouble du regard ou un déficit des fonctions visuo-spatiales sont en difficulté pour réaliser ces arrangements spatiaux complexes.

⁵ XII^e siècle, Al Kharirimi provoque un bouleversement qui consiste à calculer non plus avec des objets (Cf. calculus, caillou) comme les romains, mais avec des mots.

f) Fonctions exécutives et compétences numériques

L'apprentissage du calcul nécessite l'intervention des fonctions attentionnelles et exécutives.

1) Stratégies

Choix et mise en œuvre d'une stratégie jouent évidemment un rôle central dans :

- Résolution de problèmes
- Calcul mental
- Stratégies de dénombrement.

2) Inhibition

O. Houdé a mis en évidence l'importance des fonctions d'inhibition dans la construction de la logique chez l'enfant. Les compétences numériques seraient présentes tôt chez l'enfant mais inexploitées du fait de l'immaturation de l'inhibition

3. Conclusion

C'est souvent tardivement dans le cursus scolaire que se pose la question d'une éventuelle dyscalculie, surtout si cette dernière est isolée.

Être « nul en maths » était autrefois une fatalité ou un atavisme familial.
