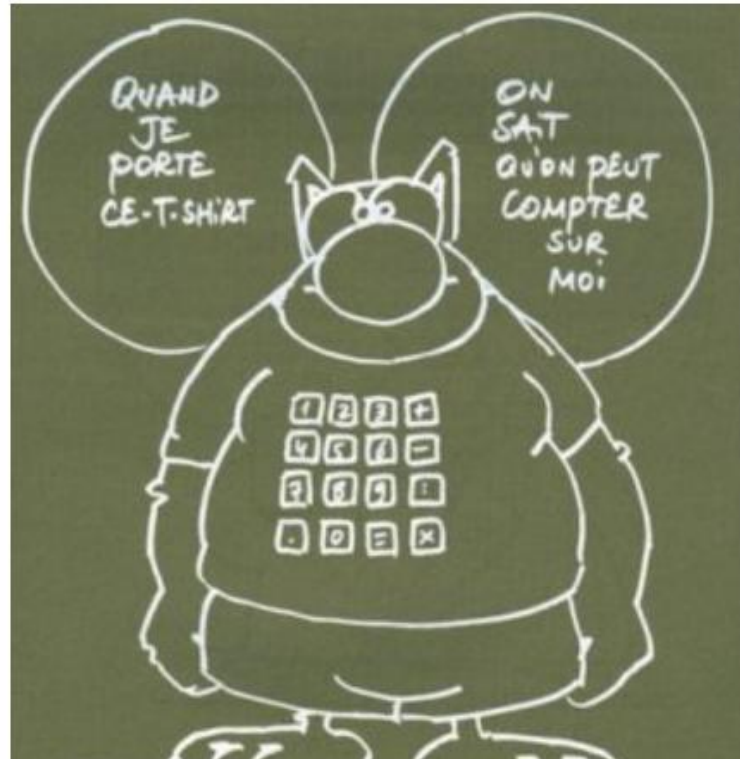


# Mieux comprendre les troubles du calcul



**Brigitte Stanké, Ph.D., MOA et M.Sc. Mathématiques**  
**Professeure à L'UdeM**

# Plan

- Développement de la numératie
  - Processus de quantification
  - Transcodage
  - Faits arithmétiques
  - Algorithmes de calcul
- Dyscalculies
- Intervention
  
- Résolution de problèmes mathématiques
- Intervention (suite)

- Chiffres
- Nombres
- Numéros

# Processus de quantification

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
    - Transcodage
  - Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul

# Développement de la chaîne numérique verbale

Van Rompaey, 2005

- Niveau chapelet (mots-nombres non compris)
- 5 ans : Chaîne insécable (mots-nombres compris)  
1, 2, 3, 4...
- 6 ans : Chaîne sécable et à rebours
- 7 ans : Chaîne dénombrable (nombre qui précède)

# Compétence des élèves au préscolaire

- 4 ans :
  - Récite la comptine des nombres jusqu'à 16 ou 17
- 5 ans :
  - Récite la comptine des nombres jusqu'à 28
  - Trouve le nombre qui suit ou qui précède
- 5 ans et demi :
  - Récite la comptine jusqu'à quarante
- 6 ans :
  - Récite la comptine jusqu'à quarante

# Compétence des élèves au préscolaire

Savoir réciter n'est ni connaître complètement  
ni savoir utiliser

# Rôle de la langue dans l'apprentissage de la chaîne verbale

Fayol, M., Camos, V., & Roussel, J. L. (2000). Acquisition et mise en œuvre de la numération par les enfants de 2 à 9 ans. *Neuropsychologie des troubles du calcul et du traitement des nombres*, 33-58.

	Français	Anglais	Chinois
1	un, une	one	yi
2	deux	two	er
3	trois	three	san
10	dix	ten	shi
11	onze	eleven	shi yi
12	douze	twelve	shi er
13	treize	thirteen	shi san
20	vingt	twenty	er shi
21	vingt et un	twenty-one	er shi yi
22	vingt-deux	twenty-two	er shi er
23	vingt-trois	twenty-three	er shi san



# Rôle de la langue dans l'apprentissage de la chaîne verbale

Fayol, Camos et Roussel, 2000

- shi yi = dix un = 11
- er shi san = deux dix trois = 213

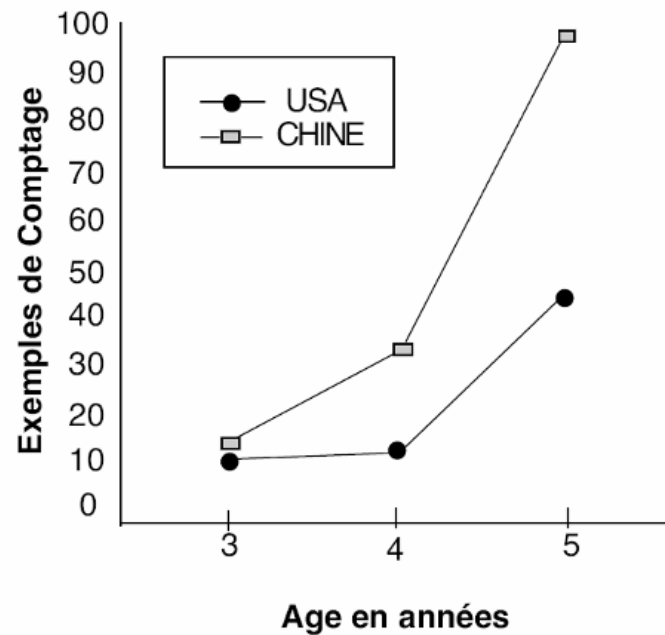
# Rôle de la langue dans l'apprentissage de la chaîne verbale

Fayol, Camos et Roussel, 2000

- Les jeunes français doivent apprendre par cœur la chaîne numérale de 1 à 16, au lieu de 1 à 10 pour les jeunes asiatiques.

# Rôle de la langue dans l'apprentissage de la chaîne verbale

Fayol, Camos et Roussel, 2000



# Rôle de la langue dans l'apprentissage de la chaîne verbale

- Performances significativement inférieures à celles des jeunes chinois dès que ceux-ci doivent compter au-delà de 10.
- Supériorité se maintient tout au long du primaire.

# Rôle de la langue dans l'apprentissage de la chaîne verbale

Fazio, 1996

Étude longitudinale d'une population d'enfants SLI

- Retard important dans l'apprentissage de la chaîne verbale
- Difficulté d'accès lexical

# Difficultés rencontrées

- Difficulté d'évocation
- Difficulté de mémoire

# Processus de quantification

- Chaîne numérique verbale
  - **Dénombrement**
    - Transcodage
  - Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul

# Dénombrement

Camos, 2006

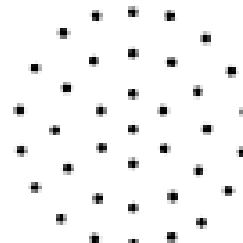
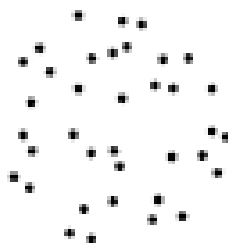
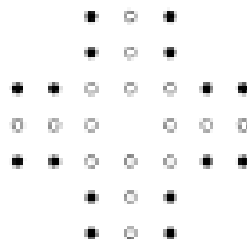
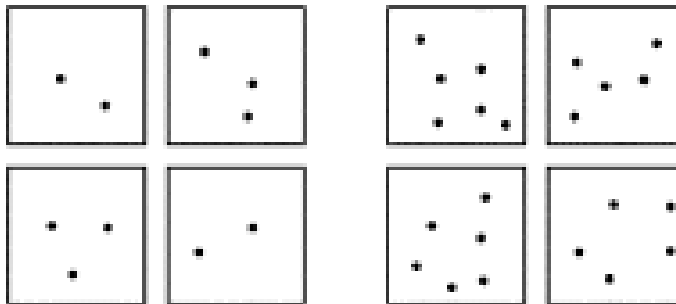
- Subitizing (subitisation)
- Dénombrement par comptage
  - Estimation



# Subitizing

Acquis dès 4 ans

Fait appel à la mémoire à court terme visuelle



# Dénombrément par comptage

Instrument qui permet de construire les concepts de nombre en attribuant à chacun des objets un nom de nombre.

# Dénombrément par comptage

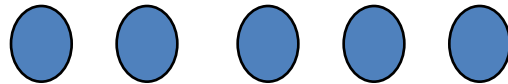
- Permet de résoudre les premières additions et soustractions avec de petites collections
- S'appuie sur la connaissance de la chaîne numérique verbale

# Apprentissage du dénombrement par comptage

Gelman et Meck, 1983

- **Stabilité de l'ordre** : dénomination fixe des suites de nombres (comptine des nombres)

1 2 3 4 5 6 ... et non 1 2 5 4



- **Correspondance terme à terme** de chaque élément compté correspond à un mot-nombre dès 3 ans

# Apprentissage du dénombrement par comptage

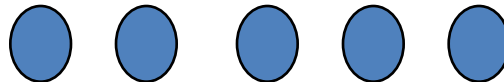
Gelman et Meck, 1983

- **Cardinalité** : dernier élément dénombré donnant la quantité de la collection

1 2 3 4 **5**

- **Abstraction** : hétérogénéité des objets n'a pas d'impact sur leur dénombrement

- **Non-pertinence de l'ordre** :



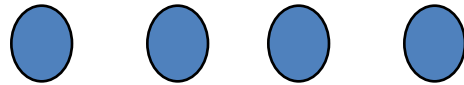
# Apprentissage du dénombrement par comptage

Gelman et Meck, 1983

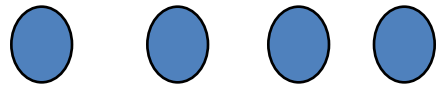
- Précédé par le geste
- Traitement jusqu'à 3 et 4 d'abord par manipulation

# Difficultés rencontrées lors du dénombrement

- Difficultés d'attention



- Mauvaise coordination visuo-motrice



- Non-maîtrise de la comptine des nombres

1 2 3 5 2

- Difficultés de compréhension de la cardinalité

1 2 3 4 5

# Compétence des enfants au préscolaire

- À 4 ans :
  - estime une quantité par subitising
  - dénombre par comptage des petites quantités
- À 5 ans :
  - dénombre par comptage, mais fait encore des erreurs



# Compter sur les doigts



# Compter sur les doigts

Guedin, N., Thevenot, C., & Fayol, M. (2017). Des doigts et des nombres. *Psychologie Française*.

- Étape **essentielle** pour apprendre à calculer
- Troubles décrits chez l'enfant ou l'adolescent affectant à la fois la perception tactile et les habiletés arithmétiques
- Acquisition des capacités numériques perturbée lorsque les représentations mentales des doigts ne se développent pas normalement

# Compter sur les doigts

Les doigts permettent de

- représenter les nombres dans le monde physique;
- réaliser certaines opérations arithmétiques;
- comprendre le système numérique en base 10;
- comprendre le principe de la correspondance terme-à-terme;
- assimiler le principe de l'ordre stable.

# Compter sur les doigts

- Même les adultes ont recours à leurs doigts, surtout lorsqu'ils sont en double tâche.
- La simple présence de chiffres, dans une tâche sans aucun calcul, déclenche une activation automatique et inconsciente des trajets musculaires associés aux représentations corticales des doigts.

# Stratégies de comptage

- Utilisation d'objets (dès 3 ans)
- Comptage sur les doigts
- Comptage verbal
- Décompositions
- Récupération directe en mémoire du résultat
- + Stratégie d'addition indirecte pour les soustractions

# Dénombrément par comptage

Le dénombrement permet de prédire les capacités numériques des enfants ayant un trouble spécifique.

# Developmental trajectory in the relationship between calculation skill and finger dexterity: A longitudinal study<sup>1</sup>

ATSUSHI ASAKAWA\* and SHINICHIRO SUGIMURA *Hiroshima University*

---

**Abstract:** A 2-year longitudinal study of 33 children aged 4–6 years was conducted to clarify the developmental relationship between calculation skill and finger dexterity, as well as the selectivity of the predictive power of finger dexterity on later calculation skill. We examined individual developmental change in the relationship between addition performance and finger dexterity and observed whether children fit a linear developmental pattern. Multiple regression analysis showed that participants' performance on addition tests was strongly predicted by their finger dexterity. However, their performance on vocabulary tests was not strongly influenced by finger dexterity. These findings suggest that calculation skill in children aged 4–6 years is strongly related to finger dexterity.

**Key words:** calculation skill, finger dexterity, developmental trajectory, longitudinal study, early childhood.

---

# Estimation

Wang, J. J., Halberda, J., & Feigenson, L. (2017). Approximate number sense correlates with math performance in gifted adolescents. *Acta Psychol (Amst)*, 176, 78-84

- La ligne numérique mentale permet de se représenter de façon imprécise une quantité sans avoir à la compter.





# Caractéristique de l'estimation

- L'effet de taille : deux grands nombres sont plus difficiles à comparer que deux nombres plus petits



# Processus de quantification

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
    - Transcodage
  - Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul

# Transcodage

Passer d'un code à un autre

- Système numérique verbal  
/sis/ = six
- Système numérique arabe  
6
- Système numérique romain  
VI



QUAND  
ON MONTRE  
"DEUX"  
AVEC  
LES DOIGTS

ÇA FAIT  
"CINQ"  
EN CHIFFRES  
ROMAINS

# Systeme numérique verbal

Le système numérique verbal est composé d'un lexique, d'une syntaxe et d'une sémantique.

# Systeme numerique verbal

- Les primitives : un à dix, vingt, cent, mille...
- Les particuliers : onze (1-10), douze (2-10),..., seize (6-10)  
Zehn = 10 en allemand
- Les dizaines : trente ( 3 x 10) à soixante (6 x 10)
- Les multiplicateurs : cent, mille, million...

# Systeme numerique verbal

Types de relations pour exprimer un nombre

- Additive : « dix-neuf », qui signifie  $10 + 9$
- Multiplicative : « deux-cents », qui signifie  $2 \times 100$
- Mixte (additive et multiplicative) : « deux-cent-un » qui signifie  $(2 \times 100) + 1$

# Systeme numérique arabe

Le système numérique arabe comprend un lexique et une syntaxe.

- Lexique : composé de 10 chiffres (0, 1, 2, ..., 9), ordonnés de façon croissante.



# Particularités du système numérique arabe

- « 2 » fait référence à « deux » dans « 32 »
- « 2 » fait référence à « vingt » dans « 24 »
- « 2 » fait référence à « deux cents » dans « 213 »  
etc.

# Difficultés rencontrées

## Erreurs lexicales

- Respect du **nombre** de chiffres ou de mots, mais remplacement d'un ou plusieurs chiffres ou mots

«six » écrit « 9 »

«six » écrit « 7 »

« 25 » écrit « 52 »

# Difficultés rencontrées

## Erreurs syntaxiques

- L'enfant écrit ce qu'il entend : **le nombre de chiffres est généralement différent**  
« trois cents » écrit « 3 100 » (erreur littérale)  
« quatre-vingt-douze » écrit « 412 » (erreur partielle)

# Développement du transcodage

- 5 ans : lecture et écriture des nombres 1 à 9
- 6 ans : lecture et écriture des structures à deux chiffres (particuliers, dizaines)
- 7 ans : lecture et écriture des structures à trois chiffres sont en voie d'acquisition (77 % de transcodages adéquats)
- 8 ans : maîtrise presque totale

# Rôle du langage dans le transcodage

Seron et Fayol, 1994

Français (de France et de Wallonie)

- Les erreurs syntaxiques dominant.
- Les jeunes Français commettent plus d'erreurs syntaxiques.

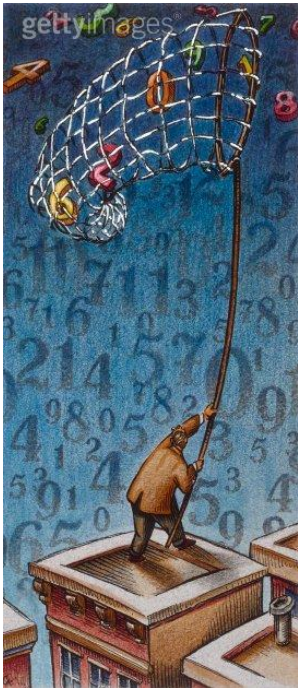
70 (soixante-dix) et 90 (quatre-vingt-dix)  
(soixante-dix-huit - 6018)

# Rôle de la langue dans l'apprentissage du transcodage

Cowan et al., 2005

- Les SLI montrent des difficultés dans le transcodage.

# Processus de quantification



- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
  - Transcodage
  - **Faits arithmétiques**
- Algorithmes de calcul

# Faits arithmétiques

- L'enfant apprend des tables d'opération (additions, soustractions...) qui sont mises en mémoire à long terme et réactualisées lors des calculs.



# Développement

- Les doublons sont retenus et résolus avec plus de facilité et de rapidité (Barrouillet & Camos, 2006).
- Plus les opérandes sont grands, plus il faut de temps pour retrouver la réponse en mémoire (Lemer, 2004).

# Difficultés rencontrées

- Incapacité à mémoriser les tables 9 x 6 heu....
- Incapacité à accéder rapidement aux faits 9 x 6 heu....

# Rôle du langage dans la production des faits arithmétiques

Fazio, 1996 et 1999

- Les enfants SLI ont plus de difficultés à mémoriser les faits.
- Les enfants SLI ont des difficultés dans le rappel rapide des faits arithmétiques.

# Rôle du langage dans la production des faits arithmétiques

Delazer, 2000

- Les personnes aphasiques commettent plus d'erreurs dans les faits arithmétiques, sans que ces erreurs puissent s'expliquer par des difficultés de production.
- Les tables de multiplication particulièrement échouées chez les personnes ayant une aphasie.

# Rôle du langage dans la production des faits arithmétiques

Kritzer, 2009

- Les enfants sourds ont de la difficulté à avoir recours aux faits arithmétiques. (Kritzer, 2009)

# Processus de quantification

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
  - Transcodage
- Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul



# Algorithme de calcul

- Les algorithmes orientent l'enfant vers la procédure à effectuer sans qu'il ait compris nécessairement le concept, la transformation positive ou, à l'inverse, l'enfant comprend le calcul, mais se trompe dans la manipulation de l'algorithme.

# Développement des stratégies de la résolution des additions

4 ans

- Comptage sur les doigts ( $2 + 3$ ) :  
l'enfant lève les 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> doigts;  
il observe ses doigts sans compter.



# Développement des stratégies de la résolution des additions

4 ans

- Stratégie du comptage sur les doigts à partir de 1
- Stratégie du comptage verbal à partir de 1
- Devinette
- Récupération en mémoire

# Développement des stratégies de la résolution des additions

5 ans

- Max : stratégie du maximum à partir du premier nombre ( $2 + 5 = 34567$ )
- Min : stratégie du minimum à partir du plus grand nombre ( $2 + 5 = 67$ )

# Développement des stratégies de la résolution des additions

5 ans

4. Récupération directe en mémoire des faits arithmétiques
5. Procédure de décomposition, qui nécessite de mettre en œuvre des procédures séquentiellement organisées

# Algorithmes de calcul

- Les algorithmes permettent d'effectuer des opérations qui ne peuvent plus se faire par comptage.

$$43 + 54 = ?$$

$$\begin{array}{r} 43 \\ + 54 \\ \hline ? \end{array}$$

# Développement du transcodage

- 5 ans : lecture et écriture des nombres 1 à 9
- 6 ans : lecture et écriture des structures à deux chiffres (particuliers, dizaines)
- 7 ans : lecture et écriture des structures à trois chiffres sont en voie d'acquisition (77 % de transcodages adéquats)
- 8 ans : maîtrise presque totale

# Difficultés rencontrées

- Application de la procédure de calcul erronée
  - Gestion des emprunts erronée
- Difficulté d'organisation spatiale

# Difficultés rencontrées pour réaliser une addition

Mêmes stratégies

- Utilisation moins fréquente de la stratégie MIN
- Utilisation plus fréquente du comptage sur les doigts
- Peu d'amélioration dans la récupération des faits arithmétiques
- Plus d'erreurs dans la récupération

# Soustraction

1. Soustraction par comptage à rebours si les deux nombres sont proches
2. Récupération directe en mémoire des faits arithmétiques
3. Procédure de décomposition qui nécessite de mettre en œuvre des procédures séquentiellement organisées



# Multiplication

$$6 \times 3$$

- Addition répétée ( $3+3+3+3+3+3 = 18$ )
- Décomposition ( $6 \times 3 = 3 \times 5 + 3 = 15 + 3 = 18$ )
- Récupération directe de la solution en mémoire

# Rôle du langage dans la réalisation des opérations arithmétiques

Cowan et al., 2005; Donlan et al., 2007; Fazio, 1996; Jordan et al., 1995; Kleemans et al., 2012; Samelson, 2009

- Les SLI montrent un retard, bien qu'ils comprennent le principe des algorithmes.

# Rôle du langage dans la réalisation des opérations arithmétiques

- De nombreux travaux attestent que les enfants asiatiques (Chine, Corée, Japon, etc.) obtiennent des performances supérieures aux enfants occidentaux dans les algorithmes.

# Rôle du langage dans la réalisation des opérations arithmétiques

- Les bi- ou trilingues tendent à effectuer les opérations arithmétiques dans une seule langue, en général celle dans laquelle ils ont appris l'arithmétique.
- Leurs performances sont meilleures lorsque les problèmes à résoudre leur sont présentés dans leur langue maternelle.

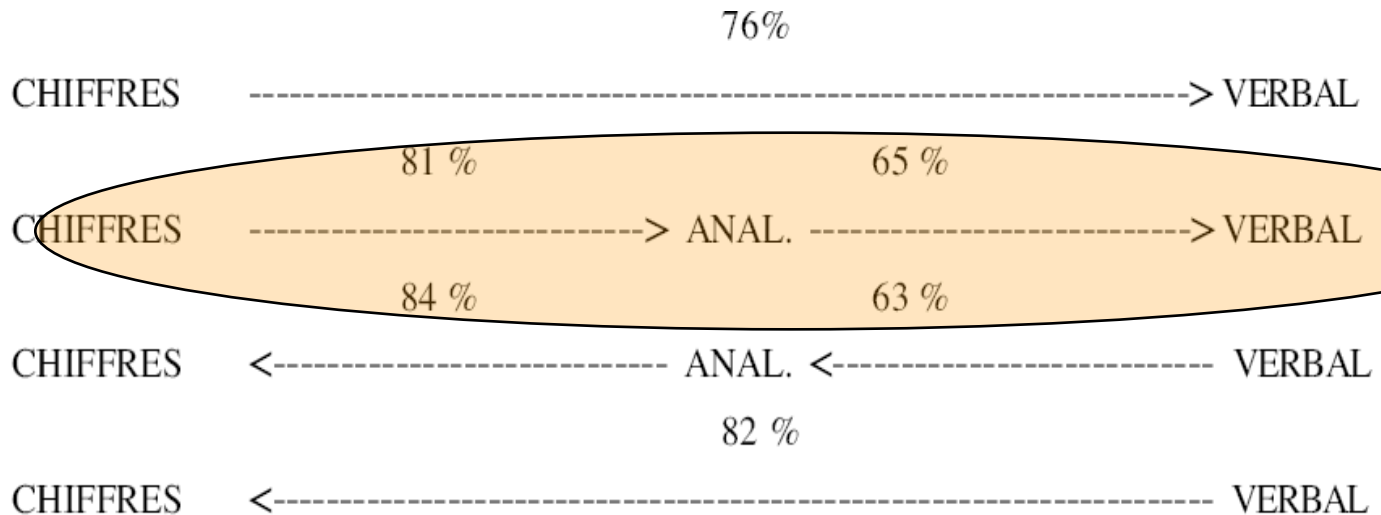
# Rôle du langage dans la réalisation des opérations arithmétiques

Delazer, 2000

- Chez les aphasiques, l'addition est mieux préservée que la soustraction ou la multiplication.
- Les taux d'erreurs sont corrélés à la sévérité du déficit langagier.

# Transcodage

Jarlegan, Fayol et Barrouillet, 1996



**Figure 5:** Pourcentages de réussite aux différentes épreuves de transcodage (VERBAL = code alphabétique lettres, CHIFFRES = code en chiffres, digits , ANAL. = représentation analogique).

Enfants de 2<sup>e</sup> année. Les transcodages entre code verbal et code arabe ne transitent pas nécessairement par une représentation intermédiaire sémantique et amodale

Travail en sous-groupes

# Travail en sous-groupes

Wilberth 5 ans

- Comptine des nombres : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 7, 8...
- Dénombrement d'une collection de 4 éléments :  
récite la comptine des nombres tout en pointant chaque élément : 1, 2, 3, 4. Dit qu'il y a 5 éléments.



# Travail en sous-groupes

Julien 6 ans

- Comptine des nombres : *1, 2, 3, 5, 9, 2...*
- Dénombrement d'une collection de 3 éléments : compte un à un les éléments et dit qu'il y a 3 éléments.
- Dénombrement d'une collection de 6 éléments : dit qu'il y a 3 éléments.

# Travail en sous-groupes

Fernando, 5 ans

- Comptine des nombres : compte seulement jusqu'à 10.
- Dénombrement d'une collection de 6 éléments :  
dénombre en ne faisant pas correspondre terme à terme les éléments. Il dit qu'il y a 8 éléments.

# Travail en sous-groupes

Roxanne 6 ans

Dictée de nombres

- Le nombre « treize » est écrit « 31 »
- Le nombre « dix-sept » est écrit « 106 »
- Le nombre « sept » est écrit « 6 »

# Modèle du calcul et de traitement des nombres de McCloskey, Caramazza et Basili (1985)

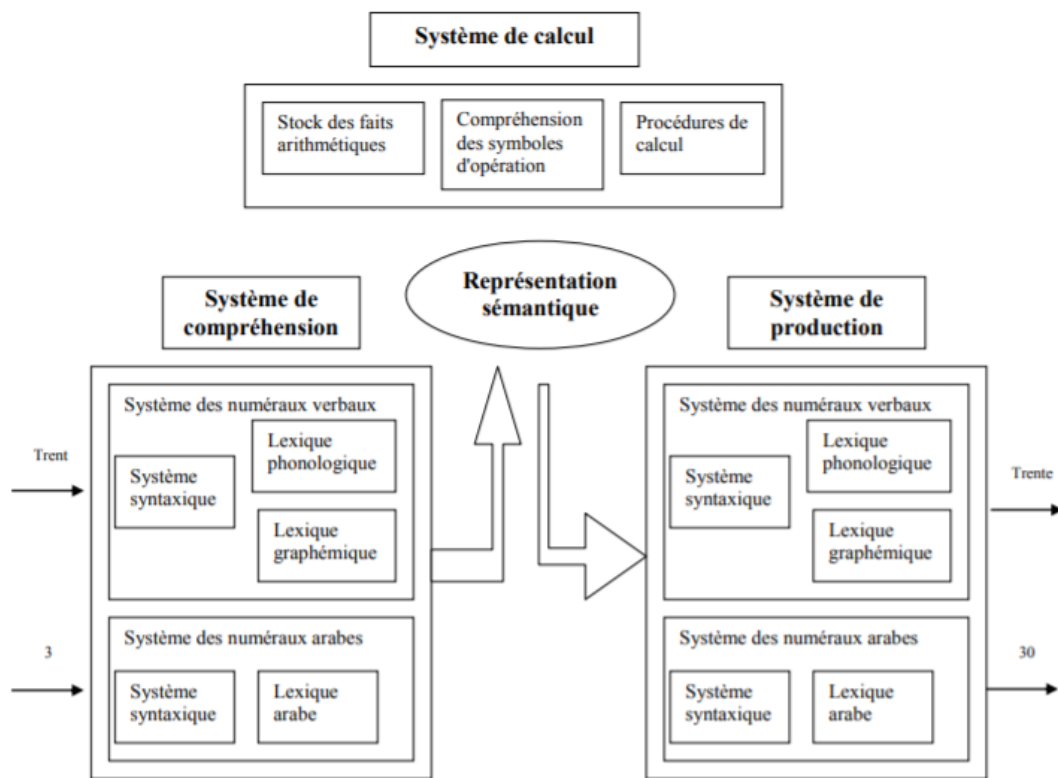
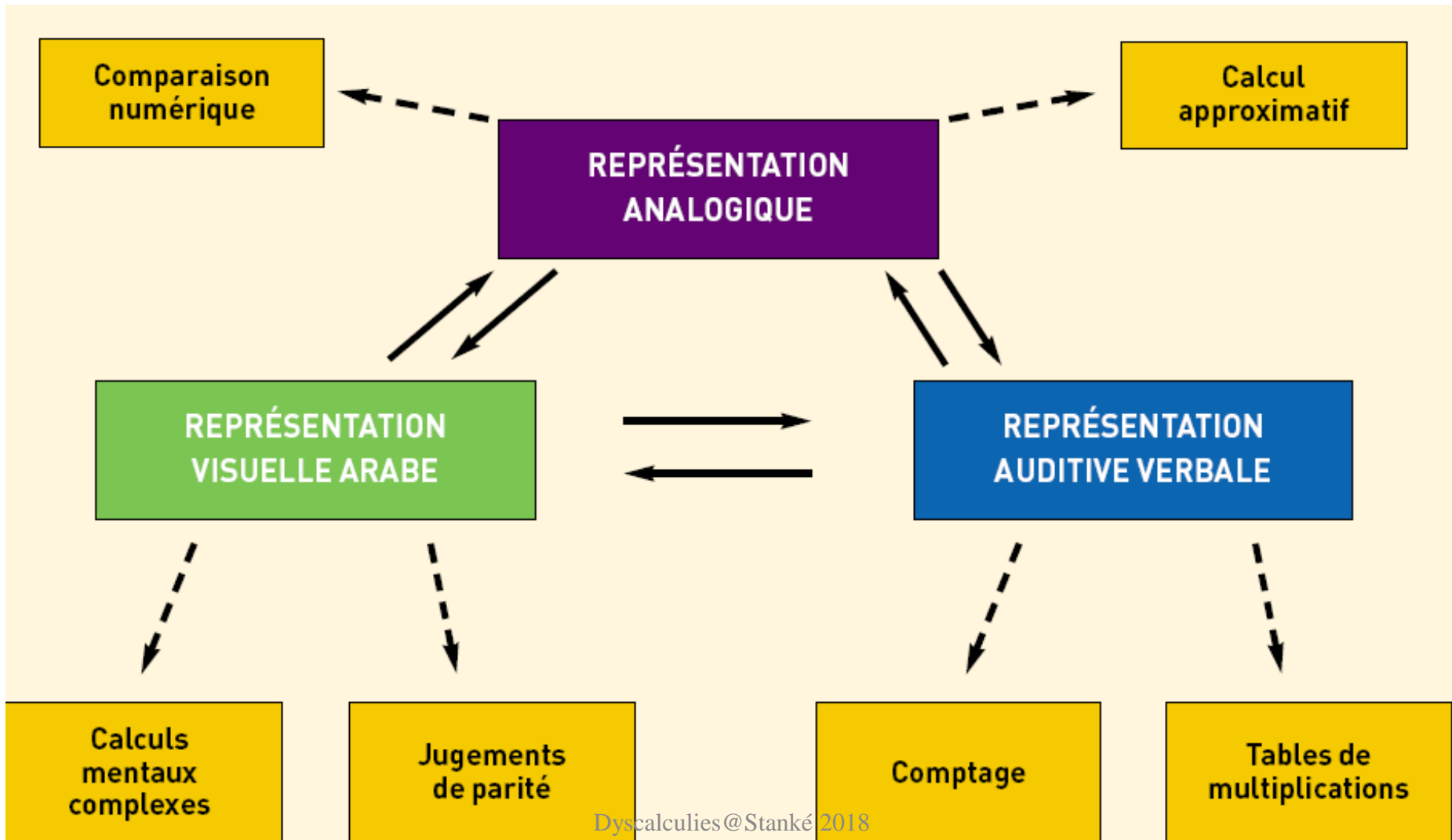


Figure 1.2.1 : Le modèle du calcul et de traitement des nombres de McCloskey, Caramazza et Basili (1985)

# Le modèle du « triple code » de

**Dehaene et Cohen, 1995**

Code verbal, code visuel arabe et code analogique



# Développement des capacités numériques

Von Aster & Shalev, 2007

Capacité en mémoire de travail	1 <sup>ère</sup> étape	2 <sup>ème</sup> étape	3 <sup>ème</sup> étape	4 <sup>ème</sup> étape
Représentation cognitive	Système central de la magnitude (cardinalité)  Quantité concrète	Système du nombre verbal /un/ /deux/ ...  Mots-nombres	Système du nombre arabe ..., 13, 14, ...  Chiffres	Ligne numérique mentale (ordinalité)  Image spatiale
Aire cérébrale	Bi-pariétale	Préfrontale gauche	Bi-occipitale	Bi-pariétale
Habilité	Subitizing, approximation, comparaison	Comptage verbal, stratégies de comptage, récupération des faits numériques	Calculs écrits, pair/impair	Calcul approximatif, pensée arithmétique
Période	Petite enfance	Maternelle	Ecole primaire	

# ADAPT

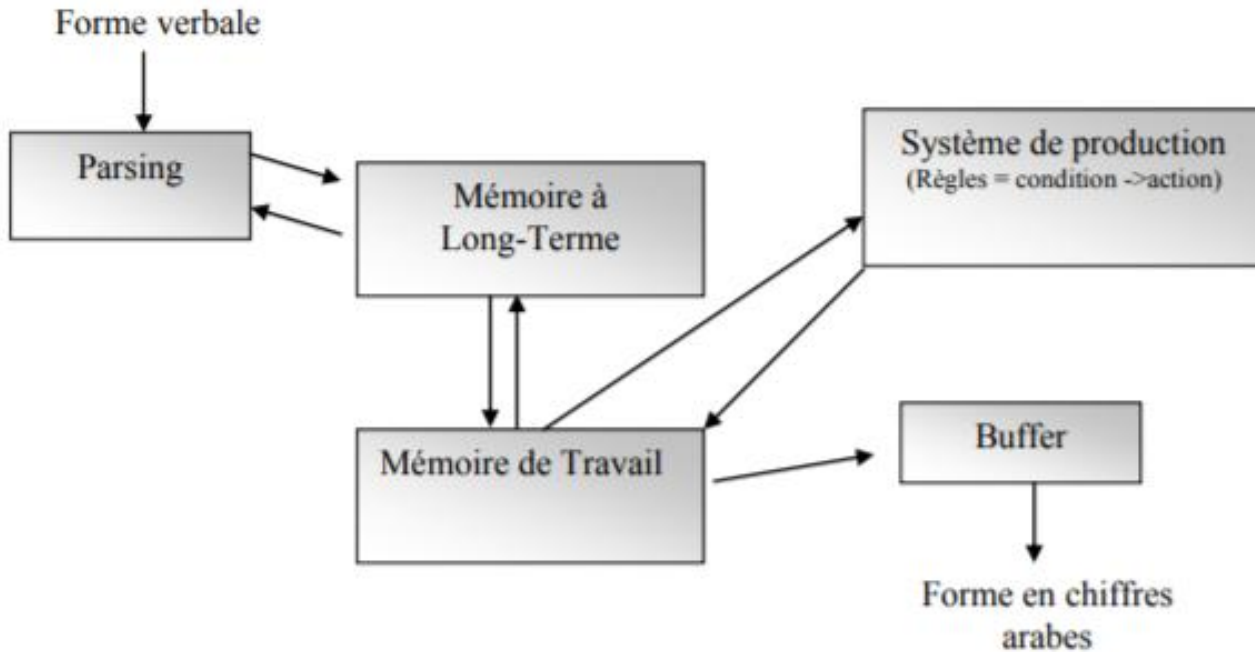


Figure 1.2.4: ADAPT est un modèle de transcodage des nombres de leur forme verbale en leur forme en chiffres arabes qui implique différentes structures du système cognitif.

« quatre cents » et « deux cent quarante quatre »

« quatre cents » et « deux / cent /quarante quatre »

# ADAPT

(A Developmental, Asemantic, and Procedural Transcoding model)

- « trois cent trente quatre »
- Entrée = unité → (P1) : récupérer « 3 » en MLT
- Entrée = cent → (P2b) : placer MDT en chaîne (3)  
cases vide = non → placer deux cases vides → 3 \_\_  
Lire l'entrée suivante
- Entrée « trente-quatre » → (P1) : récupérer « 34 » en MLT et le placer en MDT
- Entrée = fin, MDT = oui, cases vides = oui → (P4c) : placer MDT à droite dans les cases vides, vider MDT



# Dyscalculies

- À ce jour, il n'existe ni définitions, ni critères diagnostiques faisant consensus.

# Dyscalculie

Difficultés d'apprentissage des mathématiques  
et/ou des autres manipulations numériques  
dans le cadre d'une intelligence normale.

(Noël, 1998)

Dys = dysfonctionnement

Calcul = cailloux



# Trouble spécifique des apprentissages

American Psychiatric Association, 2015

- « A. Difficultés à apprendre et à utiliser des compétences scolaires ou universitaires, comme en témoigne la présence d'au moins un des symptômes suivants ayant persisté pendant au moins 6 mois, malgré la mise en place de mesures ciblant ces difficultés :

# Trouble spécifique des apprentissages

American Psychiatric Association, 2015

- [...] 5. Difficultés à maîtriser le sens des nombres, les données chiffrées ou le calcul (p. ex. a une compréhension médiocre des nombres, de leur ordre de grandeur et de leurs relations ; compte sur ses doigts pour additionner des nombres à un seul chiffre au lieu de se souvenir des tables d'addition comme le font ses camarades ; se perd au milieu des calculs arithmétiques et peut être amené à changer de méthode).

# Trouble spécifique des apprentissages

American Psychiatric Association, 2015

- Difficultés avec le raisonnement mathématique (p. ex. a de grandes difficultés à appliquer des concepts, des données ou des méthodes mathématiques pour résoudre les problèmes).
- [...] »

# Dyscalculie

## CIM-10

- La note obtenue aux épreuves, administrées individuellement, se situe à au moins **deux écarts-types** en-dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI.
- 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.

# Dyscalculie et trouble du raisonnement logico-mathématique

- Le trouble du calcul et le trouble du raisonnement logico-mathématique sont distincts (Legeay, 2013).

# Contributions génétiques

- Jumeaux monozygotes : si l'un est atteint, l'autre l'est également dans 70 % des cas
- Syndrome de Turner
- Syndrome de l'X fragile
- Syndrome de Williams





# Prévalence

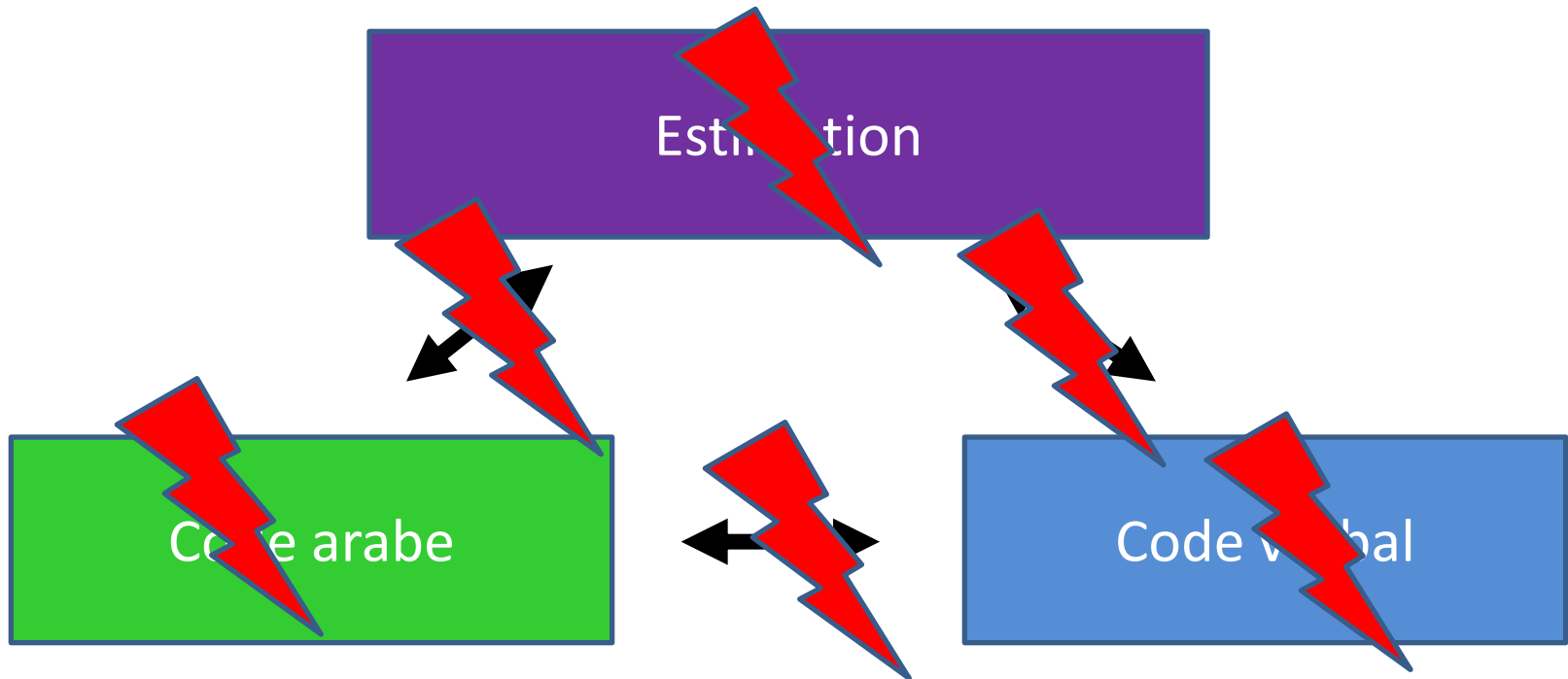
**Tableau 11.1 : Caractéristiques et résultats des principales études de prévalence de la dyscalculie sur d'importantes populations d'enfants d'âge scolaire**

Étude	N	Âges (années)	Critère d'inclusion	Critère d'exclusion	Dyscalculie (Taux en %)
Kosc, 1974	375	10-12	Batterie de tests <i>ad hoc</i>	QI < 90	6,4
Badian, 1983	1 476	7-14	Score < centile 20 <i>Stanford Achievement</i>	Aucun	6,4
Lewis et coll., 1994	1 056	9-10	Score standardisé < 85 <i>Group Mathematics Test</i>	Test PM Raven < 90	3,6
Gross-Tsur et coll., 1996	3 029	10-11	2 ans de retard Batterie de tests <i>ad hoc</i>	QI < 80	6,5
Desoete et coll., 2004	3 978	8-11	2 écarts-types de la moyenne Batterie de tests	Aucun	2,3 à 7,7 selon l'âge

# Hypothèses explicatives

- Troubles primaires
- Troubles secondaires

# Trouble primaire



# Troubles

Von Aster & Shalev, 2007

Capacité en mémoire de travail	1 <sup>ère</sup> étape	2 <sup>ème</sup> étape	3 <sup>ème</sup> étape	4 <sup>ème</sup> étape
Représentation cognitive	Système central de la magnitude (cardinalité)  Quantité concrète	Système du nombre verbal /un/ /deux/ ...  Mots-nombres	Système du nombre arabe ..., 13, 14, ...  Chiffres	Ligne numérique mentale (ordinalité)  Image spatiale
Aire cérébrale	Bi-pariétale	Préfrontale gauche	Bi-occipitale	Bi-pariétale
Habilité	Subitizing, approximation, comparaison	Comptage verbal, stratégies de comptage, récupération des faits numériques	Calculs écrits, pair/impair	Calcul approximatif, pensée arithmétique
Période	Petite enfance	Maternelle	Ecole primaire	

# Troubles secondaires

Gracia-Bafalluy & Noël, 2008 ; Geary, 2005 ; INSERM, 2007 ; George, 2010 ; Mussolin, De Volder, et al., 2010 ; Sousa, 2010

- Déficit de la mémoire de travail
- Trouble des habilités visuospatiales
- Trouble des gnosies digitales
- Trouble de la mémoire à long terme spécifique aux nombres
- Déficit de l'inhibition

# Cooccurrences

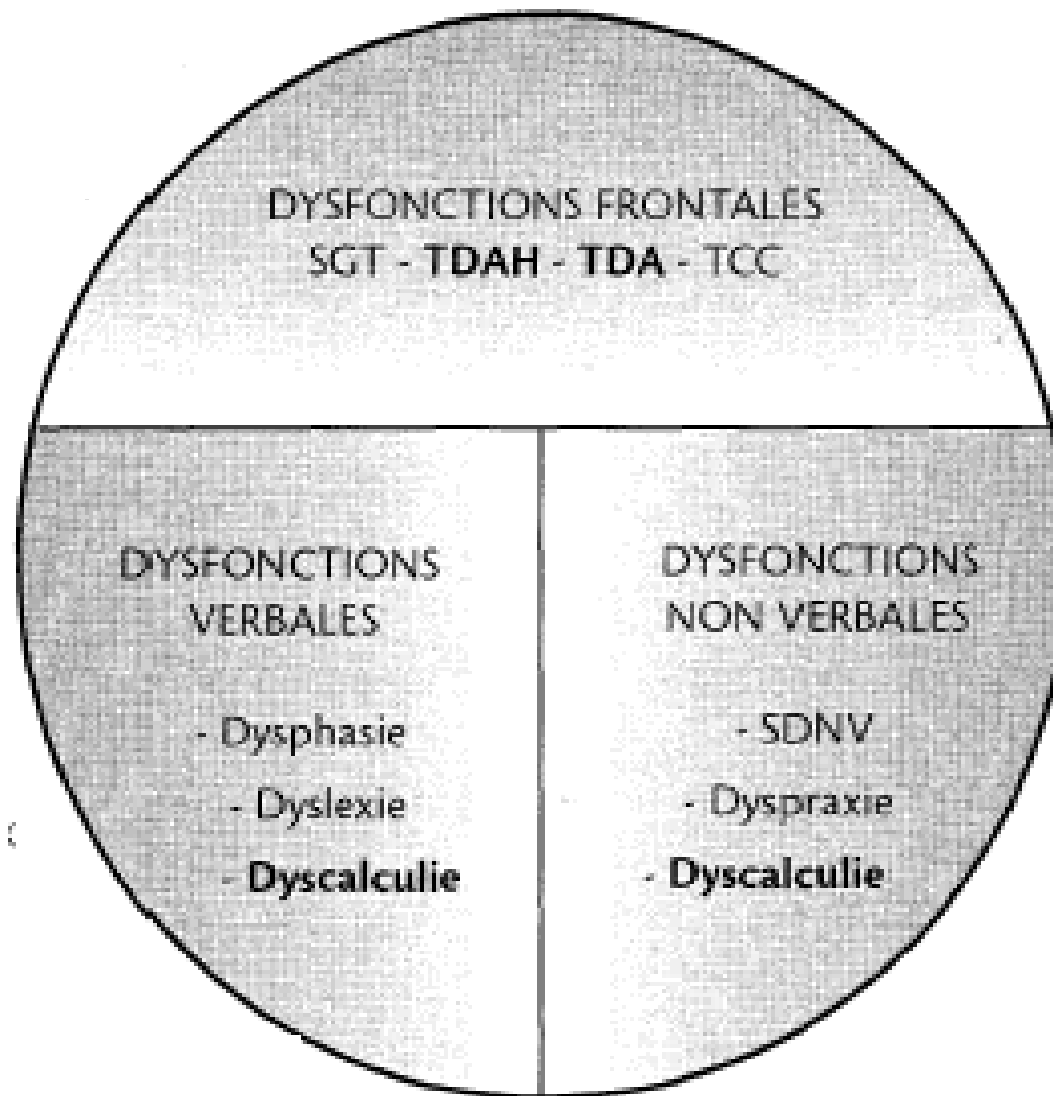
- 64 % des dyscalculiques ont des difficultés d'apprentissage de la lecture (Lewis et al., 1994).
- 51 % des dyscalculiques présentent des difficultés en orthographe (Ostad, 1998).
- 26 % des dyscalculiques ont un diagnostic de TDAH.
- 37 % des garçons et 25 % des filles avec dyscalculie ont des problèmes de comportement.

# Différentes dyscalculies

Van Hout, Meljac & Fischer, 2005

- Déficits verbaux révélant un dysfonctionnement de l'hémisphère gauche
- Déficits non verbaux

Figure 2 : Représentation schématique des aires cérébrales impliquées dans la dyscalculie





# Différentes dyscalculies

Classification par types de difficultés numériques

Temple, 1992 et Geary, 1993

- Dyscalculie numérale
- Dyscalculie des faits arithmétiques
- Dyscalculie procédurale
- Dyscalculie spatiale

# Dyscalculie numérique

- Difficulté de **dénombrement**
- Difficulté d'acquisition du calcul liée à un trouble de **transcodage** numérique

# Dyscalculie des faits arithmétiques

- La difficulté réside dans la restitution des faits arithmétiques en raison soit de difficultés d'accès aux connaissances stockées en mémoire à long terme, soit en raison de l'encodage défectueux de ces faits dans la mémoire à long terme.

# Dyscalculie procédurale

- La difficulté réside dans l'apprentissage des algorithmes de résolution.

# Dyscalculie spatiale

Cette forme de dyscalculie se caractérise par :

- l'incapacité du pointage adapté
- la confusion des signes arithmétiques
- l'inversion des chiffres
- des erreurs d'alignement de chiffres

# Travail en sous-groupes

## Christophe, 11 ans

- Aucune difficulté en lecture
- Lecture de chiffres arabes : « 1 » est lu « neuf », « 85 » est lu « quatre-vingt-deux »
- Dictée de nombres entendus en chiffres arabes : « vingt et un » est écrit « 28 »

Quel est le type de dyscalculie ?

# Travail en sous-groupes

## Christophe, 11 ans

- Numérale – erreurs de transcodage

# Travail en sous-groupes

## Isabelle, 12 ans

- Difficulté en lecture
- Lecture de chiffres arabes : « 6 », est lu « neuf » « 5 » est lu « sept »
- Dictée de nombres entendus en chiffre arabe : « vingt et un » est écrit « 12 », « 3 » est écrit « 3 »
- Confusion de signes arithmétiques  
« + » avec « x »...
- Opérations : erreurs d'alignement de chiffres en colonnes

Quel est le type de dyscalculie ?



# Travail en sous-groupes

## Isabelle, 12 ans

- spatiale et numérale – erreurs de transcodage en raison de difficultés lexicales

# Travail en sous-groupes

## Jimmy, 11 ans

- Lecture de chiffres arabes : « neuf » est lu «9»,  
« quatre-vingt-deux » lu « 82 »
- Dictée de nombres entendus en chiffres arabes : « vingt et un » écrit « 21 »,  
« cent un » écrit « 101 »

# Travail en sous-groupes

## Jimmy, 11 ans

- Opérations : «  $4 + 4 = ?$  », répond « 8 ».

$$\begin{array}{r} 124 \\ - 102 \\ \hline 026 \end{array}$$

Débute la soustraction par les centaines :  
( $1 - 1 = 0$ ) et ensuite ( $2 + 0 = 2$ ,  $4 + 2 = 6$ )

Quel est le type de dyscalculie ?

# Travail en sous-groupes

## Jimmy, 11 ans

Procédurale

# Évaluation informelle ?

- Le langage
- La chaîne numérique verbale
- Le comptage ou dénombrement
- Le transcodage
- Les faits arithmétiques
- L'algorithme de calcul

# Évaluation des troubles du calcul et du traitement des nombres

U.D.N 2

C. Meljac (élèves du primaire)

- Passation : individuelle
- Âge de passation : de 4 ans à 12 ans
- Critique : pas de recours à l'écrit ni de recours à la mémorisation de faits numériques
- Inspirée de la théorie piagétienne

# **Évaluation des troubles du calcul et du traitement des nombres**

**ECPN E**

**(Épreuve Conceptuelle de résolution de Problèmes Numériques)**

- Passation : individuelle
- Durée : 10 à 30 minutes
- Âge de passation : à partir de 4 ans
- Critique : Pas de recours à l'écrit ni de recours à la mémorisation de faits numériques

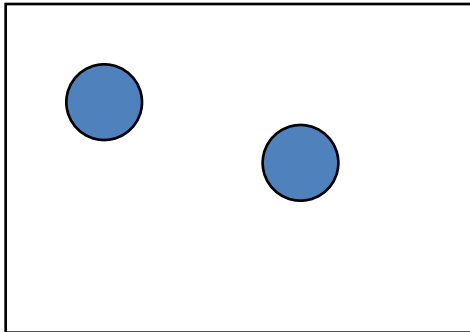
# Évaluation des troubles du calcul et du traitement des nombres

ECPN E

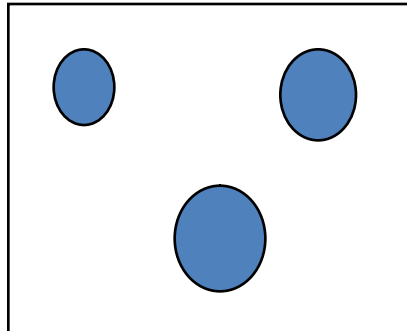
(Épreuve Conceptuelle de résolution de Problèmes Numériques)

- Stratégies : Ajout, tâtonnement, compensation, retrait et égalisation fausse

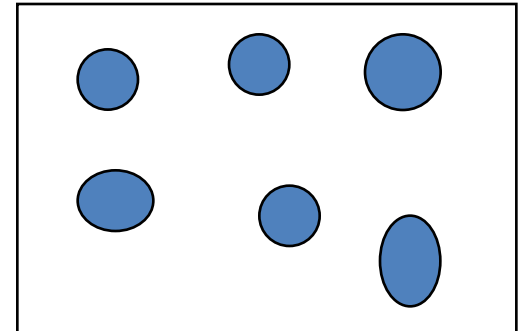
chat



chien



lapin





# Évaluation des troubles du calcul et du traitement des nombres

ECPN E

(Épreuve Conceptuelle de résolution de Problèmes Numériques)

- Contrôles :
  - 4 ans : 50 % égalisent les collections : 2 stratégies
  - 5 ans : 95% égalisent les collections : 3 stratégies (ajout, tâtonnement, retrait)
  - 8 ans : (ajout, tâtonnement, retrait)

# Évaluation des troubles du calcul et du traitement des nombres

ECPN E

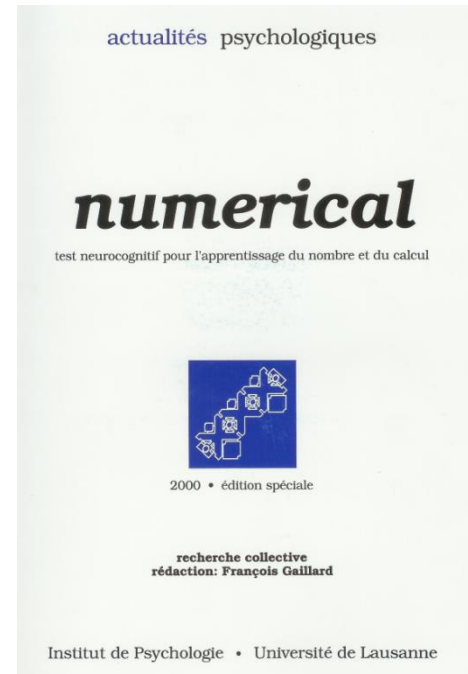
(Épreuve Conceptuelle de résolution de Problèmes Numériques)

- Dysphasiques (8 ans):
  - ajout, compensation, tâtonnement
  - Utilisent le dénombrement
  
- Dyspraxiques :
  - tâtonnement, ajout raté, tâtonnement

# Évaluation des troubles du calcul et du traitement des nombres

## Numérique

- Passation : individuelle ou de groupe
- Durée : 1 à 2 heures
- Âge de passation : à partir de 7 ans

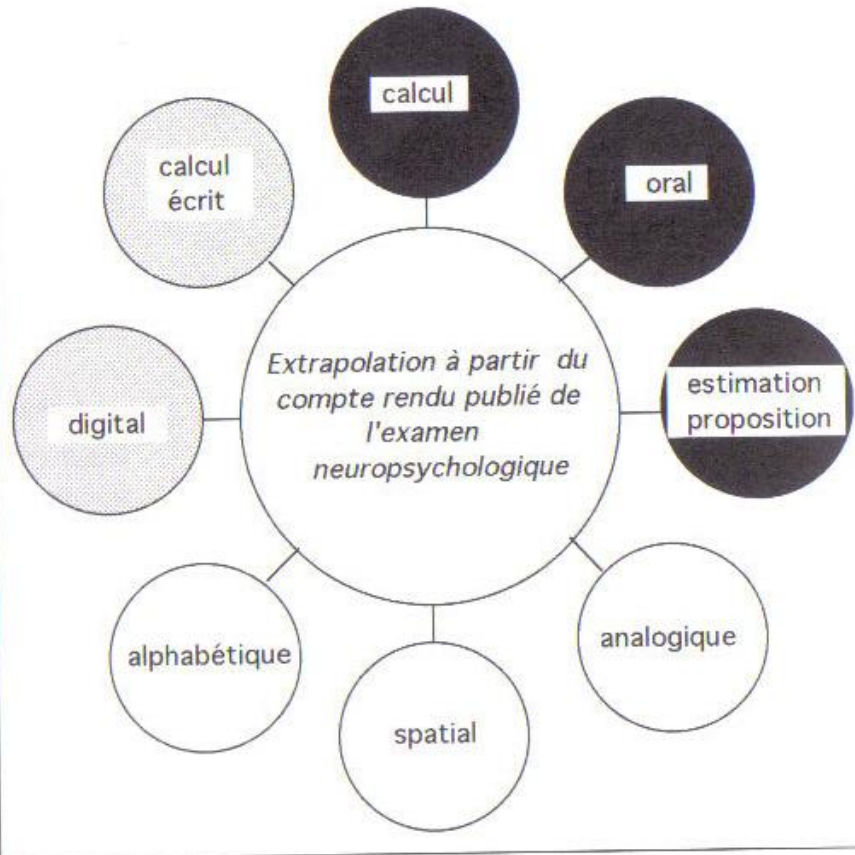


Magie-mots

# Évaluation des troubles du calcul et du traitement des nombres

## Numérique

Figure 2 : Profil factoriel de Charles à l'épreuve Numerical.



⇒ Dyscalculie et défaut des faits arithmétiques

# KeyMath-R

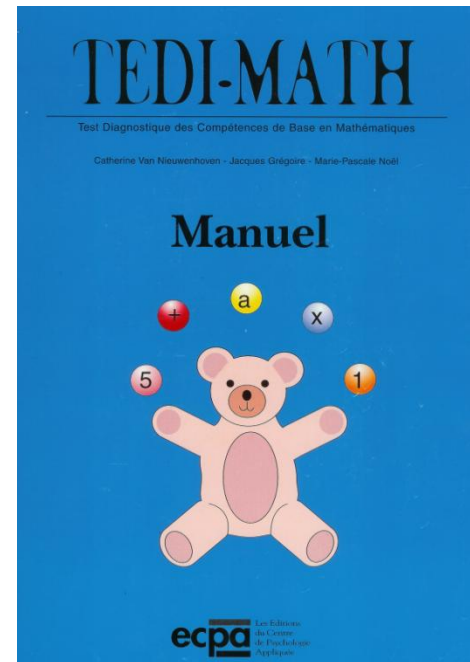
A diagnostic inventory of essential mathematics

Psycan

- **Concepts de base**
- **Opérations**
- **Applications**
- **Passation : individuelle**
- **Durée : 1 à 2 heures**
- **Âge de passation : de la maternelle à la fin du secondaire**
- **Normes canadiennes**

# TEDI-MATH

- **Passation : individuelle**
- **Durée : ?**
- **Âge de passation : de la maternelle à la 3e année**
- Batterie inspirée de diverses approches



# TEDI-MATH

- Les opérations logiques sur les nombres
- La chaîne numérique verbale
- Les processus de quantification numérique
- Les systèmes numériques
- L'arithmétique

# TEDI-MATH

## Dénombrement



*Peux tu compter tous les lapins ?*

*Combien y a-t-il de lapins en tout ?*

*Combien en aurais tu compté si tu avais commencé par là ?*

- Dénombrement de patterns aléatoires



*Peux tu compter tous les lapins ?*

*Combien y a-t-il de lapins en tout ?*

- Dénombrement d'ensembles hétérogènes

*Peux tu compter tous les animaux ?*

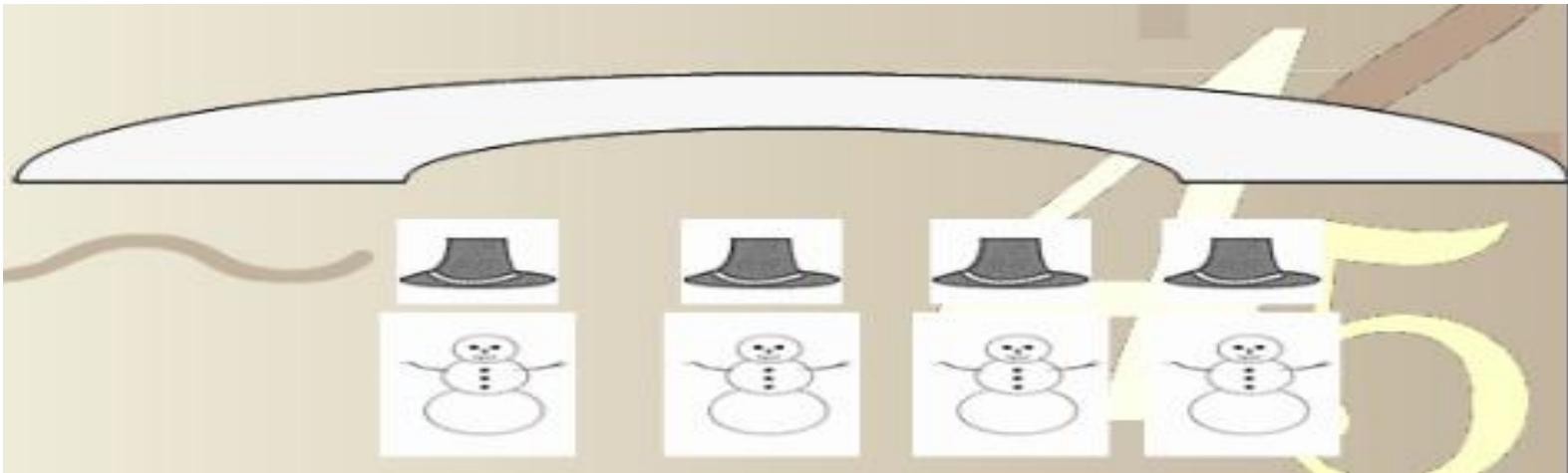
*Combien y a-t-il d'animaux en tout ?*





# TEDI-MATH

Utilisation fonctionnelle du dénombrement







TOUT COMPTE FAIT

## La ligne numérique mentale

Nom et prénom : ..... Age : .....

Date de passation : ..... Classe : .....

### **Estimation d'une longueur**

- *On va dire que la première ligne vaut 20. Trouve le nombre qui va bien avec la deuxième ligne :*

# Bilan d'une dyscalculie

Chambrier (2012)

Le comptage	Maîtrise de la chaîne numérique verbale avec des bornes (compter à <i>partir de</i> et <i>jusqu'à</i> ), à l'endroit et à l'envers, par pas (par 2, par 10).
Le dénombrement	Principe de coordination entre les mots-nombres et le pointage ; d'ordre stable des mots-nombres dans la chaîne numérique ; de non-pertinence de l'ordre des objets dénombrés ; d'abstraction des caractéristiques physiques (tailles, couleurs, etc.) ; et de cardinalité.
Le transcodage	Lecture et production écrite des nombres, nécessitant la maîtrise du lexique et des règles de combinaison du système numérique arabe et oral.
Les systèmes numériques	Système en base 10, jugement de grammaticalité sur des mots-nombres, etc.

# Bilan d'une dyscalculie

Le dénombrement	Principe de coordination entre les mots-nombres et le pointage ; d'ordre stable des mots-nombres dans la chaîne numérique ; de non-pertinence de l'ordre des objets dénombrés ; d'abstraction des caractéristiques physiques (tailles, couleurs, etc.) ; et de cardinalité.
Le transcodage	Lecture et production écrite des nombres, nécessitant la maîtrise du lexique et des règles de combinaison du système numérique arabe et oral.
Les systèmes numériques	Système en base 10, jugement de grammaticalité sur des mots-nombres, etc.
L'arithmétique	Différentes opérations de tailles variées, en prenant soin d'observer les stratégies (comptage à partir de 1 ou comptage à partir d'une des opérandes) et les supports de comptage (mental, verbal, digital).
Les opérations logiques	Conservation, sériation, classification, combinaison, inclusion.
L'estimation de la quantité	Ou <i>sens du nombre</i> : placement de nombres sur une ligne, estimation du total d'une collection de points, estimation qualitative en contexte...
La résolution de problèmes	Analyser ce qui pose problème à l'enfant : <ul style="list-style-type: none"> <li>- parmi les caractéristiques des problèmes : leur type (changement, combinaison, comparaison) ; les informations à y rechercher (quantité initiale ou finale, une des parties ou le tout) ;</li> <li>- et parmi d'autres difficultés possibles : le vocabulaire mathématique, la planification des actions, la sélection des informations pertinentes, la compréhension du sens des opérations, etc.</li> </ul>

# Wiat II

- Passation : individuelle ou de groupe
- Durée : 1 heure
- Âge de passation : 6 à 29 ans



# MathÉval

Heremans, 2014

- Passation : individuelle
- Durée : 20 à 30 minutes
- Âge de passation : 4 à 9 ans

# MathÉval

- Gnosies digitales
- Chaîne numérique
- Procédures de quantification
- Subitizing
- Dénombrement
- Estimation globale
- Sens des nombres(ou *magnitude* du nombre)
- Calcul mental
- Transcodage



# Examath 8-15 ans

Logiciel de bilan de la cognition mathématique  
Lafay et Elloin, 2016

## Examath 8-15 !

Une batterie composée de 6 modules entièrement dédiés à la cognition mathématique !



M1 : Habilités numériques de base



M2 : Numération



M3 : Arithmétique



M4 : Mesures



M5 : Résolution de problèmes  
à énoncés verbaux



M6 : Raisonnement et langage

# Examath 8-15 ans

Logiciel de bilan de la cognition mathématique

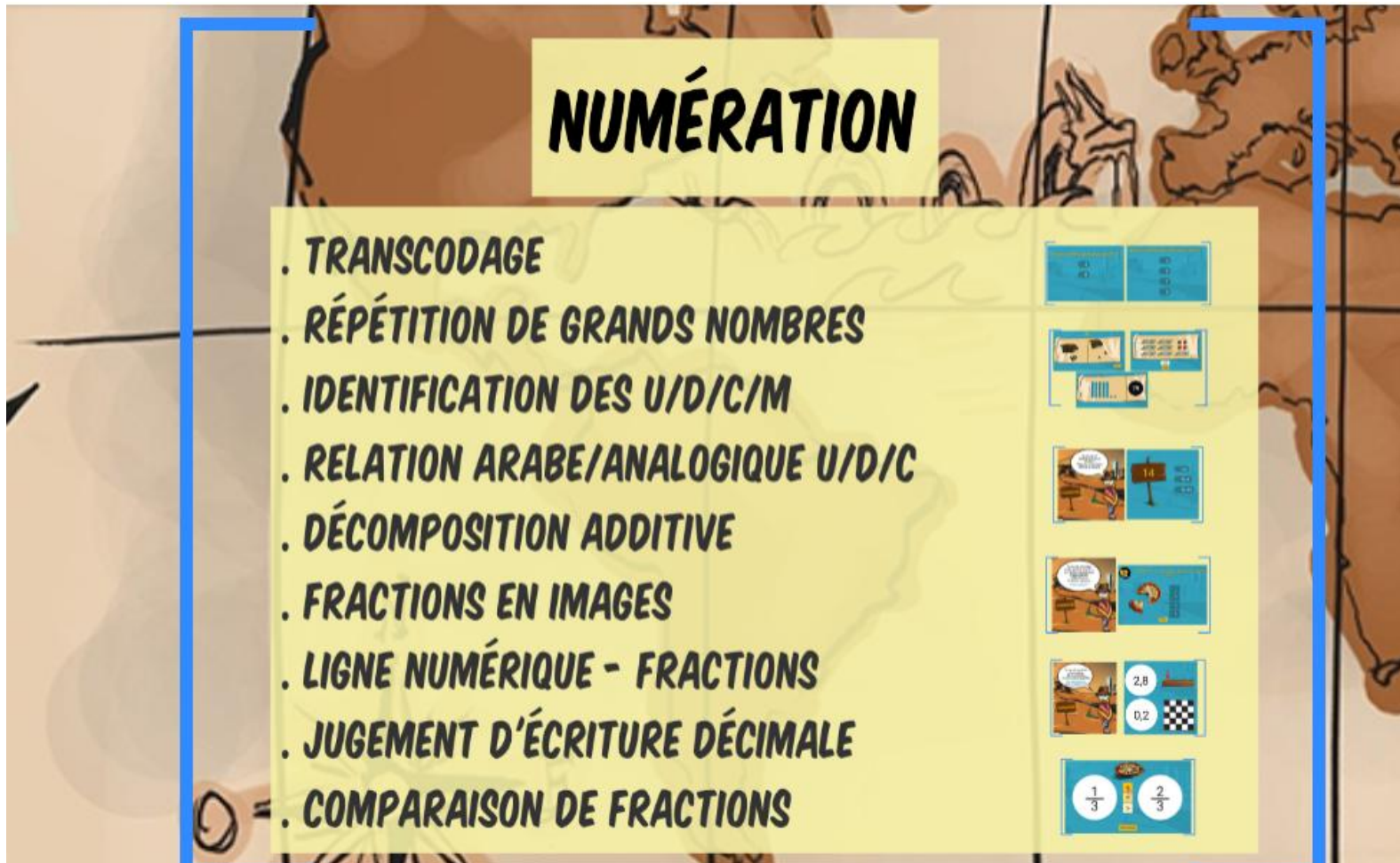
## **HABILETÉS NUMÉRIQUES DE BASE**

- . **COMPARAISON ANALOGIQUE**
- . **RELATION ARABE/ANALOGIQUE**
- . **RELATION ORAL/ANALOGIQUE**
- . **LIGNE NUMÉRIQUE**
- . **IDENTIFICATION DE QUANTITÉS**
- . **DÉNOMBREMENT ET CALCUL**



# Examath 8-15 ans

Logiciel de bilan de la cognition mathématique



**NUMÉRATION**

- . TRANSCODAGE
- . RÉPÉTITION DE GRANDS NOMBRES
- . IDENTIFICATION DES U/D/C/M
- . RELATION ARABE/ANALOGIQUE U/D/C
- . DÉCOMPOSITION ADDITIVE
- . FRACTIONS EN IMAGES
- . LIGNE NUMÉRIQUE - FRACTIONS
- . JUGEMENT D'ÉCRITURE DÉCIMALE
- . COMPARAISON DE FRACTIONS

The interface also features several small illustrative cards on the right side, including: a card with '0,5' and '0,05'; a card with a number line and a bar chart; a card with a balance scale and '14' and '0,5'; a card with a pie chart and '2,8' and '0,2'; and a card with two circles containing the fractions  $\frac{1}{3}$  and  $\frac{2}{3}$ .

# Examath 8-15 ans

Logiciel de bilan de la cognition mathématique

**ARITHMÉTIQUE**

- . OPÉRATIONS ANALOGIQUES
- . JUGEMENT D'OPÉRATION
- . FLUENCE ARITHMÉTIQUE
- . CALCUL MENTAL COMPLEXE
- . MÉCANISMES OPÉRATOIRES ÉCRITS
- . CALCUL AVEC FRACTIONS
- . ESTIMATION DE RÉSULTAT

The interface also displays four example problem cards on the right side, each featuring a cartoon character and a math problem:

- Card 1:  $5 + 2 = 8$  and  $7 + 3 = 12$
- Card 2:  $123 + 42$
- Card 3:  $\frac{1}{2} + \frac{10}{5}$



# Examath 8-15 ans

Logiciel de bilan de la cognition mathématique

The screenshot displays the 'MESURES' (Measurements) section of the Examath software. The background is a stylized world map. A yellow sticky note at the top center contains the word 'MESURES'. Below it, a larger yellow sticky note lists three topics: 'APPROCHE CONTEXTUELLE', 'ÉQUIVALENCE ET COMPARAISON', and 'PROBLÈMES DE MESURES'. To the right of this list are three small thumbnail images representing different measurement-related activities or exercises.

**MESURES**

- . APPROCHE CONTEXTUELLE
- . ÉQUIVALENCE ET COMPARAISON
- . PROBLÈMES DE MESURES

# Examath 8-15 ans

Logiciel de bilan de la cognition mathématique

## RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

- . COMBINAISON
- . TRANSFORMATION
- . COMPARAISON
- . PROPORTIONNALITÉ SIMPLE ET DIRECTE
- . PROPORTIONNALITÉ SIMPLE COMPOSÉE
- . PROPORTIONNALITÉ MULTIPLE
- . PROBLÈMES COMPOSÉS (PRIMAIRE/COLLÈGE)



# Examath 8-15 ans

Logiciel de bilan de la cognition mathématique

## RAISONNEMENT ET LANGAGE

- . INFÉRENCES EN IMAGES
- . INFÉRENCES LOGIQUES NON VERBALES
- . INFÉRENCES VERBALES
- . INFÉRENCES LEXICALES ET SÉMANTIQUES
- . LEXIQUE MATHÉMATIQUE
- . GESTION DES ÉNONCÉS



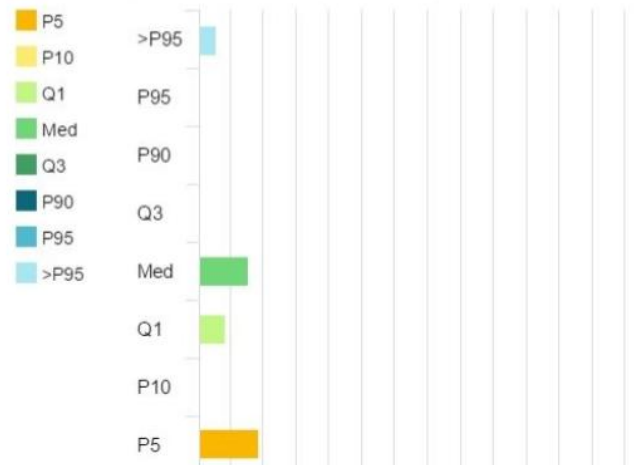
# Presentation ergonomique des resultats

MODULE	TOTAL	1. HABILITES NUMERIQUES DE BASE	2. NUMERATION	3. ARITHMETIQUE	4. MESURES	5. RESOLUTION DE PROBLEMES	6. RAISONNEMENT ET LANGAGE
ÉPREUVES EFFECTUÉES RÉSULTATS PRINCIPAUX	17/34 26/48 scores	3/6 12/23 scores	4/7 4/6 scores	3/6 3/6 scores	2/3 2/3 scores	3/7 3/6 scores	2/5 2/4 scores

Répartition des résultats / module en percentiles



Répartition des résultats principaux en percentiles





# MOTIF DE RÉFÉRENCE

MOMO EST EN 3<sup>E</sup> ANNÉE

- Les parents de MOMO demandent une évaluation en orthophonie (langage oral et écrit, mathématique) et ils veulent obtenir un suivi en raison des difficultés scolaires de leur fils.

## INFORMATIONS PERTINENTES À L'ANAMNÈSE

- Il bénéficie d'un suivi en orthopédagogie à l'école, à raison de 6 périodes de 30 minutes par semaine, pour travailler les mathématiques, la lecture et l'écriture.
- Il présente un déficit d'attention sans hyperactivité/impulsivité (TDA)

# Résultats de l'évaluation

- Mémoire de travail déficitaire
- Langage oral
  - Réceptif: adéquate
  - Expressif: difficulté d'accès **lexical**
- Langage écrit: DD mixte

# EXAmath

- Chaîne verbale : adéquate
- Quantification:
  - Tâches de jugement ou de comparaison de nombres impliquant des représentations analogiques (points) et visuelles (code arabe): adéquat

# EXAmath

- Chaîne verbale : adéquate
- Quantification:
  - Tâches de jugement ou de comparaison de nombres impliquant des représentations analogiques (points) et visuelles (code arabe): adéquat
  - Tâches de jugement ou de comparaison de nombres impliquant des représentations verbales : difficulté. Prend énormément de temps pour trouver une réponse.
  - Stratégies de comptage :  $5 + 6 = ?$  Compte sur les doigts
  - Identification d'une quantité (cartes) : compte sur l'écran

### Comparaison arabe mnb

1	10 vs 5	Ordre LNM inversé
2	8 vs 9	Ordre LNM
3	12 vs 9	Ordre LNM inversé
4	8 vs 13	Ordre LNM
5	10 vs 11	Ordre LNM
6	7 vs 6	Ordre LNM inversé
7	7 vs 10	Ordre LNM
8	11 vs 7	Ordre LNM inversé
9	6 vs 8	Ordre LNM
10	5 vs 6	Ordre LNM
11	8 vs 7	Ordre LNM inversé
12	10 vs 9	Ordre LNM inversé

# FAITS ARITHMÉTIQUES

Fluence arithmétique ⌚

*éviter la pénalisation  
précision ou main lente*

*il compte  
doigts*

Additions - 2,30 ET	Soustractions - 1,25 ET	Multiplications
1+1 = 2 +	2-1 = 1 +	2x2 = 4
2+2 = 4 +	4-2 = 2 +	3x3 = 9
2+1 = 3 +	3-2 = 1 +	2x4 = 8
3+2 = 5 +	6-3 = 3 +	2x6 = 12
1+3 = 4 +	5-2 = 3 +	4x2 = 8
2+3 = 5 +	5-4 = 1 +	3x5 = 15
1+2 = 3 +	8-2 = 6 +	5x5 = 25
4+4 = 8 +	6-2 = 4	3x4 = 12
7+2 = 9 +	7-4 = 3	4x8 = 32
4+3 = 7 +	9-4 = 5	4x1 = 4
6+3 = 9 +	8-5 = 3	4x4 = 16
5+2 = 7	6-1 = 5	5x2 = 10

# Transcodage

MODULE : Numération

diff. très sévères

précision/ritme (surtout)

hésitant et lent

Transcodage ⌚

Lecture 1 à 99	Lecture 99+ AA	Dictée 1 à 99
8 +	245 204 AC +	6 +
23 +	790 +	38 +
81 +	604 504	82 +
12 +	9403 9004-3	25 +
69 59 AC +	1256 +	14 +
47 long détail +	15963 -	91 écrit 9 en minoir AC +
30 +	86074 -	63 +
74 +	52007 -	40 14
58 50-68	630789 -	79 +
96 +	2567123	57 +

9/10

3/10

9/10

Identification d'U/D/C/M AA



# Transcodage

Handwritten numbers on lined paper with red annotations:

- Row 1: 5 6 38 82 25 14 91
- Row 2: 63 40 14 67 57 464
- Row 3: 609 114 36 8101 8810 6303 63004
- Row 4: 540 36, je sais plus

# ALGORITHMES DE CALCUL

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 123 \\ + 42 \\ \hline 165 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \cancel{22} 244 \\ + 328 \\ \hline 572 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 344 \\ - 228 \\ \hline 116 \end{array}$$

## Mécanismes opératoires écrits

*diff. légères*

Additions AA	165	<i>pose op. ☑</i>	264	572	<i>pose op ☑</i>	<i>retourne / reste ☑ +</i>	4/5
Soustractions AA	44	<i>pose op ☑</i>	+	116	<i>pose op ☑</i>	<i>retourne / reste ☑ 120</i>	3/5
Multiplication AA	69	<i>je passe</i>		1495			0/5

Commentaires : algorithme de calculs →

*prend ses doigts pour faire calculer des soustractions*

# Résolution de problèmes

## MODULE : Résolution de problèmes

Combinaison +

OK

Combinaison, recherche de combinaison/composition	<b>Addition :</b> 13 bébés singes	+
Combinaison, recherche d'une valeur complément	<b>Soustraction ou addition</b> à trous : 11 troncs d'arbres	+



# Interventions



# Interventions

Bien que rares, les études sur les interventions laissent penser que des programmes ciblés sur les points les plus déficitaires au cours desquels des exercices adaptés sont proposés par les enseignants en situation individuelle ont une efficacité réelle.

# Interventions

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
  - Transcodage
  - Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul



# Interventions informelles

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
  - Transcodage
- Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul

# Interventions

- Chaîne numérique verbale
  - **Dénombrement**
    - Transcodage
  - Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul

# Rééducation du dénombrement

Camos, fayol et Barouillet, 1999

- Énonciation et pointage simultanés apportent une aide aux enfants présentant une dyspraxie de construction.
- Lors du dénombrement, meilleure performance en utilisant l'énonciation en association avec le pointage.

# Interventions

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
    - Transcodage
  - Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul

# Rééducation du transcodage

- Erreurs lexicales
- Erreurs syntaxiques

# Erreurs visuelles ou auditives

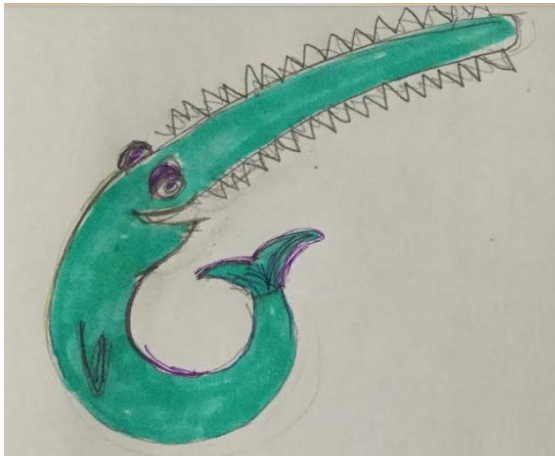
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9



- A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



# Erreurs lexicales



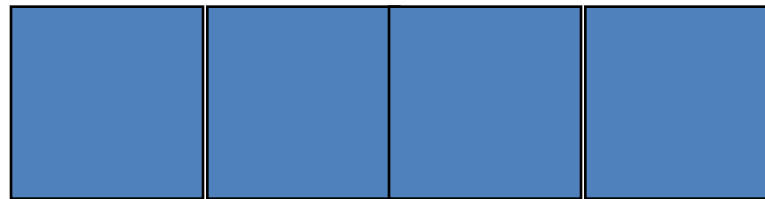
6

# Rééducation du transcodage

Sullivan et al, 1996

## Rééducation basée sur la sémantique (Erreurs syntaxiques)

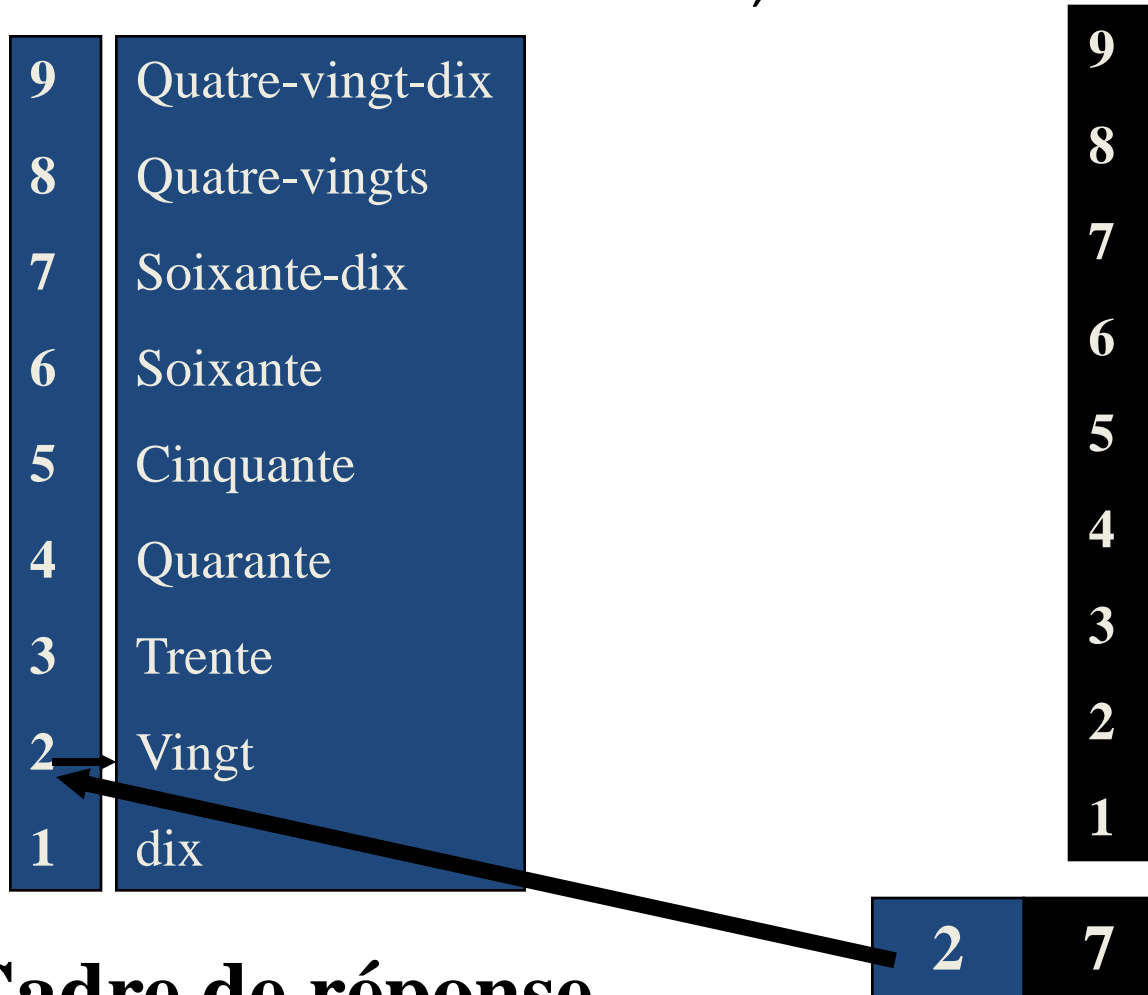
- Si je dis mille, tu places quatre carrés et écris le chiffre 1 dans le premier carré.





# Rééducation du transcodage

Sullivan et al, 1996



*vingt*

# Rééducation du transcodage

Chambrier, 2010

(1)	(1)		
2	2		
3	3		
4	4		
5 « mille »	5 « cent »	« ante »	Facile !
6	6		
7	7	10	
8	8	sauf : 20	
9	9	80	

# Dictionnaire des nombres

Helayel et Causse-Mergui, 2011

1	un
2	deux
3	trois
4	quatre
5	cinq
6	six
7	sept
8	huit
9	neuf

11	onze
12	douze
13	treize
14	quatorze
15	quinze
16	seize
17	dix-sept
18	dix-huit
19	dix-neuf

# Aide mémoire

## Aide-pour-apprendre

Réduire le nombre de colonnes

N1 ★			
6			
7			
8			

# Interventions

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
  - Transcodage
  - **Faits arithmétiques**
- Algorithmes de calcul

# Faits arithmétiques

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

# Tables du 2

- $2 \times 1 = 1 + 1$
- $2 \times 2 = 2 + 2$
- $2 \times 3 = 3 + 3$
- $2 \times 4 = 4 + 4$
- $2 \times 5 = 5 + 5$
- $2 \times 6 = 6 + 6$
- $2 \times 7 = 7 + 7$
- $2 \times 8 = 8 + 8$
- $2 \times 9 = 9 + 9$
- $2 \times 10 = 10 + 10$

# Table du 5





# Table du 9

1	x	9	=	.	0	9	9	0	9
2	x	9	=	.	1	8	8	1	8
3	x	9	=	.	2	.	7	2	7
4	x	9	=	.	3	.	6	3	6
5	x	9	=	.	4	.	5	4	5
6	x	9	=	.	5	.	4	5	4
7	x	9	=	.	6	.	3	6	3
8	x	9	=	.	7	.	2	7	2
9	x	9	=	8	8	.	1	8	1
10	x	9	=	9	9	.	0	9	0

# Table du 9

J'ajoute un 0

Je soustrais

$$\begin{array}{l} 1 \times 9 = 10 \\ 2 \times 9 = 20 \\ 3 \times 9 = 30 \\ 4 \times 9 = 40 \\ 5 \times 9 = 50 \\ 6 \times 9 = 60 \\ 7 \times 9 = 70 \\ 8 \times 9 = 80 \\ 9 \times 9 = 90 \\ 10 \times 9 = 100 \end{array}$$

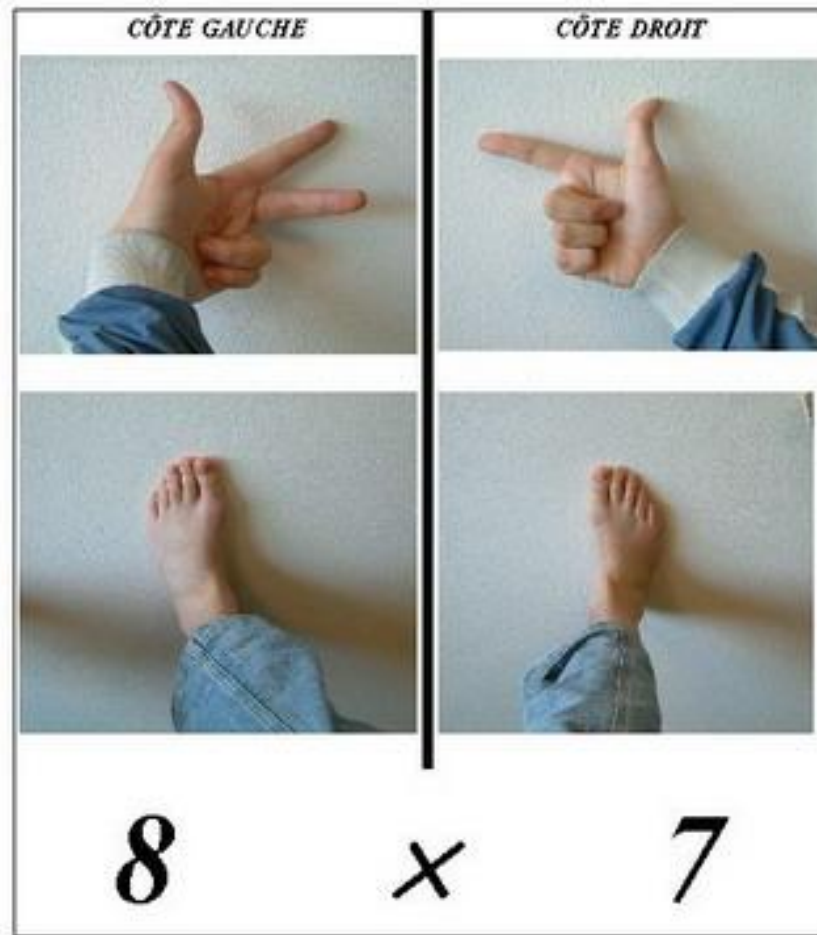
$$\begin{array}{l} - 1 = 9 \\ - 2 = 18 \\ - 3 = 27 \\ - 4 = 36 \\ - 5 = 45 \\ - 6 = 54 \\ - 7 = 63 \\ - 8 = 72 \\ - 9 = 81 \\ - 10 = 90 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 0 + 9 \\ 1 + 8 \\ 2 + 7 \\ 3 + 6 \\ 4 + 5 \\ 5 + 4 \\ 6 + 3 \\ 7 + 2 \\ 8 + 1 \\ 9 + 0 \end{array}$$

# Table du 9

9	0 + 9 = 9
1 8	1 + 8 = 9
2 7	2 + 7 = 9
3 6	3 + 6 = 9
4 5	4 + 5 = 9
5 4	5 + 4 = 9
6 3	6 + 3 = 9
7 2	7 + 2 = 9
8 1	8 + 1 = 9
9 0	9 + 0 = 9

# Tables de 6 à 9



## MAIN GAUCHE

## MAIN DROITE

5 doigts levés égale 50

$$2 \times 3 = 6$$

On en déduit le résultat  $50 + 6 = 56$

# Faits arithmétiques



# Faits arithmétiques

Trundley (1998)

## Derived fact

7+5 font 12 parce que  $5+5=10 + 2=12$

Séance individuelle de 20 minutes par semaine

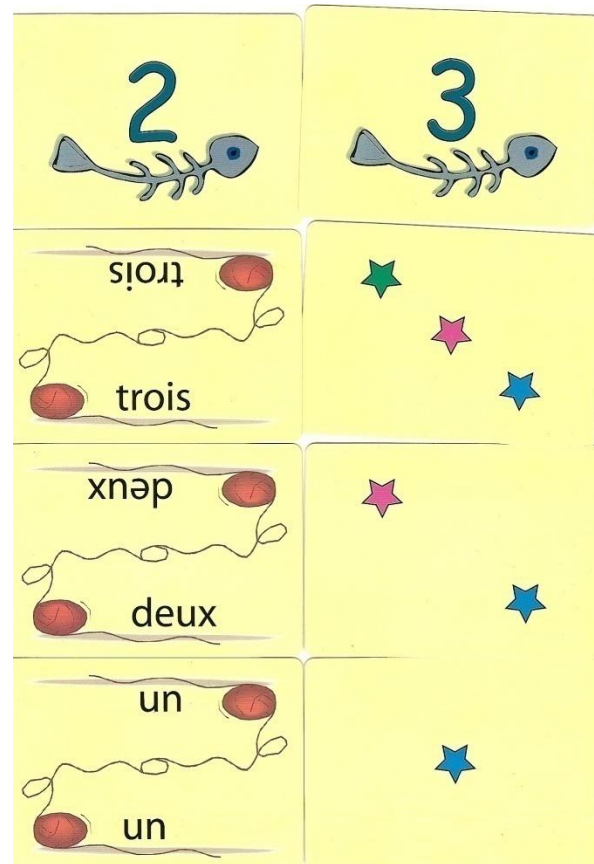






# Livres et jeux

## La bataille des nombres mot à mot



# Faits arithmétiques

- Les Multiplications amusantes

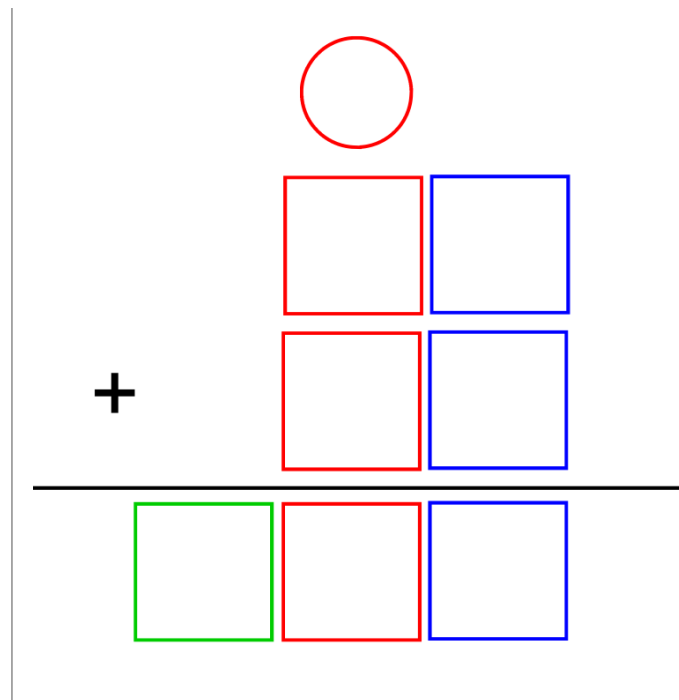


# Interventions

- Chaîne numérique verbale
  - Dénombrement
  - Transcodage
  - Faits arithmétiques
- Algorithmes de calcul

# Algorithme de calcul

Cartable fantastique



# Algorithme de calcul

$$\begin{array}{r} 5 \times 4 \rightarrow \\ 5 \times 20 \rightarrow \end{array} \begin{array}{r} 2 \quad 4 \\ \times \quad 5 \\ \hline 2 \quad 0 \\ +1 \quad 0 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 2 \quad 0 \end{array}$$

# Algorithmes de calcul et représentations analogiques

L'estimateur  
Vilette et al., 2009

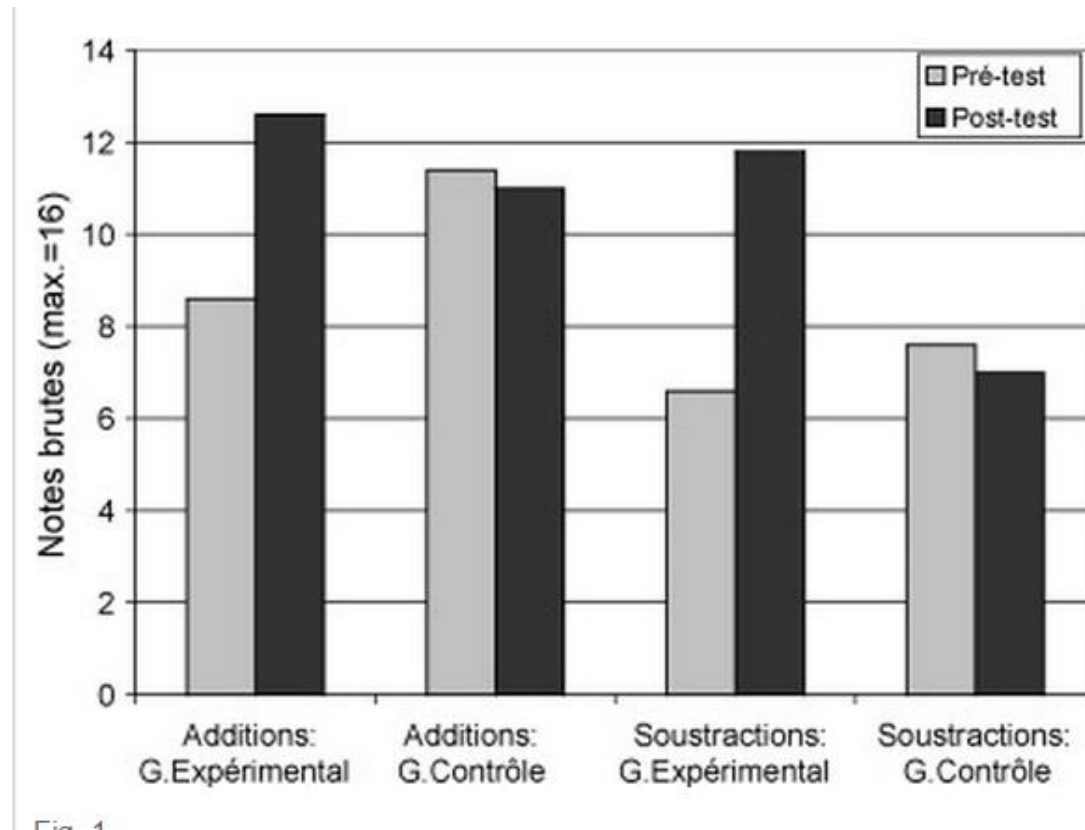
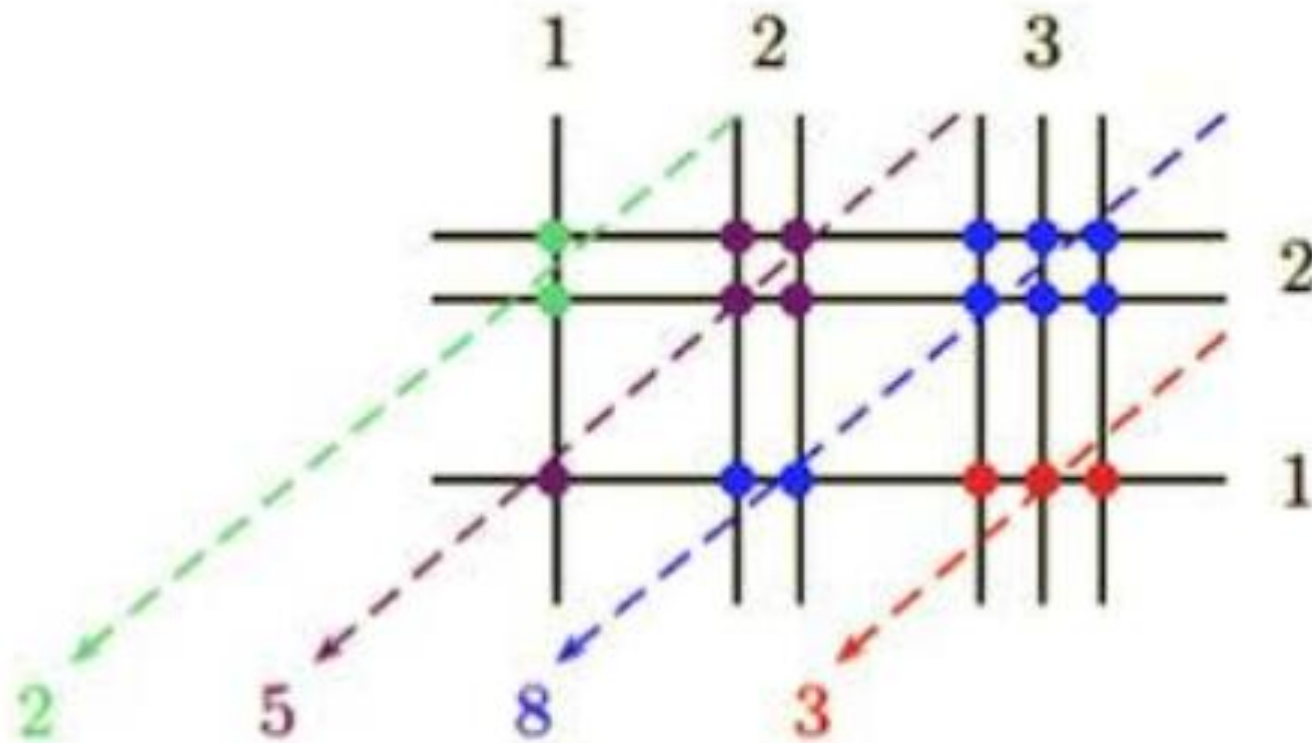


Fig. 4

# Multiplications chinoises



# Étude de cas 1

## MOTIF DE RÉFÉRENCE

MOMO EST EN 3<sup>E</sup> ANNÉE

- Les parents de MOMO demandent une évaluation en orthophonie (langage oral et écrit, mathématique) et ils veulent obtenir un suivi en raison des difficultés scolaires de leur fils.



## INFORMATIONS PERTINENTES À L'ANAMNÈSE

- Il bénéficie d'un suivi en orthopédagogie à l'école, à raison de 6 périodes de 30 minutes par semaine, pour travailler les mathématiques, la lecture et l'écriture.
- Il présente un déficit d'attention sans hyperactivité/impulsivité (TDA)

# Résultats de l'évaluation

- Mémoire de travail déficitaire
- Langage oral
  - Réceptif: adéquate
  - Expressif: difficulté d'accès **lexical**
- Langage écrit: DD mixte

# EXAmath

- Chaîne verbale : adéquate
- Quantification:
  - Tâches de jugement ou de comparaison de nombres impliquant des représentations analogiques (points) et visuelles (code arabe): adéquat

# EXAmath

- Chaîne verbale : adéquate
- Quantification:
  - Tâches de jugement ou de comparaison de nombres impliquant des représentations analogiques (points) et visuelles (code arabe): adéquat
  - Tâches de jugement ou de comparaison de nombres impliquant des représentations verbales : difficulté. Prend énormément de temps pour trouver une réponse.
  - Stratégies de comptage :  $5 + 6 = ?$  Compte sur les doigts
  - Identification d'une quantité (cartes) : compte sur l'écran

# FAITS ARITHMÉTIQUES

Fluence arithmétique ⏳

*vitese lo penalesse .  
precision OK, mais lent*

*il compte  
doigts*

Additions -2,30 ET	Soustractions -1,25 ET	Multiplications
1+1 = 2 +	2-1 = 1 +	2x2 = 4
2+2 = 4 +	4-2 = 2 +	3x3 = 9
2+1 = 3 +	3-2 = 1 +	2x4 = 8
3+2 = 5 +	6-3 = 3 +	2x6 = 12
1+3 = 4 +	5-2 = 3 +	4x2 = 8
2+3 = 5 +	5-4 = 1 +	3x5 = 15
1+2 = 3 +	8-2 = 6 +	5x5 = 25
4+4 = 8 +	6-2 = 4	3x4 = 12
7+2 = 9 +	7-4 = 3	4x8 = 32
4+3 = 7 +	9-4 = 5	4x1 = 4
6+3 = 9 +	8-5 = 3	4x4 = 16
5+2 = 7	6-1 = 5	5x2 = 10

# Transcodage

MODULE : Numération

diff. très sévères  
précision/ritme (surtout)

hésitant et lent

Transcodage ⌚

Lecture 1 à 99	Lecture 99+ AA	Dictée 1 à 99
8 +	245 204 AC +	6 +
23 +	790 +	38 +
81 +	604 504	82 +
12 +	9403 9004-3	25 +
69 59 AC +	1256 +	14 +
47 long détail +	15963 -	91 écrit 9 en minoir AC +
30 +	86074 -	63 +
74 +	52007 -	40 14
58 50-68	630789 -	79 +
96 +	2567123	57 +

9/10

3/10

9/10

Identification d'U/D/C/M AA

# Transcodage

Handwritten numbers on lined paper with red annotations:

- Row 1: 5 6 38 82 25 14 91
- Row 2: 63 40 14 67 57 464
- Row 3: 609 114 36 8101 8810 6303 63004
- Row 4: 540 36, je sais plus

# ALGORITHMES DE CALCUL

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 123 \\ + 42 \\ \hline 165 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \cancel{22} 244 \\ + 328 \\ \hline 572 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 344 \\ - 228 \\ \hline 116 \end{array}$$



## Mécanismes opératoires écrits

{diff. léger}

Additions AA	165	pose op. <input checked="" type="checkbox"/>	264	572	pose op <input checked="" type="checkbox"/> retour/reste <input checked="" type="checkbox"/> +	4/5
Soustractions AA	44	pose op <input checked="" type="checkbox"/> ou	+	116	pose op <input checked="" type="checkbox"/> retour/reste <input checked="" type="checkbox"/> 120	3/5
Multiplication AA	69	je passe		1495		0/5

Commentaires : algorithme de calculs →

prend ses doigts pour faire calcul des soustractions

# Résolution de problèmes

## MODULE : Résolution de problèmes

Combinaison +

OK

Combinaison, recherche de combinaison/composition	<b>Addition :</b> 13 bébés singes	+
Combinaison, recherche d'une valeur complément	<b>Soustraction ou addition</b> à trous : 11 troncs d'arbres	+



# Étude de cas 2

- Julie, âgée de 11 ans et 2 mois, est actuellement en 6<sup>e</sup> année du primaire. Elle présenterait une difficulté sur le plan des mathématiques. Une évaluation est demandée par la mère en regard d'une difficulté persistante en mathématiques depuis le début de sa scolarisation.

# Histoire scolaire

- La mère rapporte que Julie présente des difficultés en mathématiques depuis sa première année du primaire. Ce serait par contre au cours de sa quatrième année du primaire que les difficultés se seraient accentuées et ces dernières perdurent encore aujourd'hui. Pour l'aider dans ses apprentissages en mathématiques, Julie reçoit, depuis la quatrième année, des services en orthopédagogie selon les disponibilités du spécialiste (1h par semaine).

# Histoire scolaire

- De plus, la mère a fait appel à un tuteur (étudiante en science de l'éducation) une fois par semaine pour les devoirs et les leçons en mathématiques. La mère mentionne que sa fille obtient de bons résultats académiques dans toutes les autres matières. Les résultats dans cette matière sont rapportés comme étant fluctuants.

# Étude de cas 2

Mathématiques	Tests utilisés
Opérations numériques	<i>WIAT-II</i> test de rendement de Wechsler
Raisonnement mathématique	<i>WIAT-II</i> test de rendement de Wechsler
Résolution de problèmes	Épreuve non standardisée (Didier, 2005 : démarche de résolution de problèmes (Ménissier)
Transcodage (dictée digitale)	<i>Numérical</i> (Gaillard et al. 2000) : lecture et écriture de nombres
Faits arithmétiques 1-5 : calcul écrit arrondi 1-9 : calcul écrit conventionnel 2-8 : calcul oral	<i>Numérical</i> (Gaillard et al. 2000) : Dictée de faits arithmétiques (additions, soustractions, multiplications, divisions)
Numération positionnelle	<i>Numérical</i> (Gaillard et al. 2000): valeurs d'unités, de dizaines, de centaines
Mémoire des chiffres (empan endroit et envers)	Échelle de mémoire pour enfants (CMS) (Cohen, 2001)

# Résultats

Les résultats d'évaluation obtenus grâce à l'outil *WIAT-II* sont comparés à une population normale et de même niveau scolaire. Les résultats sont convertis en rang centile. Spécifions qu'un rang centile entre 16 et 84 est considéré dans la moyenne.

Évaluation	Rang centile	Équivalence d'année scolaire	Niveau
Opérations numériques	30 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup> année et 7 mois	Dans la basse moyenne
Raisonnement mathématique	39 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup> année et 6 mois	Dans la moyenne
Résolution de problèmes	< 2 <sup>e</sup>		Difficulté sévère
Mémoire des chiffres	9 <sup>e</sup>		Difficulté modérée



# Faits arithmétiques (tables de multiplication, etc.)

- À l'évaluation *Numérique* les sous-tests suivants ont été administrés:
  - Calcul écrit conventionnel,
  - Calcul écrit arrondi,
  - Calcul oral.

# Faits arithmétiques (tables de multiplication, etc.)

Soulignons que le test utilisé est normé pour des enfants de niveau scolaire inférieur à celui de Julie et il est important d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats afin de mieux saisir l'impact de ses difficultés sur ses apprentissages en mathématiques.

# Faits arithmétiques (tables de multiplication, etc.)

- Les résultats de l'évaluation des faits arithmétiques montrent que Julie n'a pas consolidé en mémoire la majorité des tables de multiplications et de divisions, elle obtient un résultat de 38%. Elle a obtenu un résultat de 56% pour l'ensemble des opérations.

# Faits arithmétiques (tables de multiplication, etc.)

- ...
- Comme elle ne connaît pas les tables d'opérations, Julie procède par comptage sur les doigts pour effectuer les opérations. Elle obtient de meilleurs résultats pour les tables d'additions et de soustractions.

# Résolution de problèmes écrits

- Les résultats montrent que Julie présente des lacunes à chacune des étapes de résolution. D'abord, la lecture de la mise en situation montre une impulsivité de lecture ou encore une inattention entraînant des difficultés pour les étapes subséquentes (calcul effectué avec les mauvais chiffres, utilisation de procédures parfois inadéquates [ex. calcul de la moyenne sans division] et résultat de calcul erroné).

# Résolution de problèmes écrits

- Ces difficultés sont observées lors de la résolution des deux problèmes proposés. Afin de parvenir aux réponses, Julie utilise la feuille blanche mise à sa disposition. On y observe des calculs distincts pour chacun des problèmes, mais encore une fois, ils sont condensés dans l'espace et non morcelés au sein d'un même problème (division faite immédiatement en dessous d'une suite d'additions).



# Résolution de problèmes arithmétiques



# Problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

De Corte, Verschaffel et Greer, 2001

- « Dans leur forme la plus typique, les problèmes à énoncés verbaux correspondent à un texte bref décrivant l'essentiel d'une situation dans laquelle certaines quantités sont explicitement données et d'autres non.

# Problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

De Corte, Verschaffel et Greer, 2001

- La tâche de l'individu confronté au problème est de donner une réponse numérique à la question par usage explicite et exclusif des quantités données par le texte et des relations mathématiques **inférées du texte** entre ces quantités.»

# Étapes de la résolution de problèmes à énoncés verbaux

Ménissier, 2006

## Étape 1

- La traduction du problème :
  - Lire pour comprendre
  - Reconnaissance des termes lexicaux et morphosyntaxiques
  - Jugement d'appartenance catégorielle
  - Inférences

# Étapes de la résolution de problèmes à énoncés verbaux

Ménissier, 2006

## Étape 2

- L'intégration du problème :
  - Repérer la catégorie à laquelle appartient le problème (représentation mentale)
  - Sélectionner et activer en mémoire à long terme le schéma élaboré

# Étapes de la résolution de problèmes à énoncés verbaux

Ménissier, 2006

## Étape 3

- La planification des actions :
  - Gérer la procédure de résolution - confrontation entre les résultats et le but recherché
  - Évaluer les résultats de son action

# Étapes de la résolution de problèmes à énoncés verbaux

Ménissier, 2006

## Étape 4

- L'exécution des calculs :
  - Exécuter le calcul approprié

# Difficultés rencontrées

## Étape 1

### Traduction du problème

- Lire pour comprendre (dyslexiques; TDL)
- Reconnaissance des termes lexicaux et morphosyntaxiques (TDL; allophones)
- Jugement d'appartenance catégorielle (TDL; allophones)
- Inférences (faibles compreneurs; TDL; MdeT)

# Difficultés rencontrées

## Étape 2

### Intégration du problème

- Repérer la catégorie à laquelle appartient le problème (représentation mentale)
  - Sélectionner et activer en mémoire à long terme le schéma élaboré



# Difficultés rencontrées

## Étape 3

### Planification des actions

- Gérer la procédure de résolution - confrontation entre les résultats et le but recherché (TDAH; DysC)
- Évaluer les résultats de son action (TDAH)

# Difficultés rencontrées

## Étape 4

### Exécution des calculs

- Exécuter le calcul approprié (TDAH; DysC)

# Facteurs influençant la résolution de problèmes mathématiques

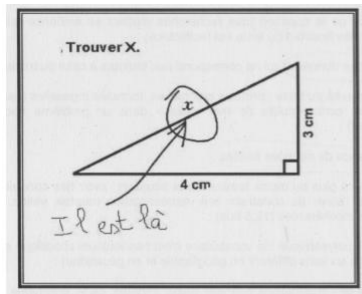
- **Lexique et morphosyntaxe**
- Catégorie de problèmes
- Présentation ou non de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Difficultés mathématiques contenues dans l'énoncé
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données inattendues ou inutiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Lexique et morphosyntaxe

Crahay (2015)

## Difficultés

- Polysémie des mots
- Mots abstraits
- Mots inducteurs contre-intuitifs (Schenk, 2017)



# Rôle du langage dans les problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

Les énoncés demandent :

- de bonnes habiletés de lecture
- de bonnes habiletés langagières orales (lexique, syntaxe, morphosyntaxe, inférences...)

# Rôle du langage dans les problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

Les énoncés demandent :

- une bonne mémoire à court et à long terme
- une bonne mémoire de travail
- de bonnes connaissances des schémas catégoriels auxquels les énoncés des problèmes appartiennent.

# Rôle du langage dans les problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

Barham & Bishop, 1991

- Adolescents sourds de 15 ans ont des performances similaires aux entendants de 11 ans pour la résolution de problèmes.
- Seulement 15 % des élèves sourds profonds seraient dans la moyenne de leur âge en mathématiques.

# Rôle du langage dans les problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

Enfants dysphasiques et sourds

- Difficultés particulières avec les **connecteurs** ("si", "parce que" ) et avec des quantificateurs (" quelques" ou "la plupart).



# Rôle du langage dans les problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

Comparaison C, DL, DM et DML (Hanich et coll., 2001)

- N = 210 et Âge : 7 ans
- C = contrôles
- DL = dyslexiques
- DM = dyscalculiques
- DML = dyslexiques et dyscalculiques

# Rôle du langage dans les problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

Comparaison C, DL, DM et DML (Hanich et coll., 2001)

- N = 210 et Âge : 7 ans
- DM > DML en calcul mental et résolution de prob.
- DM = DML difficulté de rappel des faits, calcul écrit
- DL < C comptage et transcodage (lecture influence le niveau en mat.)

# Facteurs influençant la résolution de problèmes mathématiques

- Lexique et morphosyntaxe
- **Catégorie de problèmes**
- Présentation ou non de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Difficultés mathématiques contenues dans l'énoncé
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données inattendues ou inutiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Catégorisation des problèmes

Riley, Greeno et Heller, 1983

Basée sur l'action

- Problèmes de changement
- Problèmes de combinaison
- Problèmes de comparaison

# Problèmes de changement ou de transformation

- Les problèmes de transformation relient deux états successifs d'une grandeur ou d'une position. Elles se situent dans le cadre d'une chronologie.

# Problèmes de combinaison

- Pour les problèmes de combinaison, les deux états initiaux sont connus ; la recherche porte sur la réunion des deux états.

# Problèmes de comparaison

- Les problèmes de comparaison expriment un lien de comparaison numérique entre deux états distincts et indépendants envisagés en même temps.

# Catégorisation des problèmes

Riley, Greeno et Heller, 1983

TYPES DE PROBLEME	
PROBLEMES DE CHANGEMENT	
Changement 1	X avait 3 billes. Puis Y lui a donné 5 billes. Combien de billes a maintenant X ?
Changement 2	X avait 8 billes. Puis il a donné 5 billes à Y. Combien de billes a maintenant X ?
Changement 3	X avait 3 billes. Y lui en a donné. X a maintenant 8 billes. Combien de billes Y a-t-il donné à X ?
Changement 4	X avait 8 billes. Il en a donné à Y. Maintenant X a 3 billes. Combien a-t-il donné de billes à Y ?
Changement 5	X avait des billes. Y lui en a donné 5 de plus. Maintenant X a 8 billes. Combien X avait-il de billes ?
Changement 6	X avait des billes. Il en a donné 5 à Y. Maintenant X a 3 billes. Combien avait-il de billes ?



# Catégorie de problème

Ménissier, 2005

<i>Livres de Maths CE 1</i>	<i>problèmes de type combinaison</i>	<i>problèmes de type changement</i>	<i>problèmes de type comparaison</i>	<i>Nombre de problèmes</i>
<i>ERMEL</i>	10 (22 %)	31 (69 %)	4 (09 %)	45
<i>J'apprends Les maths</i>	40 (42 %)	43 (45 %)	13 (13 %)	96

Tableau n°1 : types de problèmes dans deux livres de Mathématiques au CE 1.

# Facteurs influençant la résolution de problèmes mathématiques

- Lexique et morphosyntaxe
- Catégorie de problèmes
- **Présentation ou non de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique**
- Difficultés mathématiques contenues dans l'énoncé
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données inattendues ou inutiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Facteurs influençant la résolution de problèmes mathématiques

- Lexique et morphosyntaxe
- Catégorie de problèmes
- Présentation ou non de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- **Difficultés mathématiques contenues dans l'énoncé**
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données inattendues ou inutiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Facteurs influençant la résolution de problèmes mathématiques

- Lexique et morphosyntaxe
- Catégorie de problèmes
- Présentation ou non de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Difficultés mathématiques contenues dans l'énoncé
- **Organisation des données de l'énoncé**
- Présence de données inattendues ou inutiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Ordre de présentation des informations

Tableau A : Catégorisation des problèmes et taux de réussite selon Riley, Greeno et Heller (1983)

TYPES DE PROBLEME		TAUX DE REUSSITE			
		<i>Mat.</i>	<i>C.P</i>	<i>CE1</i>	<i>CE2</i>
<b>PROBLEMES DE CHANGEMENT</b>					
Changement 1	X avait 3 billes. Puis Y lui a donné 5 billes. Combien de billes a maintenant X ?	.87	1.00	1.00	1.00
Changement 2	X avait 8 billes. Puis il a donné 5 billes à Y. Combien de billes a maintenant X ?	1.00	1.00	1.00	1.00
Changement 3	X avait 3 billes. Y lui en a donné. X a maintenant 8 billes. Combien de billes Y a-t-il donné à X ?	.61	.56	1.00	1.00
Changement 4	X avait 8 billes. Il en a donné à Y. Maintenant X a 3 billes. Combien a-t-il donné de billes à Y ?	.91	.78	1.00	1.00
Changement 5	X avait des billes. Y lui en a donné 5 de plus. Maintenant X a 8 billes. Combien X avait-il de billes ?	.09	.28	.80	.95
Changement 6	X avait des billes. Il en a donné 5 à Y. Maintenant X a 3 billes. Combien avait-il de billes ?	.22	.39	.70	.80

# Placement de la question

- Lire la question avant de résoudre le problème donne de meilleurs résultats, car sa lecture joue un rôle proche de celui du titre dans la compréhension du texte, en guidant la prise d'information et son encodage.

# Rôle de la présentation des énoncés dans les problèmes arithmétiques à énoncés verbaux

Score total par groupe selon les conditions expérimentales (maximum possible par case : 32)  
(d'après Devidal et al., 1997).

	Question au début	Question à la fin
Bon calculateur bon lecteur	28	26
Bon calculateur faible lecteur	24	19
Faible calculateur bon lecteur	24	17
Faible calculateur faible lecteur	21	12

# Facteurs influençant la résolution de problèmes mathématiques

- Lexique et morphosyntaxe
- Catégorie de problèmes
- Présentation ou non de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Difficultés mathématiques contenues dans l'énoncé
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données inattendues ou inutiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences



# Interventions



# Faciliter la résolution de problèmes

- **Lexique et morphosyntaxe**
- Catégorie de problèmes
- Présentation de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Algorithmes de calcul
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données utiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Le rôle du langage dans les mathématiques

Roux, 2014

- « Même si elles ne se réduisent pas à un langage, les mathématiques ont une dimension éminemment langagière, laquelle est sollicitée non seulement dans le traitement des énoncés de problème, mais aussi au niveau du nombre, du calcul, etc. »

# Développer le vocabulaire mathématique

- Complète
- Nombre
- Dans
- Calculs
- Plus
- Combien
- Sur
- Calculer
- Chaque
- Entoure
- Égalités
- Dizaine
- Unité
- Tout
- Mesurer
- Même

# Développer le vocabulaire mathématique

- Règle
- Compte (nom)
- Compter
- Barrer
- Tracer
- Relier
- Pièces
- Chiffres
- Ligne
- Autre
- Juste
- Lettre
- Moins
- Double
- Terminer
- Somme

# Développer le vocabulaire mathématique

- Entre
- Après
- Continuer
- Argent
- Avant
- Manquant
- Numéros
- Poser
- Table
- Chacun
- Droite
- Commencer
- Possible
- Billets
- Centimètre
- Autant

# Vocabulaire mathématique

- Addition : somme, ajouter, en plus, de plus, gagner, donner, recevoir...
- Soustraction : enlever, retrancher, en moins, de moins , perdre, dépenser...

# Vocabulaire mathématique

L'acquisition du nombre à l'école maternelle

95,2 %	A côté de - Le plus loin		
93,7 %	Derrière		
91,2 %	A l'intérieur de		
90 %		90 %	
88,9 %	Entre		
88,3 %	Loin		
		87 %	Autant
85,1 %	Contre		
		84,3 %	Zéro
		83,9 %	Pas premier / Pas dernier
		80,9 %	Presque
		80,6 %	Deuxième



# Vocabulaire mathématique

77,7 %	A travers	77,4 %	A moitié
		77 %	Quelques
		76,6 %	Le moins
		75,3 %	Entier
71,3 %	A droite		
70 %		70 %	
68,4 %	A gauche		
		61,5 %	Troisième
61%	Au centre	61,2 %	Egal

# Livres et jeux

## De deux choses l'une

A. Ménissier



# Développer le vocabulaire mathématique

Associer chaque énoncé à une opération

un quart	un sixième	enlever ôter soustraire
une augmentation	le triple	une hausse
décroître	ôter	la moitié

# Mon aide-mémoire mathématique au 1<sup>er</sup> cycle



## Aucun

**Aucun**, c'est lorsqu'il n'y en a pas.

Place un « X » sur le panier dans lequel il n'y a **aucune** pomme.





# Développer la morphosyntaxe

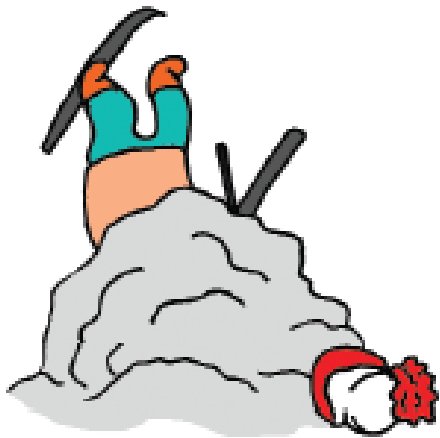
- Temps de verbe
- Pronoms interrogatifs
  - Adverbes
- Marqueurs de relation

# Développer la compréhension des temps de verbe

Marques de temps

Temps Temps - . Chenelière

2



tu **as** descendu



2



tu descends



2



tu descendras



# Développer la compréhension des marqueurs de relation

Connecteurs

Histoire de raconter - Chenelière

Nom : \_\_\_\_\_

**HISTOIRE 2** Question de connecteurs, niveau 2

Complète chaque phrase par le mot-lien qui convient le mieux.  
Entoure ta réponse.

## Début de l'histoire

### Le début



1. M. Bric-à-Brac invente toutes sortes d'engins  plus rigolos les uns que les autres.
- a) parfois                      b) généralement                      c) quelquefois



# Faciliter la résolution de problèmes

- Lexique et morphosyntaxe
- **Catégorie de problèmes**
- Présentation de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Algorithmes de calcul
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données utiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Catégorisation des problèmes

Identification des différents types de problèmes

- Problèmes de changement
- Problèmes de combinaison
- Problèmes de comparaison

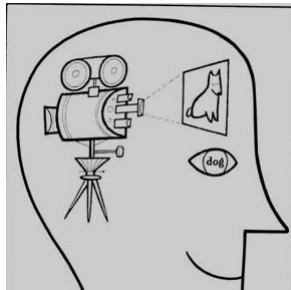
# Catégorisation des problèmes

Identification des différents types de problèmes

- Film ?
- Photo ?

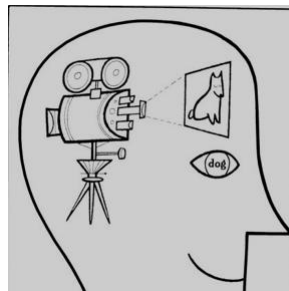
# Identification du type du problème

- Film ou photo ?



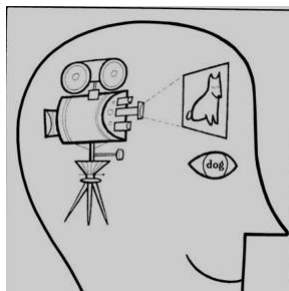
# Identification du type du problème

- Alice a 4 bonbons.
  - Elle a donné 2 bonbons.
  - Combien de bonbons a maintenant Alice ?
- 
- Film ou photo ?



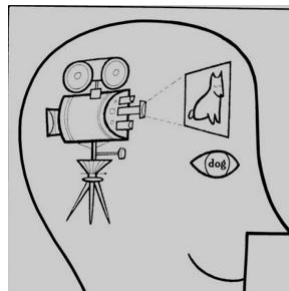
# Identification du type du problème

- Alice a 4 bonbons.
  - Williams a 2 bonbons de plus qu'Alice.
  - Combien de bonbons a William?
- 
- Film ou photo ?



# Identification du type du problème

- Alice a 4 bonbons.
  - Williams a 2 bonbons.
  - Combien de bonbons ont-ils ensemble?
- 
- Film ou photo ?



# Faciliter la résolution de problèmes

- Lexique et morphosyntaxe
- Catégorie de problèmes
- **Présentation de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique**
- Algorithmes de calcul
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données utiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences



# Schématisation des problèmes

## RESOLUTION DE PROBLEMES ET REPRESENTATIONS : CONSTRUCTION DE DESSINS LIBRES OU UTILISATION DE SCHEMAS PREDEFINIS?

**Annick Fagnant\*, Joëlle Vlassis\*\***

*\* Université de Liège  
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education  
FAPSE – B32 - Boulevard du Rectorat, 5  
B - 4000 Sart Tilman  
afagnant@ulg.ac.be*

*\*\* Université du Luxembourg  
Faculté des Lettres, des Sciences Humaines, des Arts et des Sciences de l'Education  
2, route de Diekirch  
L - 7220 Walferdange  
joelle.vlassis@uni.lu*

---

**Mots-clés :** *Résolution de problèmes, Représentations, Schémas, Dessins*

**Résumé.** *Les études portant sur les représentations en résolution de problèmes mathématiques peuvent être organisées en trois axes : (1) Les élèves les plus compétents en résolution de problèmes construisent-ils des représentations ? ; (2) Est-il possible d'aider les élèves en accompagnant les problèmes de représentations ? ; (3) Est-il possible d'apprendre aux élèves à construire des représentations efficaces ? Le texte présente une étude empirique menée en grade 4 dans 11 classes luxembourgeoises (146 élèves). Les résultats montrent que les élèves ne recourent pas spontanément à la construction de représentations et ceci même lorsque les problèmes s'avèrent très complexes. Leurs résultats s'améliorent de façon assez nette lorsque les problèmes sont accompagnés de représentations qui mettent en évidence les données et les relations importantes du problème. Certains élèves parviennent d'ailleurs à réinvestir ces représentations par la suite.*

# Schématisation des problèmes

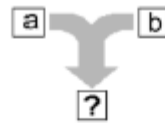
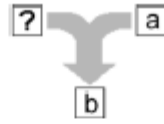


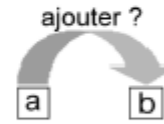
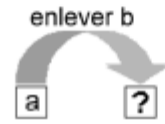
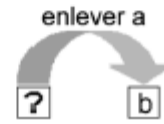



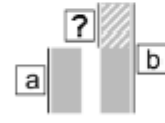
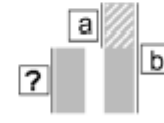
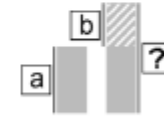
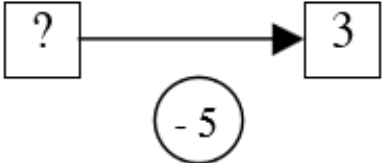
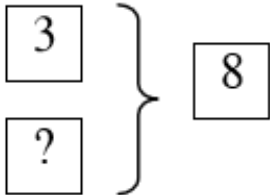
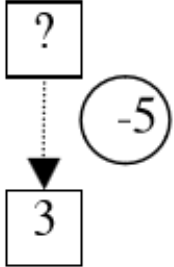
Catégorie réunion	 $a + b = ?$	 $? + a = b$	
Catégorie changement Opérateur "ajouter"	ajouter b  $a + b = ?$	ajouter a  $? + a = b$	ajouter ?  $a + ? = b$
Catégorie changement Opérateur "enlever"	enlever b  $a - b = ?$	enlever a  $? - a = b$	enlever ?  $a - ? = b$
Catégorie changement Opérateur inconnu	?  $a + ? = b$	?  $a - ? = b$	
Catégorie comparaison	 $a + ? = b$	 $? + a = b$	 $a + b = ?$

Figure 3. Classification des problèmes additifs

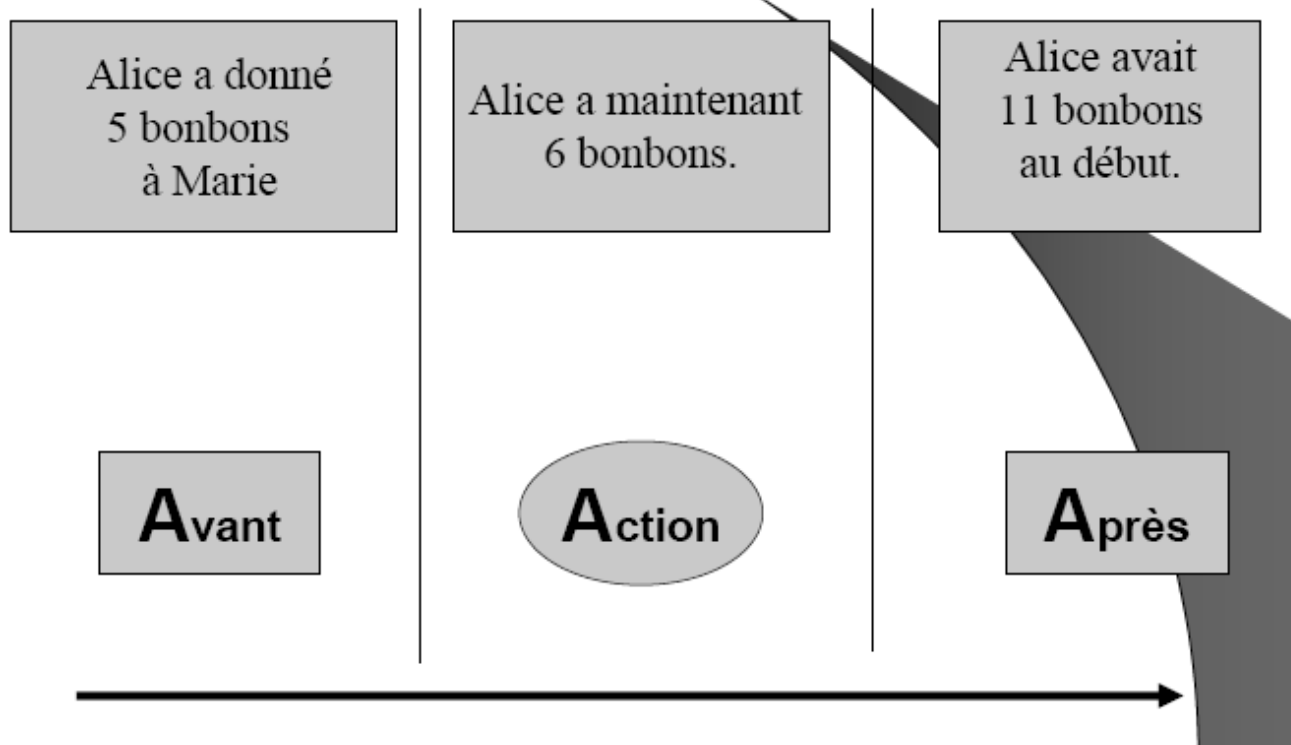
# Schématisation des problèmes

Type de problème	Exemple
<p>Transformation de mesure</p> 	<p><i>X avait des billes. Il en a donné 5 à Y. Maintenant X a 3 billes. Combien avait-il de billes ?</i></p>
<p>Composition de mesures</p> 	<p><i>X et Y ont ensemble 8 billes. X a 3 billes. Combien Y a-t-il de billes ?</i></p>
<p>Comparaison de mesures</p> 	<p><i>X a 3 billes. Il a 5 billes de moins que Y. Combien de billes a Y ?</i></p>

# Schématisation des problèmes

## Ménissier, 2009

Une bonne façon de travailler:  
la compréhension de récit



# Approches

- Apprentissage modélisé
- Apprentissage partagé
- Apprentissage autonome

# Procédure










## Problèmes résolus, puis non résolus

1. Lire la question
2. Lire les énoncés, la réponse et relire la question
3. Identifier la catégorie de problème
4. Faire placer les énoncés, la question et la réponse dans leur case respective
5. Faire dessiner le problème
6. Faire schématiser le problème
7. Écrire et faire le calcul
8. Écrire la réponse
9. Vérifier la réponse en relisant la question

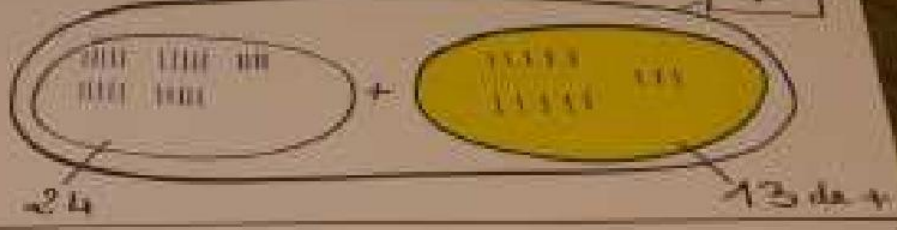
- Combien de bonbons a maintenant Alice?
  
- Alice a 4 bonbons.
- Elle a donné 2 bonbons à Williams.
- Combien de bonbons a maintenant Alice?
  
- Alice a maintenant 2 bonbons.



±

Résolution de problèmes										
1. Question	Combien de bonbons a maintenant Alice?									
2. Problème	Alice a 4 bonbons. Alice a donné 2 bonbons à William. Combien de bonbons a maintenant Alice?									
3. Schéma	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Avant</b></td> <td style="width: 33%;"><b>Action</b></td> <td style="width: 33%;"><b>Après</b></td> </tr> <tr> <td>Alice a 4 bonbons.</td> <td>Alice a donné 2 bonbons à <u>William.</u></td> <td>?</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<b>Avant</b>	<b>Action</b>	<b>Après</b>	Alice a 4 bonbons.	Alice a donné 2 bonbons à <u>William.</u>	?			
<b>Avant</b>	<b>Action</b>	<b>Après</b>								
Alice a 4 bonbons.	Alice a donné 2 bonbons à <u>William.</u>	?								
										
4. Calcul	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">4</td> <td style="width: 33%;">4 - 2</td> <td style="width: 33%;">= 2</td> </tr> </table>	4	4 - 2	= 2						
4	4 - 2	= 2								
5. Phrase réponse	Alice a maintenant 2 bonbons.									

# Problème de type combinaison

Schéma	
Calcul	$24 + 13 = 37$
Phrase-réponse	Il y a 37 jetons dans la boîte jaune.

# Logiciel

## Point d'interrogation



# Faciliter la résolution de problèmes

- Lexique et morphosyntaxe
- Catégorie de problèmes
- Présentation de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Algorithmes de calcul
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données utiles
- Contexte présenté par le problème
- Inférences

# Faciliter la résolution de problèmes

- Enrichir les textes en les rendant explicites
  - Éviter les informations inutiles
- Faire référence à l'univers de l'élève (ses bases de connaissances)

# Faciliter la résolution de problèmes

## Placer la question en début d'énoncé

- Permet un meilleur encodage de l'information contenue dans l'énoncé du problème
- Permet un encodage plus efficace du modèle mental de l'information contenue dans l'énoncé du problème
- Permet l'activation de schémas de problèmes (construits par contacts répétés avec une situation de problème)

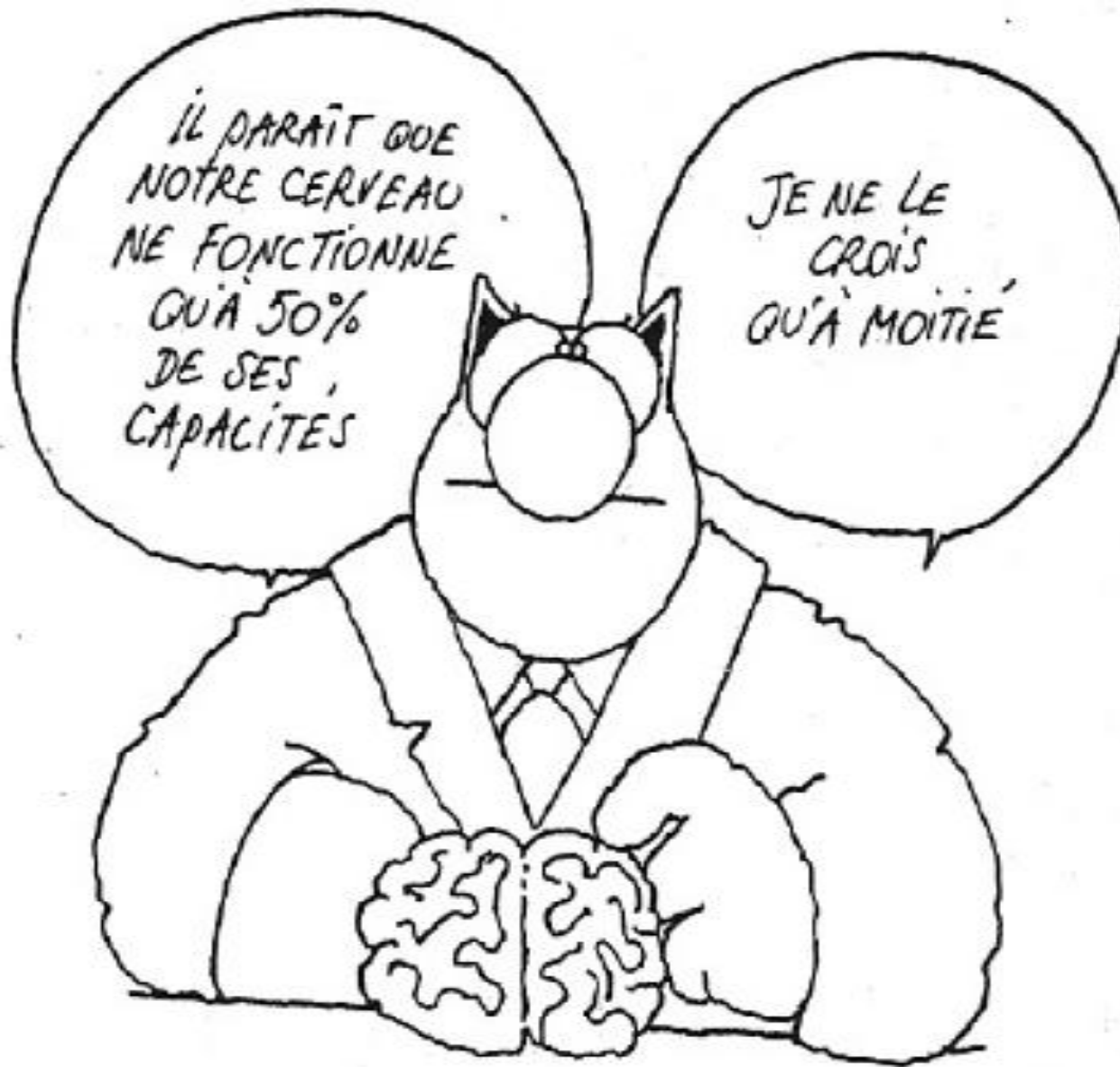
# Faciliter la résolution de problèmes

- Lexique et morphosyntaxe
- Catégorie de problèmes
- Présentation de schémas, diagrammes ou autres supports de représentation symbolique
- Algorithmes de calcul
- Organisation des données de l'énoncé
- Présence de données utiles
- Contexte présenté par le problème
- **Inférences**

# Adaptations

- Tableau de numération
- Tables d'addition et de multiplication
- Tableaux d'aide à la pose des opérations
- Calculatrice
- Schémas de catégories de problèmes
- Travail sur de petites quantités





*« Il y a trois sortes de mathématiciens: ceux qui savent compter et ceux qui ne savent pas. »*

Marie-Pascale Noël

# Liste d'exercices

- <http://dpernoux.free.fr/exercices-en-ligne.htm>

- BOEHM, A. (1973), *Test des Concepts de base*, Les éditions du Centre de
- Psychologie Appliquée, Paris. Traduction française de A. BOEHM : The Boehm Test
- of Basic Concepts. The psychological Corporation, New York, 1969. Fayol, M. (2012). *L'acquisition du nombre*. Paris : Presses Universitaires De France.
- Fischer, J.-P. (2009). La dyscalculie développementale : une conclusion. *ANAE*, 21 (102), 179-185.
- Fischer, J.-P. (2009). Six questions ou propositions pour cerner la notion de dyscalculie développementale. *ANAE*, 21 (102), 165-170.
- Guedin, N. (2012). Difficultés multiples en mathématiques : comment compter sur des aides à l'école ? *ANAE*, 24 (120-121), 579-586.

- INSERM, (2007). *Expertise collective, Dyslexie, dysorthographe et dyscalculie. Bilan des données scientifiques*. Paris : Éditions INSERM.
- Noël M.-P. (2005). *La dyscalculie : trouble du développement numérique de l'enfant*. Marseille : Solal.