

L'évaluation des troubles d'apprentissage en mathématiques

- Qu'est ce qu'un enfant en difficulté d'apprentissage en mathématiques ?
- Repérage des trois dimensions en interaction
- Définition de la dyscalculie selon le DSM IV
- Présentation des modèles théoriques de référence et des tests diagnostiques
- Etude de cas (grille d'analyse et exemples vidéo)
- Présentation du TEDI-MATH

Un enfant en difficulté d'apprentissage, c'est

- Recueil des représentations du groupe
- Ancrage sur le terrain à partir d'exemples
- Trois dimensions en interaction :
 - la logique
 - le numérique
 - l'environnement de l'enfant, sa famille
- (anamnèse, entretien psychologique , ...)

Critères diagnostiques de la dyscalculie selon le DSM IV

- Les aptitudes arithmétiques, évaluées par des tests standardisés, passés de façon individuelle, sont nettement au-dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique du sujet, de son niveau intellectuel et d'un enseignement approprié à son âge.
- . La perturbation décrite dans le critère A interfère de façon significative avec la réussite scolaire ou les activités de la vie courante faisant appel aux mathématiques.
- . S'il existe un déficit sensoriel, les difficultés en mathématiques dépassent celles habituellement associées à celui-ci.

La dyscalculie:

- Recherches en retard par rapport à la dyslexie
- Présence du trouble équivalent à celle de la dyslexie (4 à 7% de la population)
- Plusieurs typologies existent en neuropsychologie de l'adulte mais sont d'un intérêt limité
- Enjeu de nouvelles typologies :
 - Déterminer les facteurs à la base des différents types de dyscalculies (ex : maîtrise des faits arithmétiques, planification d'opérations, ...)
 - Orienter la prise en charge
 - Apporter une compréhension de l'évolution possible de l'enfant au niveau des apprentissages mathématiques ultérieurs

Les modèles théoriques

- Difficulté de trouver un modèle adapté
- Modèles de référence :
 - Le modèle piagétien
 - Les modèles cognitivistes (McCloskey, ...)
 - Les modèles en didactique des mathématiques (Deblois, 1996; Dionne, 1994, ...)
- Nécessité d'envisager les limites de ces modèles

Le modèle piagétien

Centré sur la genèse de la notion de nombre

Evaluation du développement et de la coordination d'opérations logiques :

- la sériation

- la classification
- la conservation

Limites du modèle au niveau du diagnostic clinique

Epreuves ne sont pas créées dans un but d'évaluation différentielle

=> faiblesses au niveau psychométrique :

- * normes et standardisation des procédures
- * définition des conduites intermédiaires
- validité des épreuves (Bideaud, 1998; Fayol, 1990, ...)

Les tests: de l'UDN 80 à l'UDN II

- Cadre de référence piagétien
- Bonnes qualités métriques
- Outil clinique d'examen des compétences logiques
- Difficultés :
 - complexité de l'interprétation des résultats
 - ciblée uniquement sur les composantes opératoires des troubles du calcul

Un modèle cognitiviste : McCloskey & al, 1985

= modèle du traitement des nombres et du calcul => architecture modulaire :

- un système de compréhension des nombres
- un système de production des nombres
- un système de calcul
- une représentation sémantique nécessaire

Public-cible : neuropsychologie adulte

Intérêt et limites du modèle de McCloskey

- Essai d'application auprès d'enfants : résultats intéressants pour certains cas de troubles du calcul (Macaruso & Sokol, 1998; Seron, Deloche & Noël, 1991; Temple, 1998)
- Intérêt : distinction entre les phases de compréhension et de production des nombres
- Incomplet pour un diagnostic clinique différentiel :
 - Pas de perspective développementale
 - Ignorance de certaines compétences numériques

Les recherches en didactique

- analyse des liens développementaux entre le comptage, la construction du nombre et la numération de position (Collet, 2001; DeBlois, 1996, 1999; Dionne, 1994)
- Modélisation et articulation des compétences numériques chez des enfants en difficultés d'apprentissage

Grille d'analyse de cas

Trois dimensions en interaction :

- la logique
- le numérique
- l'histoire de l'enfant et de sa famille
- (anamnèse, entretien psychologique, ...)

La dimension logique

- La logique = science qui étudie les raisonnements et les valeurs de vérités des propositions.
- Moteur des démarches = mobilité de pensée
 - le parcours de tous les possibles
 - le respect des cheminements interindividuels

- l'acceptation de toute pensée
- la proposition de problèmes impossibles
- Contenus des structures logiques :
 - la combinatoire
 - la logique des classes
 - la logique des relations
 - la logique des transformations
 - L'infra-logique
- Place de l'étude du nombre et des opérations

La dimension numérique

- Nombre : construit par l'enfant grâce à ses capacités logiques
- Nécessité d'élargir la conception piagétienne du nombre
- Mise en évidence de compétences numériques précoces par les recherches en psychologie cognitive (comptage, transcodage, ...)
- Le comptage :
 - un indicateur de la richesse des connaissances mathématiques de la petite enfance
 - un facteur potentiellement important du développement des conceptualisations numériques
- => compétence numérique précoce nécessaire mais non suffisante pour appréhender les problèmes numériques
- Comptage :
 - outil au service de l'enfant (collections moyennes)
 - différents contextes d'utilisation
 - étroitement lié au concept de cardinalité
 - compter la quantité d'une collection
 - comparer deux collections
 - construire des collections équivalentes
- => Maîtrise de règles logiques et de conventions (ex : système en base 10)

La dimension psychologique

- Réussir ou échouer en maths, c'est être situé dans un certain rapport aux maths
- Images positives ou négatives :
 - du savoir,
 - de ceux qui sont porteurs du savoir,
 - des lieux où le savoir s'acquiert,
 - liées aux attentes sociales (familles, ...)
 - images de soi valorisantes ou dévalorisantes
- Pourquoi un rapport négatif aux maths :
 - Absence de sens des apprentissages
 - Accent sur l'arithmétique et la formalisation
 - Activités concrètes artificielles et non significatives
 - Mémoire plus sollicitée que la construction de sens
- => impression de ne rien comprendre
- => construction d'une image de soi négative
- Vision des mathématiques biaisée
 - Place des maths dans la société
 - Conception élitiste d'un monde abstrait existant en soi et non accessible à tous
- => développement de croyances (bosse des maths)
- => développement de stéréotypes (les hommes sont meilleurs en maths que les femmes)
- Les maths vues par le biais des méthodes

- Objectif poursuivi : trouver la solution
- Vertu principale : la rigueur
- Motivation extrinsèque
- => désintérêt pour des activités peu motivantes
- « Ce qui est important, ce n'est pas de connaître la solution mais d'être capable de la trouver soi-même et de se construire ainsi une image de soi positive et valorisante par rapport aux maths » (Bkouche, 1991, p.185)

Illustration: étude de cas.

- La dimension logique
 - Non conservante : arguments spatiaux
 - Sériation par essais et erreurs (comptage)
 - Deux critères de classification
 - Inclusion logique non maîtrisée
 - Décomposition additive peu systématique
- => Niveau de raisonnement faible pour son âge
- La dimension numérique
 - Comptage jusqu'à 29 et respect des bornes Comptage à rebours difficile
 - Dénombrement de patterns linéaires et aléatoires correct
 - Epreuves relative à la cardinalité +/- correctes :
 - Comptage fonctionnel
 - Erreurs de dénombrement
 - Compréhension du système de numération
 - Erreurs de jugement de grammaticalité
 - Erreurs de comparaison de nombres
 - Erreurs d'écriture de nombres
 - Système en base 10
 - Beaucoup de difficultés
 - Opérations additives et soustractives :
 - Comptage sur les doigts (<20)
 - Incrémentation de +1 ou - 1
 - => Niveau globalement faible pour son âge
- Les dimensions psychologiques
 - Perturbation au niveau de l'origine
 - Alternance de situations familiales
 - Comportement fusionnel avec la maman
 - => Retard au niveau de l'autonomie (alimentation, habillage, sommeil, ...)
 - => Amélioration nette (famille unie et agrandie de plusieurs enfants)

Le Tedi-MATH

- Test diagnostique des compétences de base en mathématiques
- Une évaluation intégrée des compétences en calcul :
 - Le comptage et le dénombrement
 - Les systèmes numériques (système en base 10)
 - Les opérations (arithmétique)
 - La représentation de la numérosité
 - Les opérations logiques (au niveau numérique)

Le comptage et le dénombrement

- Comptage : rôle essentiel dans la construction du nombre et des opérations (Fuson, 1991; Gelman & G., 1978; Van Nieuwenhoven, 1999)

- Tâches :
 - degré de maîtrise de la chaîne verbale
 - dénombrement (principes de Gelman & al, 1978)
 - utilisation fonctionnelle du comptage dans l'appréhension du cardinal

Les systèmes numériques

- La connaissance du système de numération (McCloskey & al, 1985)
- Evaluation :
 - - système numérique arabe
 - - système numérique oral
 - - transcodage
- Acquisition du système en base 10 (Dionne, 1994, Deblois, 1996)
- Evaluation des premières structures conceptuelles du système en base 10

Les opérations

- Evaluation de l'addition, de la soustraction et des prémisses de la multiplication :
 - Items imagés
 - Items verbaux
 - Items arithmétiques
- Evaluation de la compréhension des propriétés des opérations

La représentation de la numérosité

= la quantité symbolisée par le numéral arabe ou verbal

=> Comprendre comment les quantités sont représentées dans la tête des enfants

Evaluation

- de patterns de points (capacités non verbales)
- de l'appréciation de l'écart relatif entre deux nombres

Les opérations logiques

- Le raisonnement logique est sous-tendu par des opérations logiques (Piaget, 1941)
- Evaluation dans le domaine numérique :
 - de la sériation
 - de la classification
 - de la conservation
 - de l'inclusion
 - de la composition additive

Etude cas : Marine

Âge : 8 ans 2ème primaire (CE1)

1. La demande et l'anamnèse
2. Éléments essentiels du 1er bilan
3. 1ère prise en charge
4. Tedi-math : le profil de Marine (CE2)
5. Tedi-math : le profil réel de Marine
6. Discussion et intervention

La demande:

- Appel personnalisé par la mère
- Difficultés en mathématiques et en langue maternelle

- Intervention préalable du PMS :
- QI = 80 sans dysharmonie entre le QIV et QIP
- Passage vers l'enseignement spécial ?
- Maintien dans l'enseignement ordinaire en CE2
- Mise en place d'un suivi extérieur

L'anamnèse:

- Maman seule avec ses 2 filles (8 et 5 ans)
- Origine perturbée
- Sténose aortique et pulmonaire opérée à 2 ans
- Alimentation sélective jusqu'à 4 ans
- Développement tardif du langage et de l'autonomie (habillage, coucher, ...)
- Situation familiale houleuse jusqu'à l'âge de 3 ans. Depuis, le climat s'est assaini.

Le premier bilan:

- Retard langage écrit, en lecture sans troubles spécifiques
- Indicateurs de troubles du schéma corporel :
- Peu différenciée
- Lente
- Problème de latéralité
- Difficulté à se repérer dans le temps
- => une thérapie psychomotrice est proposée
 - *Structures logico-mathématiques* : 3 épreuves
- La conservation : épreuves piagétienne (Tollesfrud & al, 1991): non conservante : arguments perceptifs
- La sériation des bâtonnets (Piaget): sériation par essais et erreurs
- La classification avec trois critères: maîtrise de 2 critères de classification
- L'inclusion numérique : le collier de perles (Piaget): inclusion logique non maîtrisée
- => niveau de raisonnement logique faible pour son âge
 - *Dimension numérique* :
- Comptage jusqu'à 100
- Dénombrement correct (quantité <12)
- Pas de connaissance des schèmes du dé
- Opérations arithmétiques simples (<20) ok mais compte sur ses doigts (+1, +1, ...)
- Calculs lacunaires : pas de stratégies
- Items verbaux : impossible
- => niveau globalement faible pour son âge

Première prise en charge:

- Structures logiques:
 - Jeu de classification (GEPALM)
 - Combinatoire « tous les possibles »
 - Jeux de sériation (poupées, gigognes, cubes, ...)
 - Accent sur l'anticipation (qu'est-ce qui se passe si ?)
 - Accent sur la rétroaction (qu'avait-on construit avant ?)
- Construction du nombre
 - Comptage et dénombrement
 - Représentation des opérations (+ et -)

Tedi-Maths; le profil de Marine, Ce2, dysharmonique:

- 3 domaines préservés :

- estimation des grandeurs : ok
- opérations avec énoncés verbaux : ok
- opérations arithmétiques : ok mais assez lente
 - Opérations lacunaires meilleures que les opérations simples
- Résultats très faibles pour son âge : Systèmes numériques arabe et oral : ni lire ni écrire les nombres >100

Résultats globalement faibles :

- Système en base 10 assez inégal
- Structures logiques : très inégal
- Classification, sériation et inclusion numérique : ok
- Conservation : critères perceptifs ou empiriques: une seule erreur en décomposition additive
- Retard important par rapport à son niveau scolaire => report sur un profil antérieur (CE1)

Tedi-Maths; le profil réel de Marine, Ce1

- Comptage : niveau de la chaîne dénombrable
- Dénombrement : maîtrise des principes de Gelman et Gallistel sauf la non pertinence de l'ordre (lien avec la conservation)
- Systèmes numériques y compris système en base 10 : ok puisque les nombres <100
- Structures logiques : bon niveau
- Arithmétique : bon niveau
- => profil homogène pour un CE1 : 1 an de retard

Discussion et intervention:

- Nécessité d'envisager les difficultés de Marine de manière systémique dans toute leur complexité:
 - Psychologique : souffrance originaire, retard de développement au niveau langage, autonomie ...
 - Logique : difficulté à se décentrer, à accéder aux structures logiques de base nécessaires à la construction du nombre
 - Numérique : maîtrise partielle de la chaîne numérique, pas d'accès aux schèmes visuels, comptage sur les doigts, ...
- Objectifs poursuivis :
 - Approfondir les bases d'une compréhension numérique; système en base 10
- Stimuler le raisonnement par un travail en petits groupes:
 - Cadre sécurisant
 - Développement de l'autonomie
 - Conflits socio-cognitifs
 - Décentration par la présence d'égo-auxiliaires
 - Travail interdisciplinaire autour des intervenants

Epilogue.....

AD-MATHS (Activités de développement des mathématiques)

La remédiation par le jeu

Buts poursuivis et lien avec le TEDI-MATH

Pourquoi le jeu ?

Liens avec la progression mathématique proposée à l'école

Pourquoi intervenir en groupe ?

Conditions nécessaires au mode d'intervention

Analyse de la vidéo (stratégies et erreurs)

Buts poursuivis et lien avec le TEDI-MATH

- Remédiation basée sur les recherches récentes en psychologie et en didactique
- Affiner le diagnostic établi par le TEDI-MATH
- Analyser les erreurs et les stratégies des enfants en situation
- Intervenir directement au cœur des difficultés dans un contexte ludique motivant

Un complément d'évaluation des pré-requis nécessaires au développement du nombre et au passage dans l'enseignement primaire

Manuel complet avec les référents théoriques accompagnés de grilles d'observation sur le développement global de l'enfant

Etude de cas (TEDI-MATH, intervention et bilan d'évolution)

Pourquoi privilégier le jeu ?

- Facteur de développement cognitif, affectif, social et langagier
- Facteur de développement de la motivation à apprendre
- Implication optimale des enfants
- Possibilité d'exercer les compétences construites
- Plaisir de jouer et de se dépasser

Pourquoi privilégier le jeu ... en mathématique ?

- Introduction de symboles mathématiques dans un contexte qui a du sens pour l'enfant
- Vivre les notions mathématiques dans des contextes dans lesquels les enfants éprouvent du plaisir
- Permettre une maîtrise progressive des concepts
- Activités répétitives sous des formes variées

Liens avec la progression mathématique proposée à l'école

- Conception socio-constructiviste des apprentissages
- Articulation des apprentissages autour de la résolution de problèmes (explorer, questionner, essayer, se tromper, ...)
- Situations qui ont du sens
- Outils pour mieux comprendre la réalité, l'environnement de l'enfant

Les jeux de reconnaissance de la quantité

- Approche multisensorielle via les trois sens: visuel, auditif et tactile
- Offrir un éventail large de possibilités de dénombrer des collections et d'appréhender le nombre
- Ne pas privilégier un seul canal de perception
- Répondre à la diversité des modalités d'apprentissage des enfants

Pourquoi privilégier un travail coopératif?

- Composante motivationnelle importante
- Source d'échanges verbaux (conflits socio-cognitifs)
- Prise de conscience des divergences de vue
- Réorganisation de sa propre pensée par l'expression d'autrui

- Partage des difficultés avec les autres
- Facteur de développement de compétences métacognitives

Conditions de réussite:

- Écoute positive (climat de confiance, interprétation des réponses et des silences)
- Eviter de donner des indices facilitateurs
- Eviter d'accepter des réponses approximatives
- Privilégier le discours « adaptateur » : relations personnalisées, interactives, évolutives et réciproques
- Orienter son regard :
 - Se munir de grilles d'observation
 - Numériques
 - Globales (cognitif, social, affectif, langagier, ...)
 - Prévoir le type d'observation
 - Transversal (plusieurs enfants sur une partie)
 - Longitudinal (un enfant sur plusieurs parties)

Stratégies et erreurs: les pommiers

- Difficulté à repérer directement la quantité représentée sur la carte
- Le comptage : un outil efficace
- Nécessité de compter à plusieurs reprises (carte, pommes et l'emplacement sur le pommier)
- Effet d'apprentissage rapide

Stratégies et erreurs: « des sons plein les oreilles »

- Difficulté à repérer le nombre de sons (<6)
- Nécessité de comptage sur les doigts
- Utilisation des deux séquences sonores
- Difficulté à combiner les deux tâches :
- Distinguer l'instrument et compter les sons
- Difficulté à repérer rapidement la carte représentant le schème entendu

Stratégies et erreurs: « Attention le chasseur »

- Difficulté à repérer l'action à réaliser
- Difficulté à respecter la quantité quand plusieurs joueurs collaborent (composition additive)
- Difficulté à repérer le nombre de sons et à avancer du nombre de cases correspondantes
- Difficulté à utiliser certains instruments (rythme)
- Manifestation de plaisir d'avoir gagné

Stratégies et erreurs: « Vite, l'hiver arrive ».

- Représentations mentales des schèmes peu claires = difficulté à repérer la bonne plaque
- La plaque 6 est prise pour la plaque 3 => toute la surface de la plaque n'a pas été vérifiée
- Même quand la quantité recherchée est dépassée, l'enfant continue à vérifier (dos)
- Effet d'apprentissage rapide => stratégies nouvelles et efficaces.