

Dyscalculies

Florence George
Orthophoniste
Service de neuropédiatrie du Pr. MANCINI
CHU Timone
Marseille

Définition

Développement défectueux des habiletés arithmétiques chez des enfants d'intelligence normale qui affecterait environ 6 % des enfants d'âge scolaire. (seulement 2,7 % en trouble isolé)

Pas de fréquence plus élevée chez les garçons

Définition

La dyscalculie peut se définir comme une difficulté dans l'acquisition des structures logico-mathématiques concernant :

- l'assimilation des concepts fondamentaux
- l'acquisition de la numération
- l'effectuation des opérations + accès au sens
- la résolution des problèmes

Définition

La dyscalculie développementale

« *trouble des compétences numériques et des habiletés arithmétiques qui se manifeste chez des enfants d'intelligence normale qui ne présentent pas de déficits neurologiques acquis* »

Temple 1992

Mécanismes d'acquisition

Mécanismes d'acquisition

Etroitement liés :

- Au développement mental (stade opératoire)
- Intégration du langage (conditions linguistiques)
- Structuration temporo-spatiale
- Processus de lecture (si déficiente peut entraver la bonne compréhension des énoncés)
- Raisonnement
- Affectivité

Conditions nécessaires

- Conditions psychologiques
- Conditions linguistiques

Conditions psychologiques

- Structuration temporo – spatiale :
pouvoir se situer comme un « objet » (espace)
pouvoir considérer le temps « passé / présent / avenir »
- Niveau opératoire :
conservation (invariance des quantités),
classification, sériation, inclusion...

Conditions linguistiques

- Termes indispensables à l'accèsion aux mathématiques
- espace, temps
- découverte des objets (pareil / pas pareil, différent...)
- quantificateurs (beaucoup, aucun, autant, quelques, tous...)
- comparatifs, superlatifs (plus que, le plus...)

Les nombres

Ils sont nécessaires dans notre vie quotidienne pour :

- Fixer le moment d'un rendez-vous
- Estimer le temps pour parcourir un trajet
- Comparer le prix de deux produits
- Ajuster les proportions des ingrédients pour une recette
- Prévoir l'argent nécessaire pour un paiement...

Les nombres

Ils ont aussi un rôle dans l'orientation spatio-temporelle :

- on est le vingt cinq du premier mois de l'année 2008
- Je me rends au 14ème étage au 264 de la rue St Pierre dans le 5ème arrondissement...

Les nombres

Ils servent à individualiser de nombreux éléments de la vie quotidienne :

- Codes secrets des cartes bancaires
- Numéros de téléphone
- Comptes bancaires
- Billets de loterie...

Le dénombrement

Pour quantifier de manière précise une collection de plusieurs éléments, un dénombrement est nécessaire.

Par dénombrement, on entend la mise en correspondance terme à terme des éléments d'une collection avec les éléments de la suite conventionnelle des noms des nombres.

Différence avec le comptage qui est la répétition automatique de la suite conventionnelle.

Dénombrement gouverné par 5 principes

- Principe de bijection, mise en correspondance terme à terme : chaque élément est mis en relation avec une seule étiquette
- Principe d'ordre stable : étiquettes constituent une suite fixe
- Principe de cardinalité : cardinalité d'une collection obtenue par la dernière étiquette formulée

Dénombrement gouverné par 5 principes

- Principe d'abstraction : hétérogénéité des éléments d'une collection → pas d'impact sur leur dénombrement
- Principe de non pertinence de l'ordre : amorce du comptage à un endroit ou un autre de la collection → pas d'incidence sur la numérosité

Composantes de base du dénombrement

Pour réaliser un dénombrement correct, deux habiletés doivent être coordonnées :

- énonciation de la suite conventionnelle des noms des nombres
- pointage visuel, tactile de chaque élément

Chaîne numérique verbale

La maîtrise de la suite des noms des nombres constitue un précurseur fondamental pour le développement des habiletés arithmétiques.

Elle influence l'acquisition de la conservation, cardinalité, dénombrement et les tâches arithmétiques telles les différentes opérations

Le pointage

- La fonction du pointage est double :
 - Aider à garder une trace des éléments déjà dénombrés
 - Aider à coordonner la mise en correspondance entre éléments dénombrés et étiquettes verbales
- Permet d'appliquer sa connaissance du principe de correspondance terme à terme

Erreurs de dénombrement

Elles peuvent être dues :

- mauvaise maîtrise d'un ou plusieurs principes
- mauvaise coordination de ces principes
- problèmes attentionnels
- mauvaise coordination visuo-motrice → erreurs de pointage ou de balayage visuel
- maîtrise insuffisante de la chaîne numérique verbale (si omissions, inversions, répétitions dans le comptage → résultat erroné)

Erreurs de dénombrement

Configuration spatiale des éléments à dénombrer exerce un effet déterminant sur la qualité :

- arrangement régulier → moins d'erreurs qu'un arrangement plus aléatoire.

L'enfant va apprendre que certains types de pointage (ex : pointer de manière linéaire de gauche à droite) sont plus efficaces que d'autres (ex : pointer en partant du centre ou périphérie)

Difficultés variées

- Dyscalculies spatiales
- Dyscalculies de type alexie ou agraphe des nombres
- Dyscalculies des faits arithmétiques
- Dyscalculies procédurales

Dyscalculie spatiale

- Trouble des relations spatiales, y compris l'alignement des nombres, la position des chiffres dans le nombre (14 pour 41), l'orientation des chiffres (7 écrit en miroir)...

Dyscalculie spatiale

- Dénombrement de patterns aléatoires
→ *omissions, répétitions*...meilleurs si linéaire
- Orientation Gauche / Droite
→ $>, <$ $+ / \times$ 41 / 14...
- Maîtrise du système positionnel
- Poser les nombres dans les calculs écrits
- Géométrie : recopier des figures

Dyscalculie spatiale

- Difficultés à planifier et conduire la séquence ordonnée à la réalisation des calculs complexes.

- Apparition de « bug » :

534	dans la soustraction le
	chiffre du dessus est soustrait
- 378	de celui du dessous
<hr/>	(pas systématiquement ...)
244	

Dyscalculie spatiale

- Certains dyscalculiques commencent tantôt par la gauche, tantôt par la droite.
- Dans les X , les ≠ sous produits sont écrits sans respecter les décalages spatiaux, nécessaires au respect des colonnes d' U / D / C...

Dyscalculie de type alexie-agraphie des nombres

- Correspond à une difficulté dans l'écriture et la lecture des nombres
- Niveau de transcodage < à celui attendu pour son niveau d'enseignement

Dyscalculie de type alexie-agraphie des nombres

- Erreurs de type lexicales et / ou syntaxiques :

Exemples ;

1 lu 9 2 écrit 3...

Neuf mille neuf cent trente → **99030**

Soixante-six mille cent cinq → **6615...**

L'anarithmie

- Difficultés dans la conduite d'opérations arithmétiques.
- L'enfant connaît ses tables de X et bonne connaissance des faits arithmétiques
- Dans les opérations écrites l'enfant positionne correctement les nombres. En revanche, confusion entre les ≠ stratégies de calcul

L'anarithmétique

$$\begin{array}{r} 309 \\ + 106 \\ \hline 963 \end{array}$$

6 est soustrait de 9, puis 6 est additionné aux autres chiffres (6 + 0 et 6 + 3)

$$\begin{array}{r} 86 \\ + 29 \\ \hline 175 \end{array}$$

6 + 9 = 15 puis 8 X 2 = 16 + 1 (report de la retenue de 15)

Dyscalculie liée à des troubles attentionnels

- Omission de chiffres, retenue, mauvaise mémorisation des tables X
- Dans une série d'opérations → persévérance, ne repère pas le changement de signes
- Ces enfants auraient une faiblesse des empan mnésiques et souvent déficit attentionnel

Dyscalculie des faits arithmétiques

- Plus d'erreurs (en récupération et comptage)
- Temps de réponse plus longs
- Stratégies immatures
- En vérification : acceptation de réponses proches (7 x 7 = 48)

UDN- II

Claire MELJAC
ECPA

- Test basé sur la psychologie du développement :

Modèle piagétien

- Épreuves de conservation
- Épreuves de classification
- Épreuves d'inclusion
- Utilisation fonctionnelle du nombre
- Acquis scolaires

UDN- II

- Etre applicable de la maternelle → fin école primaire
(4 ans → 11 ans)
Et même pour des adolescents (certaines épreuves
n'étant pas saturées à 11 ans)
- Fournir des données précises tout en conservant
l'évaluation qualitative
- Permettre une utilisation facilitée et une exploitation
plus approfondie des données recueillies

UDN- II Epreuves : 3 niveaux

1. Classes de maternelles (4 ans → 6 ans)
2. Enfants de 6 ans → 8 ans 11 mois
3. Enfants de 9 ans → 11 ans

Passage d'un niveau à l'autre selon capacités de
l'enfant

UDN- II Objectifs

- Proposer à l'enfant des tâches attractives,
variées et stimulantes
- Evaluer la structure logique de la pensée chez
l'enfant
- Cotation objective
- Après passation disposer d'un certains
nombres de renseignements précis permettant
de proposer une prise en charge adaptée si
nécessaire

Epreuves : CONSERVATIONS

1er temps :

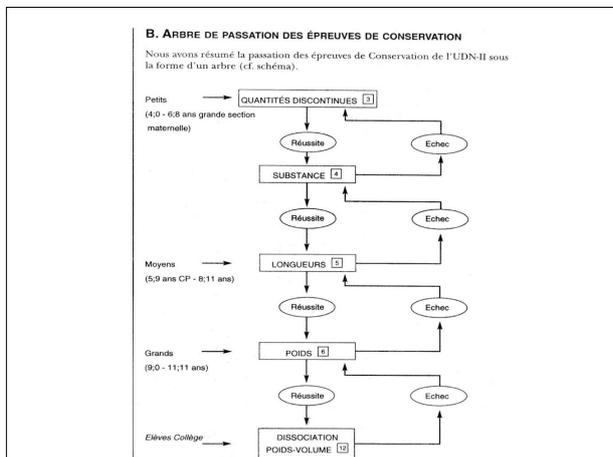
Présentation d'éléments suggérant des
jugements d'identité, d'égalité, d'équivalence

2ème temps :

On fait subir à l'un de ces éléments des
transformations

3ème temps :

Expression, justifications sollicitées



- ### Epreuves : CONSERVATIONS
- Conservation des quantités discontinues (correspondance terme à terme → bouteilles et bouchons)
 - Conservation de la substance (il y a toujours autant de pâte quelle que soit la forme d'une boule initialement modelée et les diverses transformations subites)
 - Conservation des longueurs
 - Conservation du poids

- ### Epreuves : LOGIQUE ELÉMENTAIRE
- Sériation
 - Classification (tris portant sur plusieurs critères : nature, couleur, taille)
 - Inclusion (liens entre classe et éléments qui la composent)
 - Transitivité (permet d'observer comment l'enfant, sachant que $A=B$ et $B=C$ parvient à formuler des conclusions $A=C$)

- ### Epreuves : UTILISATION DU NOMBRE
- L'enfant a-t-il l'idée de s'en servir sans y être explicitement invité ? Comment ?...
- Epreuve de constat (spontanément évaluation numérique ? À partir de quelle quantité ? Dénombrement stable ? Comptage exact ? ...)
 - Le recours au dénombrement n'est pas le reflet direct des capacités numériques mais relève de son mode d'appréhension de la réalité (personnalité, expériences, environnement éducatif...)

- Le dénombrement suppose la maîtrise de 5 principes (Gelman):

- Principe d'ordre stable
- Principe de correspondance terme à terme
- Principe de cardinal
- Principe de non-pertinence de l'ordre
- Principe d'abstraction

Epreuves : UTILISATION DU NOMBRE

Pas d'outil standardisé destiné à évaluer le processus du subitizing (processus responsable des réponses rapides pour les petites numérosités → quantification rapide et efficace de collections si taille limitée)

Lors des épreuves → observer comportement de l'enfant face aux + petites quantités présentées → permettra de déterminer si recours ou non au subitizing

Epreuves : UTILISATION DU NOMBRE

- Comparaisons (Epreuve de constat et épreuves opérationnelles):

Dans quelle mesure le contraste entre cardinaux de collections entraîne-t-il un dénombrement et quels termes sont utilisés ? (quantificateurs ou comparatifs, superlatifs ?)

Epreuves : ORIGINE SPATIALE

- Ficelle : comparaisons (enfant confronté à une seule dimension de l'objet : longueur)
- Bandes de papier : procédures dont le sujet dispose pour construire un objet bidimensionnel (longueur et largeur)

Epreuves : CONNAISSANCES

Acquisition de savoirs transmis par les apprentissages.

Evaluation des compétences.

- Termes de comparaison (*autant*)
- Récitation de suite numérique
- Signes des opérations arithmétiques
- Lecture de nombres
- Transcription de nombres
- Opérations

TEDI-MATH

C. VAN NIEUWENOVEN, J.GREGOIRE, M.P NOEL
ECPA

- Se base sur les apports des travaux de :
- La psychologie du développement :
Piaget et travaux de la psychologie cognitive
- La neuropsychologie de l'acalculie acquise

TEDI-MATH

test diagnostique des compétences de base en mathématiques

- Evalue :
- Le comptage et le dénombrement
- Les systèmes numériques
- Les opérations logiques sur les nombres
- L'arithmétique
- L'estimation de grandeur

TEDI-MATH

- Le comptage et le dénombrement :
 - développement de la chaîne numérique verbale (compter le + loin possible, compter à rebours, compter par pas, compter avec une borne, < ou >, < et >, ...)
 - dénombrement (déterminer le cardinal d'une collection)

TEDI-MATH

- Cardinalité et utilisation fonctionnelle du dénombrement :
- ➔ Construction d'une collection de jetons équivalente à un modèle (procédure de résolution : détermine directement le nombre de pions par dénombrement de la collection de départ ? Correspondance terme à terme ? Reproduction par essais et erreurs ?...)

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :
 - ➔ Le code arabe
 - ➔ Le code verbal
 - ➔ La représentation en base 10

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :
 - ➔ Le code arabe :
 - décision numérique écrite (3, f, 8, a, @...)
 - Comparaison de nombres arabes ($5 / 3$, $8 / 7$, $16 / 11$...)

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :
 - ➔ Le code verbal :
 - décision numérique orale (trois, sept, dimanche, onze, deuzante...?)
 - Jugement de grammaticalité (vingt-trois, soixante-huit, un cent, cent quarante, dix deux...?)
 - Comparaison de nombres oraux ($2 / 6$, $9 / 3$, $59 / 73$...?)

Epreuve de décision numérique orale

- Une difficulté à ce niveau → un déficit lexical phonologique ; il s'agira alors d'évaluer s'il est restreint au domaine des nombres ou non

Epreuve de jugement de grammaticalité

- Etape essentielle à la construction d'une représentation correcte du nombre : l'enfant doit avoir intégré la syntaxe, suite de mots qui peuvent composer les nombres
- Requiert la mise en relation de l'ordre des mots et de leur taille numérique
- Ce type de traitement est sensible à une faiblesse de la mémoire de travail

Comparaison de nombres oraux

- Compréhension des quantités : voir si l'enfant est capable de se former une représentation de la quantité dénotée par un nombre verbal
- Si l'enfant échoue → comprendre pourquoi ; comparaison avec d'autres modalités de présentation révélera si difficulté de compréhension verbale. Si oui est elle due à une difficulté lexicale ou syntaxique ? Est ce lié à un problème de MT ? (empan trop faible → incapacité à maintenir les 2 nombres afin de les comparer)

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :
→ La représentation en base 10 :

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :

→ La représentation en base 10 :

Si je prends deux paquets, j'ai combien de bâtonnets en tout ? (matériel visible)

Si j'ai quatorze bâtonnets, je peux avoir combien de paquets et il restera combien de bâtonnets tout seuls ? (matériel non visible)

J'ai quinze bâtonnets. Je veux donner sept bâtonnets à un ami, est-ce que je dois ouvrir un paquet ou est-ce que j'ai assez de bâtonnets tout seuls ?

(matériel non visible)

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :

→ La représentation en base 10 :

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :

→ La représentation en base 10 avec des jetons :

Peux tu me montrer les pièces que tu donnerais pour acheter un jouet à 17 € ? (choix économique ?)

Le support ne permet plus de concevoir les paquets de dix mais demande d'envisager les dizaines

TEDI-MATH

- Compréhension du système numérique :

→ Reconnaissance des unités et dizaines

→ Transcodage :

€ écriture de nombres arabes sous dictée

€ lecture à voix haute de nombres arabes

TEDI-MATH

- Les opérations logiques sur les nombres :
 - Sériation numérique
 - Classification
 - Conservation
 - Inclusion
 - Décomposition additive

TEDI-MATH

→ La Sériation consiste à ordonner les objets à partir de leurs différences. Il s'agit de distinguer les objets en ne tenant compte que d'une variable ou de plusieurs variables (taille, poids...). Le sujet crée donc une relation asymétrique entre les objets et fait abstraction des équivalences.

Au niveau numérique, la sériation consiste à donner un ordre aux \neq mots-nombres

TEDI-MATH

- Sériation de patterns d'arbres

TEDI-MATH

- Les opérations logiques sur les nombres :
 - Classification numérique

TEDI-MATH

- Les opérations logiques sur les nombres :
 - ➔ Conservation :
€ Deux rangées de 6 jetons placées en correspondance terme à terme ➔ 2 transformations : espacement et jetons en tas
 - € Argumentation :
 - logique ➔ référence à l'invariance de la quantité ou à la réversibilité
 - Empirique ➔ recomptage ou mise en correspondance des jetons des 2 rangées

TEDI-MATH

- Les opérations logiques sur les nombres :
 - ➔ Inclusion :
L'enfant doit placer 6 jetons dans une enveloppe et dire s'il y en a assez pour prendre x jetons dans l'enveloppe et justifier sa réponse

TEDI-MATH

- Les opérations logiques sur les nombres :
 - ➔ Décomposition additive
2 prairies et 6 moutons à répartir
 - Puis 8 moutons à répartir
(sans prairie sous les yeux)

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
 - ➔ Opérations avec support imagé
 - ➔ Opérations avec énoncé arithmétique
 - ➔ Opérations avec énoncé verbal
 - ➔ Connaissances conceptuelles
 - ➔ Estimation de la grandeur

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
→ Opérations avec support imagé
*Il y a deux ballons rouges
et trois ballons bleus.
Combien y a-t-il de ballons
en tout ?*

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
→ Opérations avec énoncé arithmétique :
 - additions :
2+2, 6+3... (faits arithmétiques)
0+8, 5+0...(règles)
7+7, 9+4... (faits arithmétiques > 10)
20+8, 32+14...(nombres à deux chiffres)
 - additions lacunaires :
...+5 = 8

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
→ Opérations avec énoncé arithmétique :
 - Soustractions
 - Multiplications

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
→ Opérations avec énoncé verbal :
*Jean a quatre cerises, il en mange deux.
Combien de cerises lui reste-t-il ?*

*Pierre a des billes. Il en gagne trois à la
récréation. Maintenant il en a six.
Combien Pierre avait-il de billes avant la
récréation ?*

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
 - ➔ Connaissances conceptuelles
- Au-delà de la mémorisation des Faits Arithmétiques, quelle est la compréhension des opérations ?

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
 - ➔ Connaissances conceptuelles : *si tu sais que...cela t'aide-t-il pour faire ...?*

TEDI-MATH

- L'estimation de grandeur :
 - ➔ Comparaison rapide de 2 collections
 - ➔ Jugement de grandeur relative

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
 - ➔ Estimation de la grandeur : comparaison de patterns de points dispersés

TEDI-MATH

- Les opérations arithmétiques :
- ➔ Estimation de la grandeur : grandeur relative

Batteries d'évaluation

Permettent :

- de dresser un tableau des compétences numériques de l'enfant et d'évaluer si leur pattern est normal ou pas.
- de situer l'enfant et de voir quelles capacités sont normalement développées et quelles autres ne le sont pas.
- D'estimer un lien éventuel entre ≠ troubles ou aspect isolé

ZAREKI-R

M. VON ASTER et G. DELLATOLAS
ECPA

- Batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'enfant à l'école primaire du CP ➔ CM 2
- Adaptation française de la batterie ZAREKI élaborée en allemand (travaux dans le cadre d'un programme européen)

ZAREKI-R

- Choix de 12 épreuves qui s'appuie sur travaux récents en neuropsychologie
- Certaines aptitudes peuvent être mises en jeu
 - ➔ mémoire de travail
 - ➔ perception de l'espace
 - ➔ raisonnement

ZAREKI-R

- Connaissance de la séquence des nombres
- Aptitude à dénombrer
- Passage correct d'un système de représentation des nombres à l'autre
- Connaissance des faits numériques
- Connaissance et application des procédures pour les opérations élémentaires
- Capacité à estimer et à comparer des nombres et quantités
- Compréhension du sens des nombres

12 épreuves

1. Dénombrement de points
2. Comptage oral à rebours
3. Dictée de nombres
4. Calcul mental oral :
additions, soustractions, multiplications
5. Lecture de nombres
6. Positionnement de nombres sur une échelle verticale

12 épreuves

7. Répétition de chiffres
8. Comparaison de 2 nombres présentés oralement
9. Estimation visuelle de quantités
10. Estimation qualitative de quantités en contexte
11. Problèmes arithmétiques présentés oralement
12. Comparaison de 2 nombres écrits

Dénombrement de points

1ère partie : « j'aimerais que tu les comptes, quand tu as fini de les compter, dis moi combien il y a de points »

➔ Permet de voir si l'enfant utilise spontanément les procédures de dénombrement

Dénombrement de points

2ème partie : « tu comptes les points à voix haute, en les touchant avec ton doigt en même temps que tu comptes... »

- ➔ Permet d'examiner la séquence verbale, la synchronisation entre séquence et pointage

Comptage oral à rebours

Compter à rebours est une capacité importante, considérée comme essentielle pour l'acquisition de la soustraction chez l'enfant (*Fuson, Richard et Briard, 1982*)

- Compter à l'endroit : processus cognitif automatique
- Compter à rebours : implique la mémoire de travail (*Nairne et Healy, 1983*)

Dictée et lecture de nombres

Epreuves de transcodage sémantique.

- La dictée implique le transcodage de la forme orale d'un nombre à sa forme écrite en chiffres arabes
- La lecture est le transcodage inverse

Calcul mental oral : +, -, x

Le calcul mental fait intervenir selon la tâche :

- Le comptage
- Le comptage à rebours
- La récupération directe
- La mémoire de travail
- La connaissance des procédures de calcul, leur planification et exécution séquentielle
- La signification des nombres

Calcul mental oral : +

- ❑ Les additions les + simples → récupération
- ❑ Les additions les – simples → comptage ou procédures de décomposition

Calcul mental oral : -, x

- ❑ Les soustractions → comptage à rebours
- ❑ Les multiplications → récupération en mémoire domine (*Lépine, Roussel et Fayol, 2003*)

Positionnement de nombres sur une échelle verticale

Cette capacité implique la compréhension des nombres

La tâche évalue :

- La capacité à traiter la quantité associée à un nombre
 - La perception du rapport entre 2 quantités, 2 longueurs
- Si trouble de la perception spatiale le résultat sera perturbé

Répétition de chiffres

Evalue la mémoire verbale de travail

L'épreuve est présentée oralement

Comparaison de 2 nombres présentés oralement

Cette présentation orale implique la mémoire de travail et représentation analogique

Oralement le nombre le + grand n'est pas toujours le + long à présenter (ex : six cent douze / trois cent quatre-vingt dix neuf)

Estimation qualitative de quantités en contexte

Le même nombre peut être « grand » ou « petit » selon le contexte (*Banks et al, 1976*). La capacité de juger correctement une quantité dans un contexte particulier dépend de :

- La compréhension du sens des nombres
- La connaissance du monde

Estimation qualitative de quantités en contexte

Cette capacité peut être altérée en cas de lésions frontales, en rapport avec absence d'autocritique permettant d'apprécier la plausibilité des réponses

(*Luria et Tsvetkova, 1967*)

Problèmes arithmétiques présentés oralement

Cette épreuve :

- sollicite la mémoire de travail
- suppose la capacité d'effectuer des opérations arithmétiques élémentaires
- nécessite la compréhension des phrases pour faire le choix de l'opération

Dans la résolution de problèmes, la compréhension des énoncés interviendrait + que le traitement des opérations

Comparaison de 2 nombres écrits

Dans la présentation écrite de 2 nombres, l'enfant pourrait repérer correctement le plus grand de 2 nombres en s'appuyant sur la forme écrite du nombre et la connaissance des règles qui la déterminent (pas nécessairement sur la quantité associée à chaque nombre)

ZAREKI-R

- Outil de dépistage des troubles du calcul et du traitement des nombres
- Outil analytique permettant de localiser les difficultés de chaque enfant

Application pour le dépistage

Les difficultés peuvent être diverses et se situer au niveau de :

- ✓ L'assimilation des principes du comptage
- ✓ La connaissance des faits arithmétiques et procédures du calcul élémentaire
- ✓ La compréhension des consignes et des énoncés verbaux
- ✓ La compréhension du sens des nombres
- ✓ Le jugement

Application pour le dépistage

Les difficultés peuvent être diverses et se situer au niveau de :

- ✓ L'assimilation des principes du comptage
- ✓ La connaissance des faits arithmétiques et procédures du calcul élémentaire
- ✓ La compréhension des consignes et des énoncés verbaux
- ✓ La compréhension du sens des nombres
- ✓ Le jugement

Rééducation



Conditions pédagogiques

Présentation des exercices :

- nombreux → généralisation
- adaptés + progression
- permettre participation active de l'enfant
- matériel concret → abstrait

Problème de l'erreur :

- droit à l'erreur
- Indice pour comprendre le fonctionnement

Conditions pédagogiques

- Susciter un intérêt pour la tâche
- Simplifier la tâche afin que le but soit + accessible
- Aider l'enfant à poursuivre l'objectif visé tout en soutenant sa motivation
- Indiquer les caractéristiques importantes de la tâche pour en faciliter la réalisation...

5 principes (Meljac, Barbot)

- Principe 1 : **présupposer la compétence**
→ Bien estimer ses compétences
- Principe 2 : **réinjecter du plaisir**
→ « il faut réussir pour comprendre autant que comprendre pour réussir »
→ Présenter les tâches sous forme ludique, rechercher les points d'intérêt de l'enfant et faire passer le travail par ce canal

5 principes (Meljac, Barbot)

- Principe 3 : **valoriser la vicariance en multipliant les voies d'accès à un résultat**
- On peut dénombrer une collection en partant de la D, de la G, du ↑ ou du ↓ ...on peut résoudre le même problème en suivant des trajets ≠, pour arriver au même résultat, on peut faire autrement
- combien y a t il de jours dans 5 semaines ?**
- **7 x 5 ou 7+7+7+7+7**
- Les 2 procédures sont valables mais la 1ère + économique, + rapide + généralisable

5 principes (Meljac, Barbot)

- Principe 4 : **répondre aux demandes actuelles en les utilisant**
- Pas de progressions trop rigides
- Principe 5 : **alterner les centrations sur les concepts et les procédures**
- Savoir repérer l'étape où le travail doit où bien se centrer sur le concept (ex ; maîtriser l'inclusion) ou bien privilégier les procédures (ex ; apprendre la procédure de la soustraction pour comprendre l'inclusion)

Rééducation

- Classification (valeur cardinale)
- Conservation (quantités discontinues et continues)
- Sériation (valeur ordinale)
- Inclusion
- manipulations, expérimentations...(Formation Gépalm, Cogi'Act... → activités logiques)

Rééducation : dénombrement

- Présenter dans un 1er temps des collections dont les éléments sont mobiles (l'enfant peut mettre de côté ce qu'il vient de compter)
- Démarches variées pour parvenir aux principes de Gelman (principes fondant la numération) :
- Bijection ; bien faire respecter la correspondance entre un mot-nombre et un élément
- Suite stable ; ordre de l'énonciation
- Principe de cardinal ; le résultat final correspond au dernier mot prononcé , rapport entre l'ordinal et le cardinal...

Rééducation : dénombrement

→ Démarches variées pour parvenir aux principes de Gelman (principes fondant la numération) :

- Principe d'abstraction ; dénombrer des objets non strictement identiques
- Ordre indifférent ; quelle que soit la disposition adoptée, quel que soit le sens dans lequel a été parcouru une collection, les cardinaux ne changent pas à partir du moment où d'autres transformations n'ont pas été opérées.

Les exercices pratiques → sur notion de conservation

Rééducation : Dénombrement

- Les déficits observés dans une des composantes du dénombrement sont souvent atténués lorsqu'ils sont mis en œuvre au sein du dénombrement
- Les 2 composantes d'**énonciation** et de **pointage** ne sont pas autonomes (le déroulement de l'une supporte le déroulement de l'autre → le dénombrement faciliterait l'exécution de la composante défectueuse (Camos, Fayol et Barrouillet 1999)

Evaluation du Dénombrement

- Importance de l'évaluation précoce → diagnostic des difficultés propres au dénombrement qui est l'élément essentiel nécessaire à l'acquisition des apprentissages numériques (construction du nombre...).
- Nécessité de pallier au plus vite à d'éventuels déficits

Rééducation : système de numération

S'appuie pour se construire sur :

- bonne organisation temporo-spatiale
- possibilité d'acquisition du nombre
- possibilité d'accéder au symbolisme

Rééducation : système de numération

→ Bases (10 et autres)

→ nom des nombres, signification position des chiffres (à l'élément se substitue l'ensemble → élément à un niveau >)

→ Aspect syntaxique

relations de type somme (soixante-dix = soixante + dix , dix-huit = dix + huit...)

relations de type produit (quatre-vingt = quatre X vingt , deux cents = deux x cent ...)

→ manipulations (cubes emboîtables, allumettes)

Système de numération

Chaîne numérique verbale acquise hors de tout apprentissage formel.

Par contre, la compréhension ou production écrite de nombres arabes requiert de 3 à 5 ans d'enseignement pour être maîtrisée.

Rééducation : système de numération

Enfants Français doivent apprendre par cœur la suite des dénominations au moins → 16.

Au-delà, le système devient plus régulier → 69

Puis les jeunes Français se trouvent défavorisés par rapport aux Belges ou Suisses romands puisque les dénominations verbales sont irrégulières à partir de 70

Caractéristiques générales

Toutes les études menées chez l'enfant → mise en évidence d'une prédominance des difficultés d'ordre syntaxique.

Lorsqu'ils écrivent sous dictée →

majoritairement erreurs de type syntaxique (où les éléments individuels sont corrects mais pas leur assemblage ; deux cent quarante → 2040) mais peu d'erreurs lexicales (où la taille du nombre est correcte mais substitutions de certains éléments ; deux cent quarante → 340)

Caractéristiques générales

Les relations de produit sont maîtrisées plus tôt que les relations de somme : les enfants de 7 ans éprouvent de + grandes difficultés pour transcoder les relations de types somme (« cent deux » → « 1002 ») que les relations de produit (« deux cents » n'entraînerait pas d'erreurs du type « 2100 »). Power et dal Martello (1990)

Difficultés des zéros : le zéro comme marqueur positionnel est une source importante de difficultés dans la production de nombre. Importance du 0 ; son rôle doit être longuement expliqué et illustré

Les difficultés des zéros

Difficultés des zéros : tous les zéros n'ont pas le même statut

Zéro « lexical », fait partie du transcodage d'une dizaine (trois cent vingt → 320)

Zéro « syntaxique », dérive de l'application de règles syntaxiques de production (deux mille vingt six → 2026)

→ Le 1er suscite moins d'erreurs que le second

Les difficultés des zéros

La longueur des nombres pour le transcodage

→ facteur de difficultés :

- tendance des enfants à réduire la taille des nombres de 5 chiffres en omettant l'un ou l'autre chiffre, particulièrement le **0**

- différence entre **0** lexicaux et **0** syntaxiques beaucoup + marquée sur les nombres à 5 que 4 chiffres

Découverte du nombre

Elle passe par la construction de quantités < à 10 puis + grandes composées d'unités et de dizaines.

Utilisation comme support des billes et 2 sortes de boîtes : des boîtes carrées (pour les dizaines) et une ronde pour les unités.

C'est un jeu et comme tout jeu, il y a des règles à respecter

Mémoire de travail et inhibition

- La mémoire de travail joue un rôle non négligeable dans le processus de transcodage : Pour les dizaines complexes, l'enfant doit écrire le chiffre 7 alors qu'il traite « soixante » dans « soixante-dix » → doit d'une part retenir la suite de mots présentée et d'autre part, lors de l'écriture elle-même, produire un chiffre qui ne correspond pas à ce qu'il récapitule (produire 7 alors que le 1er mot est soixante)

Mémoire de travail et inhibition

- Chaque mot n'est pas transcrit tel quel : la particularité du système verbal met l'enfant en situation d'interférence qu'il doit résoudre en inhibant la production du (ou des) chiffre(s) correspondant(s) au mot traité, ce qui sollicite des ressources importantes, notamment en mémoire de travail. (Barrouillet et al., 2004)

Mémoire de travail et inhibition

- Dans les tâches de transcodage, un numéral est à encoder et à maintenir dans un code tandis que les règles de transformation sont appliquées pour produire le même nombre dans le code cible.

Mémoire de travail et inhibition

- La MT est impliquées à 3 niveaux :
 - € pendant la phase d'encodage, pour maintenir le numéral verbal présenté pendant son traitement
 - € pendant la phase de traitement, pour superviser l'application des règles de transcodage
 - € pendant la phase de production, pour maintenir la représentation du numéral afin de le produire dans la forme attendue.
- + la longueur du numéral augmente + les ressources nécessaires au stockage et au traitement augmentent

Acquisition de faits arithmétiques

Mise en mémoire des réponses à des calculs simples :

3 types de stratégies :

- Le comptage du tout
- Compter à partir du premier terme
- Compter à partir du plus grand terme

Acquisition de faits arithmétiques

Compter à partir du tout (à partir de 1 les deux termes)

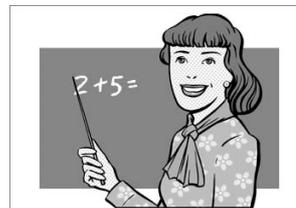
Exemple ;

$$2 + 5 = 1, 2 \dots 3, 4, 5, 6, 7$$

→ Stratégie moins

efficace, + lente

(souvent utilisée chez enfants en difficultés)



Acquisition de faits arithmétiques

Compter à partir du premier terme :

Exemple ;

$$2 + 5 = 2 \dots 3, 4, 5, 6, 7$$



Acquisition de faits arithmétiques

Compter à partir du plus grand terme :

Exemple ;

$$2 + 5 = 5 \dots 6, 7$$

→ Nécessité d'identifier le terme le plus grand

→ stratégie la plus utilisée



Résolution de problèmes arithmétiques

Plusieurs stratégies :

- comptage
- récupération
- ➔ Variabilité inter-individuelle (enfants utilisent une grande variété de stratégies sur des problèmes identiques)
- ➔ Variabilité intra-individuelle (chaque enfant peut co-activer plusieurs stratégies au cours des tâches proposées)

problèmes arithmétiques

Période pré-scolaire :

Recours de + en + fréquent à stratégies de comptage, devine de – en – ➔ ceci résulte de l'acquisition de la chaîne numérique et de l'habileté à dénombrer des collections d'objets (fuson, 1988). Avec l'expertise, les enfants utilisent de + en + des stratégies avec aide externe

Au CP : pratiquement tous les enfants commencent à utiliser la stratégie du minimum, quelques uns commencent à utiliser la décomposition

Stratégies	Âge d'apparition	Description	Exemple
La stratégie des doigts	4 ans	L'enfant lève les doigts correspondant à chaque unité additonnée mais répond sans comptage apparent.	Pour résoudre 3+4, l'enfant lève 3 doigts sur une main, puis 4 sur l'autre. Il observe ses doigts, sans compter.
Compter sur les doigts à partir de 1	4 ans	Chaque chiffre du problème est représenté par les doigts. L'enfant compte ensuite chaque doigt en commençant par 1.	Pour résoudre 3+4, l'enfant lève 3 doigts sur une main, puis 4 sur l'autre. Il compte ensuite "1, 2, 3" et "4, 5, 6, 7".
Comptage verbal à partir de 1	4 ans	L'enfant compte à voix haute (ou en subvocalisant une suite de chiffres), sans nécessairement utiliser ses doigts.	Pour résoudre 3+4, il énonce à voix haute "1,2,3", puis "4,5,6,7".
Devinette	4 ans	L'enfant dit avoir deviné la réponse.	
Récupération en mémoire	4 ans	L'enfant récupère directement en MLT la solution au problème.	Pour 3+4, il répond directement 7.
La stratégie du minimum	5 ans	L'enfant initialise un compteur interne avec le plus grand des deux opérandes. Puis, l'enfant incrémente ce compteur par pas de 1 avec autant d'unités contenues dans le plus petit opérande.	Pour résoudre 3+4, l'enfant commence le comptage à 4 et fait "5, 6, 7".
La décomposition	5 ans	L'enfant divise un problème en deux problèmes plus simples.	Pour résoudre 9+4, l'enfant peut faire $10+4 = 14$ et 9 est égal à un de moins que 10 : $14-1 = 13$, donc $9+4 = 13$.

Tableau 1. Répertoire des stratégies utilisées par les enfants pour résoudre des problèmes additifs à un chiffre.

Résolution de problèmes arithmétiques

Les enfants commencent d'abord par utiliser le comptage pour résoudre des problèmes simples puis avec l'expérience, les associations entre les problèmes et leurs réponses se forment et deviennent de + en + fortes.

Lorsque cette force d'association est suffisante, les enfants sont capables de récupérer en MLT la réponse à un problème.

➔ Passage progressif de l'utilisation d'une stratégie avec aide externe à l'utilisation de la récupération

Résolution de problèmes arithmétiques

Lorsque l'enfant exécute une stratégie utilisée peu souvent, des ressources attentionnelles importantes sont mobilisées pour assurer l'exécution correcte de cette stratégie.
+ une stratégie est utilisée, + l'enfant devient expert dans son exécution et – il faut d'attention pour son exécution.

Rééducation : opérations

- Signification
- Spatialisation
- Schématisation
- Technique

Opérations : spatialisation

Transcription spatiale d'une suite d'étapes et d'actions qui ont lieu dans le temps

AVANT / MAINTENANT / APRÈS
je fais

Opérations : spatialisation

Addition :

Avant / maintenant / après
J'ai ... j'ajoute ... j'en ai ...
4 + 5 = 9

Soustraction :

Avant / maintenant / après
J'ai ... j'en enlève ... il en reste ...
18 - 6 = 12

Opérations : spatialisation

Multiplication :

à chaque fois / le nombre de fois / à la fin on a
15 bonbons 3 paquets 45 bonbons

Division :

Ce que j'ai / nb de parts / nb par part
15 bonbons 5 enfants 3

Ce que j'ai / nb par parts / nb de parts
15 bonbons 3 5 enfants

Propriétés essentielles de la schématisation

- Le schéma met en évidence la structure mathématique du problème
- Permet de choisir la ou les opérations à effectuer
- En établissant des liens entre hypothèse et conclusion → construction d'un raisonnement
- Développe les capacités d'abstraction et de généralisation

Quelques notions importantes

- « le tout » et « les parties »
- En plus, en moins (longueur, âge, argent...)
- Notion de prix (associer un prix à un ou plusieurs objets, opérer sur les prix...)

Opérations : schématisation « le tout et les parties »

Addition

Parties		Tout
- 12	}	?
- 26		

Réunion de deux ou plusieurs parties, on recherche le tout

Opérations : schématisation
« le tout et les parties »

Soustraction

Parties		Tout
- 28	}	59
- ?		

On recherche la valeur d'une partie quand on connaît la valeur du tout et l'autre partie complémentaire

Opérations : schématisation
« le tout et les parties »

Multiplication

Parties		Tout
- 16	}	?
- 16		
- 16		

Réunion de parties égales, on a un certain nombre de fois la même chose, on recherche le tout

Opérations : schématisation
« le tout et les parties »

Division

Parties		Tout
- ?	}	45
- ?		
- ?		

Partage d'un ensemble en parts égales, on connaît le tout on recherche le nombre d'éléments par part

Opérations : schématisation
« le tout et les parties »

Division

Parties		Tout
- 12	}	36
?		

Partage d'un ensemble en parts égales, on connaît le tout, le nombre d'éléments par part, on recherche le nombre de parts

Le raisonnement mathématique

Les problèmes

- Comme le précisent les instructions officielles de 1995 « la résolution de problèmes occupe une place centrale » dans la scolarité de l'enfant du primaire.
- De plus, de nombreuses conceptions du fonctionnement cognitif s'appuient sur l'analyse de la résolution de problèmes

Les problèmes

- Les recherches ont confirmé que l'une des difficultés essentielles des activités de résolution de problèmes arithmétiques réside non pas (pas principalement), dans le traitement des opérations (même si importance indéniable) mais dans la compréhension / interprétation des énoncés et dans la mise en relation du résultat de cette compréhension avec les procédures de résolution.

Processus à plusieurs étapes

- Compréhension
- Représentation mentale du problème
- Sélection d'une stratégie de résolution appropriée
- Exécution d'un plan de résolution

Un trouble de résolution de problèmes peut résulter de difficultés à chacune de ces étapes et refléter des déficits de nature diverse.

Attitude des enfants

- Pour certains résoudre un problème c'est faire une opération avec les nombres qui figurent dans l'énoncé → additionnent, soustraient ou multiplient sans savoir pourquoi .
- D'autres par automatismes parviennent à reconnaître l'opération nécessaire mais sans pouvoir fournir d'explication, sans saisir les rapports logiques entre les données.

Objectifs

- Développer chez les enfants dyscalculiques les cadres logiques indispensables.
- Les inciter à réfléchir sur le texte, le langage utilisé
- Expliquer le pourquoi de leurs actions et de leurs opérations

Compréhension

- Une bonne « traduction » requiert la mise en œuvre d'opérations cognitives élémentaires :
 - Identification des objets et des relations
 - Reconnaissance des termes lexicaux
 - Jugement d'appartenance catégorielle
 - Distinction entre quantité continue et quantité discontinue
 - Inférence perceptive immédiate selon présentation des données (oral, écrit, support imagé, schéma, objets...)

Compréhension

- L'enfant doit disposer de 2 sortes de connaissances :
 - Connaissances linguistiques
 - Connaissances factuelles (comme savoir par exemple qu'un sapin est un arbre ; notion de catégorie)

Compréhension du texte

Chercher une solution à une situation donnée :

- importance de comprendre la situation avant de commencer à résoudre un problème.
- lire et comprendre le texte, se représenter les quantités en jeu, mettre en évidence la question posée.

Compréhension

- Compréhension du texte du problème, vocabulaire
- Décomposition de l'énoncé
- Grilles de données
- Mémorisation, concrétisation de l'énoncé
- Schématisation et choix de l'opération « outil »

Représentation du problème

- Les diverses propositions du problème doivent converger en une représentation cohérente sous forme de modèle mental.
- Si l'enfant repère dès le début de l'énoncé, la catégorie à laquelle appartient le problème, il pourra sélectionner et activer en mémoire à long terme le schéma élaboré sur des expériences antérieures

Sélection d'une stratégie de résolution appropriée

- Dans un problème la solution n'est pas disponible dans l'énoncé et doit être construite mentalement.
- L'enfant devra gérer des procédures de résolution, formuler des hypothèses ou chercher à résoudre des sous-buts.
- La confrontation entre résultats produits et but(s) recherché(s) pourra → ajustements, réorientations...
- Résoudre un problème c'est être capable d'évaluer le résultat de son action

Sélection d'une stratégie de résolution appropriée

- L'élaboration de connaissances, stratégies de résolution sera appropriée ou non selon l'étendue de ses connaissances antérieures : celles-ci peuvent être envisagées selon un double aspect
- Déroulement des actions qui doit indiquer leur mode de réalisation, leur exécution
- Le résultat de ses actions, l'état auquel elles aboutissent (l'enfant doit pouvoir anticiper ce résultat afin de choisir l'action adéquate)

Sélection d'une stratégie de résolution appropriée

- Un problème peut s'énoncer sous différentes formes mais certaines présentations aideront mieux que d'autres l'enfant à s'approprier une situation-problème.
- De nombreuses recherches ont montré les résultats étaient améliorés lorsque :
 - l'ordre de présentation correspond à l'ordre chronologique
 - La localisation de la question est un facteur très important

Sélection d'une stratégie de résolution appropriée

- **Construire** une représentation de la tâche à effectuer.
- L'enfant doit :
- repérer la pertinence ou l'insignifiance (donnée de type distracteur) des informations de l'énoncé-problème
 - Effectuer des relations entre les éléments de départ et le ou les sous-buts recherchés

Sélection d'une stratégie de résolution appropriée

- **Utiliser** : les relations construites deviennent fonctionnelles et vont se décliner en règles d'action.
- A chaque étape du traitement un contrôle reste nécessaire pour vérifier l'ordonnancement correct des actions et la bonne adéquation entre les moyens et les conséquences de l'utilisation de ces moyens

Exécution d'un plan de résolution

- Une fois la stratégie choisie, l'enfant doit pouvoir trouver la solution en exécutant le calcul approprié.
- Il devra affecter les données numériques aux bonnes instances du schéma puis effectuer le calcul choisi (soit récupération des faits arithmétiques soit utilisation de procédures pour trouver le nombre recherché)

Difficultés dues à différentes causes

- Erreurs de lecture
- Incompréhension du langage utilisé
- Mauvaise organisation temporo-spatiale
- Oublis, inversions de données
- Absence de représentation mentale de la situation (ne s'imagine pas ou mal l'action, l'énoncé reste une suite de mots, phrases)
- Confusion entre « ce qu'on connaît » et « ce qu'on cherche »

Composition du texte

Souvent l'enfant ne cherche pas à ordonner logiquement les données numériques mais s'en sert suivant l'ordre de présentation.

Faire prendre conscience de ce qu'est un problème : de sa composition et de son tout, l'amener à distinguer les éléments, séparer ce qui est « donnée » et ce qui est « question », faire l'inventaire des notions diverses...

➔ Réfléchir et fixer son attention sur le texte

Grille de données

Présentée à l'enfant pour permettre de rendre l'énoncé clair, et immédiatement compréhensible en distinguant les données les unes des autres.

Si les éléments du texte sont bien distingués
➔ plus facilement intégrables ➔ mieux conservés

Grille de données

Exemple :

« **J'achète 3 stylos à 2 euros chacun, je donne 10 euros au vendeur. Combien coûtent les stylos ? Combien le vendeur me rendra-t-il ?** »

1ère donnée ; j'achète 3 stylos

2ème donnée ; un stylo coûte 2 euros

3ème donnée ; je donne au vendeur 10 euros

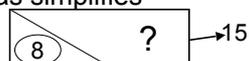
Question 1 ; combien coûtent les 3 stylos ?

Question 2 ; combien me rendra-t-on ?

Concrétisation

Quand l'enfant ne comprend pas la structure d'un texte, ne se représente pas concrètement l'action indiquée → recourir à des éléments plus familiers sur lesquels il puisse agir concrètement

Utilisation d'objets, de jetons, dessins → schémas simplifiés

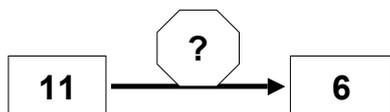


Présentation de la situation sous forme d'un diagramme fléché

Alice avait 11 bonbons au début

Alice a maintenant 6 bonbons

Combien de bonbons Alice a-t-elle donnés à Marie ?



Composants élémentaires

- Dans les situations-problèmes, présence de composants élémentaires dont l'acquisition est indispensable au fonctionnement des opérations de traitement.

- Composant arithmétique
- Composant linguistique
- Composant sémantique
- Composant perceptif
- Composant mnésique

Composants élémentaires

- **Composant arithmétique :**

Il intervient dans la résolution d'opérations arithmétiques, résolution de problèmes, estimation de grandeurs...

- **Composant linguistique :**

Prédomine dans les activités de comptage (acquisition chaîne numérique), de transcodage numérique et traduction des énoncés

Composants élémentaires

- **Composant sémantique :**

Il intervient dans la comparaison des quantités,

dans l'intégration des problèmes (constitution de schémas) et dans la planification des actions

→ Donne accès aux représentations sémantiques des nombres

→ Permet la résolution de problèmes

Composants élémentaires

- **Composant perceptif :**

Il prédomine dans :

- les activités de dénombrement (évaluation globale, subitizing et correspondance terme à terme)
- la pose des opérations
- le repérage de la valeur d'un chiffre suivant sa position dans un nombre...
- Au niveau temporel, il permet la constitution de l'ordre sériel (avant/après), le déroulement des séquences action, la stabilité d'énumération de la chaîne numérique, l'acquisition des mesures concernant le temps (heure, minute, seconde)

Composants élémentaires

- **Composant mnésique :**

Il intervient dans :

- tout déroulement d'activité cognitive (ordonnancement des actions, traitement séquentiel, exécution de calculs réfléchis...)
- la récupération en MLT de faits arithmétiques et logico-mathématiques (tables d'opérations, formules mathématiques...)

La MT permet d'effectuer des tâches nécessitant la coordination de deux activités

Composants élémentaires

Ces composants élémentaires permettent de dégager une catégorisation des troubles d'apprentissages

Bibliographie

- Les quatre opérations ; F. Jaulin-Mannoni, les éditions ESF
- Le nombre ; P. Dessailly, ortho édition
- Le nombre et la numération ; M. Bacquet et B. Gueritte-Hess, édition Isoscel
- Difficultés en mathématiques ; H. Koppel édition Isoscel
- Les activités logico-mathématiques ; Rééducation Orthophonique (n° 199, septembre 1999)
- Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant ; A. Van Hout et C. Meljac, éditions Masson
- Neuropsychologie des troubles du calcul et du traitement des nombres ; M. Pesenti et X. Seron, édition Solal
- Glossa (cahier de l'UNADREO) ; n°82, Décembre 2002
- Glossa (cahier de l'UNADREO) ; n°83, Mars 2003
- L'état des connaissances, Livret Calcul ; signes éditions
- La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant ; MP Noël, éditions Solal, 2005
- La cognition mathématique chez l'enfant ; P. Barrouillet et V. Camos, éditions Solal, 2006