

Dyscalculie bilan et rééducation

Céline COMMEIRAS, orthophoniste libérale au CPA-Provence

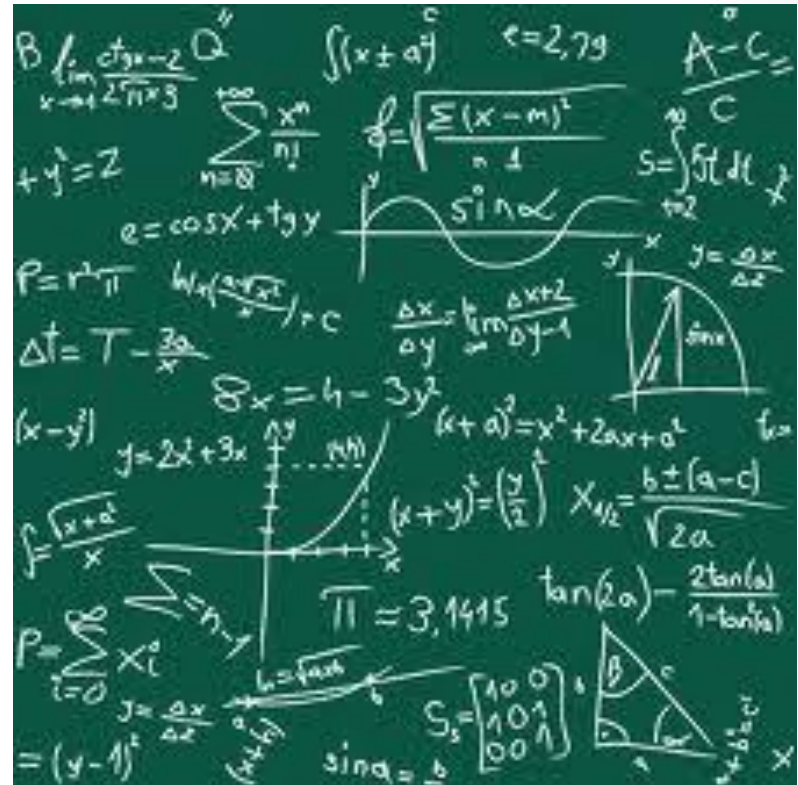


PÔLE MULTI-DISCIPLINAIRE
DES TROUBLES D'APPRENTISSAGE,
DE LA MÉMOIRE ET DE L'ATTENTION

CPA
COGNITION PSYCHOLOGIE APPRENTISSAGE
PROVENCE

Les mathématiques, une activité complexe !

- Implique plusieurs fonctions cognitives:
 - Directement liées au calcul:
 - Le traitement numérique
 - Les outils arithmétiques
 - Indirectement liées au calcul:
 - Les fonctions visuo-spatiales
 - Les fonctions exécutives et l'attention
 - La mémoire
 - Le langage



Un retentissement important

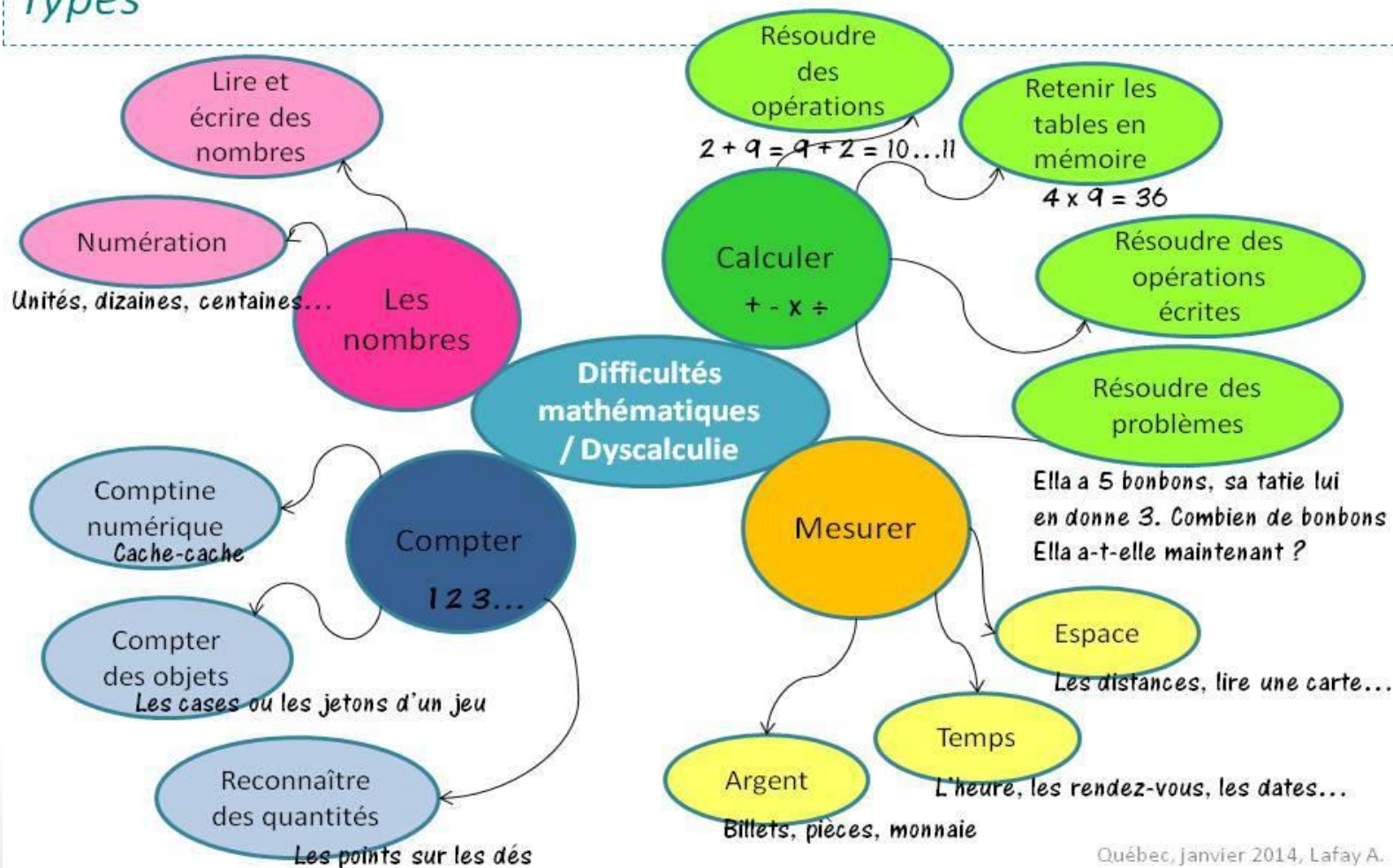
- Scolarité et orientation future
- Insertion socio-professionnelle
 - Corrélation aptitudes mathématiques et niveau de salaire (Murnane et Al., 1995)
- Vie quotidienne
 - Argent, budget
 - Documents administratifs
 - Cuisine, trajet, voyage...



Une diversité de symptômes

Les Difficultés en mathématiques

Types

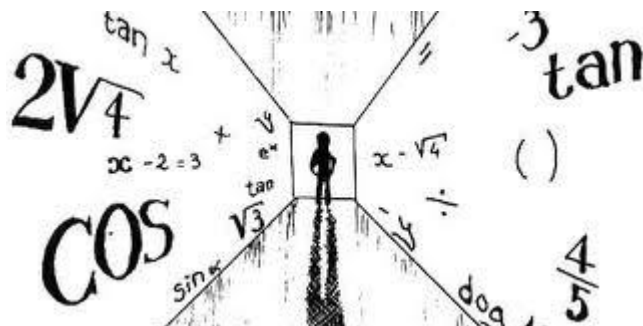


Une diversité de symptômes

- ❑ Chaque enfant peut présenter de façon associée (à des degrés divers):
 - ❑ Troubles du langage sur certains concepts (diff, quantité, condition...)
 - ❑ Dyslexie
 - ❑ Attention déficitaire
 - ❑ Trouble de la mémoire de travail
 - ❑ Troubles évocateurs d'une dyspraxie
 - ❑ Troubles de l'imagerie mentale
 - ❑ Désorganisation temporo-spatiale (relations d'ordre, succession actions, représentation de l'espace)
 - ❑ Retard de la pensée logique (Piaget)
 - ❑ Trouble des fonctions exécutives (planifier, exécuter, ajuster, déterminer des buts...)

Définitions: DSM V

- **Déficit spécifique d'apprentissage (avec troubles en mathématiques)**
 - Désordre neuro-développemental
 - Retard significatif dans les activités arithmétiques par rapport à une norme (2 ans, ou -2ET)
 - Difficultés présentes dès les premières années de vie
 - Absence de déficit intellectuel, de trouble envahissant du développement, de déficit sensoriel, de carence éducative
 - Degré de sévérité (légère/modérée/sévère)



Prévalence

- Variable en fonction des études (de 1 à 10%) car peu de consensus sur la définition et les critères d'inclusion dans la littérature.

I ♥
maths

Comorbidité

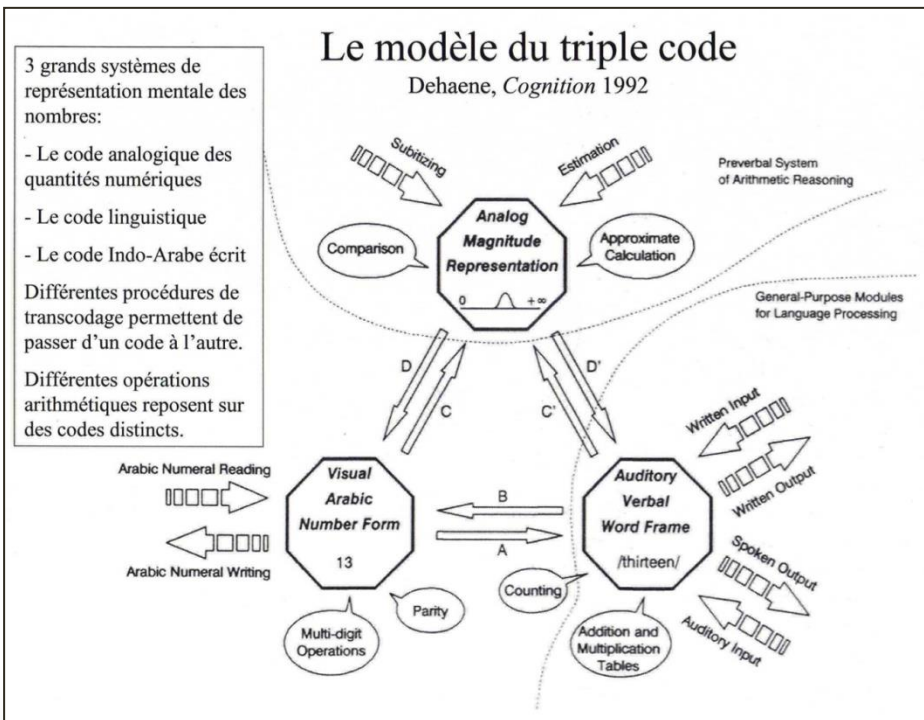
- Rarement isolée (2,7% des DC)
- Association avec les troubles du langage oral mais surtout écrit.
- Association avec troubles des fonctions cognitives:
 - déficit de l'attention
 - Etude de *Gross-Tsur et al (1996)* : Parmi 140 dyscalculiques, 26 % des enfants présentent un diagnostic probable de TDAH.
 - faibles capacités de mémoire de travail
 - troubles de l'espace.

Les modèles cognitifs

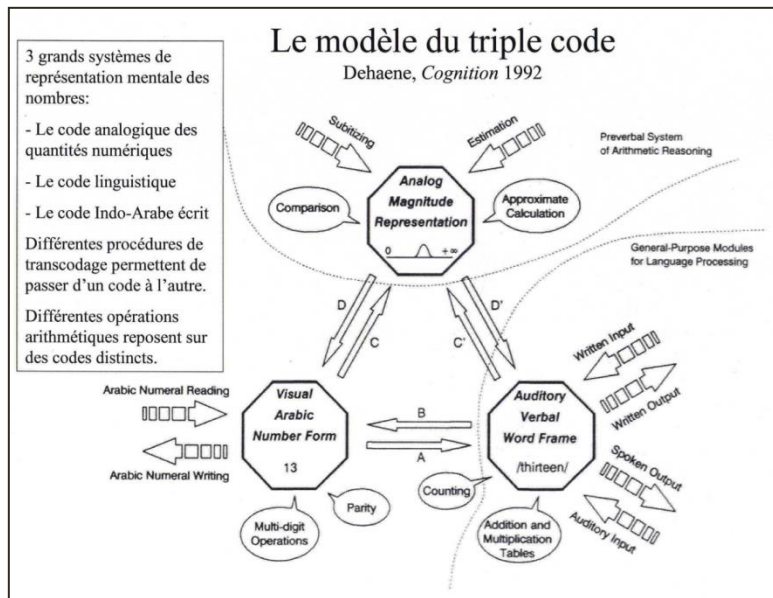
- Modèle anatomofonctionnel qui vise à expliquer les traitements numériques cognitifs de l'adulte.

- 3 systèmes de représentation indépendants mais interconnectés:

- Représentation analogique
- Représentation auditive verbale
- Représentation visuelle arabe

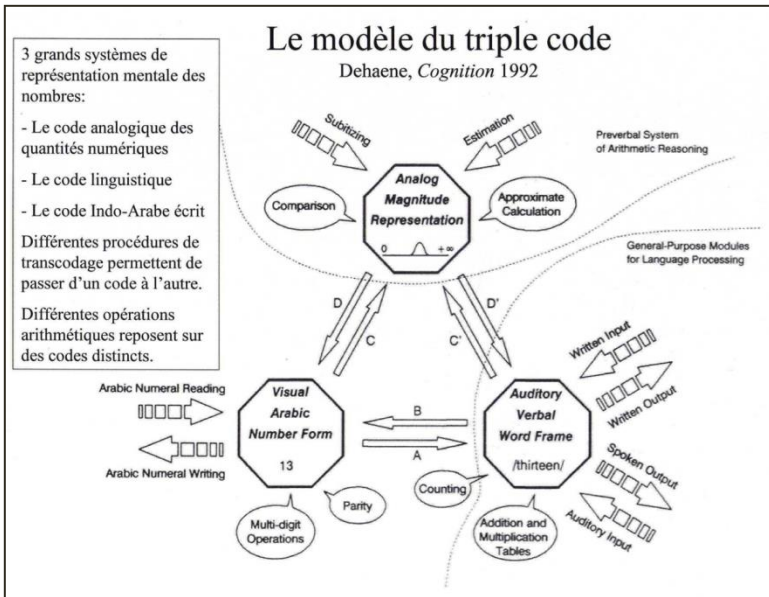


La représentation analogique



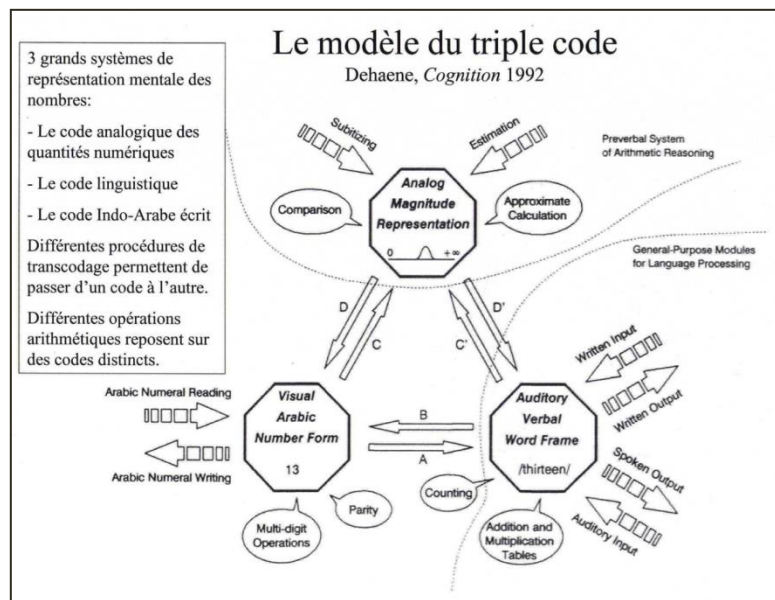
- Non symbolique et sémantique (sens du nombre)
- Innée, sous-tendue par le lobe pariétal (sulcus intrapariétal)
- 2 sous-systèmes:
 - Système numérique précis (subitizing):
 - traitement rapide de petites quantités
 - Dès 5 ans, mais devient plus rapide avec l'âge
 - Système numérique approximatif (estimation)
 - Processus rapide et intuitif qui permet de percevoir approximativement des grandes quantités
 - Permet de comparer des collections
 - Permet de placer un nombre sur une ligne numérique
 - Les représentations numériques mentales deviennent de plus en plus précises avec l'âge

La représentation auditive verbale



- Symbolique et asémantique
- Hémisphère gauche dans zones classiques du langage (Broca, partie sup du lobe temporal).
- Représentation verbale avec mise en relation quantité/nom de nombres.
- Les enfants savent très tôt (2 ans ½) qu'un nom de nombre correspond à une quantité. Long développement pour acquérir les Correspondances exactes entre les quantités et les mots. La manipulation du code verbal suppose un certain degré d'abstraction, l'augmentation de la quantité étant codée par l'ordre des mots dans la chaîne numérique verbale.
- Utilisée dans
 - l'activité de comptage
 - Codage de la numérosité (intervient dans les calculs précis)
 - l'utilisation des tables (accès aux faits arithmétiques)

La représentation visuelle arabe

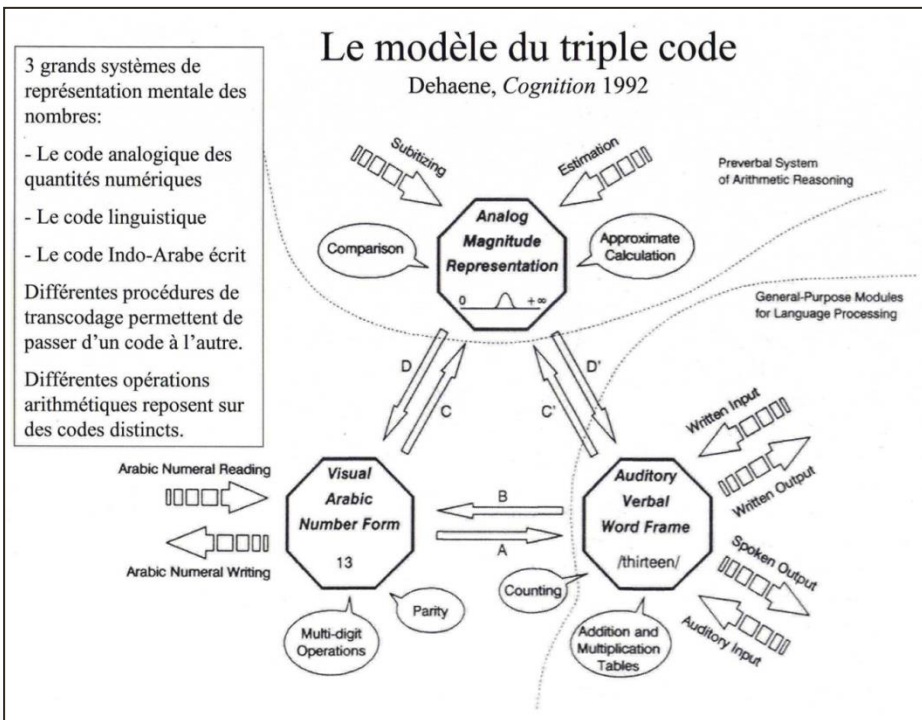


- symbolique et asémantique
- Régions bilatérales occipitotemporales
- Représentation sous forme visuelle-arabe des nombres en chiffres.
- Apparaît + de 3 ans après l'acquisition des premiers mots-nombres et dépend d'un apprentissage explicite par un enseignement académique.
- La notation positionnelle en code arabe repose sur le concept de base 10 et la notion de rang. Sa manipulation reste fortement imprégnée de traitement visuospatial.
- Intervient dans:
 - les activités de calcul précis (permet de réaliser des calculs mentaux complexes, (calculs à plusieurs chiffres))
 - Les jugements de parité

Les modèles cognitifs

Sur le plan neuropsychologique on dispose d'un double système de quantification :

- Système analogique de calcul approximatif
- Système symbolique adéquat pour les calculs précis (seuls les systèmes symboliques auditif et visuel permettent de réaliser des calculs précis au-delà des petites quantités)
 - travail en réseau des différents systèmes selon la tâche de calcul requise

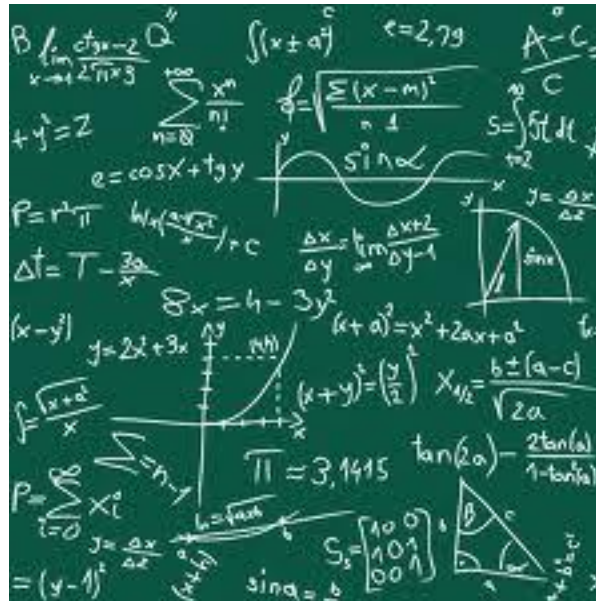


Facteurs explicatifs de la dyscalculie

- Facteurs cognitifs généraux:
 - **Déficit de la mémoire à court terme** (chaîne numérique, opérations arithmétiques...)
 - **déficit traitement phonologiques** (niveau de compétence dans les tâches de conscience phonologique serait prédictive du développement arithmétique de l'enfant)
 - **Inhibition** (difficulté à gérer les interférences dans les réseaux associatifs en mémoire à long terme)
- Un trouble numérique de base:
 - **Déficit du sens du nombre** (traitement du code analogique des quantités)
 - Et/ou **déficit d'accès au sens du nombre** via les **codes symboliques arabe ou verbal**

Bilan

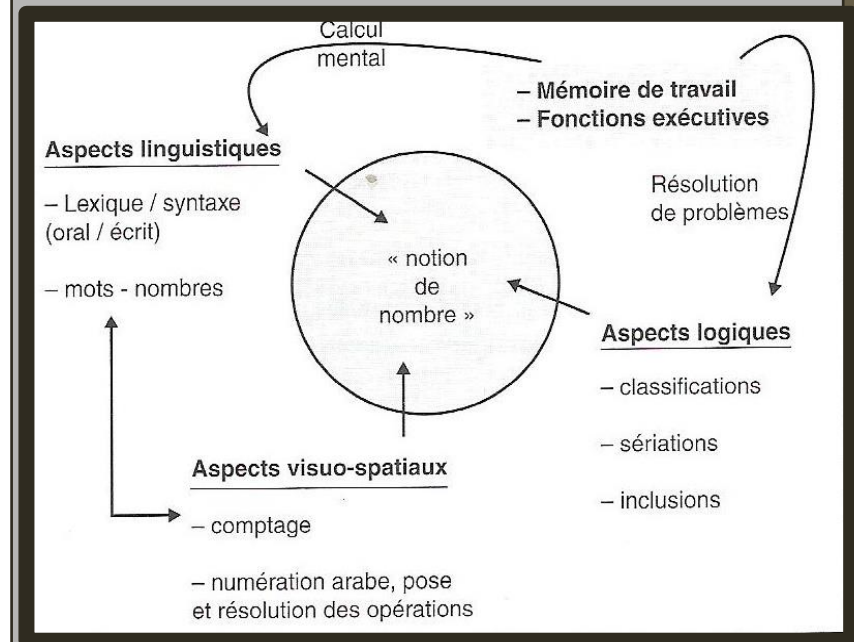
- Nécessité de disposer d'outils d'évaluation diagnostique fiables, standardisés.
- Tests visant à évaluer les compétences numériques (et donc les capacités cognitives qui interviennent dans la réalisation des tâches)



Domaines à explorer

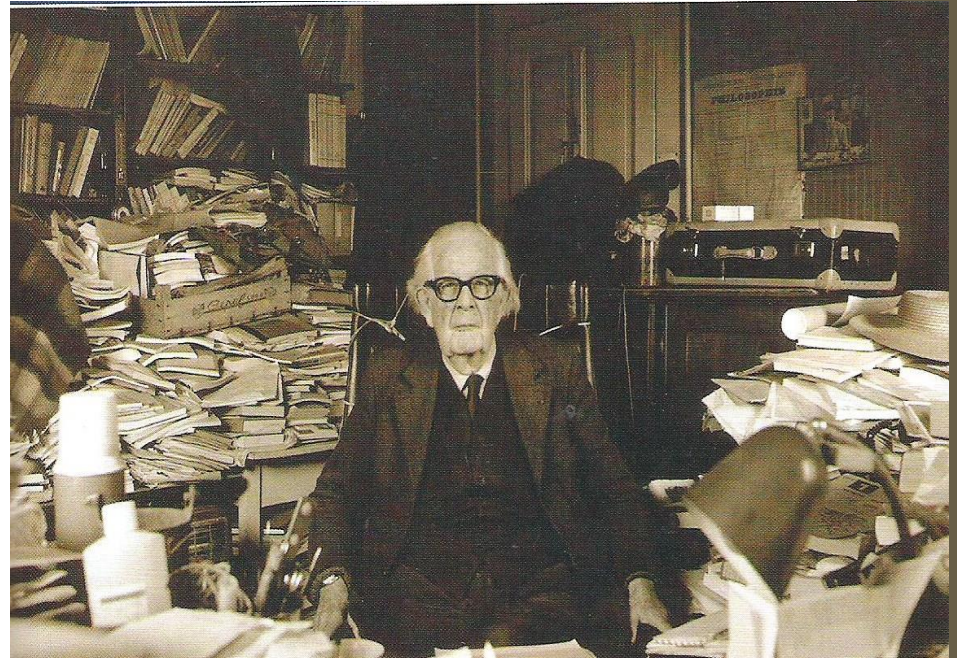
- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



Evaluer la logique

- Le modèle de la genèse du nombre selon Piaget
 - Les stades de développement
 - La conservation
 - La sériation
 - La classification
 - L'inclusion

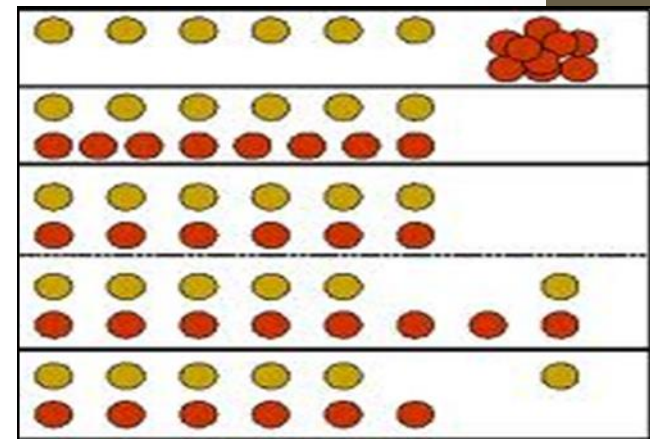


Les stades de développement

- Stade sensori-moteur (0 à 18 mois)
 - Essai/erreur
 - Premières extractions de loi
- Stade pré-opératoire (2 à 7/8 ans)
 - Pensée symbolique (2 à 4 ans)
 - Égocentrisme
 - Premières représentations mentales
 - Pensée intuitive (4 à 7 ans)
 - Aspects figuratifs
 - Collections, correspondance terme à terme
- stade opératoire concret (7/8 ans à 11/12 ans)
 - Réversibilité
 - concret
- Stade opératoire formel (après 12 ans)
 - Hypothèses
 - Combinatoire

La Conservation

- Capacité de dégager les aspects invariants de l'objet au travers des transformations qu'il subit
- Pour Piaget: indice ++ de développement (passage pensée pré-opératoire->opératoire)
- Le nombre réfère à la quantité (et pas à la quotité)
- ! Si non acquis au CP/CE1



Evaluer la conservation

- Dans quels bilans?
 - TEDIMATHS
 - UDN II
 - BLM II
- Exemples d'épreuves en fonction de l'âge:
 - Conservation du nombre
 - Conservation des longueurs
 - Conservation de la substance, des volumes...
- Que doit-on observer?
 - Grille de lecture piagétienne
 - Justifications verbales

Conservation: définition

- Capacité de dégager les aspects invariants de l'objet au travers des transformations qu'il subit
- Scénario:
 1. On présente deux éléments à l'enfant.
Affirmation de l'équivalence
 2. Un des éléments subit une transformation perceptive
 3. On sollicite un nouveau jugement sur l'équivalence et des justifications
- Contre-suggestion et conflit cognitif

La sériation

- Relation d'ordre
 - Transitive
 - Asymétrique
- Coordination et non successivité des points de vue
- Prise en compte des différences, en inhibant les ressemblances
- ! Difficultés pratiques



TEDI-MATH

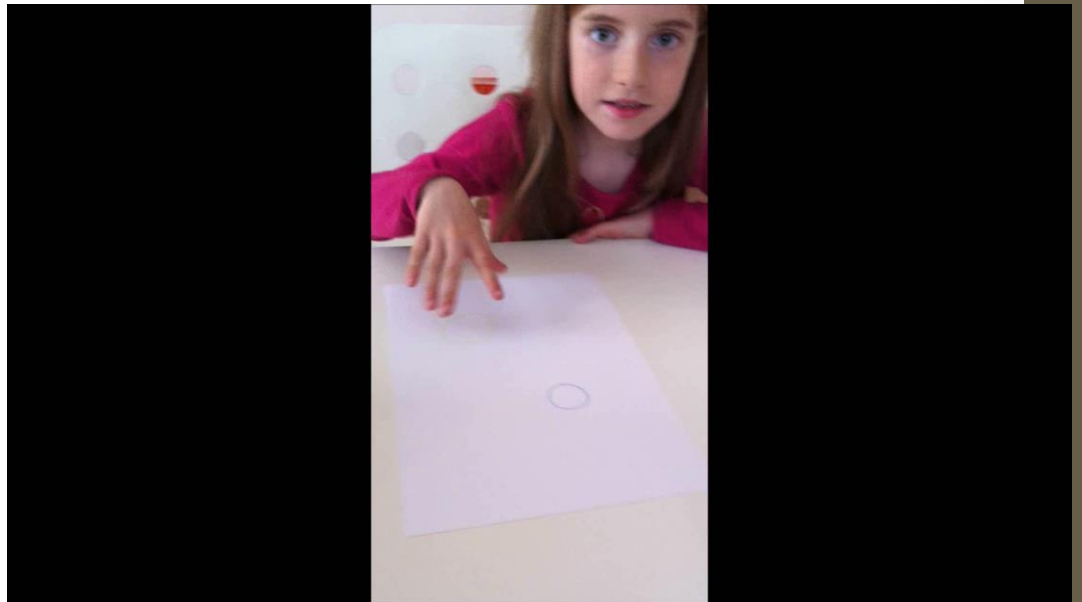
➔ Sériation de patterns d'arbres



Sériation de cercles

L'enfant peut-il coordonner mentalement 2 points de vue?

- Dessine un rond bleu et un rouge >bleu
- 1 jaune <bleu et <rouge
- 1 vert >bleu et >rouge (absence de coordination)
- 1 violet >bleu et <rouge (coordination)
- 1 noir <bleu et >rouge (impossibilité, stade opératoire confirmé)



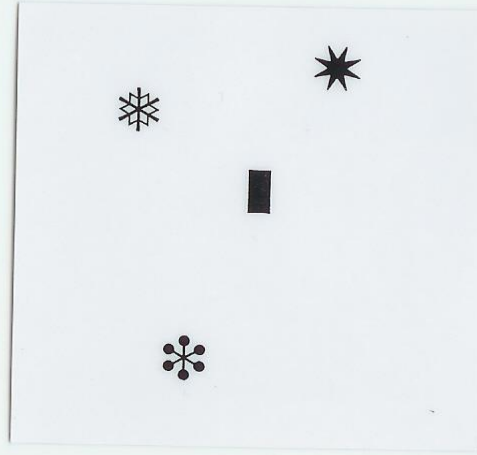
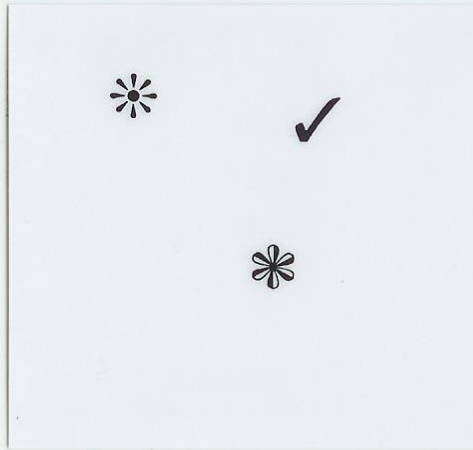
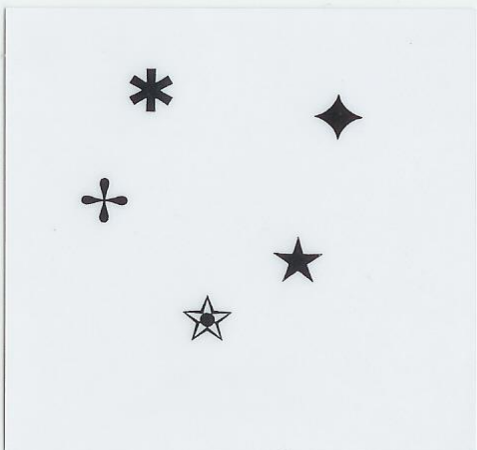
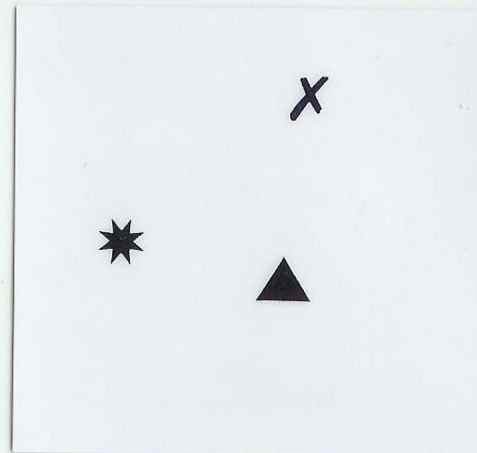
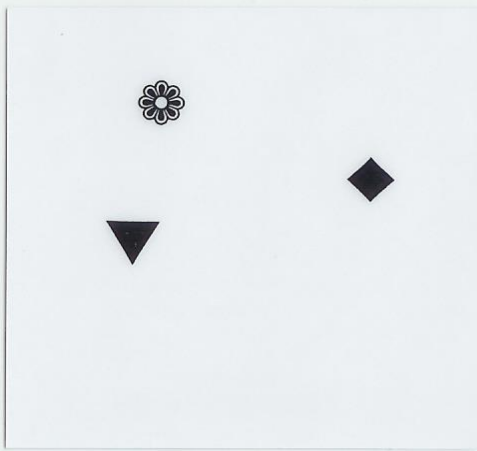
La classification

- Relation d'équivalence
- Capacité de généralisation, d'identification et d'organisation des propriétés de l'univers
- On se centre sur la ressemblance (couleur), en inhibant les différences (taille, forme)



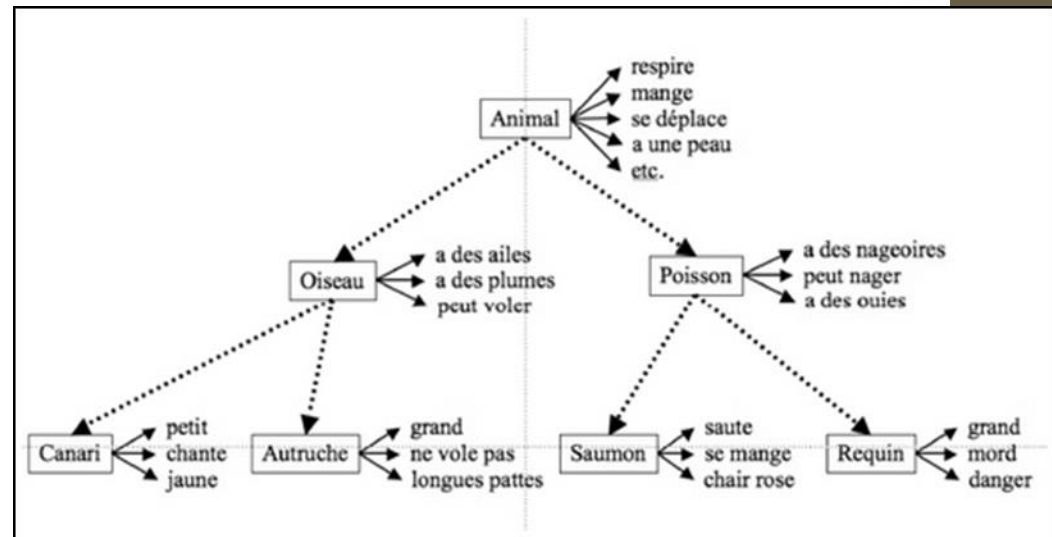
TEDI-MATH

- Les opérations logiques sur les nombres :
→ Classification numérique



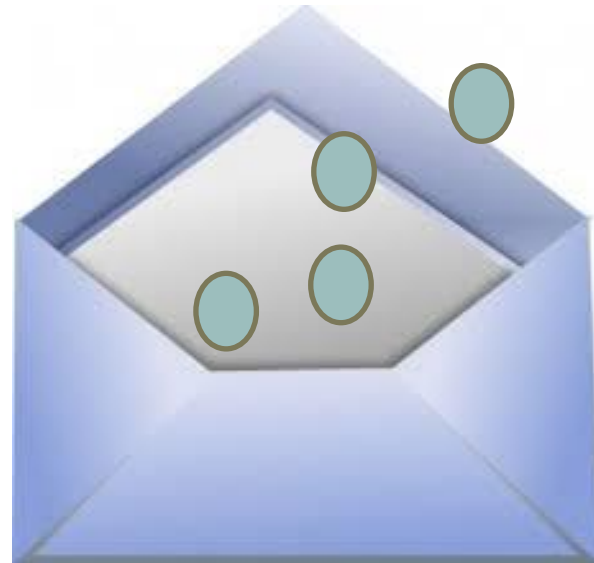
L'inclusion

- Constitutif de la logique des classes (classification proprement opératoire)
- Lien entre une classe et les sous-classes (partie à tout)
- Nécessité de conservation (du tout B quand on dissocie les sous-classes A et A')



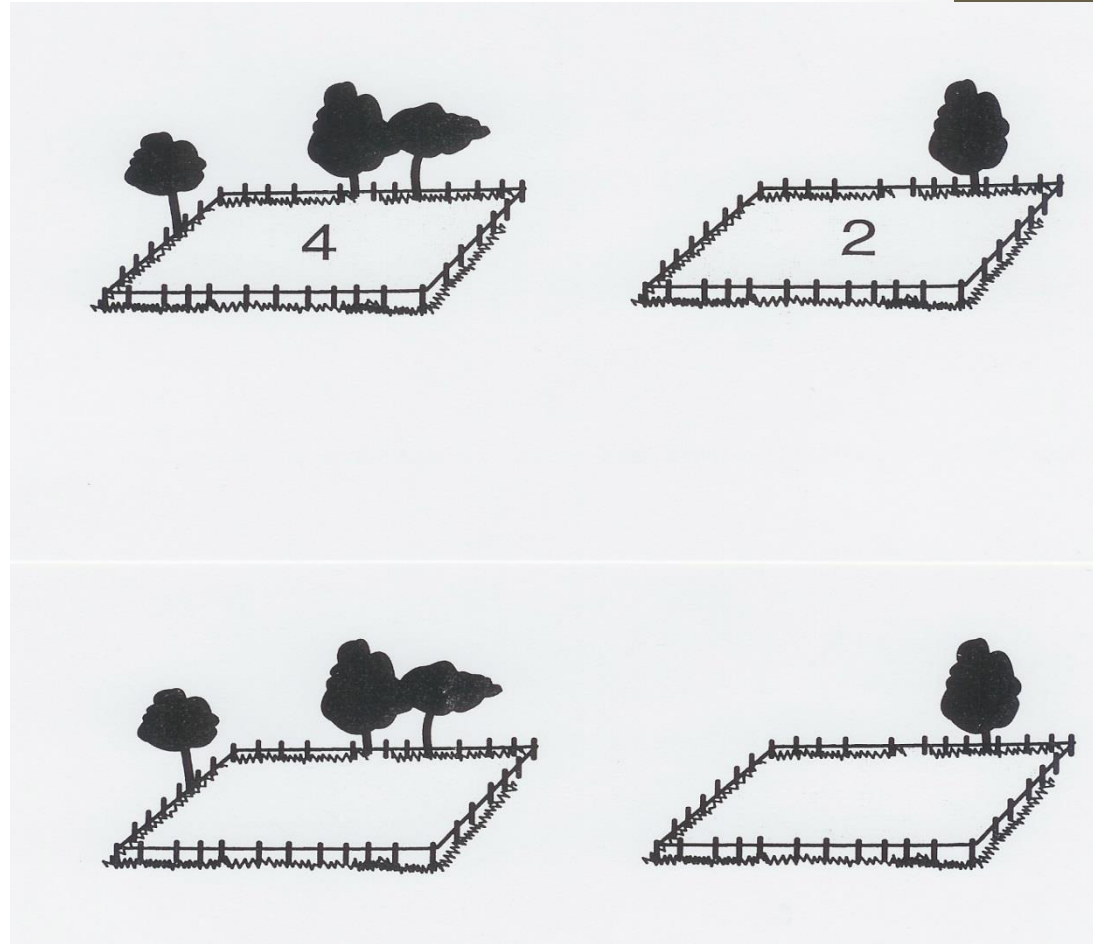
TEDI-MATH: inclusion numérique

- L'enfant doit placer 6 jetons dans une enveloppe, et dire s'il y en a assez pour prendre x jetons dans l'enveloppe
- On lui demande de justifier sa réponse



TEDI-MATH: décomposition additi

- 2 prairies et 6 moutons à répartir
- Puis 8 moutons à répartir (sans la prairie sous les yeux)



Annexe Ia : Épreuve de décision logique (n°1)

Nom :

Date :

<i>Décide si chaque énoncé est vrai (V) ou faux (F) : entoure ta réponse</i>	Vrai	Faux
Le nombre <i>mille douze</i> est plus grand que le nombre <i>neuf cent quatre-vingt-dix-sept</i> .	V	F
Un sapin est un arbre.	V	F
Toutes les roses ne sont pas des fleurs.	V	F
Après avoir gagné 3 billes, Léa a maintenant 7 billes. Elle avait donc 10 billes au début de la partie.	V	F
L'avant-dernière lettre du mot <i>jardin</i> est une voyelle.	V	F
Le mercredi est la veille du mardi.	V	F
Il y a 6 mois dans un trimestre.	V	F
Dix moins trois est égal à quatre plus trois.	V	F
Ce gros dictionnaire comporte 1478 pages en tout.	V	F
Si le crayon de papier est plus long que le crayon-feutre et si le crayon feutre est plus long que le stylobille, alors le stylobille est plus long que le crayon de papier.	V	F
Toutes les fleurs ne sont pas des roses.	V	F
Avec un billet de 5 € et deux pièces de 2 €, on peut acheter un livre valant 8 €.	V	F
Pour dessiner un rond dans un carré, il faut dessiner un rond et mettre le carré dedans.	V	F
Pour couper une ficelle en quatre, on donne trois coups de ciseaux.	V	F
Julien a 6 billes de plus que Thibault, donc Julien a 6 billes.	V	F
<i>Environ</i> est le contraire d' <i>à peu près</i> .	V	F
1 kg est égal à 1 000 g.	V	F
Cette année, on n'a récolté que 12 kg de prunes sur le pommier du jardin.	V	F
Une allumette mesure 48 mm de longueur.	V	F
La carotte, le poireau et la pomme sont des légumes.	V	F
<i>Total des réponses correctes</i>		

Epreuve de décision logique (A.Ménissier)

Annexe Ib : Épreuve de décision logique (n°2)

Nom :

Date :

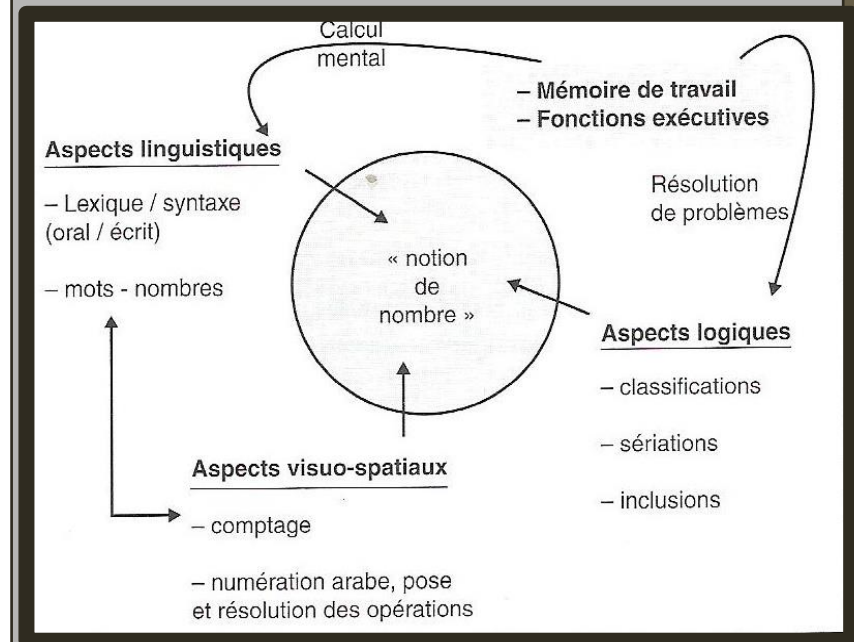
<i>Décide si chaque énoncé est vrai (V) ou faux (F). Entoure ta réponse.</i>	Vrai	Faux
Le nombre 18 est multiple de 2, 3, 6 et 9.	V	F
Dans une classe de 25 élèves, on peut constituer au moins quatre équipes de 6 enfants chacune.	V	F
Les insectes ne sont pas des animaux.	V	F
10^3 est le produit de 10 par 3.	V	F
Le reste d'une division doit toujours être inférieur au diviseur.	V	F
Le nombre 3,2 est plus petit que le nombre 3,17.	V	F
Il y a deux ans, Marie avait dix ans. Dans trois ans, elle aura donc treize ans.	V	F
La moitié du double de 16 est égale à 16.	V	F
Toutes les sandales sont des chaussures, mais toutes les chaussures ne sont pas des sandales.	V	F
Le nombre 19 s'écrit XVIII en chiffres romains.	V	F
Le carré est un rectangle particulier.	V	F
$2 \text{ dam}^2 = 200 \text{ m}^2$	V	F
Le magasin de sport accorde une remise de 50 % : le vélo de course valant 200 € est donc soldé à 150 €.	V	F
Le nombre 3 est un diviseur de 27 et de 12.	V	F
$2,7 \times 10 = 2,70$	V	F
Le périmètre d'un carré se mesure en mètre carré.	V	F
(8×7) est égal à $(8 \times 5) + (8 \times 2)$.	V	F
Un centimètre, qui est le centième du mètre, peut s'écrire 0,001 m.	V	F
140 g est égal à 1 hg et 4 dag.	V	F
3 h 20 min est égal à 180 min.	V	F
<i>Total des réponses correctes</i>		

Epreuve de décision logique (A.Ménissier)

Domaines à explorer

- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



Evaluer le comptage

- Dans quels bilans?
 - TEDI MATHS
 - ZAREKI-R
- Exemples d'épreuves:
 - Compter le plus loin possible
 - Compter avec une borne supérieure
 - Compter avec une borne inférieure
 - Compter avec une borne supérieure et une borne inférieure
 - Compter à rebours
 - Compter de 2 en 2, de 10 en 10



Phase d'acquisition de la chaîne verbale

- Très précocement: les noms de nombres sont perçus comme une catégorie langagière particulière
- Lexique
 - Système verbal, 25 « primitives lexicales »
 - Unités (un, deux,.....neuf)
 - Dizaines (dix à soixante)
 - Particuliers (onze à seize)
 - Multiplicateurs (cent mille million milliard)
- Syntaxe (ordre des mots, aucune approximation!)

Phase d'acquisition de la chaîne verbale

- À chaque stade de développement: 3 parties
 - Portion stable conventionnelle
 - Portion stable non conventionnelle
 - Portion non stable non conventionnelle



Phase d'élaboration de la chaîne verbale, lien avec le dénombrement

4 niveaux d'élaboration:

1. Chapelet: « un-deux-trois »
2. Chaîne insécable
3. Chaîne sécable
4. Chaîne terminale



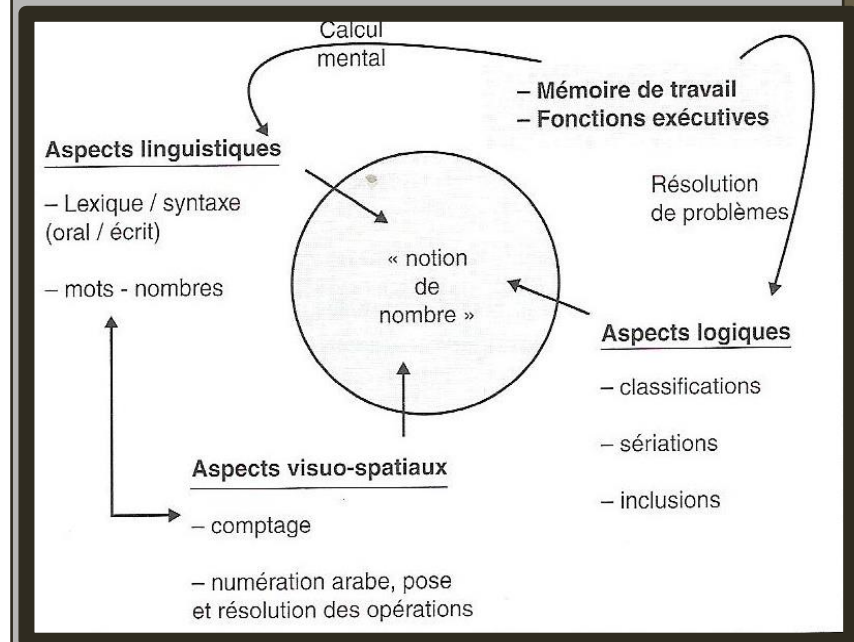
Evaluer le comptage: que doit-on observer?

- Séquence numérique:
 - Portion stable conventionnelle/portion stable non conventionnelle/portion non stable non conventionnelle
- Niveau d'élaboration de la chaîne
 - Chapelet
 - chaîne insécable
 - Chaîne sécable
 - Chaîne terminale
- Langage
- Inhibition/mémoire

Domaines à explorer

- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

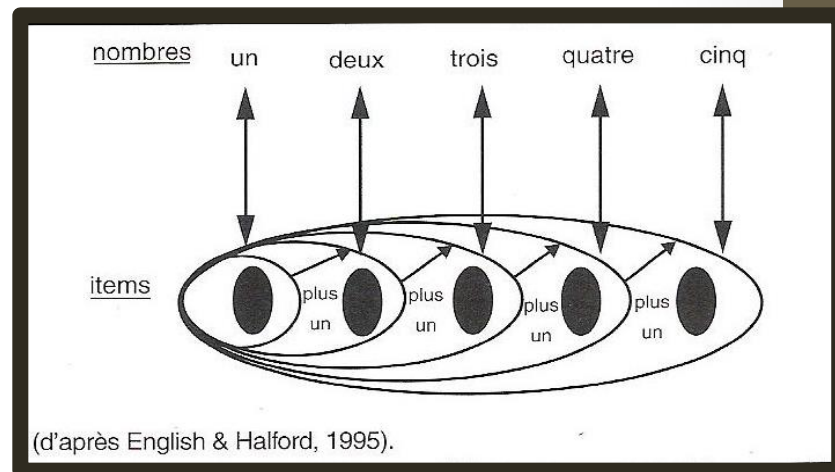
- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



Evaluer le dénombrement

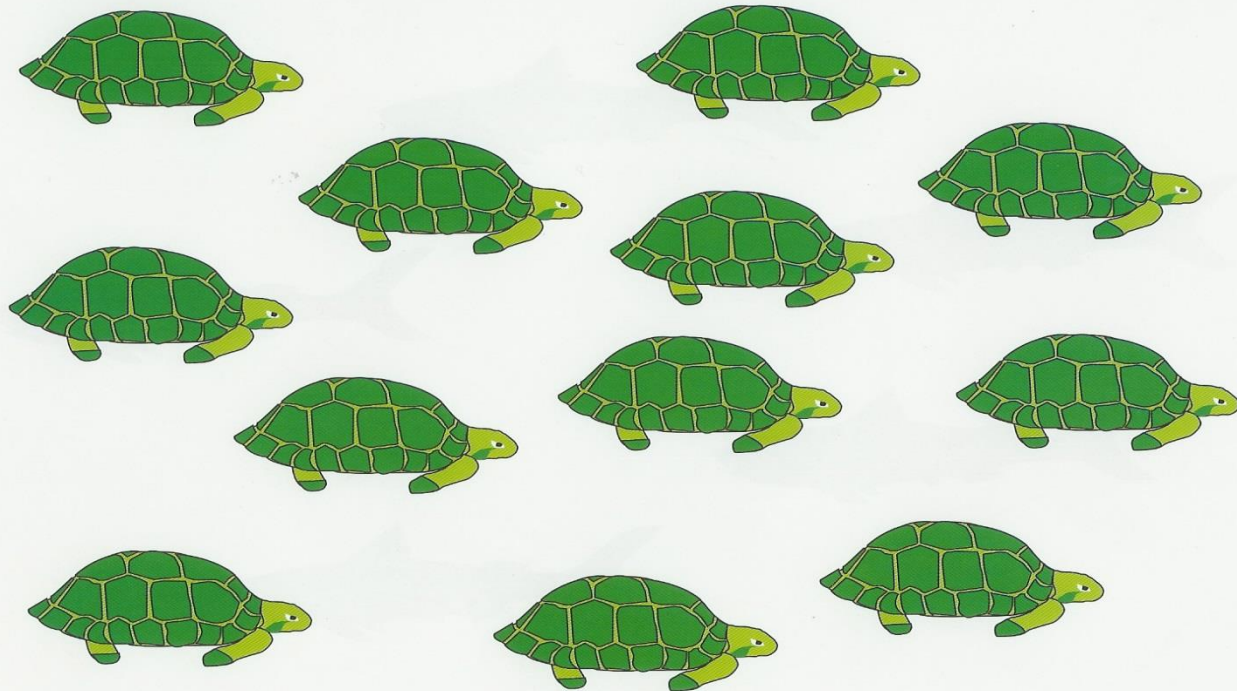
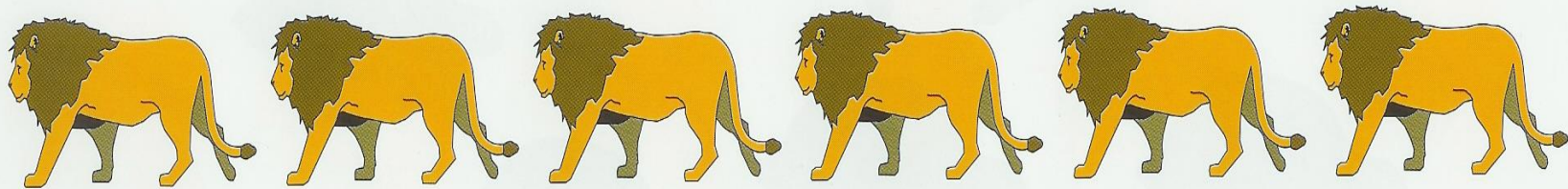
- Dans quels bilans?

- TEDI MATHS
- ZAREKI-R
- BLM II



- Exemples d'épreuves:

- Patterns linéaires ou organisés spatialement (constellation dés)
- Pattern dispersés
- Différentes modalités (libre, pointage digital avec comptage verbal,



Evaluer le dénombrement

- Coordination de nombreuses aptitudes (attention, mémoire, stratégie, inhibition, fonctions visuospatiales) et maîtrise du comptage
- 5 principes:
 1. Principe d'ordre stable
 2. Correspondance terme à terme
 3. Principe cardinal
 4. Principe d'abstraction
 5. Principe de non pertinence de l'ordre

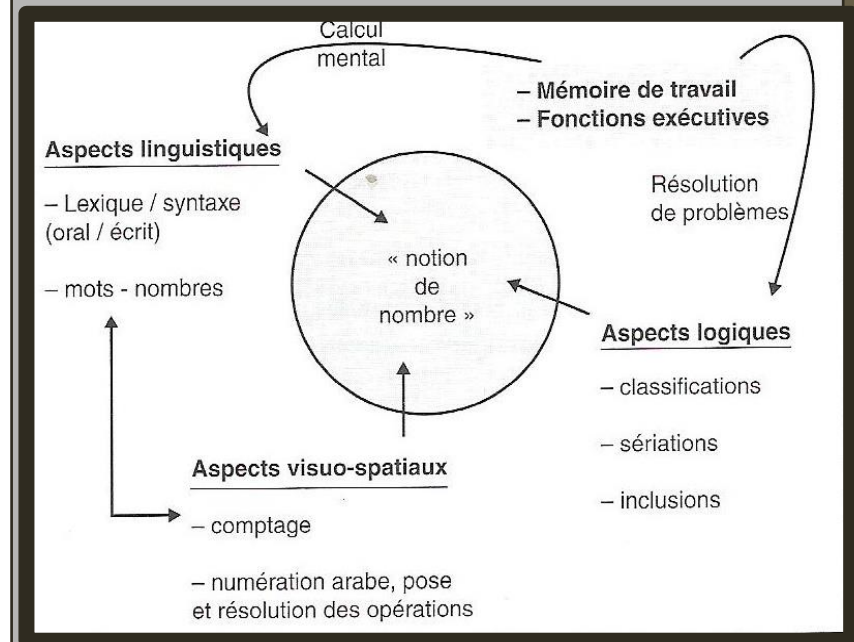
Évaluer le dénombrement: que doit-on observer?

1. **Principe d'ordre stable**
2. **Principe de correspondance terme à terme** (dénombrement avec pattern linéaire et aléatoire)
3. **Principe cardinal**
« combien en tout »
4. **Principe d'abstraction**
(dénombrement d'un ensemble hétérogène)
5. **Principe de non pertinence de l'ordre**
« combien en aurais-tu compté si tu avais commencé par celui-là? »

Domaines à explorer

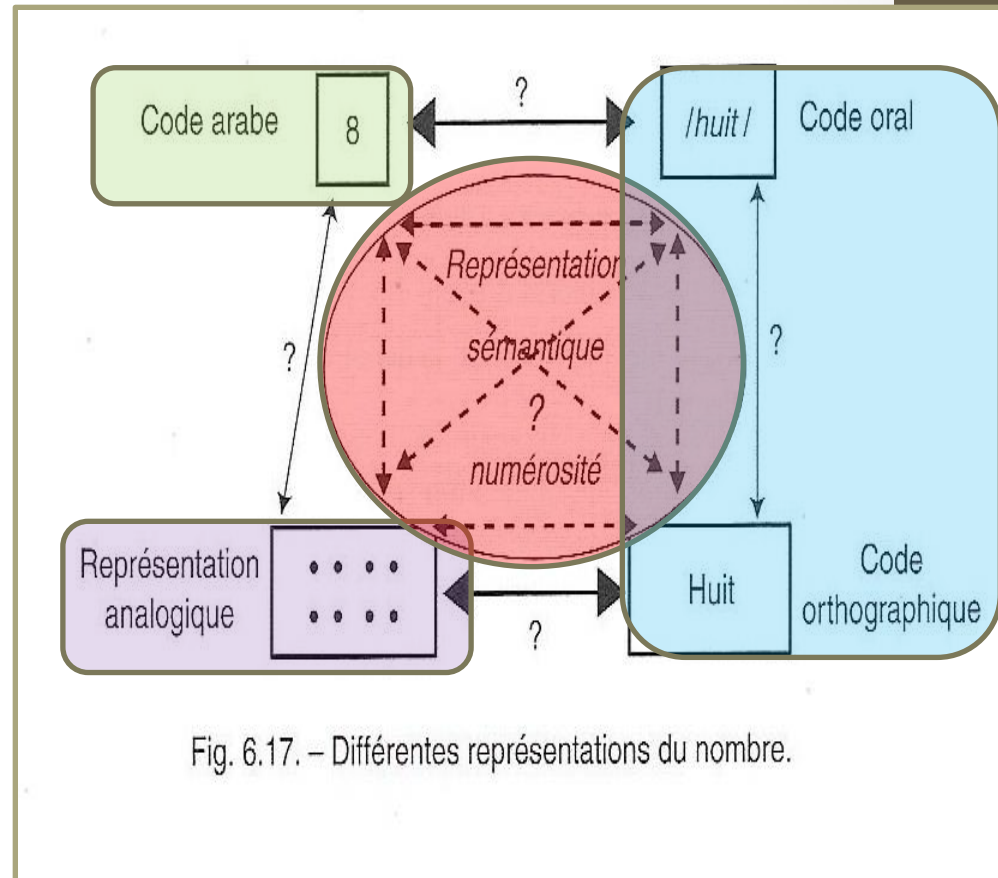
- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



Evaluer le système de numération

- le code numérique verbal (oral et orthographique)
- le code arabe
- Représentation analogique
- 'sens' du nombre



Evaluer le système de numération

- Code numérique verbal et oral
- Code arabe
- Transcodage
- Représentation en base 10 du nombre

Code numérique verbal oral et écrit

- Apprentissage des mots-nombres
- Maîtrise des aspects séquentiels
 - Lexique
 - syntaxe
- Cardinalisation du mot-nombre

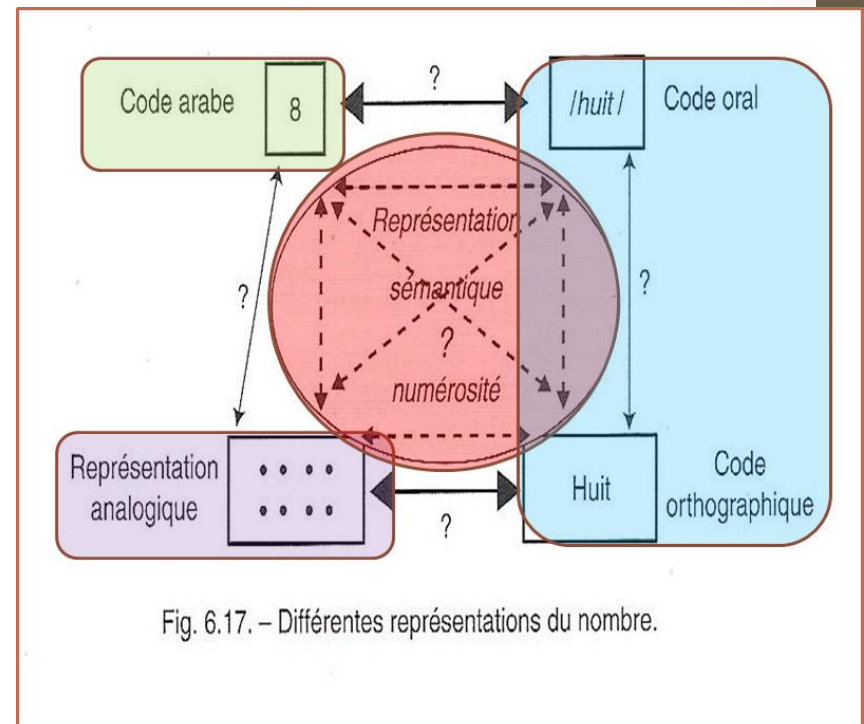


Fig. 6.17. – Différentes représentations du nombre.

Evaluation du système numérique oral

- Dans quels bilans?
 - TEDIMATHS (épreuves spécifiques)
 - ZAREKI-R (épreuves spécifiques et dans les épreuves de transcodage)
- Exemples d'épreuves:
 - Décision numérique orale
 - Compter le plus loin possible
 - Jugement de grammaticalité
 - Comparaison de nombres oraux
- Que doit-on observer?
 - Lexique
 - Syntaxe
 - Cardinalisation

le code arabe

- Système positionnel
- Cardinalisation

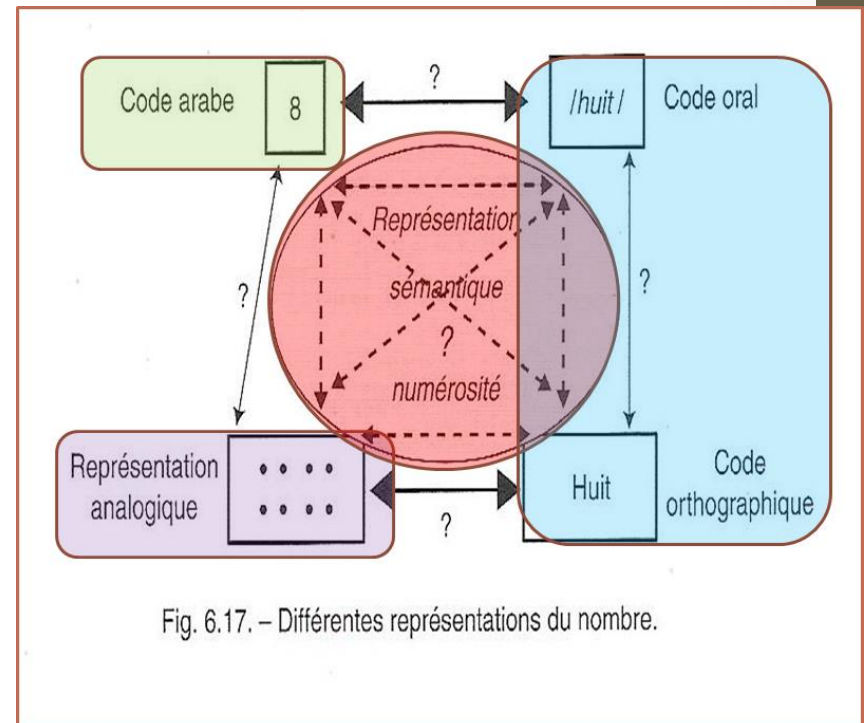


Fig. 6.17. – Différentes représentations du nombre.

Evaluation du système numérique arabe

- Dans quels bilans?
 - TEDIMATHS (épreuves spécifiques)
 - ZAREKI-R (épreuves spécifiques et dans les épreuves de transcodage)
- Exemples d'épreuves:
 - Décision numérique écrite
 - Comparaison de nombres écrits
- Que doit-on observer?
 - Système positionnel
 - Cardinalisation

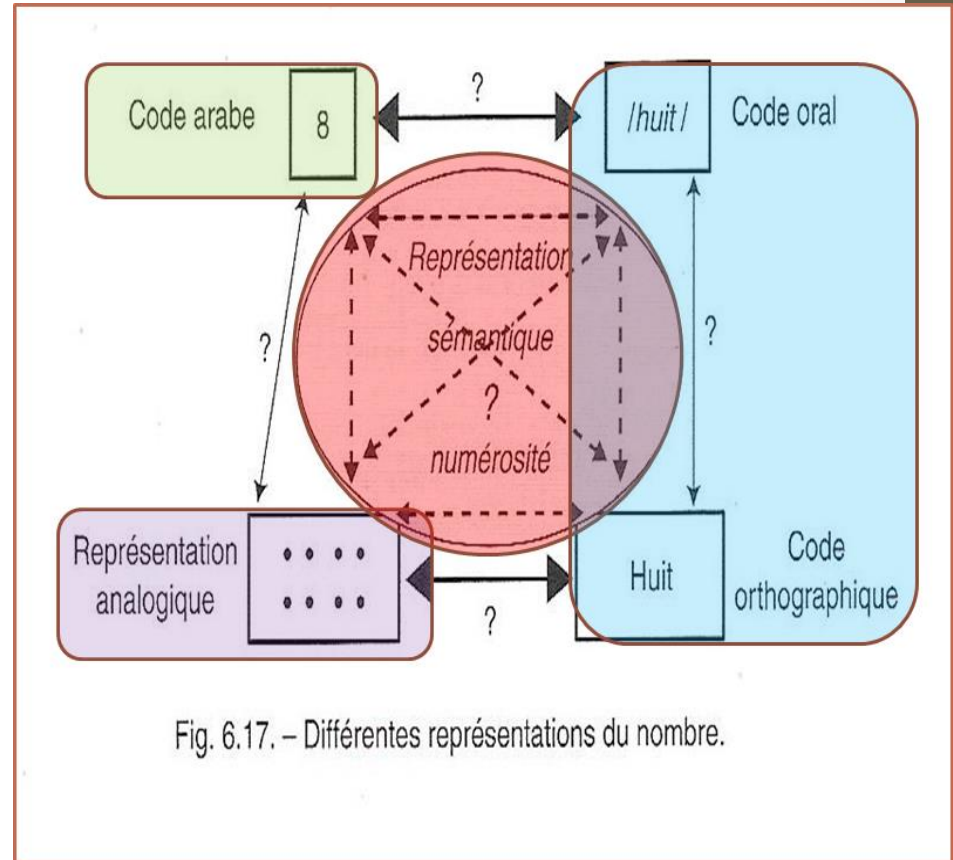
12. Comparaison de deux nombres écrits

Exemple : 100 1

13	31
79	81
1007	1070
511	298
654	546
9768	35201
96	69
201	102
347	947
1238	11238

le transcodage

- Trois étapes de traitement:
 1. Compréhension de la quantité en entrée
 2. Représentation sémantique du nombre
 3. Traduction dans le code de sortie adapté



	Numération orale	Numération écrite
Éléments	<p>28 mots, quatre catégories de mots :</p> <ul style="list-style-type: none"> - seize termes pour les seize premiers nombres (apprentissage par cœur), - cinq mots pour les nouvelles dizaines : vingt, trente, quarante, cinquante, soixante, - six mots pour les puissances de dix : cent, mille, million, milliard, billion, trillion, - le zéro pour absence de quantité. <p>Invasion de mots nouveaux quand on pourrait s'en passer (dix, onze, douze) et manque de mots ailleurs (soixante-dix, quatre-vingts).</p>	<p>10 signes seulement : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0</p> <p>C'est un système fini de signes permettant la production infinie de nombres.</p>
Base	Pas de base marquée	Base dix
Type de structure opératoire	<p>Parfois additif (vingt-deux, vingt-trois,...)</p> <p>Parfois multiplicatif (quatre-vingts)</p> <p>Parfois mixte (quatre-vingt-dix-neuf)</p> <p>Présence insolite du « et » (vingt-et-un) et absence du « un » devant cent et mille.</p>	A la fois multiplicatif et additif (polynôme)
Valeur positionnelle	<p>Certaines permutations font du sens :</p> <p style="padding-left: 40px;">quatre-vingts \neq vingt-quatre</p> <p style="padding-left: 40px;">mille trois cents \neq trois cent mille</p> <p>D'autres, non :</p> <p style="padding-left: 40px;">trois cent douze / douze trois cent</p>	<p>Toute succession de chiffres produit un nombre.</p> <p style="padding-left: 40px;">Exemple avec 2,4,7 :</p> <p style="padding-left: 40px;">247, 274, 427, 472, 724, 742</p>
Développement algorithmique	<p>La présence du dix fait qu'on n'est pas dans une cohérence algorithmique. Elle devrait se mettre en chantier à 10 (un-zéro).</p> <p>Présence d'algorithmes locaux, mais pas généraux (17, 18, 19,... \rightarrow 69).</p>	<p>On a un fonctionnement algorithmique constant avec trois algorithmes différents qui s'enchevêtrent :</p> <p>tous les temps pour les unités,</p> <p>tous les dix temps pour les dizaines,</p> <p>tous les cent temps pour les centaines.</p>
Le zéro	<p>Pas d'utilisation pour l'oralisation des nombres. (Exemple : dix, deux mille quatre)</p>	<p>Utilisation systématique, et fondamentale du zéro. (Exemple : 10, 2004)</p> <p>Le zéro a quatre natures :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en tant que chiffre, - en tant qu'absence de quantité, - élément neutre pour l'addition, - élément nul pour la multiplication.
Ordre de grandeur	<p>Pas de relation avec le nombre de mots. (Exemple : mille > cent soixante dix-huit)</p>	<p>Le nombre de chiffres est un excellent indicateur</p> <p>1 < 11 < 111 < 1111 < 11111</p>

Numération orale/numération écrite

Tableau comparatif des deux numérations (Monique Quertier, jan 2008)

Evaluation du transcodage

- Dans quels bilans?
 - TEDIMATHS
 - ZAREKI-R
- Exemples d'épreuves:
 - Dictée de nombres
 - Lecture de nombres
- Que doit-on observer?
 - Deux types d'erreurs:
 - Lexicale (12 pour 13, 72 pour 62)
 - Syntaxique (64 codé 604)
 - Atteinte d'un code spécifique? (erreurs, lenteur)

La représentation en base 10

1. Conception unitaire des nombres à deux chiffres
2. Conception dizaine-unités basée sur la numération verbale
3. Conception des séquences de dizaines-unités
4. Conception dizaines-unités séparées
5. Conception intégrée des dizaines unités séparées

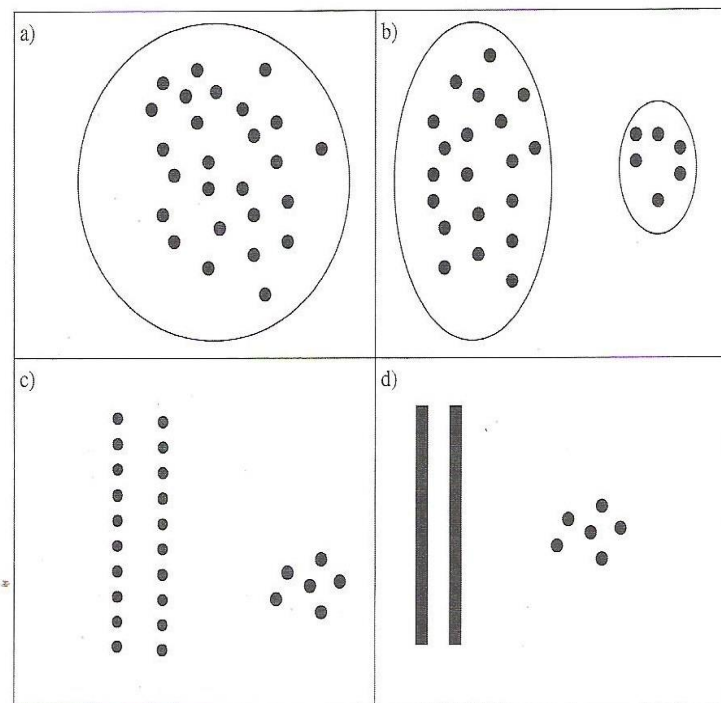


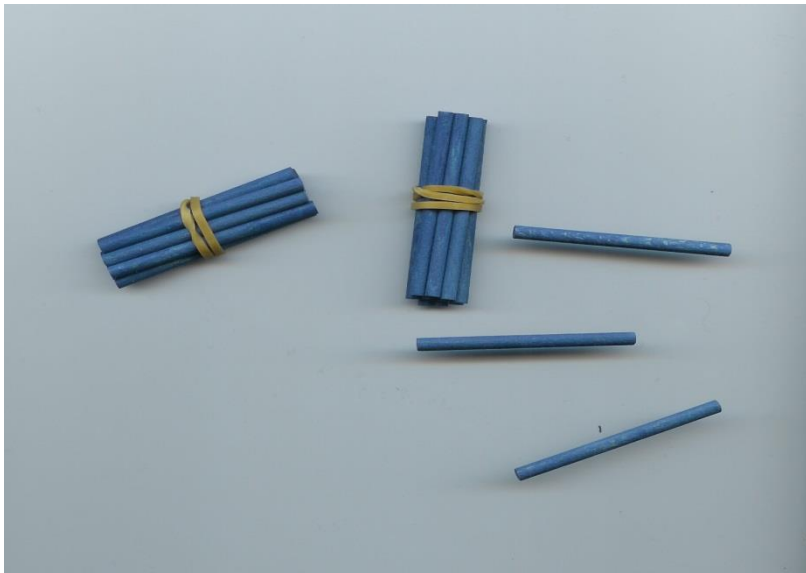
Figure 1. les différentes conceptions du nombre 26: (a) conception unitaire des nombres à deux chiffres, (b) : conception x-ante unités basée sur la numération verbale, (c) : séquence de dizaines-unités, (d) : conception de dizaines-unités séparées.

Evaluation de la représentation en base 10

- Dans quels bilans?
 - TEDIMATHS
 - ZAREKI-R
 - BLM II
- Exemples d'épreuves:
 - Désigner chiffre des dizaines/unités
 - Manipulation (jetons/bâtonnets)
 - Représentation mentale
- Que doit-on observer?
 1. Conception unitaire des nombres à deux chiffres
 2. Conception dizaine-unités basée sur la numération verbale
 3. Conception des séquences de dizaines-unités
 4. Conception dizaines-unités séparées
 5. Conception intégrée des dizaines unités séparées

TEDI-MATH

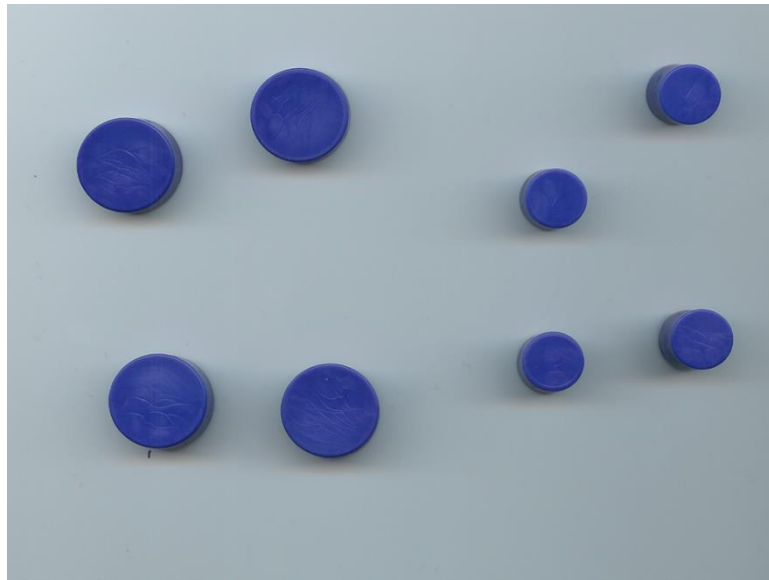
Si je prends deux paquets, j'ai combien de bâtonnets en tout? (matériel visible)



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

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

TEDI-MATH

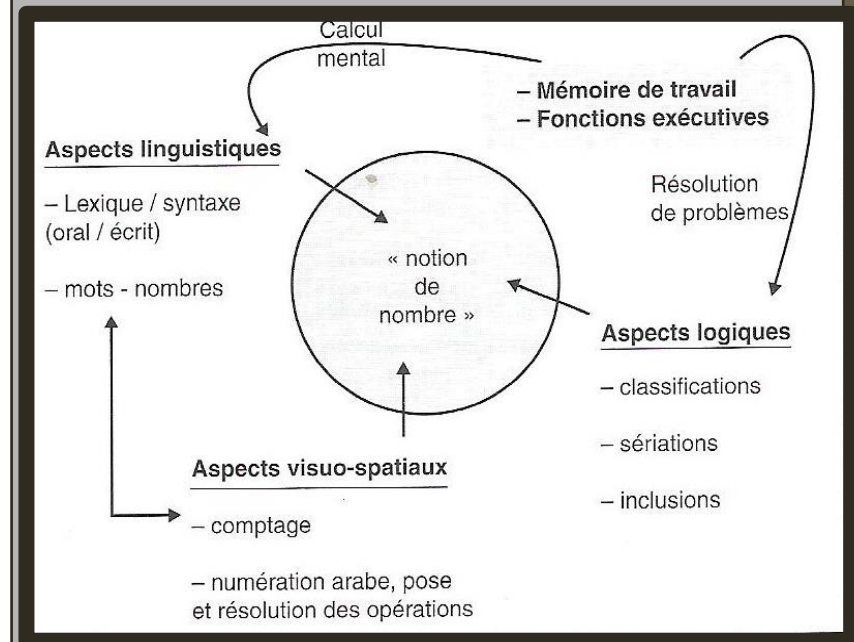


- *Peux tu me montrer les pièces que tu donnerais pour acheter un jouet à 17 € ? (choix économique ?)*
- Le support ne permet plus de concevoir les paquets de dix mais demande d'envisager les dizaines

Domaines à explorer

- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



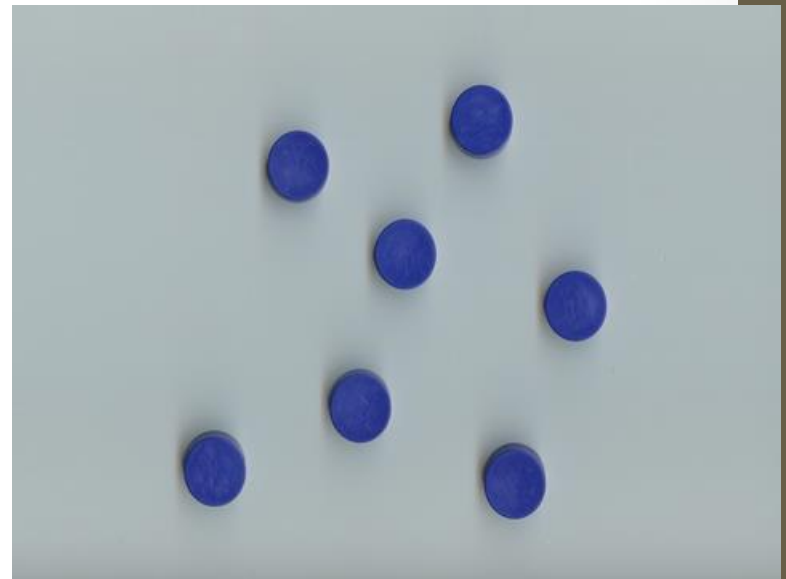
Evaluation de l'utilisation du nombre

- Dans quels bilans?
 - TEDIMATHS
 - BLM II
 - UDN II
- Exemples d'épreuves:
 - Utilisation fonctionnelle du dénombrement TEDI-MATH



TEDI-MATH

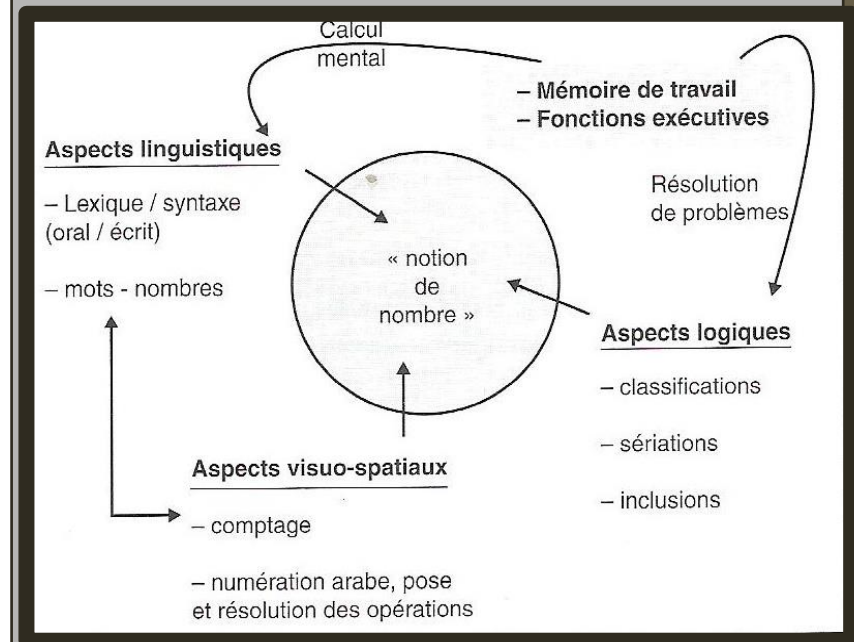
- Construction d'une collection de jetons équivalente à un modèle
- procédure de résolution
 - détermine directement le nombre de pions par dénombrement de la collection de départ ?
 - Correspondance terme à terme ?
 - Reproduction par essais et erreurs ?



Domaines à explorer

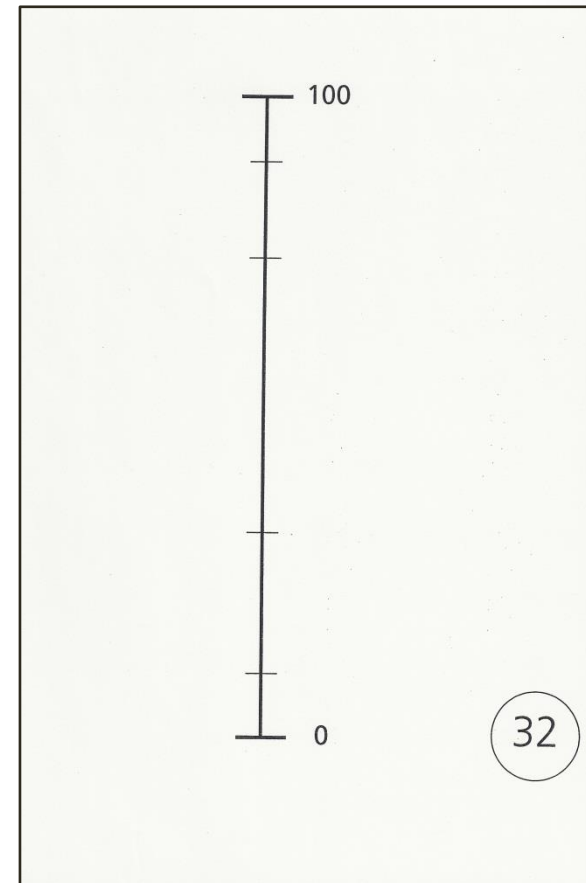
- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



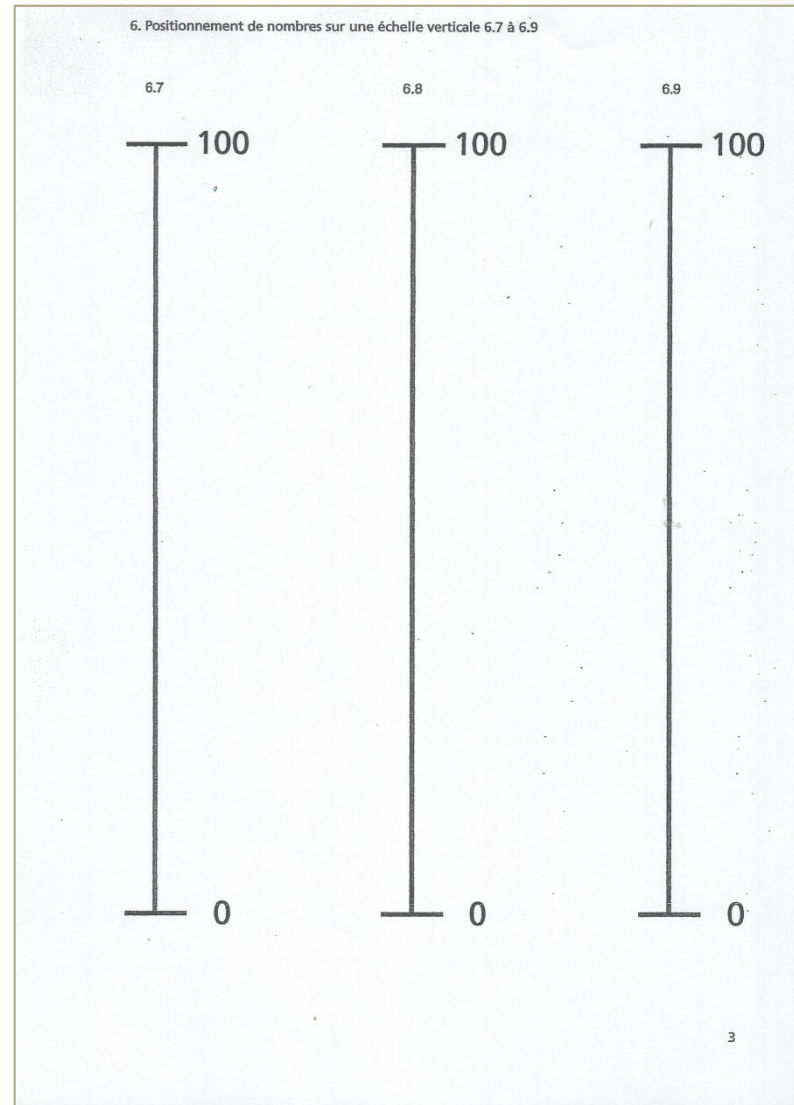
Evaluation de l'estimation et du sens du nombre

- Dans quels bilans?
 - TEDIMATHS
 - ZAREKI-R
- Exemples d'épreuves:
 - Comparaison de patterns de points dispersés
 - Positionnement de nombres sur une échelle verticale
 - Estimation visuelle de quantités
 - Estimation qualitative de quantités en contexte



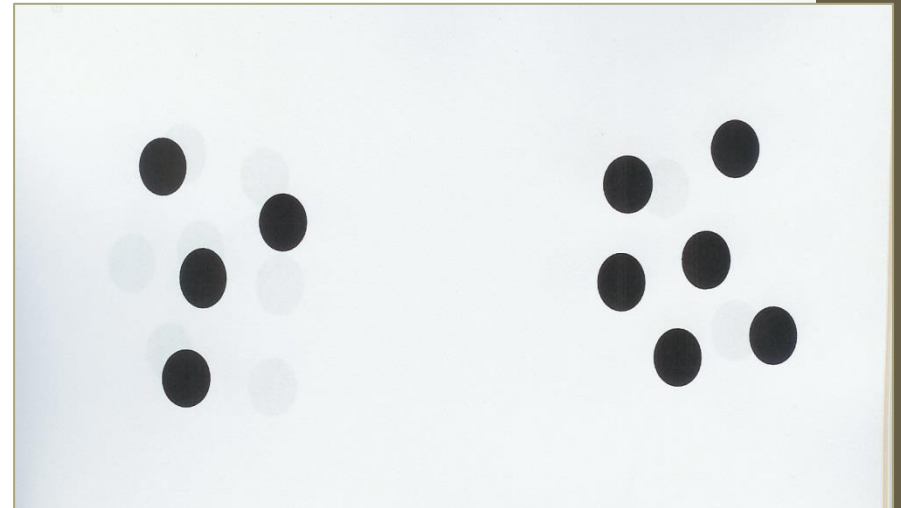
ZAREKI: positionnement de nombres sur une échelle verticale

- L'enfant doit marquer sur une ligne vierge la position qui correspond au nombre 53, 27, 76
- Cette capacité implique la compréhension des nombres
- La tâche évalue :
 - La capacité à traiter la quantité associée à un nombre
 - La perception du rapport entre 2 quantités, 2 longueurs
- Si trouble de la perception spatiale le résultat sera perturbé



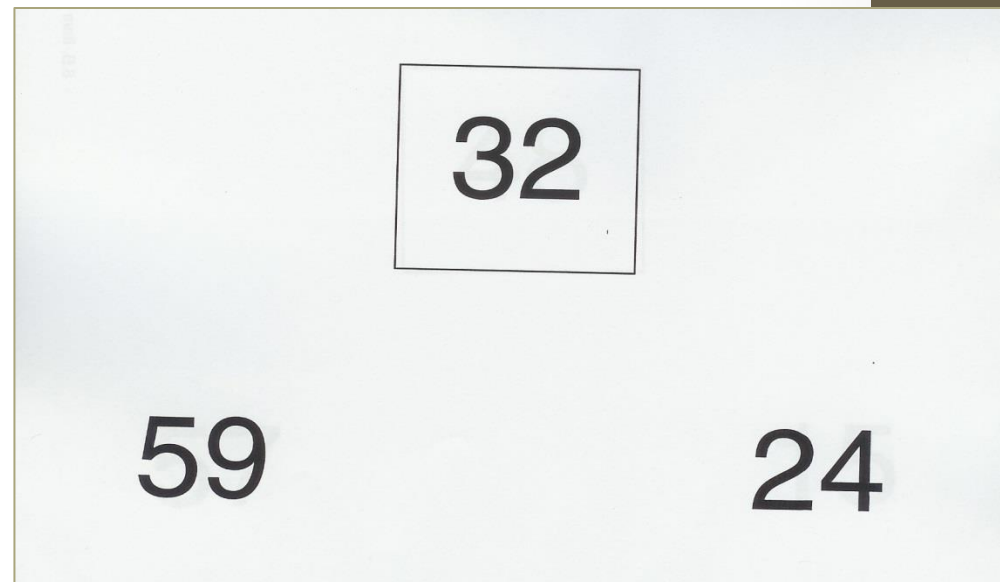
TEDI-MATH: estimation de grandeur

- Comparaison rapide de 2 collections de patterns de points dispersés
- Jugement de grandeur relative

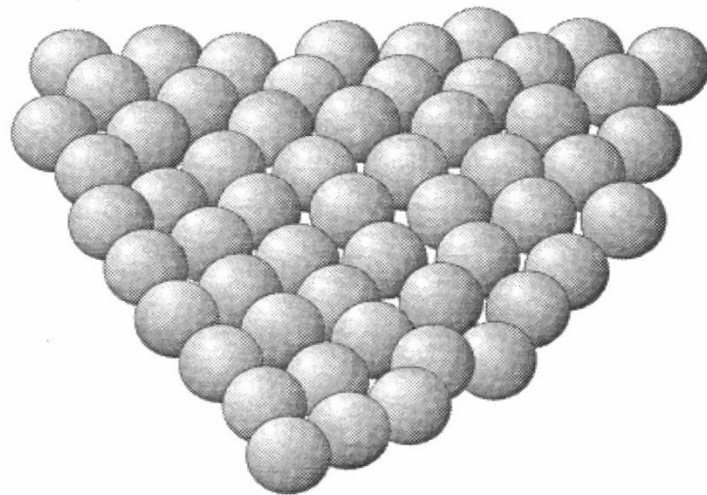


TEDI-MATH: grandeur relative

→ Parmi les deux nombres du bas, lequel est le plus proche de celui qui est encadré?



ZAREKI: Estimation visuelle de quantités



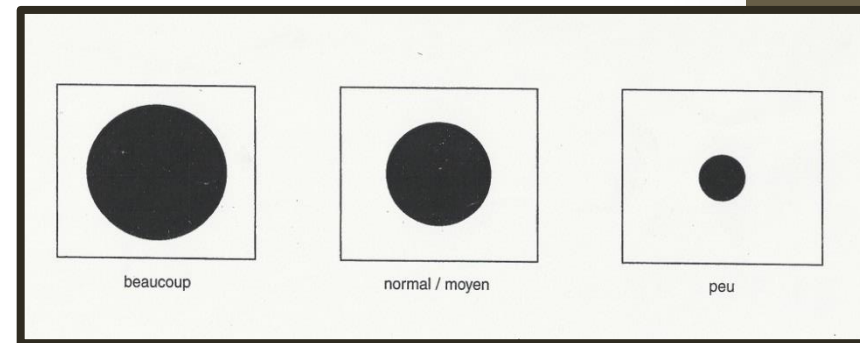
ZAREKI: Estimation visuelle de quantités



ZAREKI: estimation de quantités en contexte

- Le même nombre peut être « grand » ou « petit » selon le contexte (*Banks et al, 1976*).
- La capacité de juger correctement une quantité dans un contexte particulier dépend de :
 - La compréhension du sens des nombres
 - La connaissance du monde de l'enfant

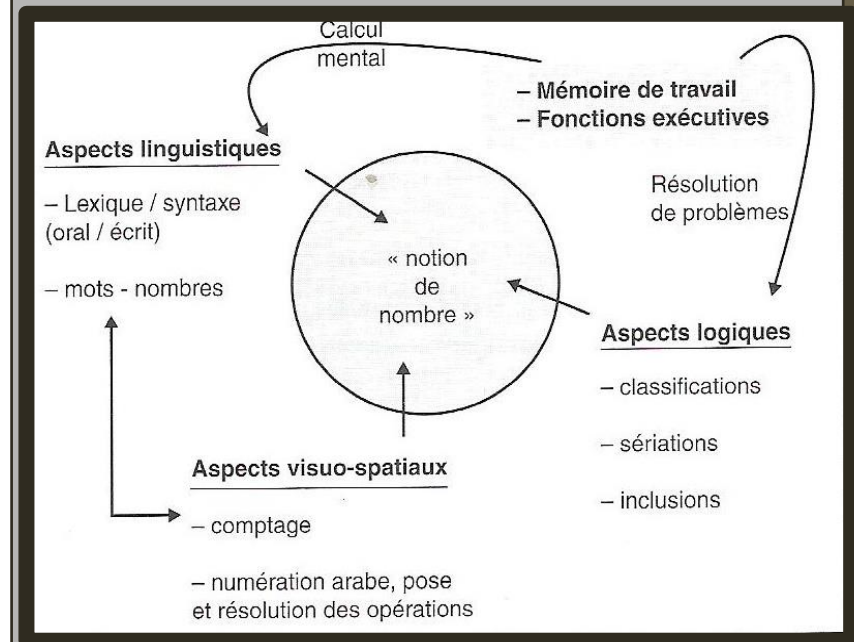
Item.	Stimulus	Réponse			Note	
		Peu	Moyen	Beaucoup	0	1
10.1	Deux nuages dans le ciel				0	1
10.2	Huit lampes dans une pièce				0	1
10.3	Deux enfants dans une famille				0	1
10.4	Dix feuilles sur un arbre				0	1
10.5	Quatre professeurs dans la même classe				0	1
10.6	Douze spectateurs à un match de football				0	1
10.7	Quinze mots dans un livre				0	1
10.8	Quarante-six enfants dans la même classe				0	1
10.9	Un ordinateur dans un bureau				0	1
10.10	Quatre réfrigérateurs dans une cuisine				0	1



Domaines à explorer

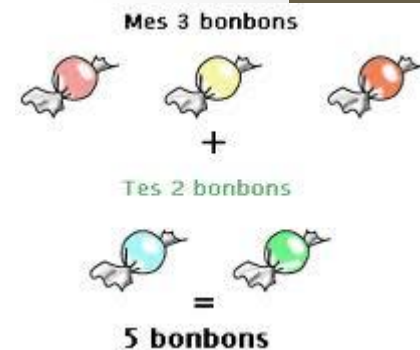
- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle











- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques

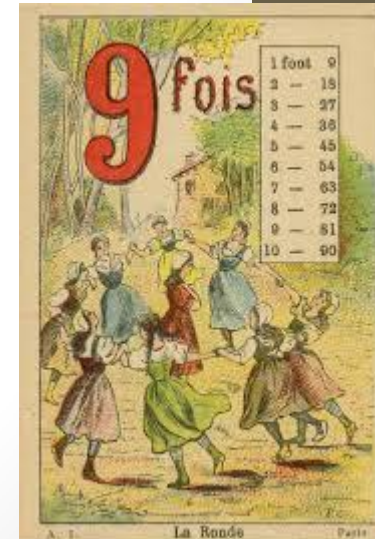


Transformer des collections, les opérations (ex: l'addition)

- Premières opérations
 - Stratégie 1: compter les objets (3-4 ans)
 - Stratégie 2: compter sur les doigts (4-5 ans)
 - Stratégie 3: comptage verbal
 - Comptage du tout
 - Surcomptage à partir du premier terme
 - Surcomptage à partir du plus grand terme (commutativité)
- Constitution d'un réseau de faits arithmétiques
 - Stratégie 4: récupération en mémoire directe à long terme
 - Stratégie 5: décomposition

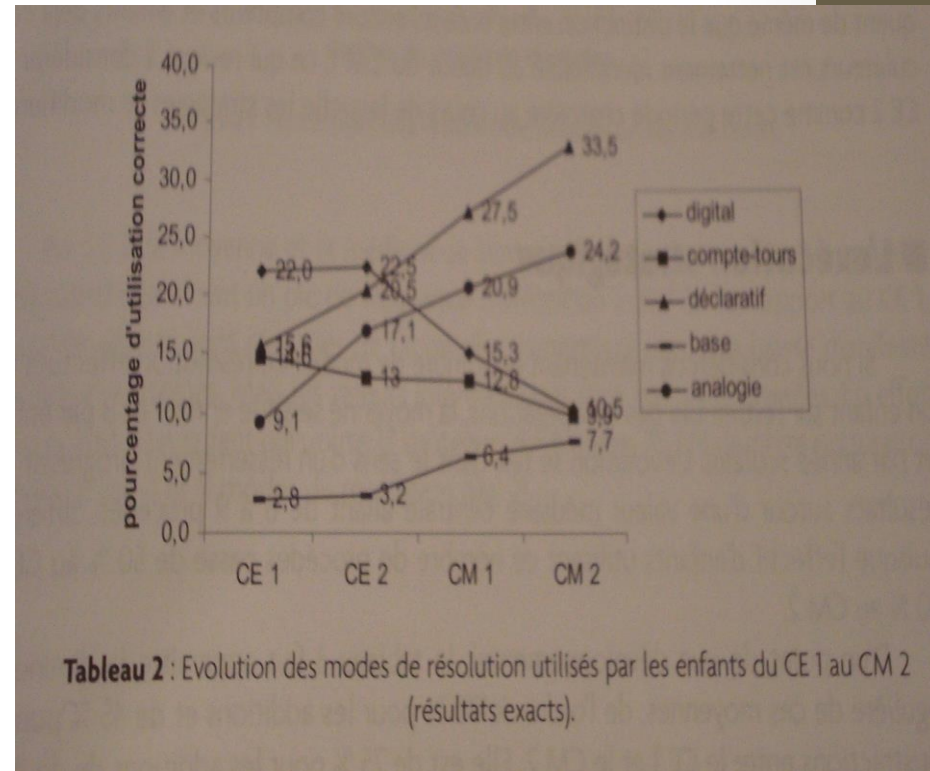


 1	 3	 5	 7	 9
 2	 4	 6	 8	 10



les opérations

- Distribution stratégique (A.Ménissier):
 - Calculateur digital
 - Calculateur compte-tour (surcomptage)
 - Calculateur déclaratif (récupération en mémoire de faits arithmétiques)
 - Calculateur basique (base 10 ou 5)
 - Calculateur analogique (connaissances déclaratives (FA) et connaissances procédurales).



les opérations: l'addition

- Si difficultés massives à constituer un réseau de faits arithmétiques:
 - Troubles mnésiques (MLT et/ou MT auditivo-verbale)?
 - Troubles de type dysexécutifs (résister aux interférences, aux automatismes, aux persévérations)?
 - Troubles dysphasiques?

Exemple

«À l'âge où l'enfant commence à peiner sur l'arithmétique, il apprend quotidiennement une dizaine de mots nouveaux sans effort apparent. Qu'y a-t-il donc de si différent dans la table de multiplication pour qu'il soit si difficile, même après dix ans d'apprentissage, de retenir à la perfection la quarantaine d'informations qu'elle contient. La réponse tient à la structure des tables d'addition et de multiplication. Les informations qu'elles contiennent ne sont pas arbitraires et indépendantes les unes des autres. Au contraire, leurs contenus s'emmêlent étroitement, elles fourmillent de fausses régularités, de rimes troublantes, de jeux de mots trompeurs. Imaginez un instant de mémoriser le carnet d'adresses suivant :

- Charles David habite rue Guillaume ;
- Charles Guillaume habite rue Albert-Zoé ;
- Guillaume Etienne habite rue Albert-Bertrand...

Et un second pour les adresses professionnelles :

- Charles David travaille rue Albert-Bertrand ;
- Charles Guillaume travaille rue Bertrand-Albert ;
- Guillaume Etienne travaille rue Charles-Etienne. »

(S. Dehaene, *La bosse des maths*, p. 143).

Opérations posées

- La pose et la résolution des opérations nécessitent la maîtrise:
 - De la numération et du transcodage
 - Des contraintes spatiales
- 3 aspects:
 - Routine de pose et de résolution (apprise et automatisée)
 - Logique sous-jacente à ces routines
 - Signification de l'opération en tant qu'action sur le réel

$$\begin{array}{r} 35 \\ + 7 \\ \hline 42 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 186 \\ + 186 \\ \hline 372 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 612 \\ - 48 \\ \hline 564 \end{array}$$

enfant fin CE2

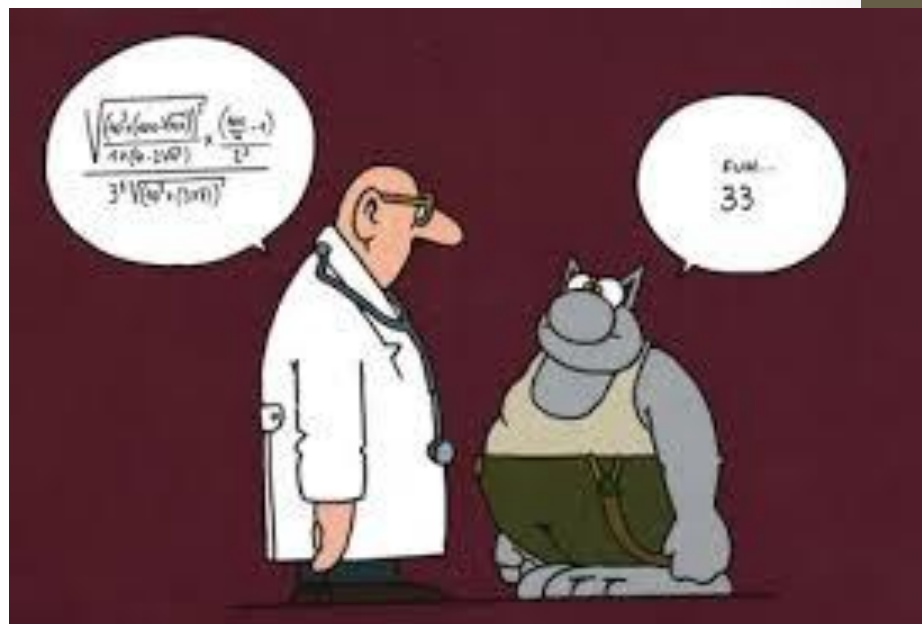
$$\begin{array}{r} 1456 \\ + 372 \\ \hline 1828 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 78900 \\ + 3708 \\ \hline 82608 \end{array}$$

Pour l'addition :

- aligner en colonnes, de la droite vers la gauche, les unités, puis les dizaines, puis les centaines, etc. ;
- commencer le calcul par la colonne la plus à droite, et, le cas échéant, mettre la retenue au-dessus de la colonne immédiatement à gauche de celle sur laquelle on travaille ;
- recommencer en incrémentant d'une colonne vers la gauche, jusqu'à épuisement des colonnes ;
- lire le résultat obtenu (de gauche à droite).

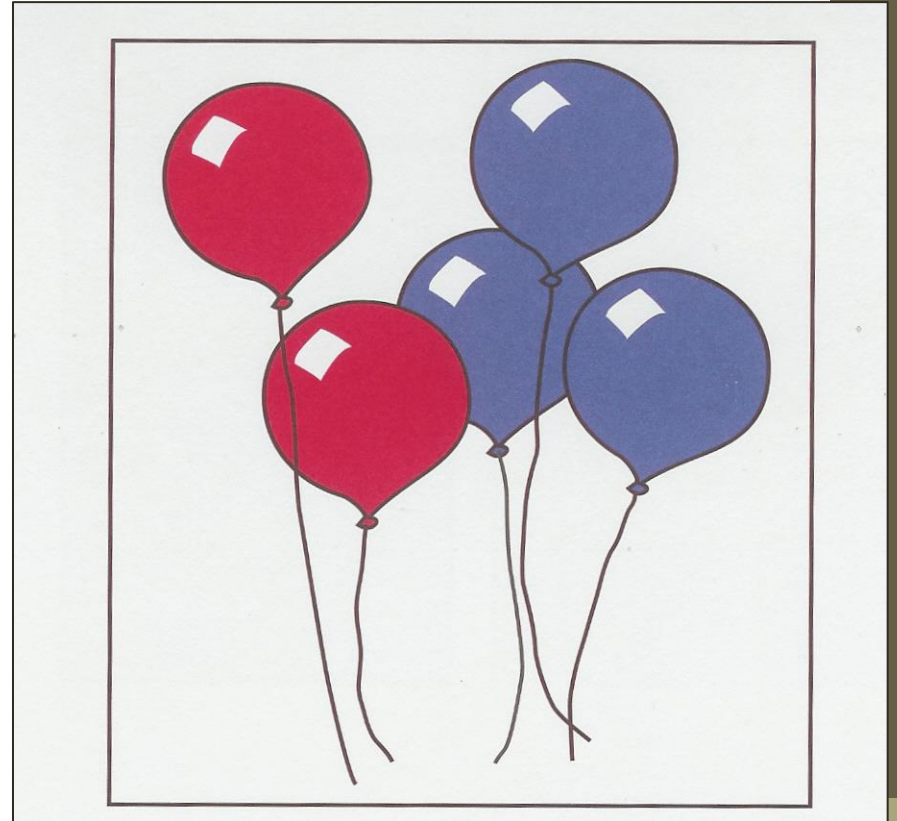
Evaluer les opérations

- Opérations avec support imagé
- Opérations en chiffres
- Calculs lacunaires
- Connaissances conceptuelles



TEDI-MATH: opérations imagées

- Il y a deux ballons rouges et trois ballons bleus. Combien y a-t-il de ballons en tout ?



TEDI-MATH: opérations arithmétiques

- additions :

 - 2+2, 6+3... (faits arithmétiques)

 - 0+8, 5+0...(règles)

 - 7+7, 9+4... (faits arithmétiques > 10)

 - 20+8, 32+14...(nombres à deux chiffres)

- additions lacunaires : ...+5 = 8

- Soustractions

- Soustractions lacunaires

- Multiplications

TEDI-MATH: connaissances conceptuelles

- *si tu sais que...cela t'aide-t-il pour faire ...?*

$$29 + 66 = 95$$

?

$$66 + 29 = \dots$$

$$48 + 13 = 61$$

?

$$48 \times 13 = \dots$$

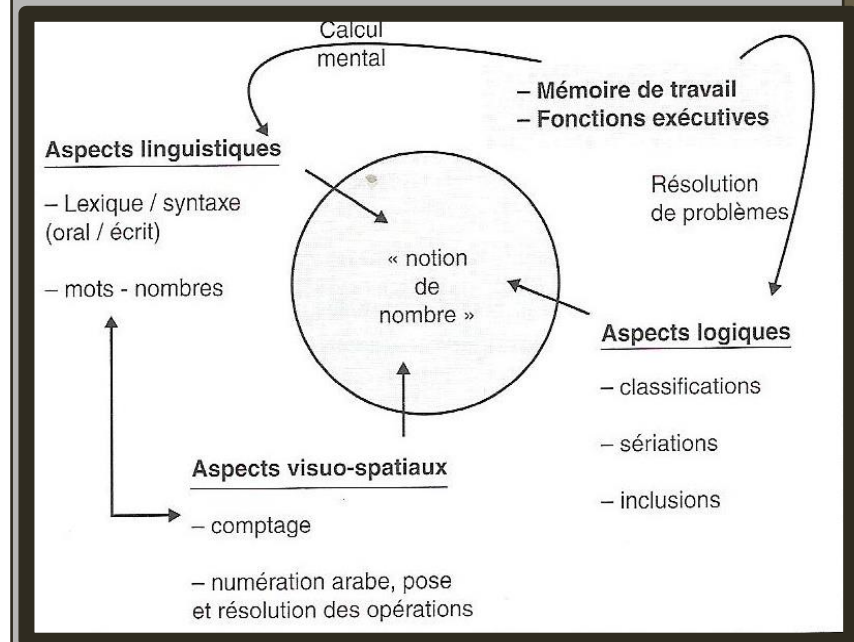
Évaluer les opérations

- Stratégies
- Vitesse (faits arithmétiques?)
- Exactitude (mémoire, fonctions exécutives?)

Domaines à explorer

- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



La résolution de problèmes, les différentes étapes :

- 1. Identifier (compréhension de la situation problème)**
 - Compréhension de l'énoncé
 - Représentation mentale
 - Attention sélective/inhibition
 - Mémorisation des données
- 2. Planifier (réaliser un plan de la démarche de résolution)**
 - Sélectionner les outils mathématiques et les procédures en mémoire à long terme/inhiber les stratégies inadéquates
 - Faire preuve de flexibilité
- 3. Exécuter (appliquer ce plan et les procédures de résolution)**
 - Contrôle attentionnel
- 4. Evaluer (vérification de la réponse et de l'ensemble de la démarche)**

Résoudre des problèmes

- Typologie de problème
- Familiarité de la situation-problème
- Lieu de l'inconnue
- Compétences verbales (3 crayons à 1 \$ l'un, 6 fleurs dont deux rouges, ristourne, remise, périmètre, quantificateurs...)
- Représentation mentale de la situation

L'enfant en difficulté de résolution de problèmes

- Impulsivité
- Manque de sens et représentation mentale pauvre
- Absence de stratégie ou application d'une stratégie inappropriée
- Sens des opérations en tant qu'action sur le réel non ou mal perçu
- Oubli de données
- Manque d'autocorrection et de réorganisation
- Autonomie restreinte

résoudre des problèmes

- Jean avait 8 billes, il en a donné 5 à Pierre. Combien de billes Jean en a-t-il maintenant? 100%
- Jean avait 5 billes. Pierre lui en a donné. Jean a maintenant 8 billes. Combien de billes Pierre a donné à Jean? 56%
- Jean et Pierre ont ensemble 8 billes. Jean a 5 billes. Combien de billes a Pierre? 39%
- Jean a 8 billes, il en a 5 de plus que Pierre. Combien Pierre a-t-il de billes? 11%
- Problème de type changement
 - Situation initiale/transformation/situation finale 1 et 2
- Problème de combinaison
 - deux sous-ensembles et leur regroupement 3
- Problème de comparaison
 - Comparer deux sous-ensembles 4
- Problème d'égalisation
 - Quelle transformation pour égaliser deux sous-ensembles?

Représentation mentale

- Une difficulté à se créer une représentation mentale de la situation problème

Maman, qui a 32 ans, a 3 ans de moins que papa. Quel est l'âge de papa?

« Un coquelet coûte 5 qians, une poule 3 qians et 3 poulets 1 qian. Si on achète 100 volailles pour 100 qians, combien a-t-on de volatiles de chaque espèce ? »

Evaluation des capacités arithmétiques et des problèmes

- Dans quels bilans?
 - tous
- Exemples d'épreuves:
 - Sens des opérations
 - Décomposition additive
 - Opérations imagées MSM à CP
 - Aditions et soustractions simples et lacunaires, multiplications
 - Opérations avec énoncé verbal
 - Épreuve de connaissances conceptuelles
 - Problèmes schématisés

- Que doit-on observer?
 - Stratégies de calcul
 - Faits arithmétiques
 - Sens des opérations
 - Représentation mentale de la situation (utilisation de schémas/modèles de résolution)

TEDI-MATH: opérations avec énoncé verbal

- Jean a quatre cerises, il en mange deux. Combien de cerises lui reste-t-il ?
- Pierre a des billes. Il en gagne trois à la récréation. Maintenant il en a six. Combien Pierre avait-il de billes avant la récréation ?

BLM II: problèmes schématisés

12a. problèmes schématisés

12b. problèmes schématisés

II. PROBLEMES

PROBLEMES – épreuve I – les problèmes schématisés

Matériel : Le livret de l'enfant, pages I 2a à I 2f
I stylo

Adapter les problèmes proposés au niveau scolaire de l'enfant.

Problème n°12a :
Dans cette boîte, il y a 26 bonbons et dans celle-ci, il y a 35 sucettes.
 Montrer l'accolade et le point d'interrogation.

→ *Quelle question pourrait-on poser ?*

.....

.....

Question : PERTINENTE NON PERTINENTE

→ *Quelle opération faut-il faire pour trouver la réponse à ta question ?*

.....

.....

Opération : PERTINENTE NON PERTINENTE

→ *Pose l'opération et fais ton calcul.*

Calcul : CORRECT INCORRECT

→ *Tu as trouvé* *Ce sont des quoi ?*

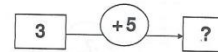
Dénomination : CORRECT INCORRECT

Ménissier:

Proposition de problèmes
additifs et multiplicatifs
utilisables lors d'un bilan
clinique

Problème n° 1 (de type changement avec recherche de l'état final)

Au début, Jean avait 3 billes. Puis Paul lui a donné 5 billes. Combien Jean a-t-il maintenant de billes ?



Une transformation positive (+ 5) opère d'un état initial (3) vers un état final (l'inconnue). Les problèmes de type changement résultent d'une addition d'un nombre naturel appartenant à \mathbb{N} avec un nombre relatif appartenant à \mathbb{Z} . La résolution passe par la compréhension temporelle du schéma état initial-transformation-état final.

Problème n° 2 (de type changement avec recherche de la transformation)

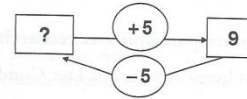
Au début, Marie avait 8 bonbons. Puis elle a donné quelques bonbons à Sophie. Maintenant Marie a 3 bonbons. Combien de bonbons Marie a-t-elle donnés à Sophie ?



La difficulté pour l'enfant est de penser la transformation négative (recherche de l'inconnue), relation temporelle qui unit les deux états.

Problème n° 3 (de type changement avec recherche de l'état initial)

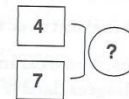
Au début, Lucie avait quelques fleurs. Puis Pierre lui a donné 5 fleurs. Maintenant Lucie a 9 fleurs. Combien Lucie avait-elle de fleurs au début ?



L'inconnue porte sur l'état initial. Trouver cette inconnue passe par l'application de la réciprocity de la relation *donner 5 fleurs*, qui doit se traduire par l'action de *recevoir des fleurs* (on lui donne des fleurs, c'est donc une transformation positive). Ainsi il faut *enlever les 5 fleurs* afin de retrouver l'état de départ.

Problème n° 4 (de type comparaison avec recherche de la relation positive)

Rémi a 4 jouets. Julie a 7 jouets. Combien Julie a-t-elle de jouets de plus que Rémi ?



La locution *de plus que* ne peut entraîner l'application d'une addition car cela transformerait le type du problème (combinaison alors que l'inconnue porte sur une comparaison). La compréhension de l'opérateur sémantique *sept, c'est quatre de plus que trois, comme quatre, c'est trois de moins que sept* permettrait de trouver la bonne opération arithmétique (quelle que soit la procédure de résolution).

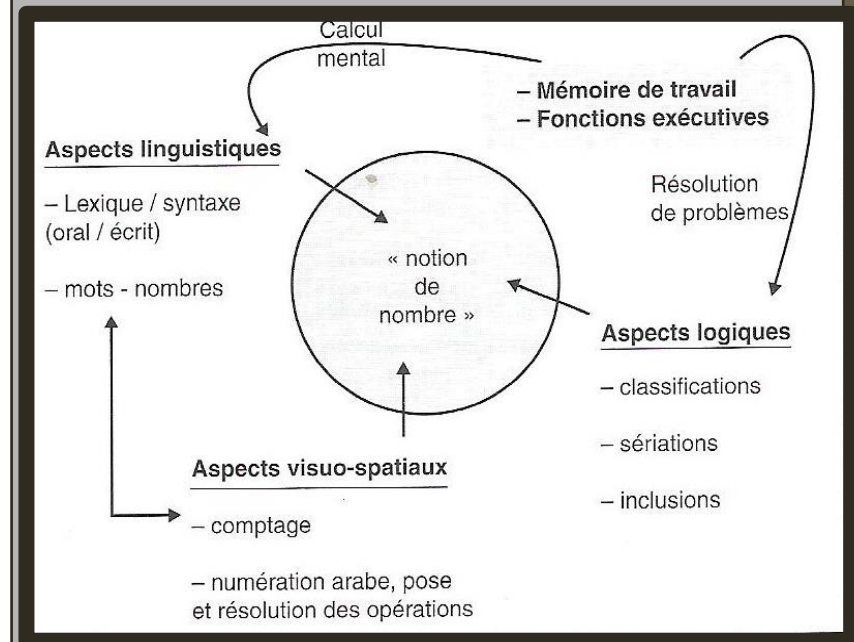
Evaluation des capacités arithmétiques et des problèmes

- Que doit-on observer?
 - Stratégies de calcul
 - Faits arithmétiques
 - Sens des opérations
 - Représentation mentale de la situation (utilisation de schémas/modèles de résolution)

Domaines à explorer

- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques



Les fonctions exécutives?

- Norman et Shallice (1986): ensemble **d'opérations mentales élaborées** qui interviennent dans le **comportement intentionnel, organisé, volontaire, dirigé vers un but**.
- « **chef d'orchestre** » mis en action lorsque la tâche n'est pas routinière, ou que nos habiletés apprises ne nous permettent pas de répondre correctement à une situation donnée.

Les fonctions exécutives ?

- Incluent de nombreux processus cognitifs fortement intriqués (peu de consensus chez les auteurs!)
- On décrit le plus souvent:
 - **La planification et les stratégies organisationnelles** ou « l'art de mener à bien une action »,
 - **L'inhibition et l'attention sélective** ou « l'art de résister à la tentation »,
 - **La flexibilité mentale** ou « l'art de s'adapter au changement ».

La planification et les stratégies organisationnelles

- « **l'art de mener à bien une action** »: consiste à **anticiper** un but à atteindre et à **ordonner** sur un plan temporel les différentes étapes nécessaires à la mise en place d'une **stratégie** appropriée.
- Compétence particulièrement sollicitée lors de résolution de problèmes à emboîtements (nécessitant une succession d'actions).
 - Ex: certains enfants sont capables de résoudre ce type de problème avec l'aide d'une tierce personne qui le segmente, le présente étape par étape: les sous-compétences sont intactes, c'est la planification qui fait défaut.

Les fonctions exécutives?

L'inhibition et l'attention sélective

- « **l'art de résister à la tentation** »: sélectionner une information pertinente réclame deux actions conjointes:
 - Une **focalisation attentionnelle** sur la cible
 - Une **inhibition** conjointe des réponses automatiques ou sur apprises non adaptées à la tâche (**contrôle de l'impulsivité**)
- Un défaut d'inhibition dans le domaine du raisonnement pourra se traduire par des **persévérations** dans une stratégie précédemment employée mais désormais inefficace (on parle de difficulté de « **shifting** », ou capacité de passer d'une tâche à l'autre).

Les fonctions exécutives ?

La flexibilité mentale

- « **l'art de s'adapter au changement** »: elle est une composante nécessaire pour adapter ou **réajuster son plan d'action** aux contingences environnementales.
- Cette « autocorrection », ce feed-back, est indispensable lorsque la complexité de la tâche augmente ou lorsqu'elle nécessite un éloignement momentané du but.

Fonctions exécutives, attention et mémoire de travail

- Il est extrêmement complexe de séparer ce qui est « attentionnel » de ce qui est « exécutif », tant les processus sont intriqués.
- De même, le lien entre mémoire de travail et fonctions exécutives est étroit.

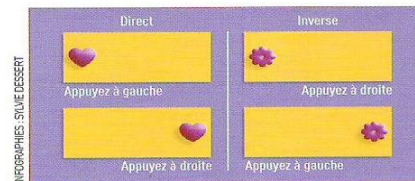
Tester les fonctions exécutives, la mémoire et l'attention

- Planification
 - Tour
- Inhibition
 - Cogner frapper
 - Statue
 - Attention auditive et réponses associées
- Flexibilité
 - Fluidité de dessins
 - Attention auditive et réponses associées
 - Cogner frapper
 - Wisconsin
- Mémoire
 - Empans envers et endroits
- Attention
 - Attention visuelle (tests de barrages)

COMMENT TESTER LES FONCTIONS EXÉCUTIVES ?

Les deux tests suivants font appel aux trois composantes des fonctions exécutives : inhibition, mémoire de travail (pour retenir et appliquer les règles) et souplesse cognitive. Les enfants passent ces tests sur un ordinateur, en appuyant sur deux boutons, situés à droite et à gauche sous l'écran.

Le test appelé « Dots tasks » (tâches de points) se déroule en trois étapes.



(la tendance naturelle à appuyer du côté où apparaît l'objet).

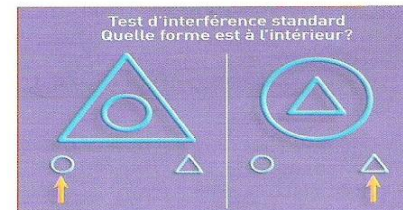
Troisième consigne : appliquer l'une ou l'autre des deux règles précédentes selon qu'apparaît un cœur ou une fleur.

Il faut donc retenir deux règles et traduire les informations « même côté » et « côté opposé » en réponse du type « appuyer à gauche » ou « appuyer à droite ». Cela demande de l'inhibition pour appliquer la règle incongrue, mais aussi pour ne pas appliquer systématiquement la règle appliquée précédemment. La souplesse cognitive permet de passer d'une règle à l'autre.

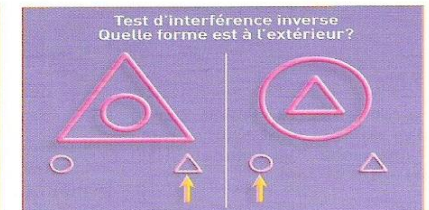
Première consigne (à gauche) : appuyer du côté où apparaît le cœur à l'écran.

Deuxième consigne (à droite) : appuyer du côté opposé à celui où la fleur apparaît sur l'écran. C'est la consigne « incongrue » qui demande d'inhiber un comportement

Le test appelé « Flanker task » (test de gestion des interférences) se déroule en deux étapes.



Première consigne : des images bleues sont affichées. Appuyer à gauche si la forme géométrique à l'intérieur est un cercle, à droite si c'est un triangle. Il faut ignorer la forme géométrique externe, ce qui demande de ne pas se laisser distraire.

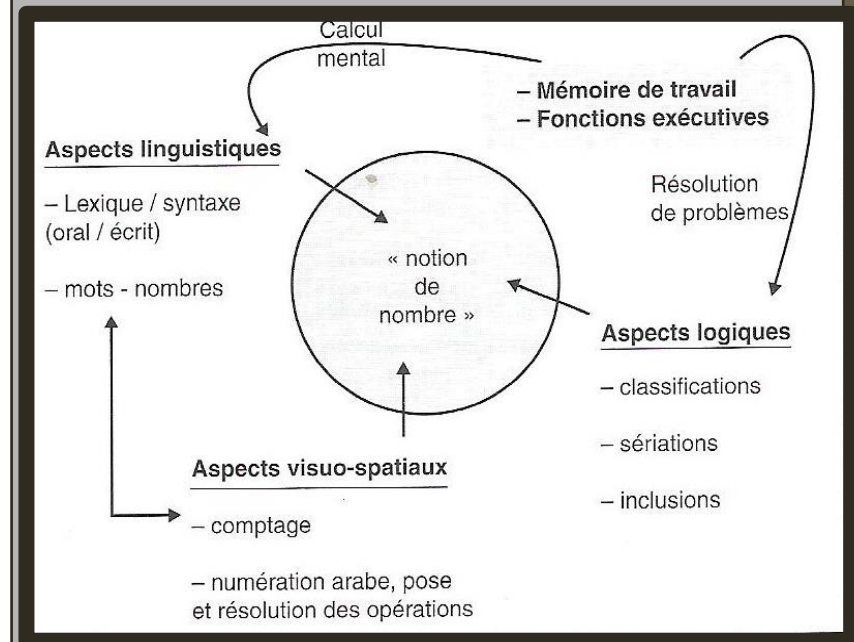


Seconde consigne : des images roses sont affichées. Appuyer à gauche si la forme géométrique à l'extérieur est un triangle, à droite si c'est un cercle. Ce changement de règle demande de la souplesse cognitive. La seule chose qui change est l'endroit où l'on doit focaliser son attention.

Domaines à explorer

- Logique, grille de lecture piagétienne
 - UDN II, TEDI-MATHS, BLM II, épreuves piagésiennes
- Domaines mathématiques:
 - Comptage et dénombrement TEDI-MATHS, ZAREKI, BLM II
 - Système numérique tous
 - Utilisation du nombre TEDI-MATHS, UDN II, BLM II
 - Estimation, sens du nombre TEDI-MATHS, ZAREKI-R
 - Les opérations tous
 - Les problèmes tous
- Mémoire attention fonctions exécutives ZAREKI, NEPSY
- Langage BILO, TCS, EVAC
- Organisation spatiale et temporelle

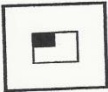

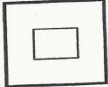
- Les principales fonctions cognitives engagées dans les activités arithmétiques


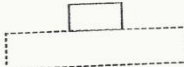
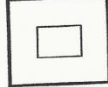



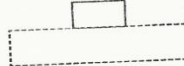

Evaluer le langage: EVAC


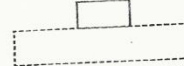
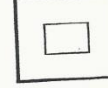
● Ecris la lettre qui convient dans chaque petit rectangle.

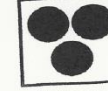
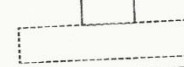

A est la moitié de	B est le quart de	C est le tiers de
D est le double de	E est le triple de	F est autant que


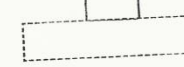
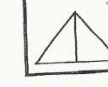
1)   

2)   

3)   







4)   

5)   

6)   

As-tu bien vérifié tes réponses ?

● Trouve la représentation graphique qui convient le mieux à chacun des problèmes suivants et à leur solution, et note la lettre que tu as choisie dans la case correspondante.

A 	B 	C 
D 	E 	F 

- 7) Mélanie veut partager son orange. Elle en garde la moitié pour elle et donne un quart à David. Combien en reste-t-il pour Frédéric ?
- 8) Jean a mangé un tiers de sa tablette de chocolat. Quelle portion lui reste-t-il à manger ?
- 9) Combien d'hommes, de femmes et d'enfants sont-ils montés en haut de la Tour Eiffel en juillet et en août derniers ?
- 10) Il y a cinq fois plus de garçons que de filles au cours de karaté. Quelle part représentent les filles dans le groupe ?
- 11) Combien le cheval pèse-t-il de plus que le mouton ?
- 12) Dans ta classe, il y a des ordinateurs ; dans la classe de ton cousin il y en a trois fois plus. Combien y a-t-il d'ordinateurs dans les deux classes réunies ?

As-tu bien vérifié tes réponses ?

Evaluer le langage: TCS



Le garçon blond est plus petit que le garçon roux
et celui-ci n'est pas aussi grand que le garçon à lunettes.



31



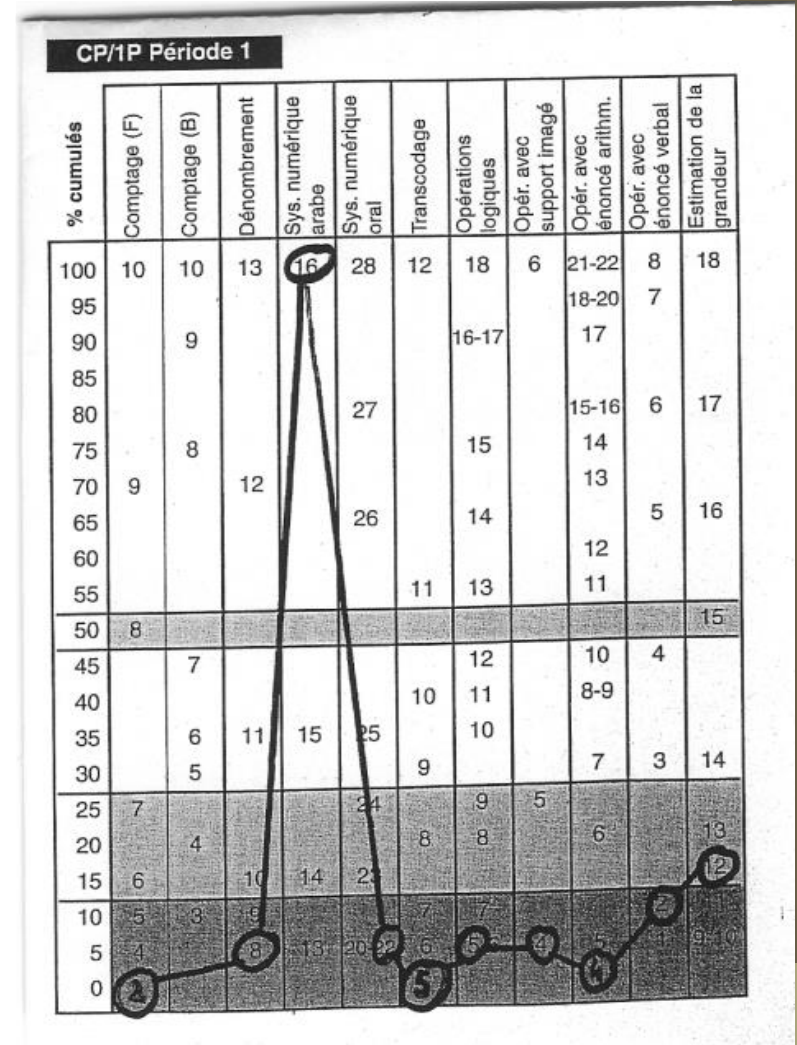
31

Certaines filles sont grandes, toutes portent des robes et quelques-unes ne sont pas blondes.



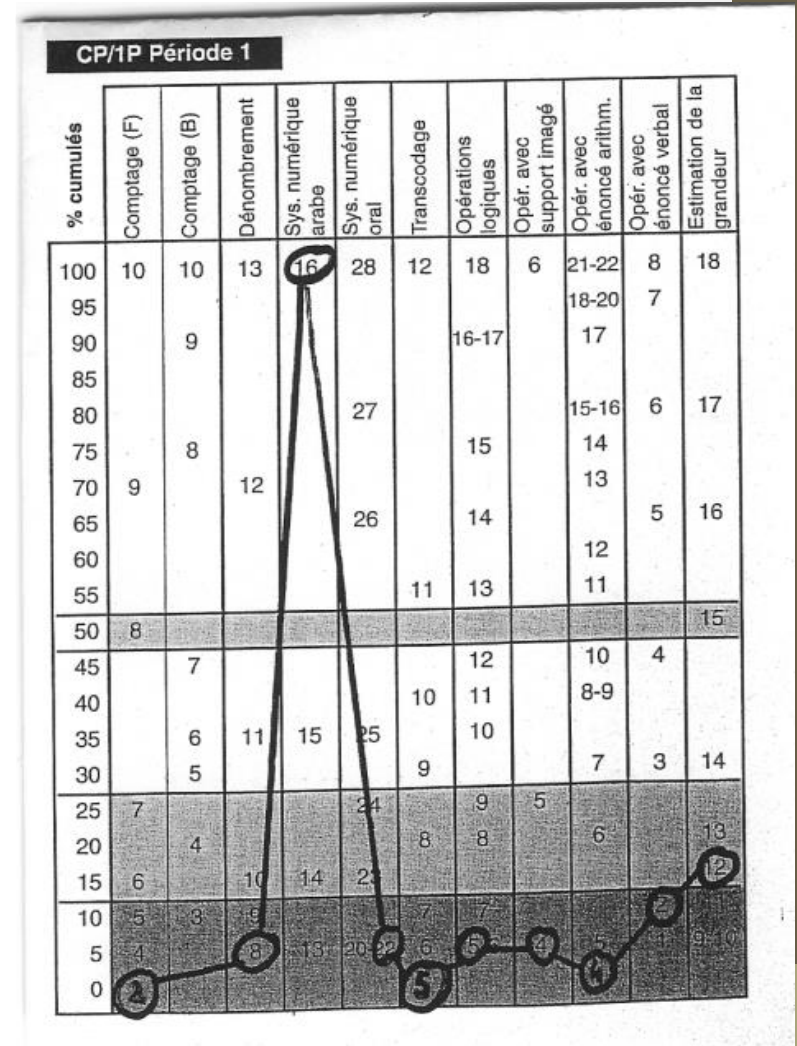
Diagnostic

- **Objectiver une atteinte en mathématiques** à l'aide des tests normés.
- **Recenser les difficultés** (et les atouts !) dans les différents domaines:
 - L'assimilation des principes du comptage
 - La maîtrise du système de numération via les code arabe et verbal
 - La constitution de faits arithmétiques et procédures du calcul élémentaire
 - La compréhension des consignes et des énoncés verbaux
 - La compréhension du sens des nombres
 - Les capacités mnésiques et exécutives
 - La logique



Diagnostic

- Estimer un lien éventuel entre les différents troubles ou leur aspect isolé.
- Proposer des explorations complémentaires:
 - Évaluation neuropsychologique
 - Évaluation psychomotrice



Diagnostic différentiel

- **Dyscalculie primaire**
 - **Déficit du sens du nombre** (traitement du code analogique des quantités)
 - Et/ou **déficit d'accès au sens du nombre** via les **codes symboliques arabe ou verbal**
- **Dyscalculie secondaire à un autre trouble cognitif:**
 - **Dyspraxie**
 - **Déficit attentionnel ou mnésique**
 - **Troubles du langage**

Dyscalculie Primaire: exemple d'épreuves

- Pour évaluer la reconnaissance des codes symboliques arabe/verbal:
 - Verbal:
 - Comptage oral à rebours (tedi-math, zareki)
 - Décision lexicale (tedi-math)
 - Arabe:
 - Décision lexicale (tedi-math)
 - Écrire la comptine numérique
- Pour évaluer le code analogique:
 - Comparaison de quantités de points (Tedi-math)
- Pour évaluer l'accès aux représentations numériques mentales (sens du nombre) via les codes symboliques arabe/verbal:
 - Verbal:
 - Positionnement de nombres sur une échelle (zareki)
 - Estimation visuelle de quantités (zareki)
 - Estimation qualitative de quantités en contexte (zareki)
 - Comparaison de deux nombres présentés oralement (zareki)
 - Dénombrement (zareki, tedi-math)
 - Arabe:
 - Positionnement de nombres écrits sur une échelle (zareki)
 - Comparaison de nombre écrits (zareki)


Pistes de rééducation



Les problèmes



Card 1: Il y a 8 voitures dans le parking. 4 arrivent. Combien y a-t-il de voitures ?
 $8 + 4 = 12$



Card 2: Il y a 9 voitures dans le parking. 3 sortent. Combien y a-t-il de voitures ?
 $9 - 3 = 6$

Card 3: J'ai fait 3 tas de 8 cartes. Combien de cartes ?
 $3 \times 8 = 24$

$15 = 3 \times 5$ **15** est multiple de 

$15 = 5 \times 3$  est multiple de 

$15 : 3 = 5$  est diviseur de 

 est diviseur de 

1	12	163
12 x 1	12 x 2	163 x 1
12 x 3	12 x 4	163 x 2
12 x 5	12 x 6	163 x 3
12 x 7	12 x 8	163 x 4
12 x 9	12 x 10	163 x 5
12 x 11	12 x 12	163 x 6
12 x 13	12 x 14	163 x 7
12 x 15	12 x 16	163 x 8
12 x 17	12 x 18	163 x 9
12 x 19	12 x 20	163 x 10
12 x 21	12 x 22	163 x 11
12 x 23	12 x 24	163 x 12

Logique: Listes inclusives

- Donne moi:
 - 7 cartes en tout
 - 5 rouges en tout
 - 4 êtres vivants en tout



Logique et langage

HABILETÉS LEXICALES : SUPERORDINATION

But : L'exercice proposé découle d'une réflexion sur les moyens de mesurer les habiletés lexicales pour **Exalang 11-15** (batterie d'évaluation du langage des adolescents). Les relations sémantiques et hiérarchiques structurent le lexique, ce qui rend indispensable de savoir ordonner des termes entre eux. Les résultats obtenus à cet exercice ont pour objectif de donner des indications sur le niveau d'aisance lexico-sémantique du patient.

Consigne : Classer les termes du général au particulier.

1. quartier / fruit / agrume / orange / végétal

--	--	--	--	--

2. orchestre / musique / art / archet / violoniste

--	--	--	--	--

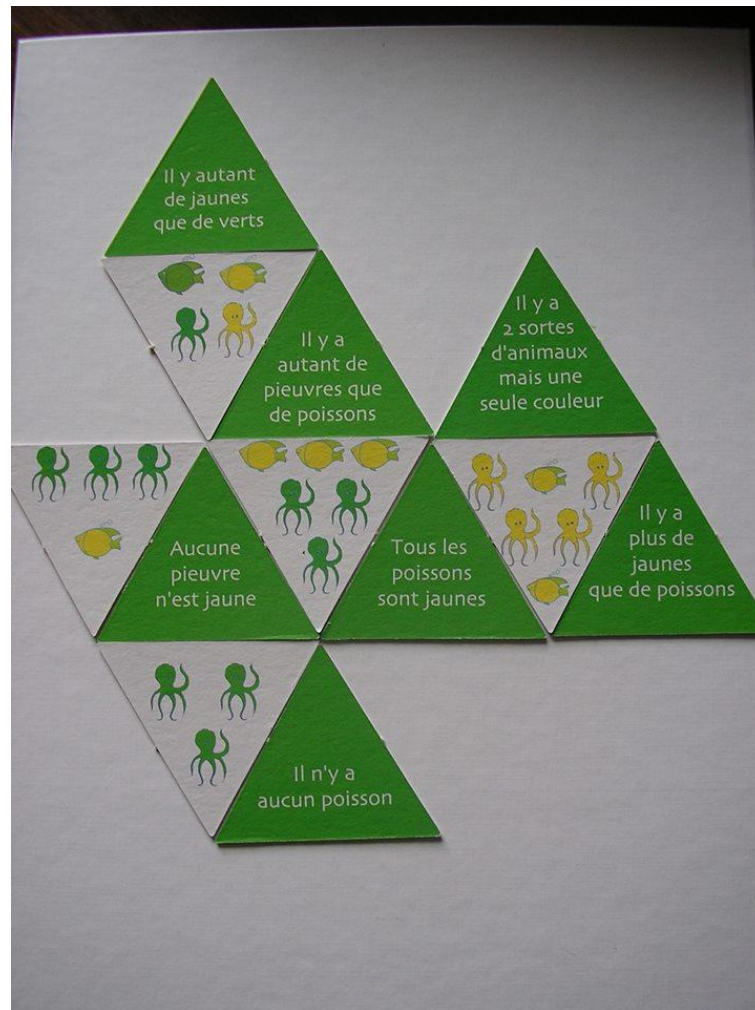
3. épice / végétal / vanille / gousse / plante

--	--	--	--	--

4. théâtre / acte / art / pièce / scène

--	--	--	--	--

Classification



Logique: sériation



Je passe facilement
sous le pont qui est
bien plus haut que moi

Je ne peux pas
passer sous le
pont, mais mon chat
le peut

Je suis bien trop
grand pour pouvoir
passer sous ce pont

le pont ne me
permet pas de
passer dessous

le pont est moins
haut que moi

le pont me
permet de passer
sous lui.

le pont est trop
petit pour que je
puisse passer dessus

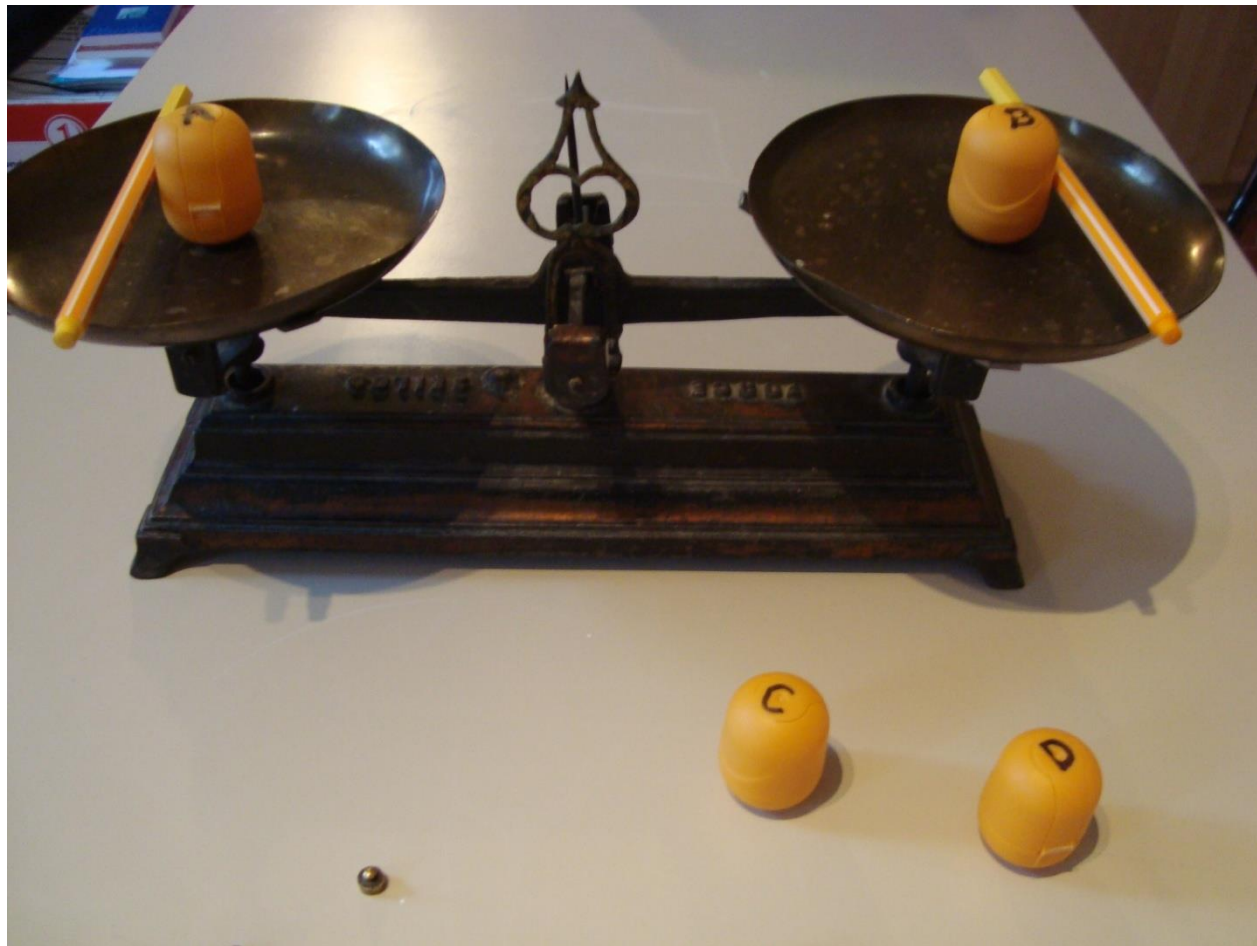
Logique: sériation, les tours



Logique: sériation de poids cachés

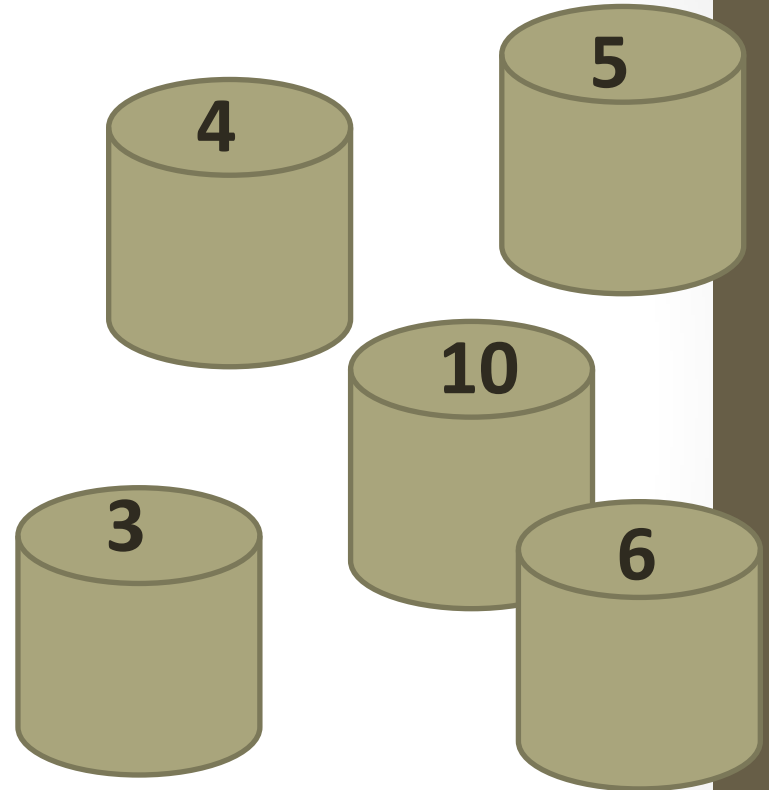


Logique: conservation, la balance



Logique: Inclusion numérique

- Tu dois deviner combien de bonbons je désire prendre.
- Je ne pourrai prendre la bonne quantité de bonbons que dans 2 boîtes.



Comparer des collections: les deux pommiers (A. Ménissier, Orthoéditions)



comptage

- Jeux de comptage en favorisant des déplacements
 - Le plus loin possible
 - En énonçant un nombre fort et un nombre faible
 - Énoncer un nombre, taire le suivant
 - Frapper dans les mains à chaque nombre
 - Énoncer un nombre dans la chaîne orale, écrire le suivant
 - Compter à rebours
- Travail sur la ligne numérique (bande de machine à calculer, mètre ruban.....)

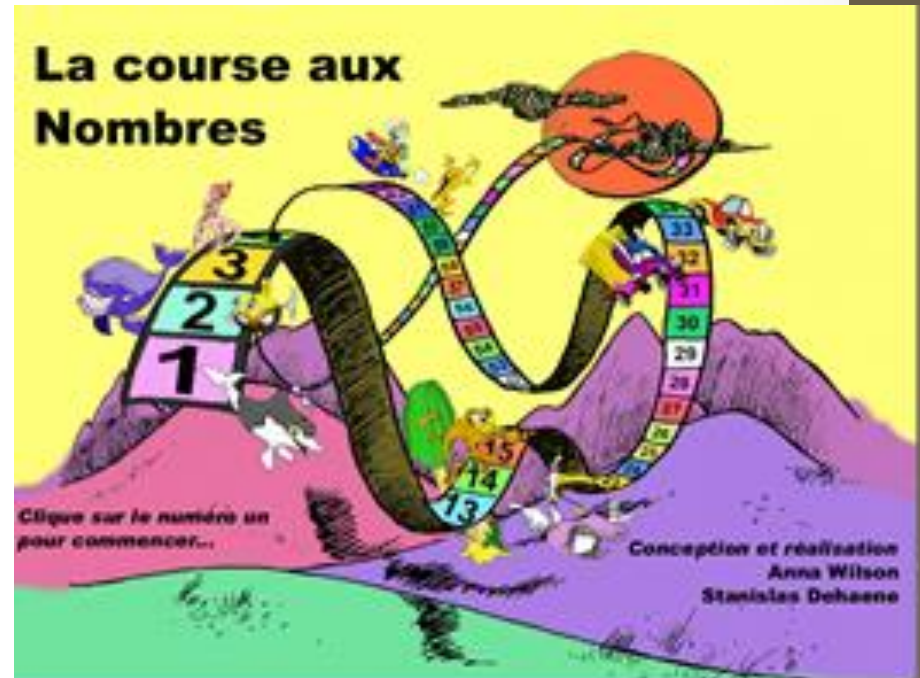
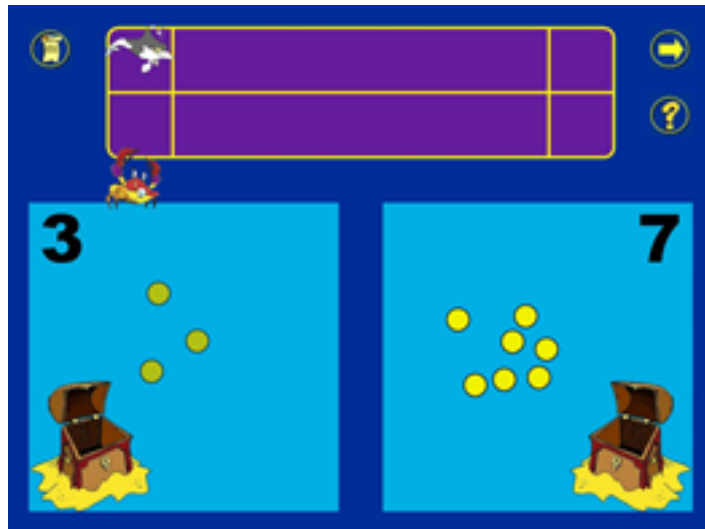
Représentations du nombre



Trace le chemin du 1

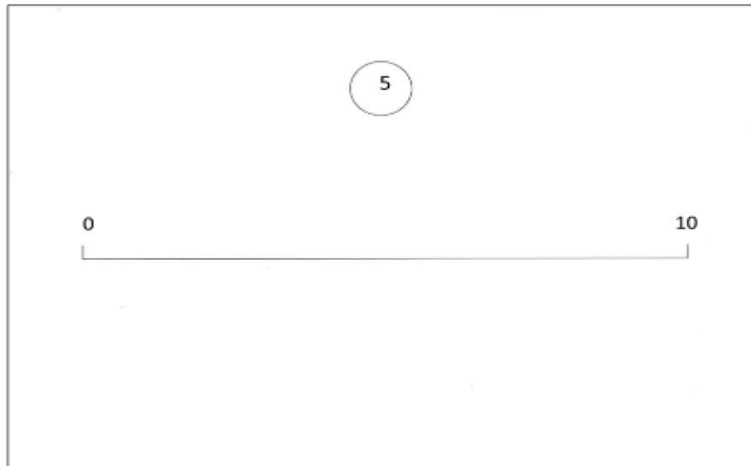
1			1	
3				4
	1	1	1	
1	1			

La course aux nombres (Wilson, Dehaene)

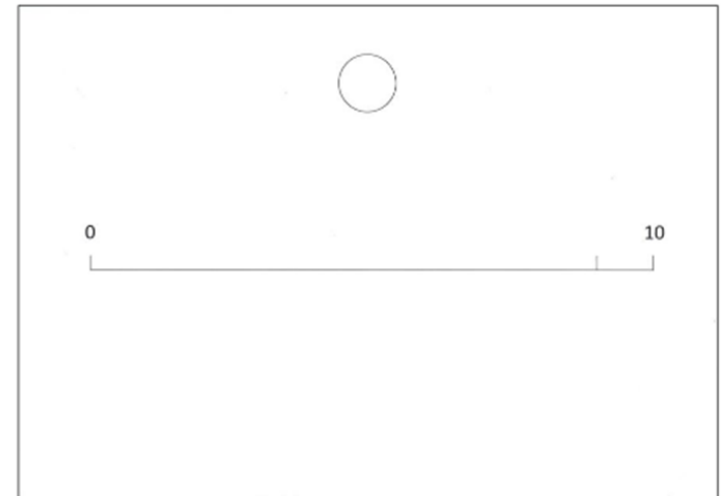


Estimation

Estimation de la position d'un nombre sur une ligne



Estimation du nombre en fonction de la position



Estimation

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 :

_____ 20

Production d'une longueur

- On va encore dire que la première ligne vaut 20. Dessine en dessous une ligne qui fait 13 :

_____ 20

Estimation d'une longueur

- Maintenant, on va dire que la première ligne vaut 100. Trouve le nombre qui va bien avec la deuxième ligne :

_____ 100

Production d'une longueur

- On va dire que la première ligne vaut toujours 100. Dessine en dessous une ligne qui fait 35 :

_____ 100

Estimation

Estimation de grandeurs n° 1

Entoure parmi les 4 nombres donnés celui qui se rapproche le plus de la solution exacte :

1. **28 + 25**

2. **43 + 64**

3. **75 + 47**

4. **205 + 158**

5. **530 + 67**

6. **340 + 1400**

7. **5060 + 220**

8. **480 + 542**

Lien avec la représentation digitale

Identification de représentations digitales



8

7

6

3

5

4

Calcul réfléchi



Les compléments n° 1

Tu résous les opérations seulement si tu peux écrire deux fois le même nombre (un nombre dans chaque case). Tu laisses les autres opérations.

$$\square + \square = 7$$

$$\square + \square = 12$$

$$\square + \square = 18$$

$$\square + \square = 16$$

$$\square + \square = 13$$

$$\square + \square = 9$$

$$\square + \square = 10$$

$$\square + \square = 14$$



Les opérations incomplètes n° 1

Niveau 1 a : Compléter les opérations suivantes afin d'établir une égalité :

$$7 \dots\dots\dots = 10$$

$$12 \dots\dots\dots = 3$$

$$11 \dots\dots\dots = 8$$

$$3 \dots\dots\dots = 9$$

$$4 \dots\dots\dots = 7$$

$$8 \dots\dots\dots = 6$$

$$4 \dots\dots\dots = 6$$

$$4 \dots\dots\dots = 11$$

$$6 \dots\dots\dots = 10$$

$$12 \dots\dots\dots = 7$$

$$7 \dots\dots\dots = 4$$

$$2 \dots\dots\dots = 12$$

$$11 \dots\dots\dots = 6$$

$$5 \dots\dots\dots = 8$$

$$6 \dots\dots\dots = 8$$

$$2 \dots\dots\dots = 8$$

$$9 \dots\dots\dots = 3$$

$$3 \dots\dots\dots = 12$$

$$2 \dots\dots\dots = 7$$

$$3 \dots\dots\dots = 7$$

$$10 \dots\dots\dots = 6$$

$$4 \dots\dots\dots = 10$$

Calcul réfléchi

Décision arithmétique (niveau I)

Les opérations suivantes sont-elles justes ou sont-elles fausses ?
Justifiez votre décision.

$$4 + 3 = 2 + 5$$

$$8 + 2 = 4 + 8$$

$$7 + 9 = 6 + 7$$

$$6 - 3 = 12 - 9$$

$$10 - 2 = 3 + 5$$

$$5 - 4 = 9 - 8$$

$$4 + 7 = 11 - 4$$

$$13 - 7 = 9 - 3$$

$$20 - 5 = 10 + 5$$

$$3 + 9 = 9 + 3$$

$$17 - 7 = 14 - 4$$

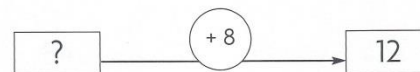
$$12 + 7 = 11 + 9$$

$$8 + 8 = 7 + 9$$

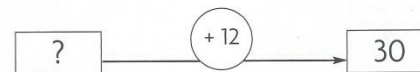
$$4 - 2 = 14 - 12$$

Le nombre mystérieux

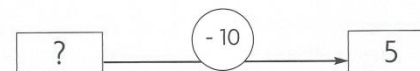
1) Je pense à un nombre dans ma tête. Je lui ajoute 8; j'obtiens 12.
Trouve ce nombre mystérieux.



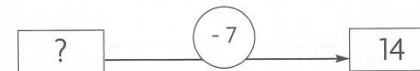
2) Je pense à un nombre dans ma tête. Je lui ajoute 12; j'obtiens 30.
Trouve ce nombre mystérieux.



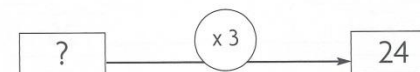
3) Je pense à un nombre dans ma tête. J'enlève 10; j'obtiens 5.
Trouve ce nombre mystérieux.



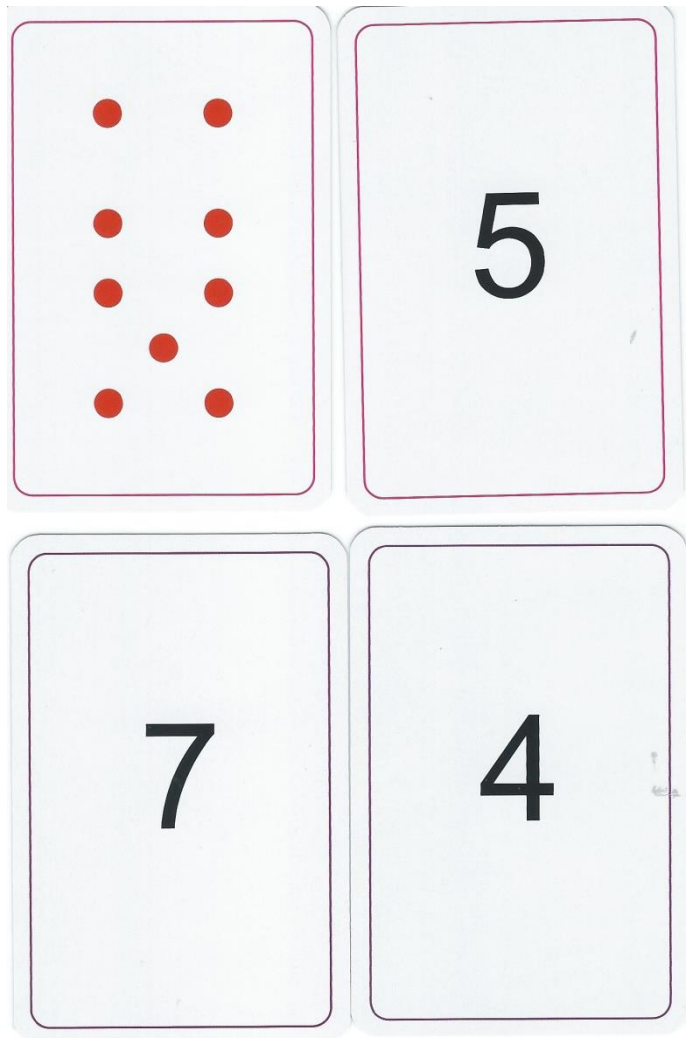
4) Je pense à un nombre dans ma tête. J'enlève 7; j'obtiens 14.
Trouve ce nombre mystérieux.



5) Je pense à un nombre dans ma tête. Je le multiplie par 3; j'obtiens 24.
Trouve ce nombre mystérieux.



Calcul réfléchi



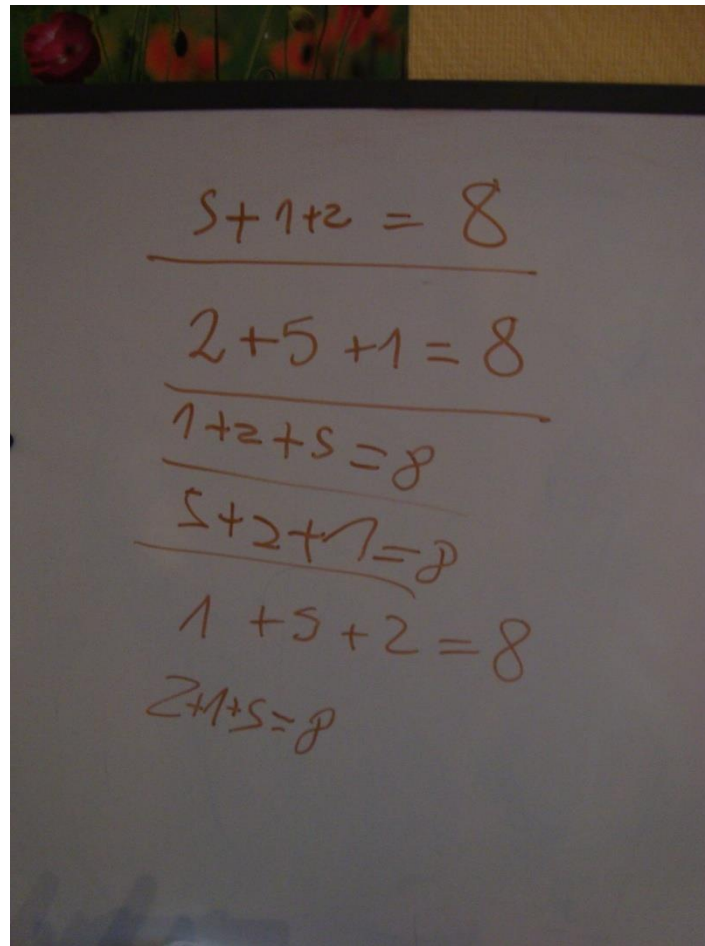
Systeme de numeration



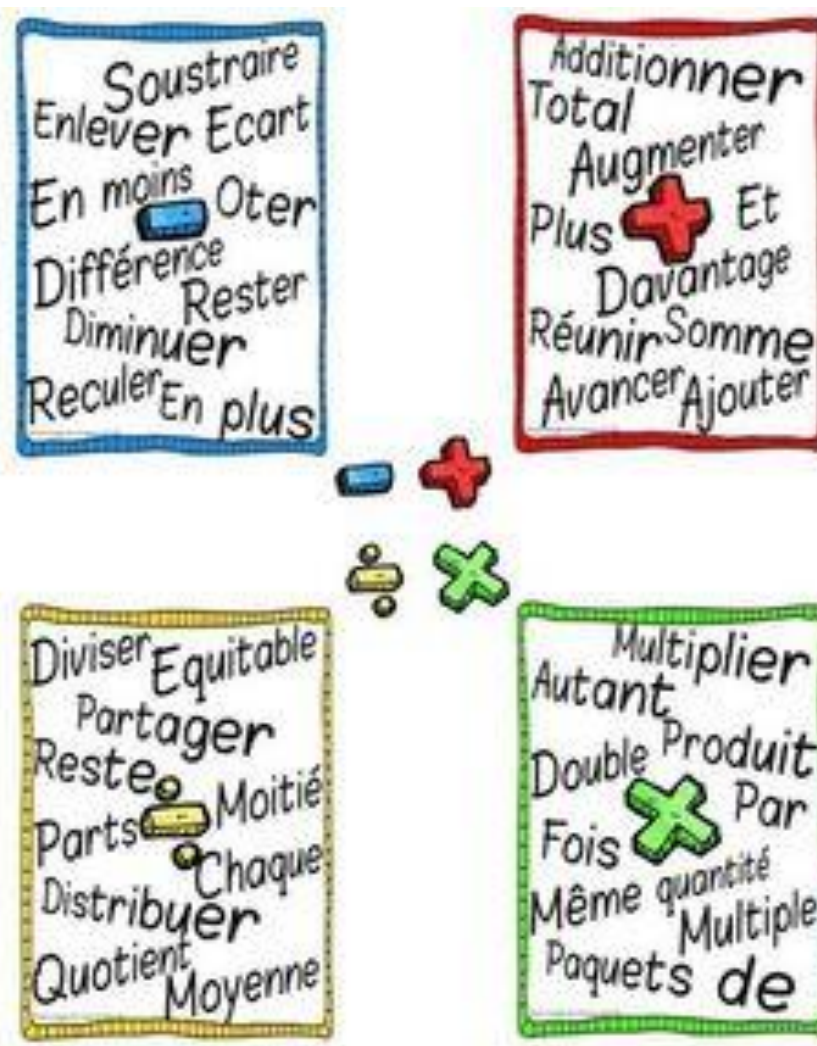
Les opérations



Les opérations



Les opérations



Les opérations



Les situations-problèmes

manip & math



12) NOËL le coffre à jouets



a) C'est Noël, Paul a reçu 2 jouets en cadeaux. Il les range dans son coffre à jouets qui en contenait 10.

- Combien de jouets y a-t-il dans le coffre de Paul ?

manip & math



12) NOËL les jouets



b) Paul a 7 jouets mais il en perd 2. Max a 5 jouets mais c'est son anniversaire et il reçoit 3 jouets en cadeaux.

- Combien au total les deux amis ont-ils de jouets à eux deux ?

manip & math

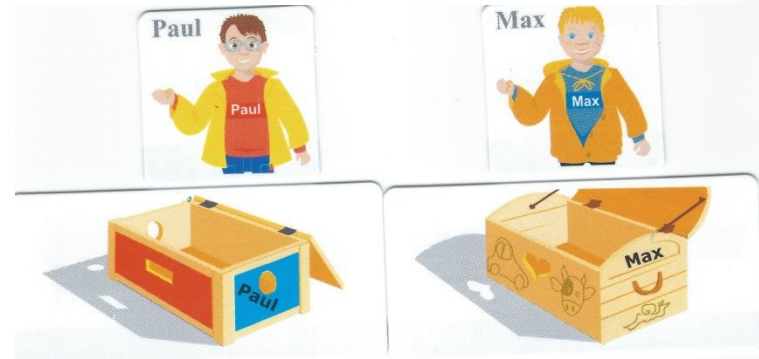


12) NOËL les jouets



c) Paul et Max ont au total 12 jouets à eux deux. Max a 2 fois plus de jouets que Paul.

- Combien en a Max ?



Ménissier: étapes d'un problème

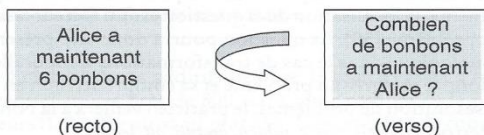
Travailler la résolution d'une situation-problème

Soit un problème additif élémentaire de type changement (extrait du logiciel n°1) : le rééducateur aura au préalable imprimé les trois possibilités de problème (recherche de l'état final, de la transformation et de l'état initial). Chaque énoncé sera découpé et les questions correspondantes à chaque information seront collées au verso. Ainsi obtient-on quatre énoncés individualisés :

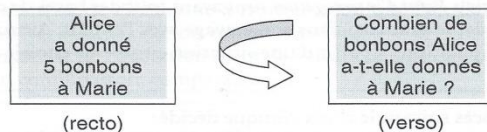
1. Premier carton :



2. Deuxième carton :



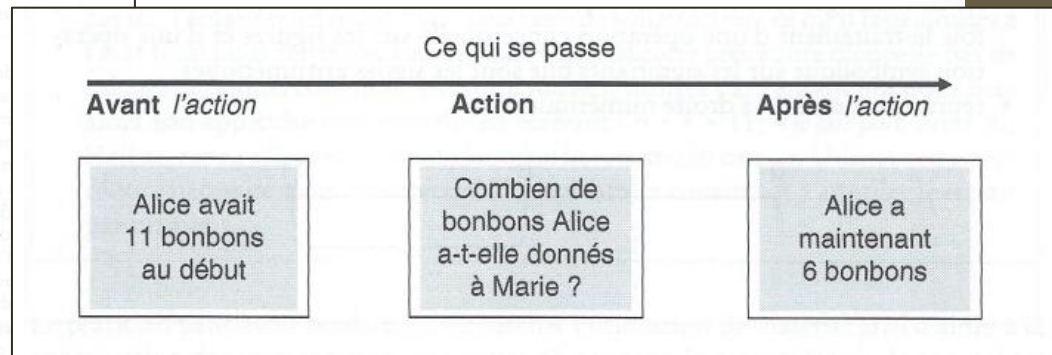
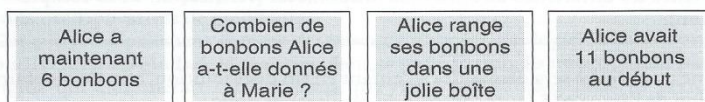
3. Troisième carton



4. Avec la possibilité d'associer un énoncé distracteur (quatrième carton)

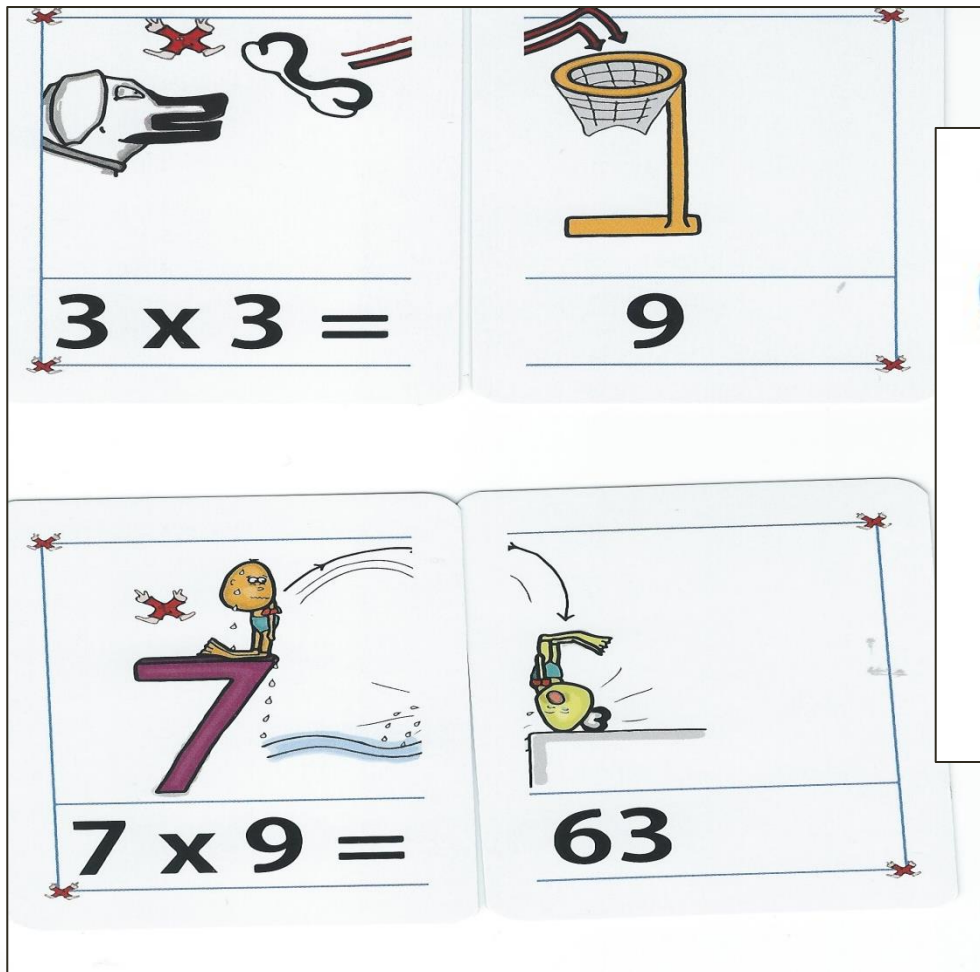
Alice range ses bonbons dans une jolie boîte

➤ Maintenant, proposons à l'enfant un problème où l'inconnue sera la recherche de la transformation. La distribution peut se présenter ainsi :



L'enfant a pour consigne de lire les énoncés puis de les ranger selon un ordre chronologique (on peut parfois cacher momentanément un énoncé pour amener l'enfant à conserver en mémoire de travail l'information écrite). Afin de guider l'enfant, une lon-

Stratégies visuo-sémantiques (multimodal)



Représentation mentale

- Décentration, changement de point de vue (inspiré de l'épreuve des trois montagnes)
- Rush hours sans manipuler
- Pochoirs



Mémoire de travail : hoppla hop



Mémoire de travail : carte d'avant

(« Chiffres en Pagaille » Ortho Edition)



Raisonnement : « Apprendre...avec Réfecto » (éditions Chenelière)

Déetective

Qu'est-ce que je cherche ?
Qu'est-ce qui est important ?
Qu'est-ce qu'on me demande de faire ?
Est-ce que j'ai bien regardé partout ?
Est-ce que je sais ce que ça veut dire ?
De quoi cela parle-t-il ?

curieux et attentif

- 1 Trouver les détails les plus importants
- 2 Poser des questions et s'auto-interroger
- 3 Identifier les différences et les similitudes
- 4 Observer attentivement tout ce qu'il voit
- 5 Distinguer ce qui est important de ce qui l'est moins

Fondation subventionnée par Les Éditions de la Chenelière Inc.
IREDECC INSTITUT DE RECHERCHE EN ÉDUCATION
PARRAINÉ PAR LE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION
DES PROVINCES QUÉBÉCOISES

Module 1
Apprendre... avec Réfecto



Fiche technique

DÉTECTIVE

AIDE-MÉMOIRE RÉFLECTO

SES TÂCHES (CE QU'IL FAIT)

1. Prêter attention aux détails les plus importants
2. Poser des questions
3. Se poser des questions
4. Relever les différences et les similitudes
5. Opérer un balayage complet de ce qu'il voit

SON DISCOURS (CE QU'IL SE DIT)

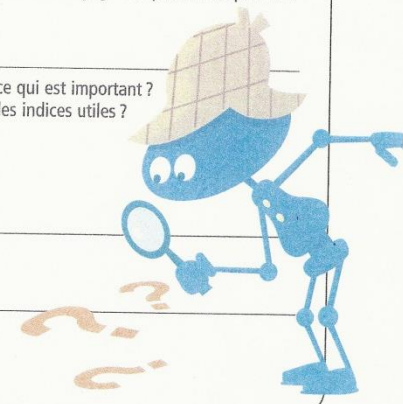
- Qu'est-ce que je cherche ?
- Qu'est-ce qu'on me demande de faire ?
- Est-ce que j'ai bien regardé partout sur la feuille ?
- Est-ce que je sais ce que cela veut dire ?
- De quoi cela parle-t-il ?
- Qu'est-ce qui est important ?
- Y a-t-il des indices utiles ?

PROCHES COLLABORATEURS

1. Contrôleur
2. Bibliothécaire

APTITUDES PARTICULIÈRES

1. Attentif
2. Curieux



Bibliographie: ouvrages

- La dyscalculie-trouble du développement numérique chez l'enfant. Noël éditions solal
- Rééduquer dyscalculie et dyspraxie, méthode pratique pour l'enseignement des mathématiques. A.Crouail, éditions Masson
- « Neuropsychologie et troubles des apprentissages » et
- « conduite du bilan neuropsychologique de l'enfant ». M.Mazeau, éditions Masson
- Comment les enfants apprennent à calculer. R. Brissiaud ed Retz
- L'apprentissage de l'abstraction. BM.Barth, ed retz
- Le nombre et la numération. Bacquet, Gueritte-Hess, ed du papyrus
- Les maths à toutes les sauces. Guéritte-Hess, éd le pommier
- Inventer, compter et classer – de Piaget aux débats actuels. A.Chalon-Blanc ed Armand colin
- Aider les enfants en difficulté en mathématiques CP/CE1 C.Berdonneau, ed Hachette éducation
- La bosse des maths, S.Dehaene
- Difficultés en mathématiques, évaluation et rééducation. H.Koppel, éditions du Papyrus
- L'enfant en difficulté d'apprentissage en mathématiques: pistes de diagnostic et supports d'intervention. C. Van Nieuwenhoven et S. De Vriendt, éditions Solal
- Calcul et dyscalculies, des modèles à la rééducation. M. Habib, M.P. Noël, F. George-Poracchia, V. Brun, Editions Elsevier Masson.

Bibliographie: revues et articles

- ANAE n° 102 la dyscalculie développementale
- Les dossiers de la recherche n° 34 février 2009 l'intelligence, comment notre cerveau développe ses étonnantes capacités.
- Articles Glossa
 - ▣ L'ECPN: des situations-problèmes pour évaluer les principales fonctions du nombre. Duquesne
 - ▣ Jeux et exercices de rééducation logique. Calvarin
 - ▣ Les variations stratégiques dans le calcul d'additions et de soustractions élémentaires. Ménissier
 - ▣ Raisonnement logico-mathématique et temporalité. Legeay, Stroh
 - ▣ Panne en maths, panne en regroupements de « uns ». Morel
 - ▣ La quantification dans les populations déficientes. Camos
 - ▣ L'évaluation des dyscalculies avec la batterie TEDI-MATH