

Emergence
du concept de nombre
et
construction
des données numériques
chez l'enfant.
Comprendre pour
intervenir...

Michel VINAIS
Chargé de mission ASH
IUFM Centre Val de Loire
Université d'Orléans
michel.vinais@univ-orleans.fr

Diaporama M. Vinais



1

Etude de documents

Diaporama M. Vinais

2

Aminata : Item Eval CE2

Pose ces deux additions et effectue-les.

$$\begin{array}{r} 62 + 235 \\ 62 \\ + 235 \\ \hline 810 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 73 + 45 \\ 73 \\ + 45 \\ \hline 118 \end{array}$$

Diaporama M. Vinais

3

Paul en mars

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 42 \\ \hline 56 \end{array}$$

Diaporama M. Vinais

4

Paul en mars

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 42 \\ \hline 27 \\ 29 \\ \hline 56 \end{array}$$

Diaporama M. Vinais

5

François (élève intégré en fin CII) oct

9 octobre

95 - 72 - 64 - 86 - 99 - 68

64 < 99 < ... < ... < ... < ...



Autre possible 64 < 99 < 68 < 95 < 72 < 86

Diaporama M. Vinais

6

« Dix neuf » → 109
 « Douze » → 20
 « Soixante-dix-huit » → 618

« deux millions quatre cent trente huit mille sept cent quarante cinq »
 → 2 000 000 438 000 745

Premières observations sur la problématique des apprentissages... mathématiques

Apprentissage, élèves et difficultés.

- De qui parlons-nous ? De quoi parlons-nous ?
- Est-ce négatif d'être en difficulté ?

La diversité au sein de la classe

Natures / Causes
Conséquences

Déstabilisation cognitive dans l'apprentissage...



- Qui est concerné par la difficulté ? D'un double point de vue... l'élève qui ne comprend pas et... l'enseignant qui ne comprend pas qu'il ne comprenne pas et qui ne comprend pas ce qu'il ne comprend pas...

Le problème didactique.



Aider, ou espérer aider un élève en difficulté, c'est avant tout comprendre comment cet être singulier et unique apprend !
 Aider c'est accepter de prendre le chemin de l'incompréhension.

Types de conduites en jeu dans les apprentissages et processus de contrôle.

- Conduite de type analogique
- Conduite de type opératoire

NB : perceptif, opératoire, activation, inhibition...

Types de connaissances et influence sur les apprentissages.

- Connaissances déclaratives
- Connaissances procédurales
- Structuration de ces connaissances

La diversité au sein de la classe

La difficulté scolaire

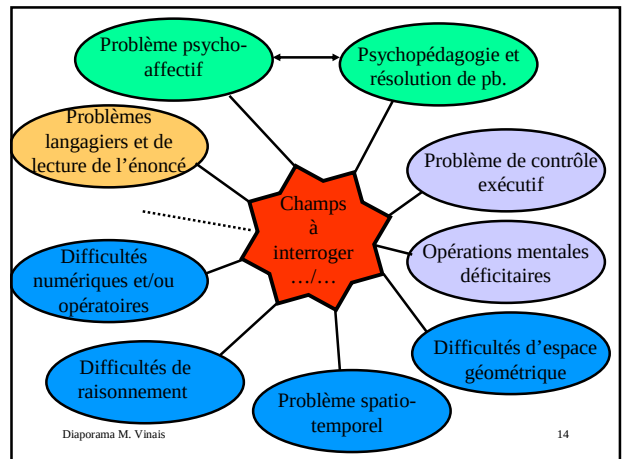
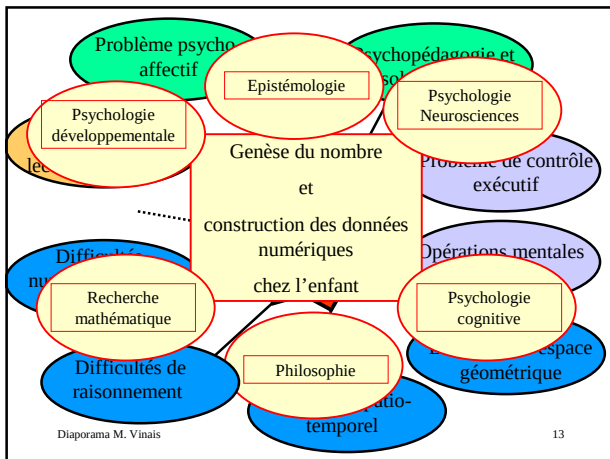


Zone de difficultés mineures circonstancielles.

Zone de difficultés importantes à risque de pérennisation.

Zone de difficultés majeures :
échec scolaire / élèves handicapés

Vecteurs de la difficulté dans le domaine des mathématiques au cours de la scolarité primaire des élèves sachant que l'activité centrale en mathématique c'est la résolution de problèmes.



Des problèmes langagiers...

Diaporama M. Vinalis 15

Des mots et des maths

Dans *Alice au pays des merveilles*, Lewis Carroll fait dire au taon :

Le taon : « *Est-ce que les insectes répondent à leur nom ?* »

Alice : « *Pas à ma connaissance* »

Taon : « *A quoi ça leur sert, alors, d'avoir des noms si ce n'est pas pour y répondre ?* »

Alice : « *A eux ça ne sert à rien mais j'imagine que cela a une utilité pour les gens qui les nomment. Autrement pourquoi les choses auraient-elles des noms ?* »

Diaporama M. Vinalis 16

Des mots et des maths

Parmi les mots qui apparaissent en mathématique, certains sont considérés comme faisant partie du langage courant, d'autres sont ressentis comme mathématiques.

Langage naturel

Langage naturel

Langage naturel

Langage naturel

Langage mathématique

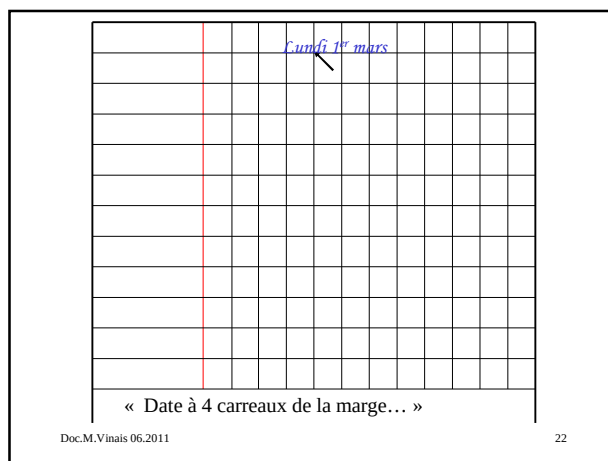
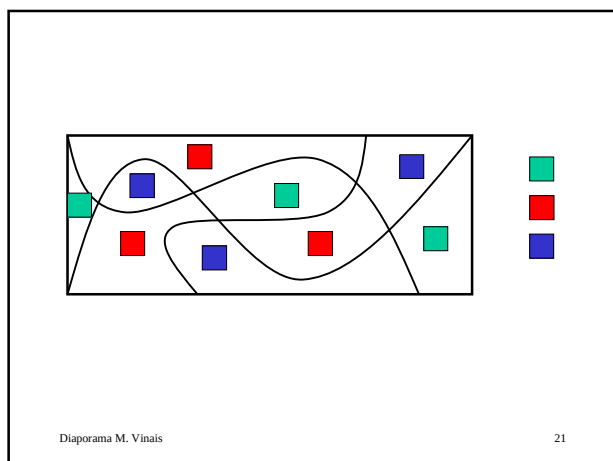
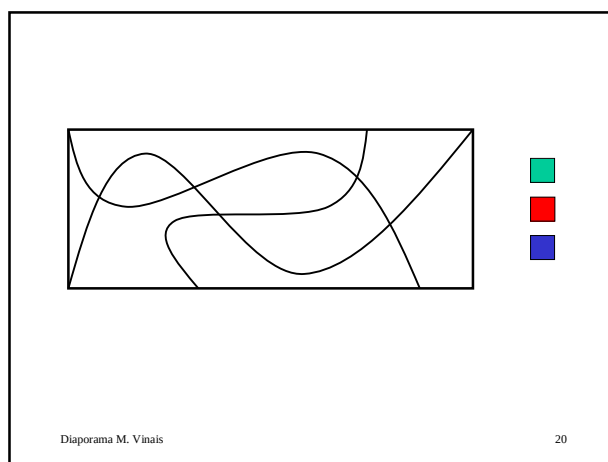
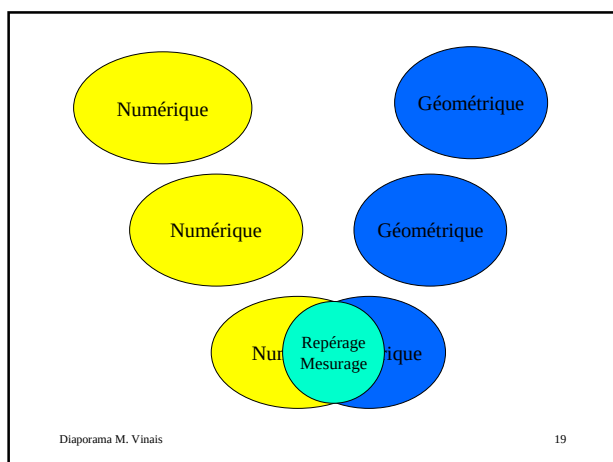
Langage mathématique

Diaporama M. Vinalis 17

Identifier le domaine travaillé...

...ainsi que les exigences

Diaporama M. Vinalis 18



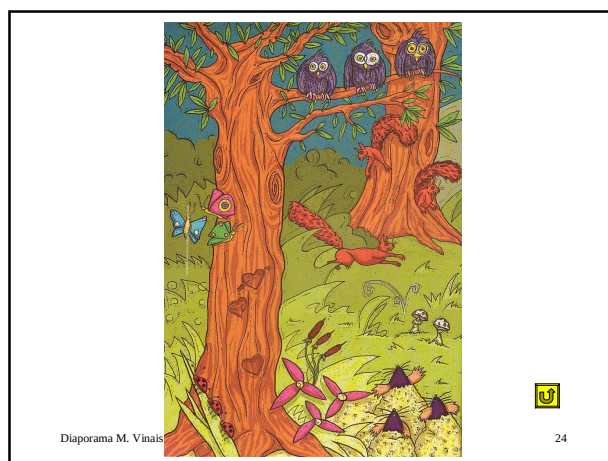
Qu'est-ce qu'un nombre ?

Plusieurs approches peuvent être envisagées pour tenter de répondre à cette question ; trois me semblent essentielles.

- Il est possible d'interroger les mathématiques elles-mêmes.
- Il est possible de se demander ce que la psychologie, tant des profondeurs que cognitive peut nous apprendre en ce qui concerne cette question.
- Il est enfin possible de questionner l'histoire comparée des différentes réponses développées par les diverses civilisations au cours des siècles, des millénaires.

G. Ifrah parle de : "L'intelligence des hommes racontée par les nombres et le calcul."

Diaporama M. Vinals 23



Éléments d'histoire sur la numération (1)

Il a fallu plusieurs millénaires et le travail de plusieurs civilisations (*Maya, Babylonienne, Aztèque, Chinoise, Grecque, Egyptienne, Romaine, Indienne, Arabe...*) pour qu'un système de numération apportant une utilisation correcte et collective voit le jour.

- Les 1ers nombres plutôt "sentis" qu'abstraits
- Premiers "lieux d'écriture" des nombres
- Des cailloux pour compter

Éléments d'histoire sur la numération (2)

• Un important apport : les bases.

L'homme a une capacité instinctive à grouper les objets afin de les classer, les distinguer. C'est également ce qu'il a fait pour développer ses systèmes de numération...

• Parce qu'il sut compter, l'homme apprit à écrire

• Vers la numération de position:



• La découverte du Zéro:

• L'Inde, berceau de notre numération moderne.

Chronologie...

XVI/XVII S	Invention de la notation littérale. Émergence du concept d'infini
XV/XVI S	Avec l'usage de l'imprimerie les chiffres indo-arabes acquièrent leur graphie définitive
X S	Chiffres Ghubar dans le Maghreb
VIII S	Arrivée du calcul indien à Bagdad
IV S	Numération décimale de position indienne avec zéro
- II S	neuf chiffres Brahmis
- III S	Premier zéro de l'histoire de la numération
- IV S	Concept d'infini Aristote
- 1800	Première numération de position
- 2 000	Apparition de la base décimale
- 8 000	Apparition des <i>Calculi</i> en Mésopotamie
- 30 000	Présence d'entailles numériques

Invention de l'écriture

« Tout sujet apprenant le nombre doit se poser naturellement les mêmes questions que ses inventeurs pour le comprendre. »

L'apport du constructivisme

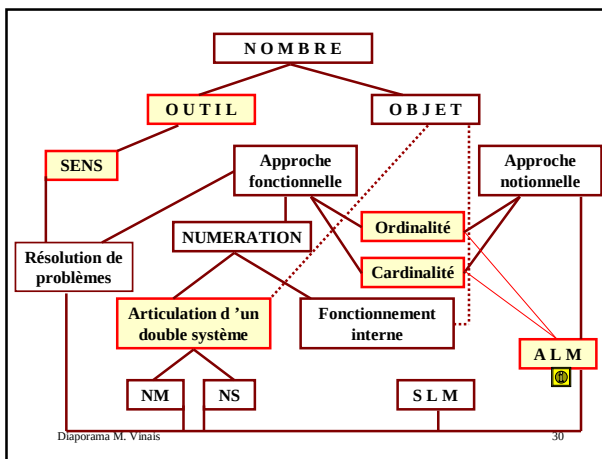
On admet que la plupart des connaissances (savoirs et savoirs-faire) ne sont ni reçues du milieu par un organisme passif, ni pré-programmées à la naissance de telle façon que le sujet se les approprierait nécessairement. Ces connaissances sont construites par le sujet dans le cours de son activité.

La place du calcul dans la construction du nombre

Deux thèses modernes concernant le calcul :

1. le calcul comme accélérateur d'apprentissage du comptage, donc la nécessité de développer des compétences dès le plus jeune âge. (R. Brissaud et...)
2. le comptage doit précéder les activités de calcul (en référence aux cinq principes). *Gelman* et bien d'autres...

* attention, le calcul dont il est question n'est pas l'algorithme de l'addition par sur-comptage, mais plutôt la perception d'une quantité par la somme de ses parties (voir les constellations, les livres à compter... les cartes à points de JL Brégeon)



Approche Institutionnelle	Numération Orale	Numération Ecrite
M. Fayol	Numération Lexicale	Numération Syntaxique
S. Baruk	Langue Numérale	Langue Numérique
INS HEA	Numération Mots	Numération Ecrite

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles		
Algorithme		
Base		
Utilisation du zéro		
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	
Algorithme		
Base		
Utilisation du zéro		
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme		
Base		
Utilisation du zéro		
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	
Base		
Utilisation du zéro		
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base		
Utilisation du zéro		
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		



Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	
Utilisation du zéro		
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	B10
Utilisation du zéro		
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	B10
Utilisation du zéro	Pas d'oralisation dans l'énonciation	
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	B10
Utilisation du zéro	Pas d'oralisation dans l'énonciation	systématique et fondamental
Valeur positionnelle		
Ordre de grandeur		

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	B10
Utilisation du zéro	Pas d'oralisation dans l'énonciation	systématique et fondamental
Valeur positionnelle	*Trente douze *quatre vingt six	Suite de chiffres = nombre
Ordre de grandeur	Nombre de mots pas indicateurs	

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	B10
Utilisation du zéro	Pas d'oralisation dans l'énonciation	systématique et fondamental
Valeur positionnelle	*Trente douze *quatre vingt six	Suite de chiffres = nombre
Ordre de grandeur	Nombre de mots pas indicateurs	

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	B10
Utilisation du zéro	Pas d'oralisation dans l'énonciation	systématique et fondamental
Valeur positionnelle	*Trente douze quatre vingt six	Suite de chiffres = nombre
Ordre de grandeur	Nombre de mots pas indicateurs	

Dans N+ pour compter de 1 à 1M	N Mots	N Signes
Nombre de symboles	25 mots mais...	10 chiffres
Algorithme	Non algorithmique	Parfait et constant
Base	Pas de base marquée	B10
Utilisation du zéro	Pas d'oralisation dans l'énonciation	systématique et fondamental
Valeur positionnelle	*Trente douze *quatre vingt six	Suite de chiffres = nombre
Ordre de grandeur	Nombre de mots pas indicateurs	

	10 ju	20 niyu	30 sanju
1 ichi	11 juichi	21 nijuchi	31 sanjuichi
2 ni	12 juni	22 nijuni	32 sanjuni
3 san	13 jusan	23 nijusan	33 sanjusan
4 shi	14 jushi	24 nijushi	34 sanjushi
5 go	15 jugo	25 nijugo	35 sanjugo
6 roku	16 juroku	26 nijuroku	36 sanjuroku
7 sichi	17 jusichi	27 nijusichi	
8 hachi	18 juhachi		
9 ku			

Si la perspective piagétienne comporte des éléments forts intéressants quant à la construction du nombre, des recherches plus récentes apportent des éclairages là où la théorie piagétienne est lacunaire et ce particulièrement sur la période précédant la maîtrise opératoire du nombre. En particulier un certain nombre de travaux :

Gelman et Gallister, Meck ... à partir de 1978

Wagner et Walter 1982 Ginsburg 1982

K. Fuson et al. 1982 / 1988 / 1991

Baroody 1987 1991 Steffe 1991 .../...

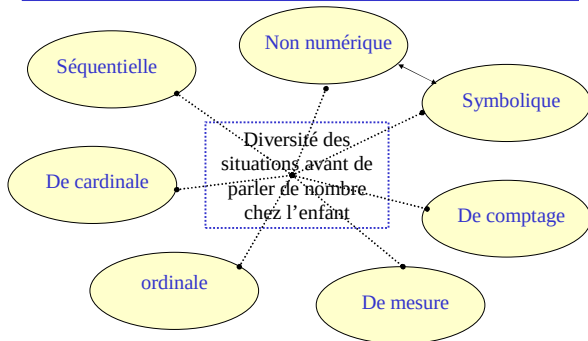
J. Bideaud / H. Lehalle 2000...

Les savoirs spontanés des enfants

- **Existence précoce des mots pour compter**
- **C'est par l'aspect verbal de la numération que l'enfant aborde notre système numérique**
- **C'est d'abord un savoir par cœur, inutilisable dans un immédiat temporel**
- Le chemin sera long avant de parvenir à une première maîtrise de la numération. **Elle s'étalera sur environ 4 années, répartie approximativement de 2 à 6 ans.**
- **Ce savoir à l'état brut va devoir être travaillé, policé.**

K.Fuson (1988) fait remarquer que bien avant d'arriver à construire le nombre du point de vue logique, l'enfant rencontre les mots-nombres dans une variété de situations entre lesquelles il va progressivement établir des liens.

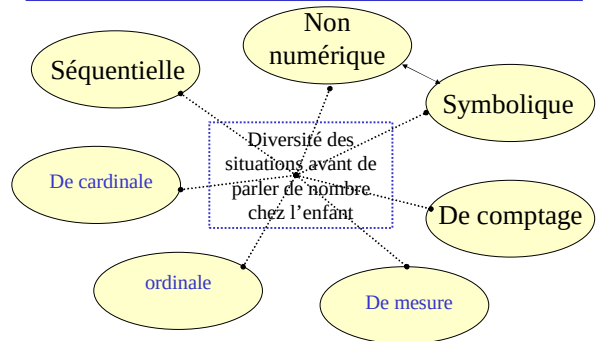
K.Fuson (1988) Ces situations seraient de 7 types :



Diaporama M. Vinals

49

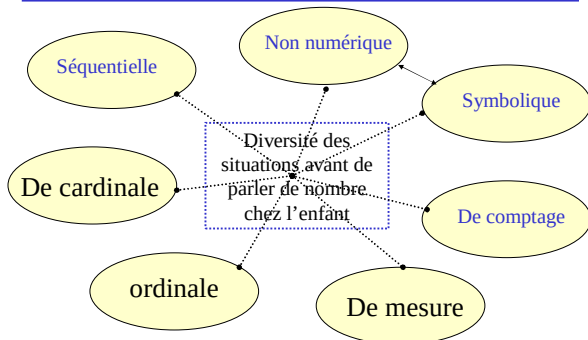
K.Fuson (1988) Ces situations seraient de 7 types :



Diaporama M. Vinals

50

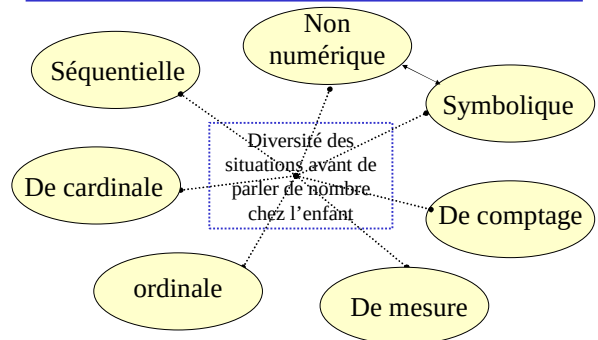
K.Fuson (1988) Ces situations seraient de 7 types :



Diaporama M. Vinals

51

K.Fuson (1988) Ces situations seraient de 7 types :



Diaporama M. Vinals

52

Les 4 niveaux d'élaboration de la chaîne numérique verbale. K. Fuson & al (1982)

- La chaîne chapelet (String level)
- La chaîne insécable (liste non sécable)
- La chaîne sécable
- La chaîne terminale (chaîne dénombrable)

Diaporama M. Vinals

53

Chaîne chapelet

Undeuxtrosquatrecinq !



Diaporama M. Vinals

54

Situations de comptage pour la segmentation..

Un enfant seul :

- Compter le plus loin possible.
- Dire un nombre fort, le suivant faible
- Dire un nombre, taire le suivant
- Compter le plus loin possible en frappant sur ses propres énonciations.
- Compter le plus loin possible en frappant entre ses propres énonciations.
- .../...

Compter à deux (enfants entre eux ou enfant/adulte) :

- Compter en alternance
- Frapper sur les dires de l'autre.
- Compter le plus loin possible sur les frappés de l'autre.
- Énoncer deux nombres consécutifs.

Les 4 niveaux d'élaboration de la chaîne numérique verbale.(1)

K. Fuson & al (1982)

- La chaîne chapelet (String level)
- **La chaîne insécable (liste non sécable)**
- La chaîne sécable
- La chaîne terminale (chaîne dénombrable)

Chaîne Insécable

Un deux trois quatre cinq ...

2 habiletés nouvelles :

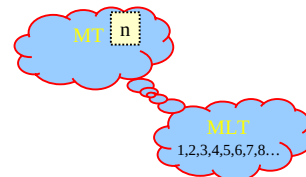
- * Compter jusqu'à n
 - * Livrer le successeur d'un nombre
 - * Première procédure de quantification par comptage
- Premiers problèmes math.

Chaîne Insécable

Un deux trois quatre cinq ...

2 habiletés nouvelles :

- * Compter jusqu'à n (n appartenant à ZSE)

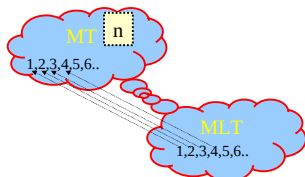


Chaîne Insécable

Un deux trois quatre cinq ...

2 habiletés nouvelles :

- * Compter jusqu'à n

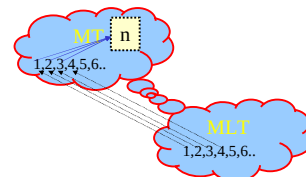


Chaîne Insécable

Un deux trois quatre cinq ...

2 habiletés nouvelles :

- * Compter jusqu'à n



**Les 4 niveaux d'élaboration
de la chaîne numérique verbale (2)**
K. Fuson & al (1982)

- La chaîne chapelet (String level)
- La chaîne insécable(liste non sécable)
- **La chaîne sécable**
- La chaîne terminale (chaîne dénombrable)

Chaîne sécable

Sept, huit, neuf, dix, onze, douze....

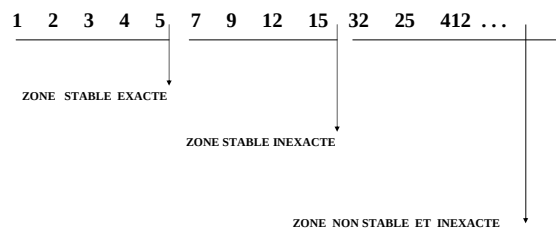
Développement de nouvelles habiletés :

- * Compter à partir de x
- * Compter de x à y
- * Comptage par bonds
- * Compter à rebours
- * Livrer le prédécesseur d'un nombre

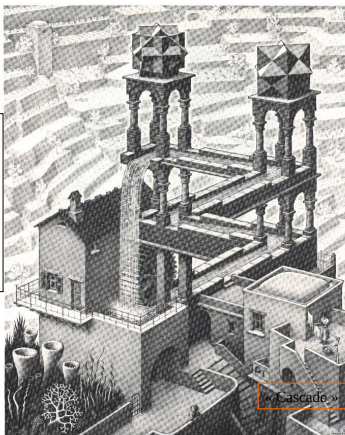
**Les 4 niveaux d'élaboration
de la chaîne numérique verbale (2)**
K. Fuson & al (1982)

- La chaîne chapelet (String level)
- La chaîne insécable(liste non sécable)
- La chaîne sécable
- **La chaîne terminale (chaîne dénombrable)**

Différentes zones dans la chaîne insécable.



Le champ du
numérique
et
**des passages
obligés et parfois
difficiles**



« Cascade » MC Escher

**Les procédures de quantification.
(Klarh et Wallace)**

- Le subitizing ou aperception globale.
- Le comptage.(Dénombrement par comptage?) Difficultés?
- L'estimation globale.

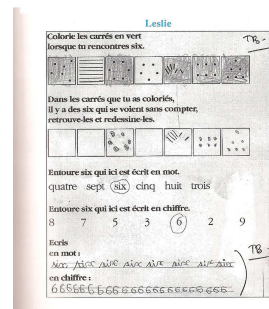
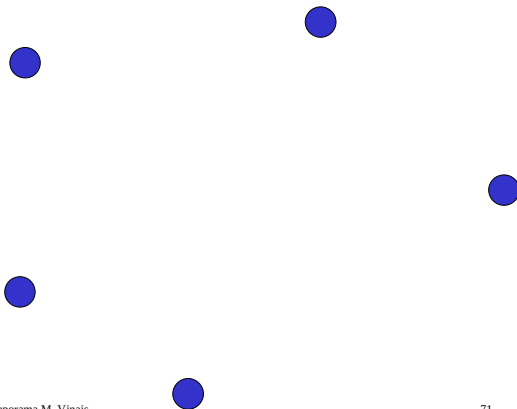
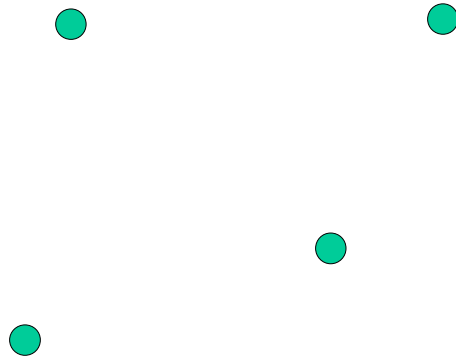
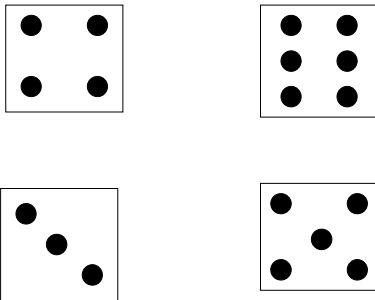
NB : selon le niveau de développement des compétences des élèves, d'autres procédures de quantification vont voir le jour c'est la capacité à agir sur le numérique : addition, soustraction....

Les procédures de quantification. (Klarh et Wallace)

- Le subitizing ou aperception globale.
- Le comptage. (Dénombrement par comptage?) Difficultés?
- L'estimation globale.

Les procédures de quantification. (Klarh et Wallace)

- Le subitizing ou aperception globale.
 - Configurations figuratives
 - Configurations non-figuratives



Dorian

Est-ce que tu peux dire cinq ?

	Oui	Non	Si oui, Cinq <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Cinq <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Cinq <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Cinq <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Cinq <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Cinq <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Cinq <i>chaises</i>

Diaporama M. Vinals

S. Baruk

73

Ali

Est-ce que tu peux dire trois ?

	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>

Diaporama M. Vinals

S. Baruk

74

Camila

Est-ce que tu peux dire trois ?

	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>
	Oui	Non	Si oui, Trois <i>chaises</i>

Diaporama M. Vinals

S. Baruk

75

Les procédures de quantification. (Klarh et Wallace)

- Le subitizing ou aperception globale.
- Le comptage.(Dénombrement par comptage?) Difficultés?
- L'estimation globale.

Diaporama M. Vinals

76

Procédure de quantification



Le comptage est la procédure de base permettant d'évaluer de manière très précise des collections dont la taille importe peu. Il semble se manifester très tôt chez l'enfant. Pourtant on relève de nombreuses erreurs: on a à faire à des sujets qui à la fois savent et ne savent pas compter.

Diaporama M. Vinals

77

Procédure de quantification

1. Type de difficulté rencontrée

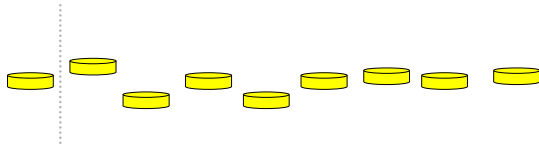


Combien y a-t-il de jetons?

Diaporama M. Vinals

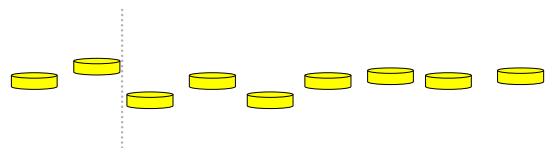
78

Procédure de quantification



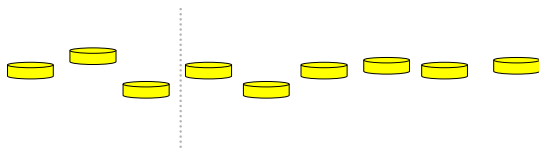
Combien y a t-il de jetons?

Procédure de quantification



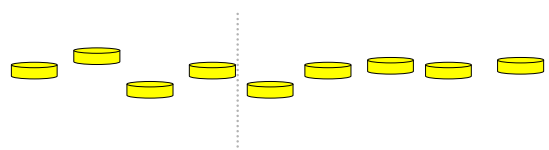
Combien y a t-il de jetons?

Procédure de quantification



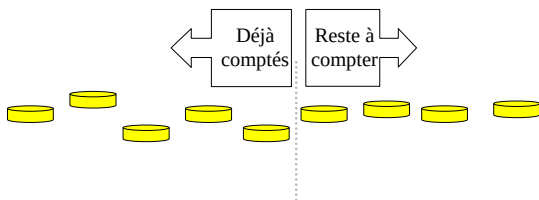
Combien y a t-il de jetons?

Procédure de quantification



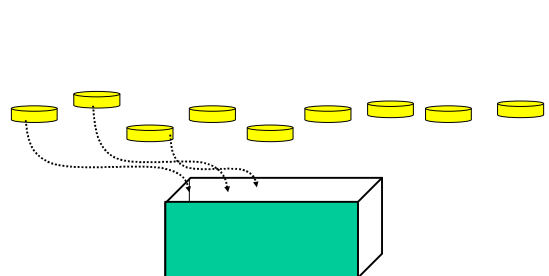
Combien y a t-il de jetons?

Procédure de quantification



Combien y a t-il de jetons?

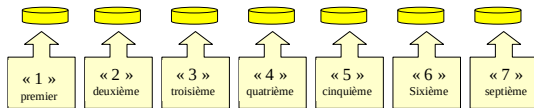
Procédure de quantification



Combien y a t-il de jetons?

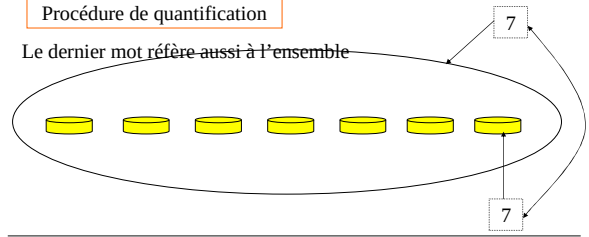
Procédure de quantification

2. Type de difficulté rencontrée



Procédure de quantification

Le dernier mot réfère aussi à l'ensemble



Accepter de conceptualiser contre une connaissance... donc de « force », par répétition ou imitation
La question du combien...

= ?

Procédure de quantification



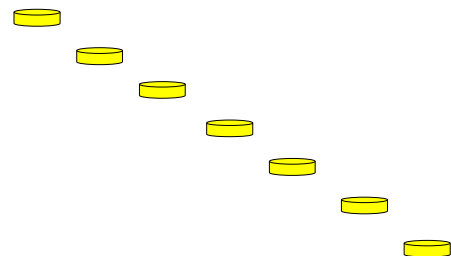
Collections homogènes organisées ...en lignes



Collections homogènes en colonnes



Collections homogènes « obliques »



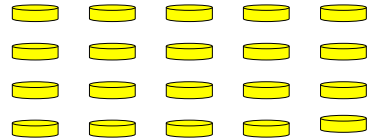
Collections homogènes organisées



Diaporama M. Vinals

91

Collections homogènes perception cartésienne



Diaporama M. Vinals

92

Collections homogènes en lignes, autres objets



Diaporama M. Vinals

93

Collections homogènes en lignes, mêmes formes / couleurs



Collections homogènes en lignes, mêmes formes / tailles

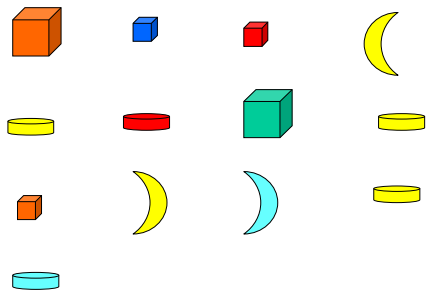


Diaporama M. Vinals

94

Collections homogènes en lignes, formes / tailles / couleurs

Dans un espace organisé

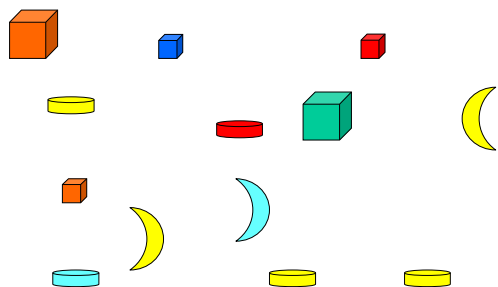


Diaporama M. Vinals

95

Collections homogènes en lignes, formes / tailles / couleurs

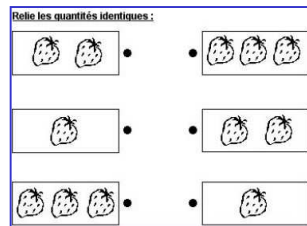
Dans un espace non organisé



Diaporama M. Vinals

96

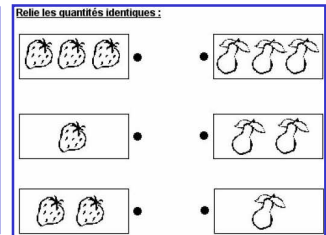
Proposer au début des collections homogènes pour lesquelles l'élève peut développer facilement une procédure de quantification (ex comptage)



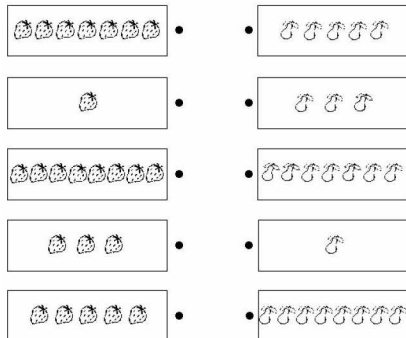
« Dénombrer , des difficultés d'apprentissage liées au principe d' « abstraction » :

«Cela suppose que l'enfant accepte de renoncer à ce que l'objet représente pour ne s'intéresser qu'à sa valeur mathématique »

De quelle abstraction s'agit-il?
Cf. Piaget, R Gelman ou BM Barth...?

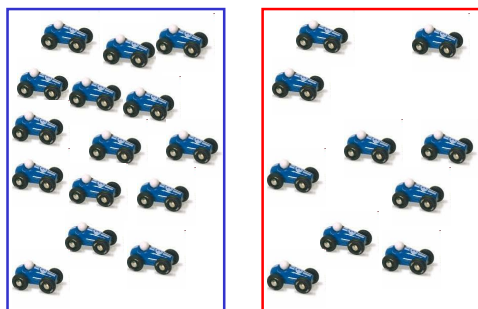


Relie les quantités identiques :



Les procédures de quantification. (Klarh et Wallace)

- Le subitizing ou aperception globale.
- Le comptage.(Dénombrement par comptage?) Difficultés?
- L'estimation globale.



Exemples de situation à mettre en place

Dénombrer : des difficultés d'apprentissage liées au principe de cardinalité : 4 activités numériques à travailler

- Quantification par comptage : « combien y a-t-il de...? »
- Construction d'une collection : « prends quatre ...! »
- Comparaison de deux collections : « c'est trois ou c'est deux »
- Reconnaissance parmi plusieurs possibilités : « montre moi cinq »

Que retenir des principes de Gelman ?

R. Gelman tend à montrer que l'activité de dénombrement est susceptible d'être analysée et dissociée en composantes plus élémentaires. Cette compétence fait appel à 5 principes.

- Principe d'ordre stable
- Principe de bijection de n éléments
- Principe de cardinalité
- Principe d'abstraction
- Principe d'ordre quelconque

R. Gelman montre que très tôt les enfants respectent chacun de ces principes pris isolément et qu'ils éprouvent des difficultés à les coordonner. Coordination nécessaire pour être opératoire dans l'activité de dénombrement.

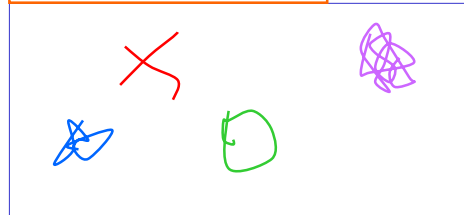
NB : travaux de Baroody...

NS : les symboles numériques et leur acquisition

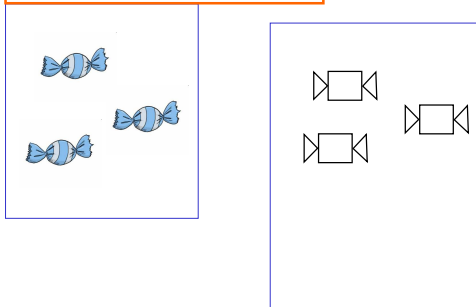
Lors de ces recherches dans ce domaine M. Hughes (1985) relève 4 catégories de représentation:

- Les indications idiosyncrasiques
- Les pictogrammes
- Les symbolisations
- Les signes conventionnels

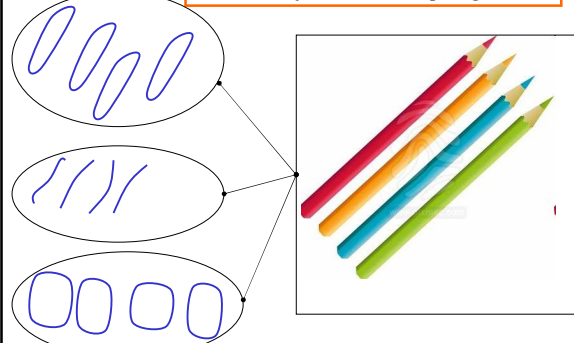
Premières traces.... Idiosyncrasiques



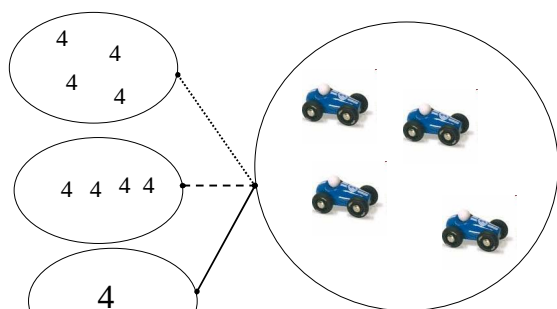
Premières symbolisations



Premières symbolisations...pictogrammes



Premières symbolisations...Les signes conventionnels



Autres observations et rappels

Différents "sens" du nombre

- Sens intrinsèque
- Sens extrinsèque
- Sens connoté
- Sens incarné
- Sens inconscient

Albums / Les livres à compter

- Qu'appelle-t-on "livres à compter"?
- Critères de différenciation des livres
 - ✓ Domaine numérique
 - ✓ Croissance / décroissance
 - ✓ Contexte : cardinal, ordinal, mesure
 - ✓ Les activités possibles et leur ouverture (Grands nombres, infini...)

Cf. D. Valentin

Structures Logico-Mathématiques

"Toute connaissance, tout progrès, toute transformation de notre intelligence est toujours une reconstruction endogène de données exogènes fournies par l'expérience."

Une structure qui définit un stade est un système d'actions ou d'opérations avec des lois de coordinations (ou de composition) réversibles."

Elle est cette capacité à exécuter une action dans les deux sens, en "ayant conscience" qu'il s'agit de la même action.

Construction des connaissances :

- Relation réel/sujet
- Les mécanismes internes au sujet : les différents types d'abstraction.

• Exemple de la catégorisation



• Exemple du numérique

