

## La Dyscalculie Approche Neuropsychologique

Rachel ZOUBRINETZKY  
Psychologue spécialisée en Neuropsychologie  
Centre Référent des Troubles du langage et des Apprentissages  
CHU Grenoble



## Qu'est ce que la dyscalculie ?

Selon la CIM 10

- La note obtenue à un **test standardisé de calcul** se situe à au moins 2 écart-types en dessous du niveau escompté, compte-tenu de l'âge chronologique et de l'intelligence générale de l'enfant
- Les notes obtenues à des épreuves d'exactitude et de compréhension de la lecture, ainsi que d'orthographe se situent dans les limites de la normale
- Absence d'antécédents de difficultés significatives en lecture ou en orthographe
- Le trouble interfère de façon significative avec les performances scolaires ou les activités de la vie courante
- Le trouble ne résulte pas directement d'un déficit sensoriel
- La scolarisation s'effectue dans les normes habituelles
- Le QI est supérieur ou égal à 70

## Qu'est ce que la dyscalculie ?

Selon le DSM V : Référence non pas aux « sous types » classiques des troubles des apprentissages mais considère l'ensemble des « **troubles des apprentissages** » - 4 critères :

A. Difficulté à apprendre et à utiliser les aptitudes académiques, comme indiqué par la **présence depuis au moins 6 mois** d'au moins un des symptômes suivants:

- lecture de mots inexacte, lente ou laborieuse/coûteuse
- difficulté à comprendre la signification de ce qui est lu
- difficultés d'orthographe
- difficultés dans l'expression écrite

**5- difficulté à maîtriser le sens des nombres, les faits numériques, ou le calcul**

**6- difficulté dans le raisonnement mathématique**

B. Les scores sur des **tests standardisés** doivent être **significativement en-dessous** de ceux attendus pour l'âge (+ histoire dvpt) et **interférer significativement** avec les performances académiques ou les occupations.

C. Commence durant les années d'école mais peut n'être manifeste que dès lors que les demandes excèdent les capacités limitées de l'individu

D. Pas mieux expliquées par niveau intellectuel, tb sensoriels... (critères exclusion)

## Qu'est ce que la dyscalculie ?

**Problèmes de définitions :**

- Dans la CIM 10: le trouble en langage écrit exclut le diag → comorbidité

- Une définition surtout 'par exclusion' → on sait surtout ce que les dys ne sont pas, mais on ne sait pas vraiment ce qu'ils sont...

- Quels tests sont valides ? → quelles sont les compétences concernées ?

Il est nécessaire d'utiliser un ensemble de tests

→ Faire un bilan, pour tester un ensemble de compétences

Hypothèse diagnostic basée sur :

- le profil sur les tests
- l'analyse qualitative (stratégies, justification, prise en compte des facteurs psychologiques telle l'anxiété...)
- l'histoire développementale
- les difficultés rencontrées → conséquence sur la vie quotidienne

## Qu'est ce que la dyscalculie ?

**Problèmes de définitions :**

- Le seuil → quand parler de trouble ?

2ET ? 5e Centile ? 10e centile ? 18 mois de retard ?

Ceci renvoie également à la question de la prise en compte de mécanismes de compensation

→ ressources familiales (NSC, disponibilité...)

→ ressources intellectuelles

- Quelle en est l'origine ?

De nombreuses hypothèses

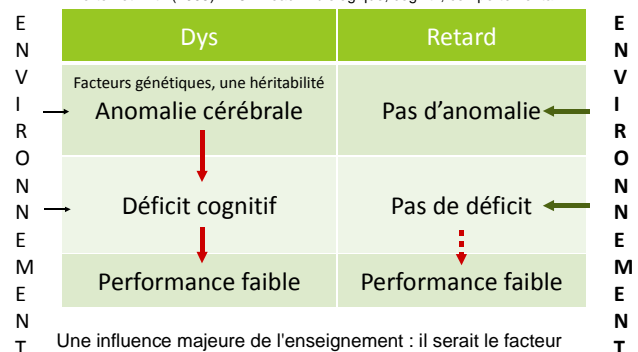
⇒ renvoie à la variabilité du trouble → un trouble hétérogène

⇒ renvoie aux systèmes de classification

Malgré les avancées, il est trop tôt pour inclure l'origine dans une définition consensuelle

## Approche neuropsychologique

Morton et Frith (1995) → 3 niveaux : biologique, cognitif, comportemental



Une influence majeure de l'enseignement : il serait le facteur principal en cas de retard

Un travail rééducatif permettra de distinguer un retard d'un réel trouble → critère de persistance

# Origine neurologique

Cerveau et dyscalculie :

Un réseau et des zones spécialisées

- Multiplication simple : left parietal cortex
- Complex exercices : both centroparietal areas,
- Arithmetic : bilateral activation of prefrontal and inferior parietal cortices
- Arithmetic task is an exact language-dependent calculation : large area in the left inferior frontal lobe
- Number approximation : both parietal lobes.
- Subtraction : medial left intraparietal sulcus
- Phonemic and subtraction tasks : posterior regions of the left intraparietal sulcus

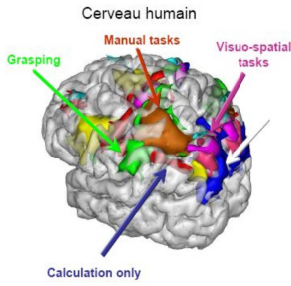


Image Stanislas Dehaene

Issus de la revue de Shalev (2004)

# Origine cognitive

Les causes cognitives :

- Un déficit de mémoire de travail

→ altérerait les capacités de calcul mental et le stockage et la récupération des faits numériques et arithmétiques en mémoire  
*une hyp de la dyslexie également*

- Un déficit visuo-spatial

→ altérerait l'écriture/lecture des nb, les représentations spatiales facilitant les opérations, les techniques des opérations posées...

plutôt chez les garçons que chez les filles

# Origine cognitive

- Un déficit du « module numérique »

→ Etudes des capacités numériques innées (études chez le bébé), et partagées par d'autres espèces (études chez les animaux)

Deux systèmes :

- un qui permet la reconnaissance et la discrimination précise de petites quantité
- un qui permet la reconnaissance et la discrimination de grande quantité mais approximative

↳ Sillon intrapariétal bilatéral → lié aux aires du langage

→ impliqué dans le contrôle des doigts

↳ lien avec le Sdr de Gerstmann

→ Perte de matière grise dans ces zones pour deux atteintes associées à la dyscalculie : la grande prématurité et le sdr de Turner

# Origine cognitive

Le modèle du triple code (Dehaene, 1992, 1997)

→ 3 formats de représentation de l'information numérique :

- une représentation analogique → code la magnitude du nombre ; elle peut être comparée à une ligne numérique, d'autant plus compressée et moins précise qu'on avance dans les grands nb

- un code verbal → comptage, apprentissage et maintien des faits numériques

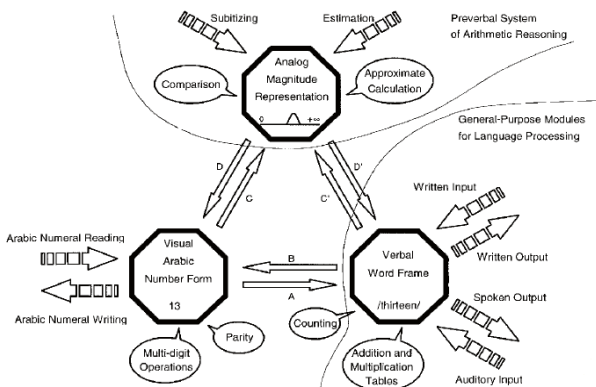
- un code visuel → calcul écrits, au travers d'une grille spatiale permettant de manipuler les chiffres arabes, jugement de parité

+ des connexions directes entre ces 3 zones indépendantes

Un modèle qui s'appuie sur des arguments en neuroimagerie et l'étude de troubles acquis

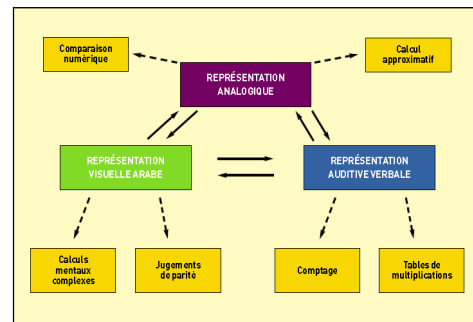
# Origine cognitive

Le modèle du triple code



# Origine cognitive

Le modèle du triple code



(image de Lemer, 2003)

## Le bilan neuropsychologique

Face à des difficultés en mathématiques (voir signe d'alertes) :

- Anamnèse, Entretien
- Bilan : épreuves standardisée et observation qualitative
- Analyse et hypothèses diagnostiques
- Orientation de la prise en charge, si indiquée

## Le bilan neuropsychologique

### Le contenu du bilan

- basé sur des modèles neuropsychologiques des habiletés mathématiques, et du développement des fonctions cognitives en général
- TEDI-MATHS : version petits (GSM à CE2) et grands (CE2 à 5ème) ; Zareki-R (6 ans à 11 ans) + tests complémentaires
- La numération :
  - L'acquisition de la chaîne verbale – le système numérique oral, son automatiser
  - La représentation spatiale – échelles de nombres
  - Le transcodage – le système numérique écrit (lecture et écriture de nombres)

## Le bilan neuropsychologique

### Le contenu du bilan

- Les processus de quantification (dénombrement, subitizing, estimation)
- Le système en base 10 (avec jetons, dans les opérations...)
- Les opérations : observation des stratégies (l'utilisation d'objets, le comptage sur les doigts, le comptage verbal, les décompositions et la récupération directe en mémoire du résultat) et de leur efficacité - à l'oral, à l'écrit, avec matériel concret  
→ Calcul mental et opérations posées
- Les faits arithmétiques (mémorisés)
- La résolution de problèmes (choix de l'opération, stratégies, efficacité du calcul...)

## Le bilan neuropsychologique

Les fonctions indirectement reliées :

### A un niveau proximal :

- le raisonnement
  - la mémoire de travail
  - le planification
  - l'analyse visuo-spatiale
  - le sensori-moteur
  - la mémoire
  - le langage oral, le langage écrit → orthophonie
- logique, QI, développement global
- fonctions exécutives
- fonctions visuo-practo-spatiales

## Le bilan neuropsychologique

Les fonctions indirectement reliées :

### A un niveau plus global :

- les fonctions exécutives, l'attention → TDAH ?
  - les fonctions visuo-practo-spatiales → TAC/Dyspraxie ?
  - le langage oral → Dysphasie ?
  - le langage écrit → Dyslexie ?
- Bilan orthophonique

Le diagnostic dans un contexte de troubles associés/comorbidité repose sur l'analyse et l'expertise du clinicien : **le trouble semble-t-il pouvoir rendre compte 'à lui seul' du trouble rencontré en mathématiques ?**  
+ observation de l'évolution en fonction des prises en charge

## Prévalence

Entre 3,6% et 7,7% dans la population générale (Inserm, 2007)

Touche autant les filles que les garçons

### En contexte de prématurité :

Corrélations avec le temps de gestation et le poids de naissance

Un des troubles d'apprentissages le plus fréquent

e.g. : chez les enfants à très faible poids de naissance : 23% de difficultés spécifiques en mathématiques contre 10% en lecture (Isaacs et al 2001)

# Prévalence

Jaekel et Wolke (2014) Sample characteristics according to GA groups (cases with severe neurologic impairment excluded : N = 26)

	<32 wk n = 206	32-33 wk n = 85	34-36 wk n = 200	37-38 wk n = 183	39-41 wk n = 248
GA	29.64 (1.50)	32.52 (0.50)	35.12 (0.76)	37.54 (0.50)	40.0 (0.70)
Birth weight	1313 (345)	1663 (378)	2225 (553)	2834 (528)	3463 (424)
General cognitive impairment (<-1 SD†)	41.6%	34.5%	21.8%	16.3%	13.7%
General mathematic impairment (<-1 SD†)	39.4%	31.0%	18.8%	14.1%	14.9%
Specific dyscalculia‡	22.6%	18.4%	9.4%	12.5%	13.7%
Specific dyscalculia§	6.2%	5.7%	3.0%	1.1%	3.6%

† Variables were z-standardized according to the healthy full term control children's scores (n = 248).

‡ Dyscalculia scores were calculated with a regression predicting Mathematic Test scores by K-ABC MPC scores (residuals <-1 SD below mean), and are thus independent of general IQ.

§ Fixed cut-off scores: math test scores <10th percentile, IQ scores >15th percentile.

# Prévalence

Prévalence et comorbidité :

## Avec la dyslexie :

- entre 17 et 70% des enfants dyslexiques présentent un trouble des mathématiques
- entre 11 et 56% des enfants dyscalculiques présentent un trouble du langage écrit

(données issues du rapport INSERM et de la présentation de Kristina Moll, 2012)

→ variation selon les études, car variation des critères : difficultés en orthographe seulement pour les plus laxistes

⇒ c'est souvent un critère de persistance et de sévérité du trouble (moins bon pronostic), mais pas de différence qualitative

➔ Des facteurs de risque communs : processus phono ? MDT vbale ? → comorbidité multifactorielle complexe (Wilson et al 2015)

# Prévalence

Prévalence et comorbidité :

**Avec le TDAH :** entre 15 et 26% des enfants dyscalculiques présentent aussi un TDAH (Lindsay et al., 2001)

⇒ c'est souvent un critère de persistance et de sévérité du trouble (moins bon pronostic), mais pas autant que l'association avec la dyslexie

➔ un "double déficit" ou cause commune ? les difficultés en mathématiques sont causées par le trouble attentionnel ?

Mais selon Monuteaux et al (2005) : une héritabilité indépendante

**Avec la dyspraxie :** 88% des enfants avec un TAC ont de plus faibles habiletés mathématiques (Vaivre-Douret et al. 2011)

25% des enfants dyscalculiques ont des pb moteurs

31% des enfants avec TAC ont des pb mathématiques (Pieters et al 2012)