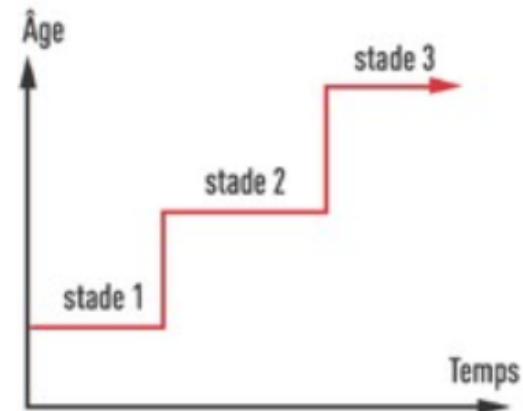
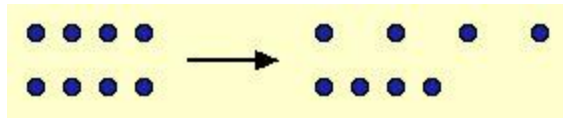


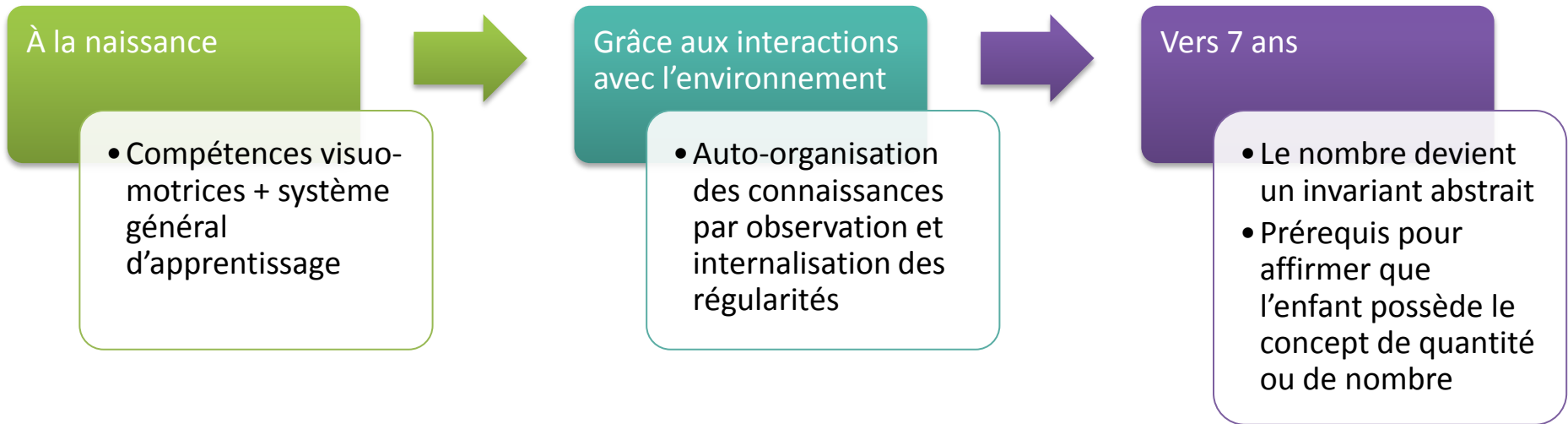
1	2	3	4	5

## Séance 2: Autour du nombre



# Objectifs du cours

## Perspective constructiviste (Piaget)



## Les critiques adressées à Piaget

- Épreuves piagésiennes = épreuves basées sur le langage
- Compétences numériques précoces (nativisme)
- Épreuves piagésiennes = épreuves conflictuelles, pièges, nécessitant l'inhibition

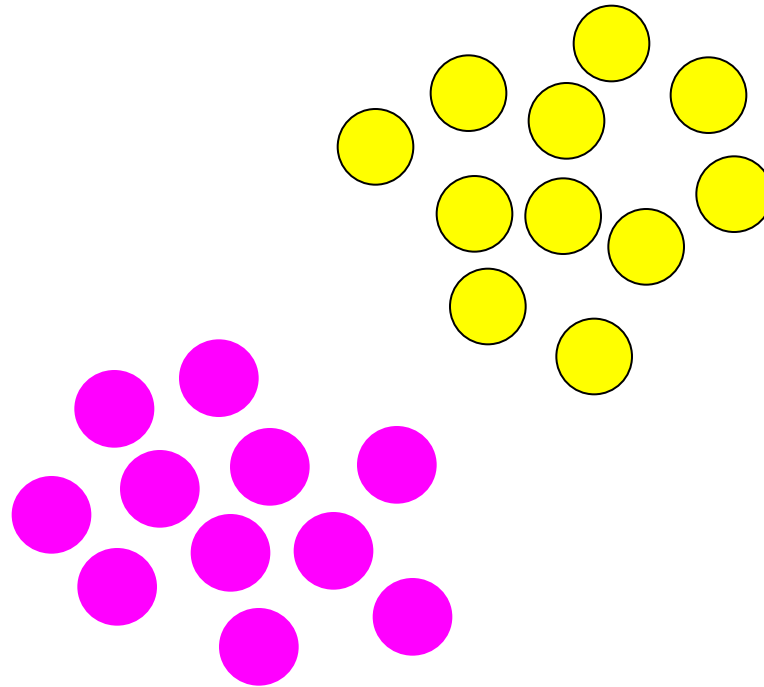
# Les épreuves de conservation

- 1- Épreuve d'alignement de jetons
- 2- Épreuve classique de conservation

# Les épreuves de conservation

Principes de l'Épreuve d'alignement de jetons

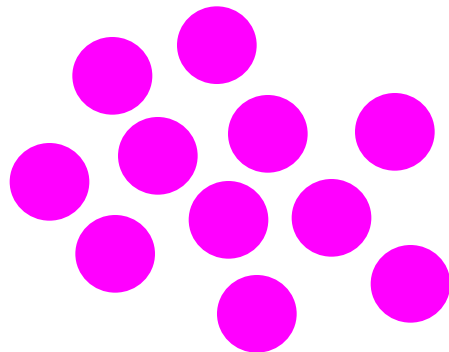
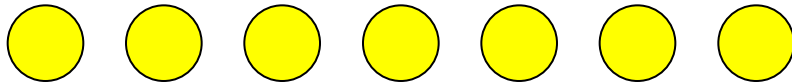
Deux tas de jetons sont présentés à l'enfant



# Les épreuves de conservation

## Principes de l'Épreuve d'alignement de jetons

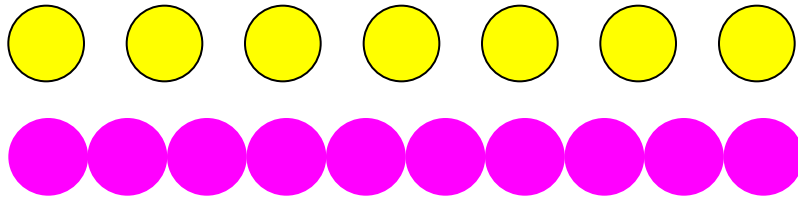
On met en ligne une rangée, et on demande à l'enfant de placer les jetons de l'autre couleur en-dessous, pour qu'il y en ait le même nombre exactement.



# Les épreuves de conservation

## Épreuve d'alignement de jetons

**4-5 ans : Niveau préopératoire, non conservant**



Intuition simple

-> Reproduit une rangée de même longueur que la rangée modèle

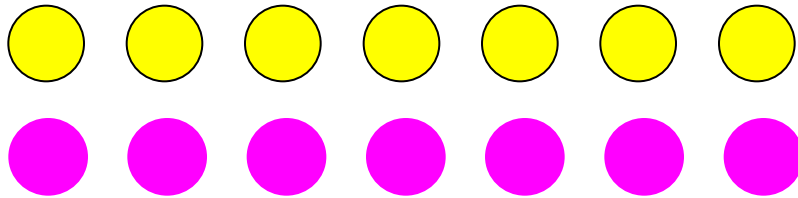


Prégnance des aspects perceptifs

# Les épreuves de conservation

Épreuve de conservation classique

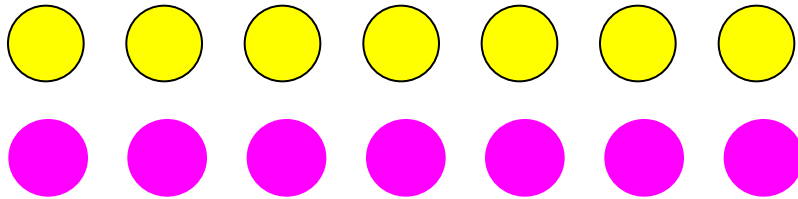
**4-5 ans : Niveau préopératoire, non conservant**



# Les épreuves de conservation

Épreuve de conservation classique

**4-5 ans : Niveau préopératoire, non conservant**



*« il y en a plus car c'est plus long »*

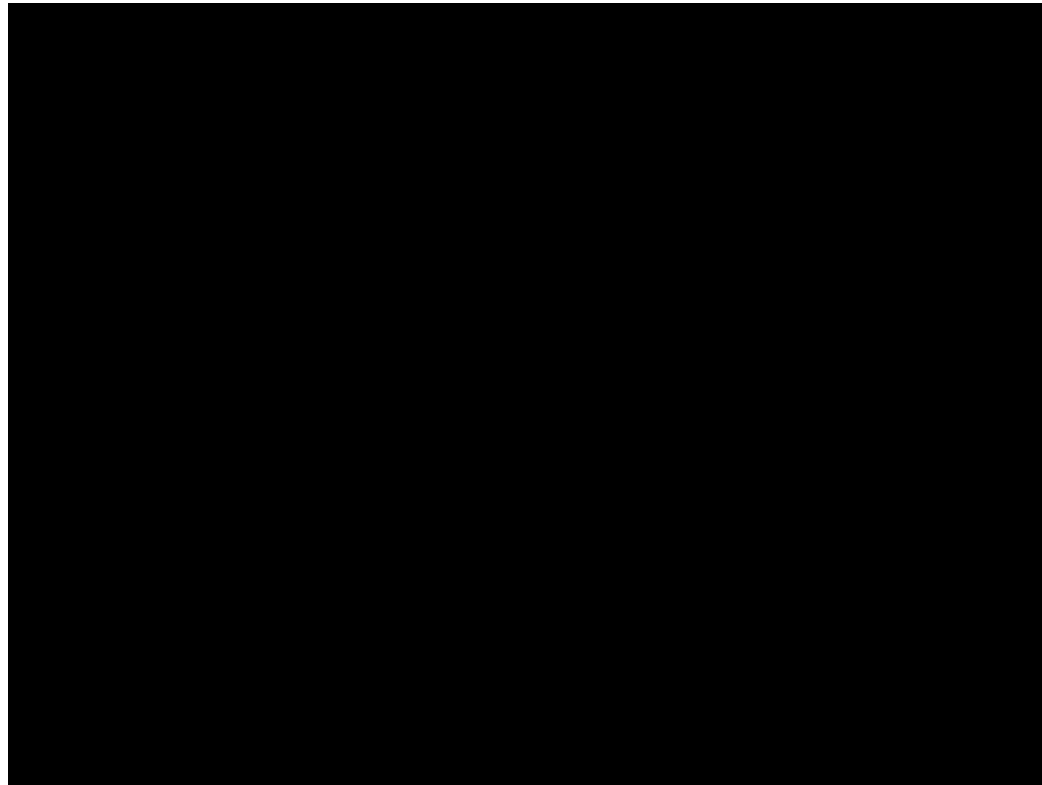
- L'enfant est « non conservant » (stade pré-opératoire)
- Schème rigide, irréversible



# Les épreuves de conservation

Épreuve de conservation classique

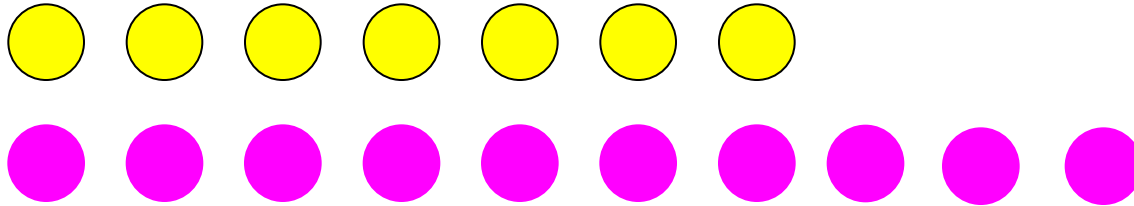
**4-5 ans : Niveau préopératoire, non conservant**



# Les épreuves de conservation

## Épreuve d'alignement de jetons

**5-6 ans : Niveau intermédiaire, intuition articulée**



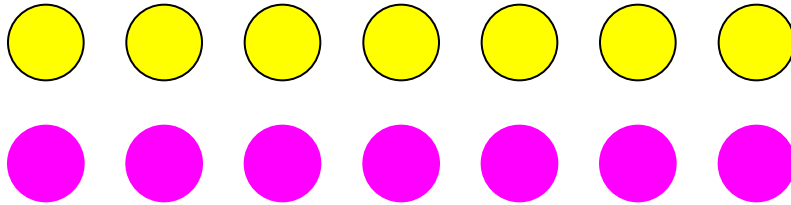
L'enfant parvient à réaliser une correspondance « terme à terme ». Il commence à tenir compte de plusieurs dimensions à la fois. Mais il renonce à l'équivalence si l'expérimentateur éloigne le dernier jeton de sa rangée

-> Intuition articulée

# Les épreuves de conservation

Épreuve de conservation classique

**5-6 ans : Niveau intermédiaire, intuition articulée**

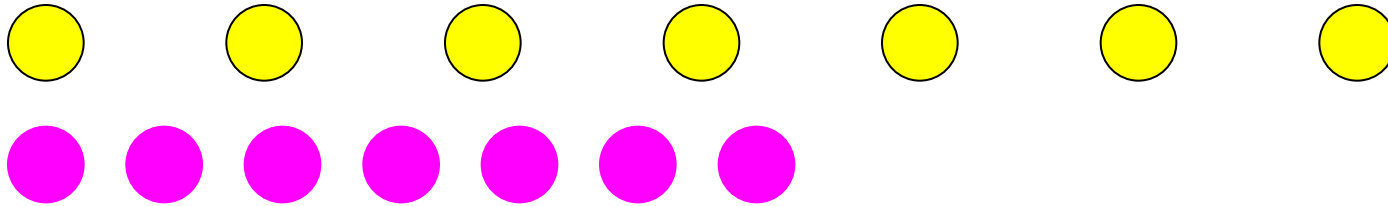


« Oui il y a la même chose, le même nombre »

# Les épreuves de conservation

## Épreuve de conservation classique

**5-6 ans : Niveau intermédiaire, intuition articulée**



« Là il y en a plus »

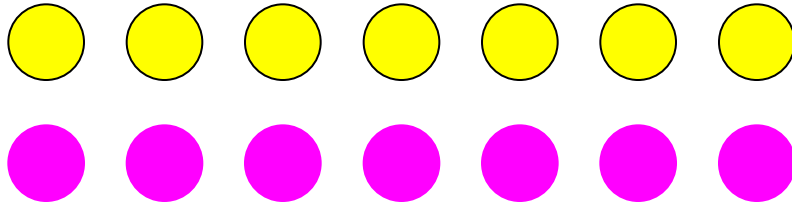
- Réponses de conservation mais seulement pour des transformations faibles / Réponses de non-conservation si la différence paraît trop importante

- Aucun sentiment d'évidence : Schème + souple mais irréversible

# Les épreuves de conservation

## Épreuve d'alignement de jetons

**7 ans : Niveau opératoire, conservation**

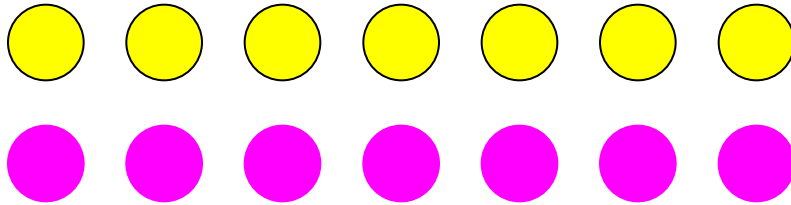


L'enfant parvient à réaliser une correspondance « terme à terme », et n'est pas dérangé par l'écartement du dernier jeton de l'expérimentateur  
-> Conservation opératoire

# Les épreuves de conservation

Épreuve de conservation classique

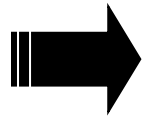
**7 ans : Niveau opératoire, conservation**



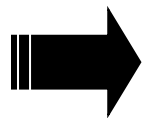
Égalité acceptée quel que soit l' écartement des jetons

Stade de la conservation, notion de réversibilité

L' enfant est « conservant » (niveau opératoire)



Pour Piaget, le nombre  $n'$  est accessible qu' à partir de la conservation, vers 7 ans.



Les mêmes niveaux génétiques sont observés lors des autres épreuves de conservation (substance, poids, volume...)

# La sériation

Pour construire le nombre, l'enfant doit:

**-comprendre la structure d'inclusion:** *1 est inclus dans 2, 2 dans 3 etc.* C'est l'aspect « cardinal » du nombre, c-à-d le nombre d'objets que contient une classe → tâche d'inclusion de classe, **voir séance suivante TD catégorisation**

**-comprendre l'idée d'ordre:** *2 est plus grand que 1, 3 est plus grand que 2, etc.* C'est l'aspect « ordinal du nombre » → tâche de sériation

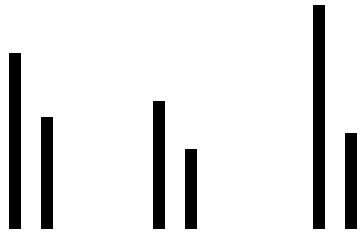
# La sériation

## La sériation

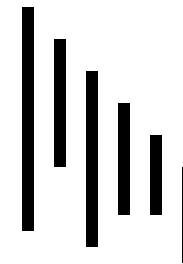
10 baguettes de 10.6 à 16 cm avec des variations de 0.6 cm sont présentée à l'enfant.  
Consigne: « tu dois faire un escalier, en mettant les baguettes en ordre, les ranger de la plus petite à la plus grande (*ou inversement*) »

## Niveaux de réponse

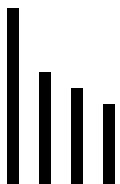
### 1<sup>er</sup> Niveau de réponse : petites séries et sériation sans base (avant 5 ans)



1- couples ou trios de baguettes



2- série correcte pour le sommet mais avec décalage de la base



3- série correcte mais avec un nombre restreint de baguettes, l'enfant laissant les autres de côté



# La sériation

La sériation

## Niveaux de réponse

### 2<sup>eme</sup> Niveau de réponse : réussite par tâtonnements (5 ans)

L'enfant réussit la tâche par tâtonnement, essai-erreur.

### 3<sup>eme</sup> Niveau de réponse : réussite opératoire (6 ans)

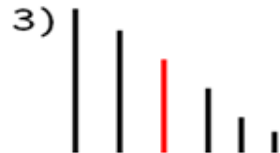
L'enfant utilise une méthode systématique:

- cherche les extrêmes: plus grand et plus petit
- intercale les baguettes intermédiaires entre les deux

### Ajout d'une baguette



Tâtonnement  
jusqu'à 6-7 ans



# Les critiques adressées à Piaget

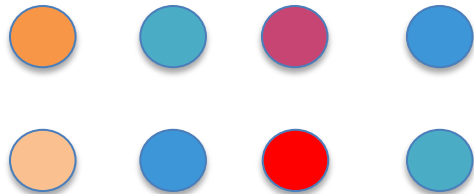
## A- Langage et intentionnalité

- Est-ce que l'enfant comprend vraiment toutes les questions qu'on lui pose ?
- Les interprète-t-il comme le ferait l'adulte ?

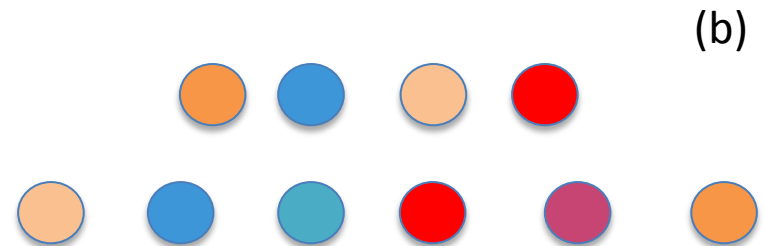
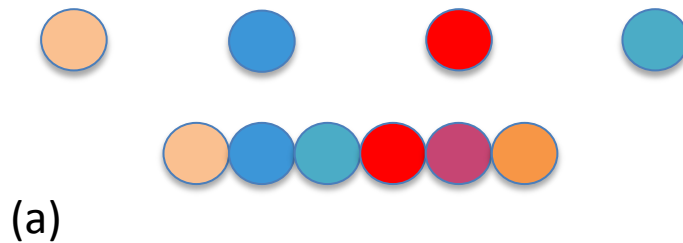
### 1- Étude de Mehler et Bever (1967)

*Smarties*

Situation initiale



« Montre moi la rangée de bonbons que tu voudrais manger »



En évitant les difficultés liées au langage et en motivant les enfants à choisir la rangée la plus nombreuse → réussite dès 2 ans

# Les critiques adressées à Piaget

## A- Langage et intentionnalité

### 2- Proposition de Dehaene (1997)

Les enfants de 3-4 ans **interprètent les questions différemment des adultes**: Ils pensent qu'on leur demande de juger des rangées selon leur longueur plutôt que selon leur nombre car il semble illogique qu'un adulte repose une seconde fois une question dont il connaît déjà la réponse.

→ hypothèse en lien avec la « **théorie de l'esprit** »

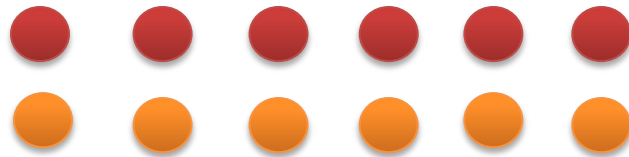
# Les critiques adressées à Piaget

## A- Langage et intentionnalité

### 3- McGarrigle et Donaldson (1974)

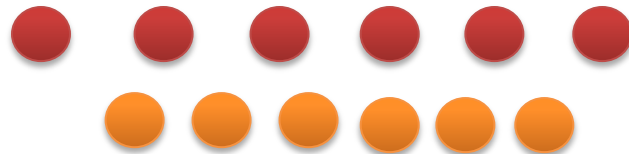
Comparent la situation classique de conservation du nombre et une nouvelle situation

*Il y a-t-il plus jetons rouges ou de jetons jaunes, ou est ce que c'est la même chose ? »*



**Puis, pendant qu'il regarde ailleurs, un ours en peluche déplace les jetons :**

*« Oh non !! C'est le méchant ours, il a encore tout mélangé !! Alors maintenant, il y a-t-il plus jetons violets ou de jetons verts, ou est ce que c'est la même chose ? »*



→ Dans cette situation, la question paraît sincère. Les enfants répondent correctement plus précocement que dans la condition classique

# Les critiques adressées à Piaget

## B- Compétences numériques précoces (théories nativistes)

- Les compétences numériques du bébé sont de **nature cognitive** et présentes dès le début de la vie.
  - Les enfants sont capables d'encoder des informations numériques et de les manipuler avant que le langage « numérique » ne soit acquis.
- Gallistel et Gelman (1992), Wynn (1992, 1995, 1997, 1998), Dehaene et Changeux (1993), Spelke (1992, 2000).

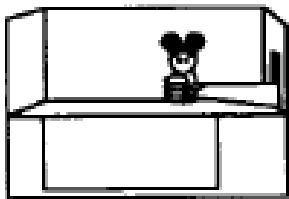
# Les critiques adressées à Piaget

## B- Compétences numériques précoces (théories nativistes)

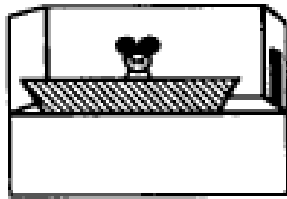
### 1. L'expérience princes de Wynn (1992) de transgression des attentes

#### ■ Addition

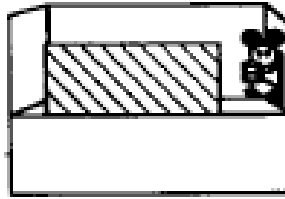
1- Un mickey sur le théâtre



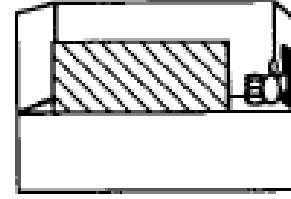
2- l'écran se lève et cache le mickey



3- une main dépose un nouveau mickey derrière l'écran

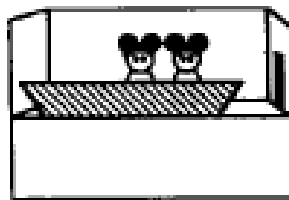


4- la main repart, vide

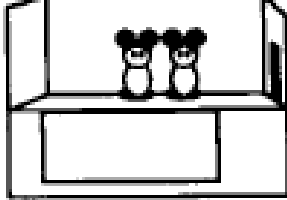


Ensuite: événement possible...

L'écran descend

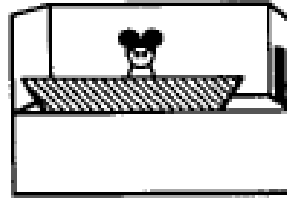


Et révèle 2 mickeys

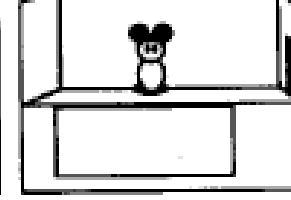


Ou impossible

L'écran descend



Et révèle un seul mickey



Événement impossible regardé plus longtemps par les bébés



# Les critiques adressées à Piaget

## B- Compétences numériques précoces (théories nativistes)

### 1. L'expérience princeps de Wynn (1992) de transgression des attentes

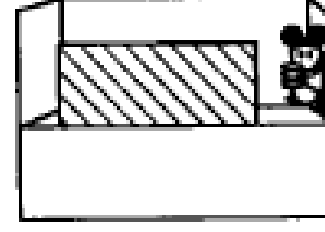
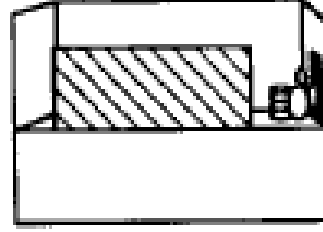
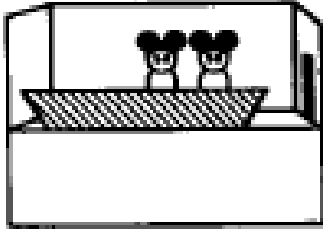
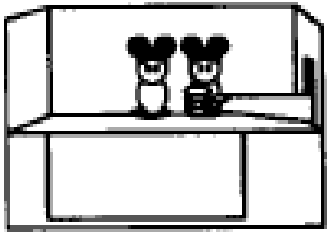
#### ■ Soustraction

1- Deux mickeys sur le théâtre

2- l'écran se lève et cache les mickeys

3- une main vide passe derrière l'écran

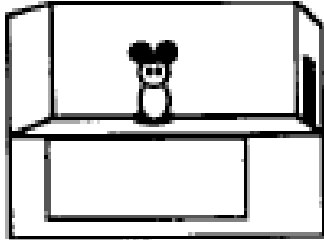
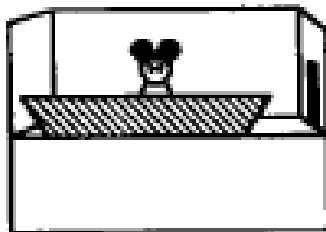
4- la main repart avec un mickey



Ensuite: événement possible...

L'écran descend

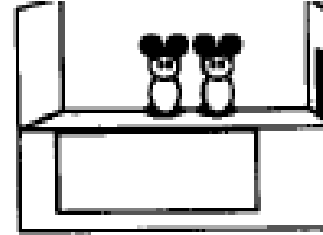
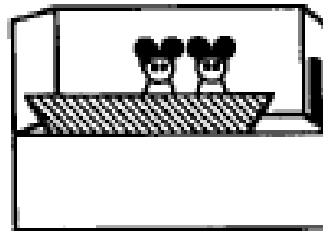
Et révèle 1 mickey



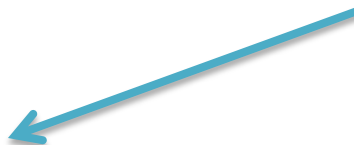
Ou impossible

L'écran descend ...

Et révèle deux mickeys



Événement impossible  
regardé plus longtemps par  
les bébés



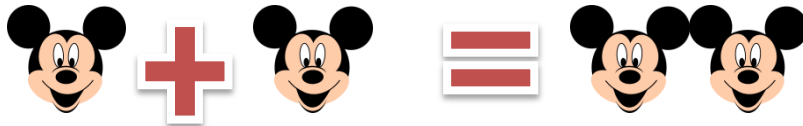
# Les critiques adressées à Piaget

## B- Compétences numériques précoces (théories nativistes)

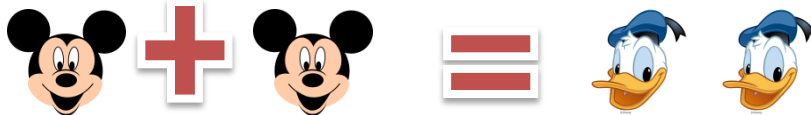
2- Des remises en question? Exemple de Simon (1995 puis 1997)

Le bébé répond à une impossibilité physique sur la base de représentations spatio-temporelles de l'objet et non pas sur la base d'une connaissance numérique.

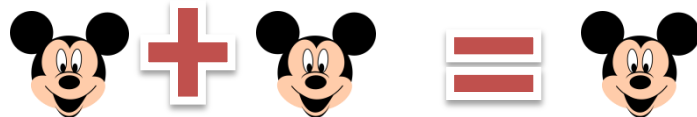
Condition arithmétique possible ; identité possible



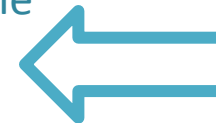
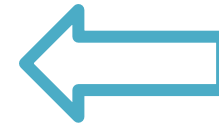
Condition arithmétique possible ; identité impossible



Condition arithmétique impossible ; identité possible



Condition arithmétique impossible ; identité impossible



Événement impossible regardé plus longtemps par les bébés, quelle que soit l'identité

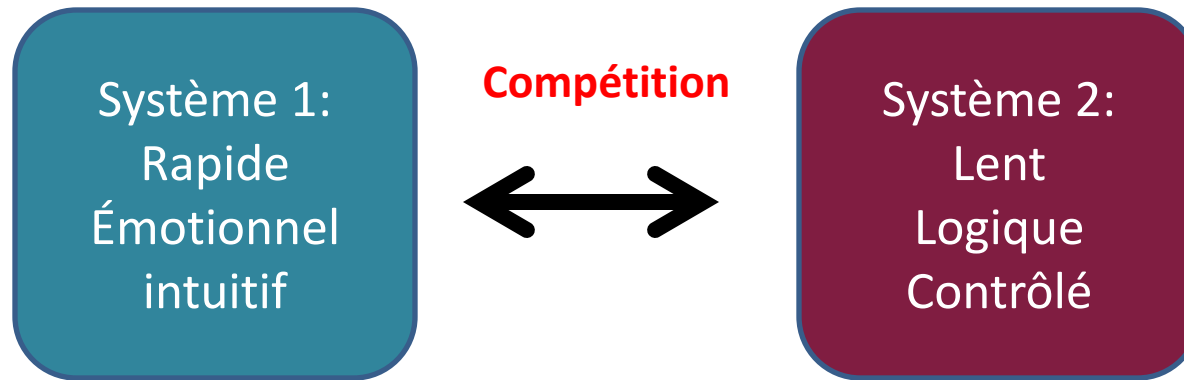


# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

### 1- Système 1, système 2

A partir des années 70, sous l'influence des travaux de Kahneman et Tversky:



Heuristique: stratégie qui fonctionne souvent dans la vie quotidienne mais qui n'est pas logiquement valide

Algorithme: stratégie logique

**Nous ne commettons pas toujours des erreurs parce que nous manquons de connaissances logiques, mais aussi parfois parce que des heuristiques sont plus activées et masquent nos compétences.**

# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

### 2- Heuristique et algorithme dans la conservation du nombre

Dans la vie réelle le nombre covarie généralement avec la longueur: c'est stratégie perceptive « **longueur = nombre** »



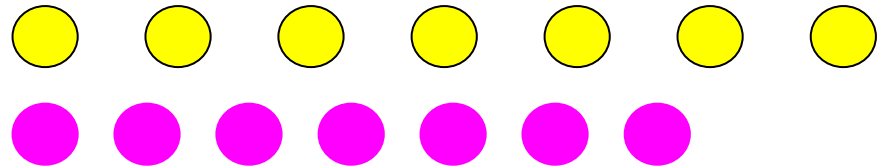
L'enfant apprend très vite cette stratégie heuristique, qui est prégnante dans son environnement et ses apprentissages

# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

### 2- Heuristique et algorithme dans la conservation du nombre

Pour accéder à la stratégie la plus pertinente dans une tâche, l'individu doit **inhiber, c'est-à-dire écarter, la stratégie dominante** mais non-adaptée à la situation



Argument de l'enfant conservant :

*« Il y en a pareil parce que tu n'as rien rajouté et rien enlevé »*

- ✓ heuristique: « longueur = nombre »
- ✓ **algorithme: comptage**

**Inhibition**

Houdé et al., 2014; Borst et al, 2015

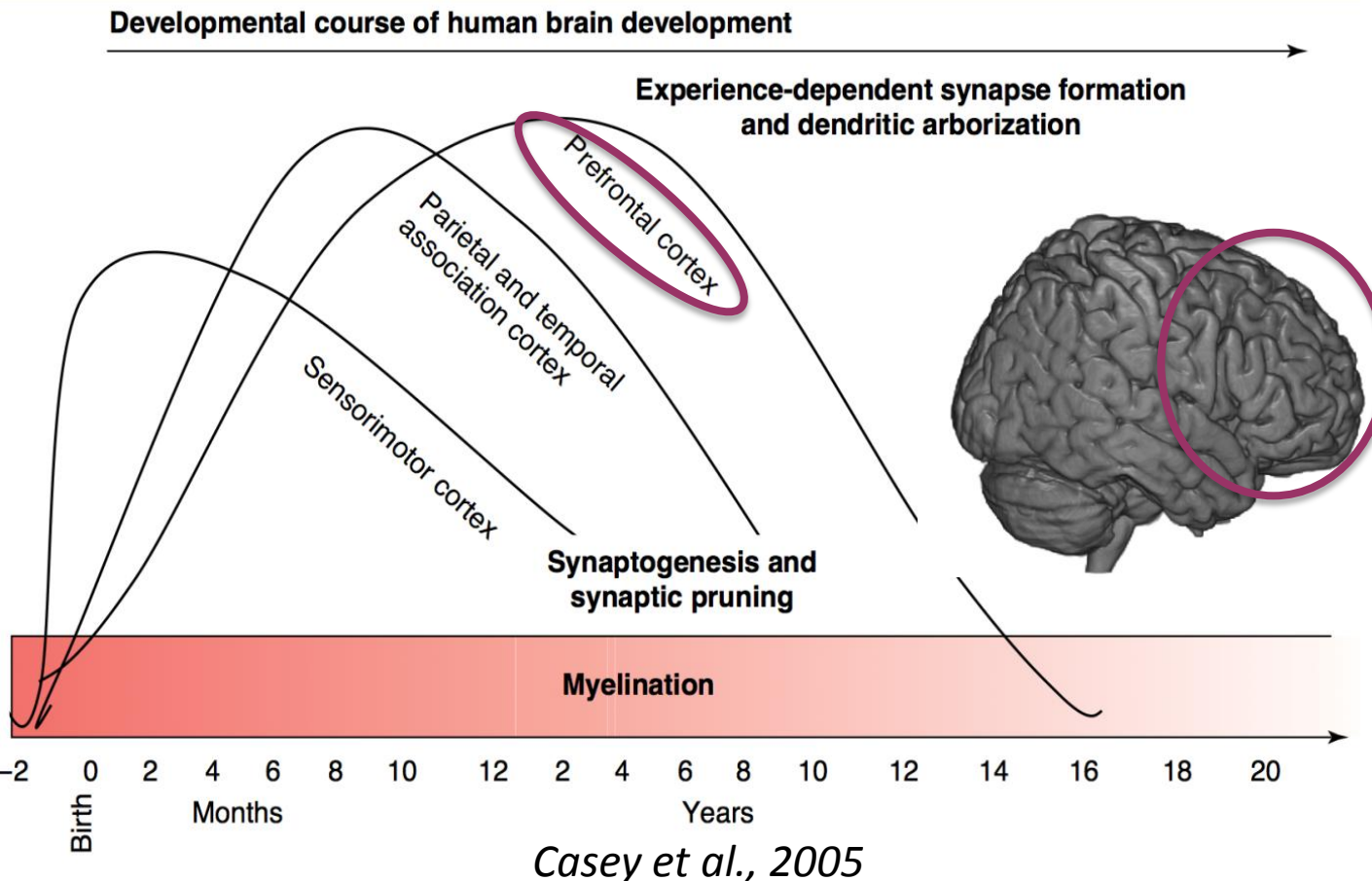
**Inhibition** : Processus qui permet de **bloquer ou de supprimer** des informations ou des réponses **non pertinentes** pour **atteindre un objectif** (Simpson & Riggs, 2007; Chevalier, 2009).

# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

### 3- Développement tardif de l'inhibition

*Maturation lente du cortex frontal, et particulièrement du cortex préfrontal (région sous-tendant les capacités d'inhibition) qui se poursuit jusqu'à 20 ans.*



Entre 3 et 6 ans :  
amélioration des capacités d'inhibition motrice et d'autorégulation comportementale

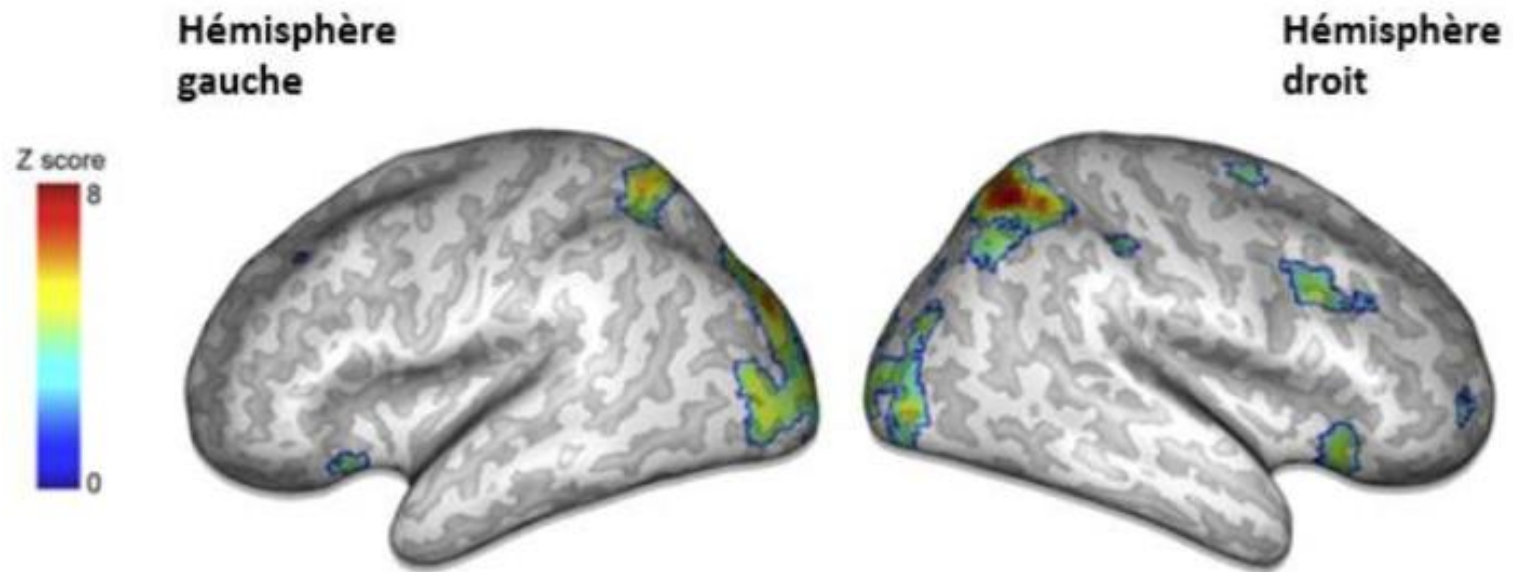
Jusqu'à 15 ans:  
amélioration des capacités à sélectionner une information en présence de distracteurs  
(Voir les travaux de Diamond ou Posner)

# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

### 4- Rôle central de l'inhibition dans la réussite à l'épreuve de conservation

*Activations enfants de 9 ans vs activations enfants de 6 ans*



*Houdé et al., 2011*

La réussite à la tâche piagétienne entraîne l'activation d'aires cérébrales frontales, sous-tendant l'inhibition et d'aires pariétales impliquées dans le calcul

# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

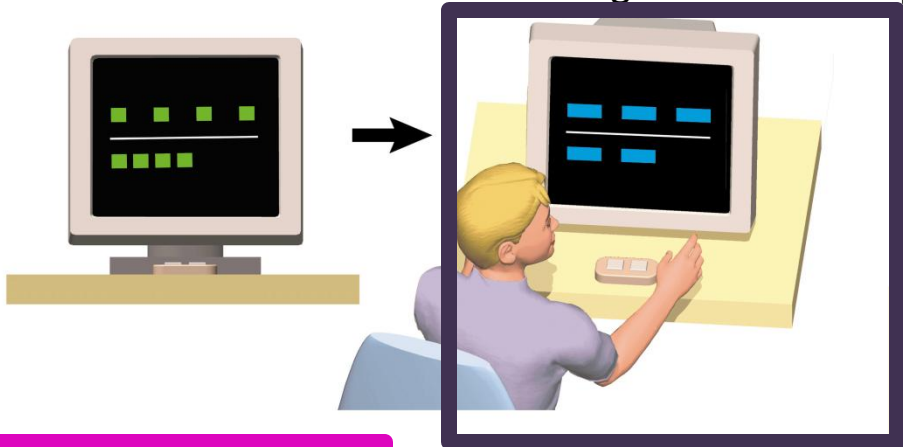
### 4- Rôle central de l'inhibition dans la réussite à l'épreuve de conservation

#### Houdé et Guichart, 2001: amorçage négatif

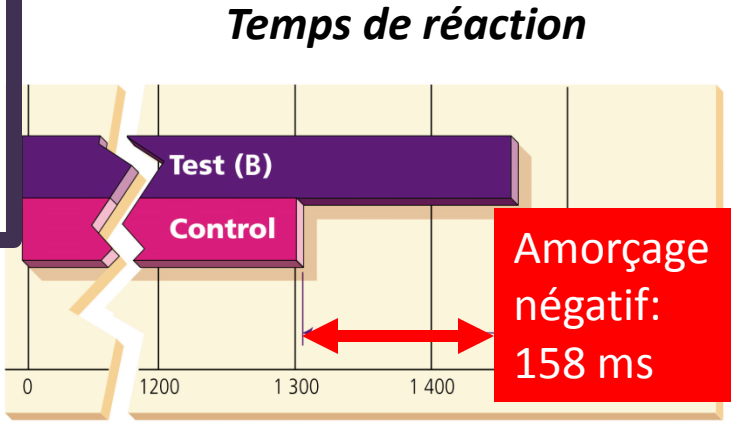
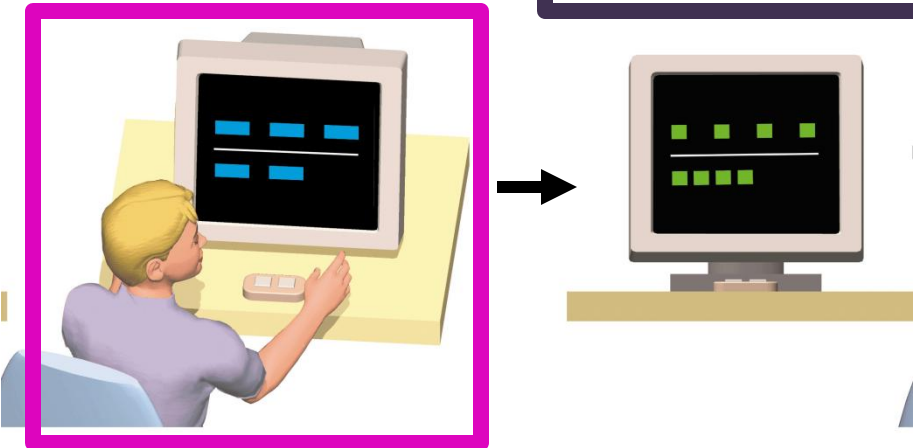
« Longueur = nombre » doit être inhibé

Longueur = nombre peut être activé

Test



Contrôle



Coût de la levée d'inhibition



# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

### 5- Implications en classe: programme de Diamond (voir Diamond et al., 2011)

Les Fonctions Exécutives (Mémoire de Travail, Flexibilité et Inhibition) sont de meilleurs prédicteurs de la réussite scolaire et professionnelle que le QI ou les tests d'entrée en primaire. De nombreux élèves échouent à l'école à cause de difficultés exécutives



Formation des enseignant.e.s et mise en place dès la maternelle d'outils exécutifs:

- écouter l'autre sans parler
- réguler le comportement d'autrui
- utiliser le langage intérieur pour se contrôler et faire face au changement
- planifier les actions pour parvenir à un objectif/ théâtraliser le schéma d'actions .

**Meilleur climat d'apprentissage, moins de stress, meilleures performances exécutives (surtout pour les enfants qui avaient un niveau bas au départ), meilleures performances à l'entrée en primaire**

# Les critiques adressées à Piaget

## C- Le rôle de l'inhibition

### 6- Implications en classe: exemple concret

«Louis a 4 dizaines. Léa a 35 unités. Qui a le plus d'éléments ? »

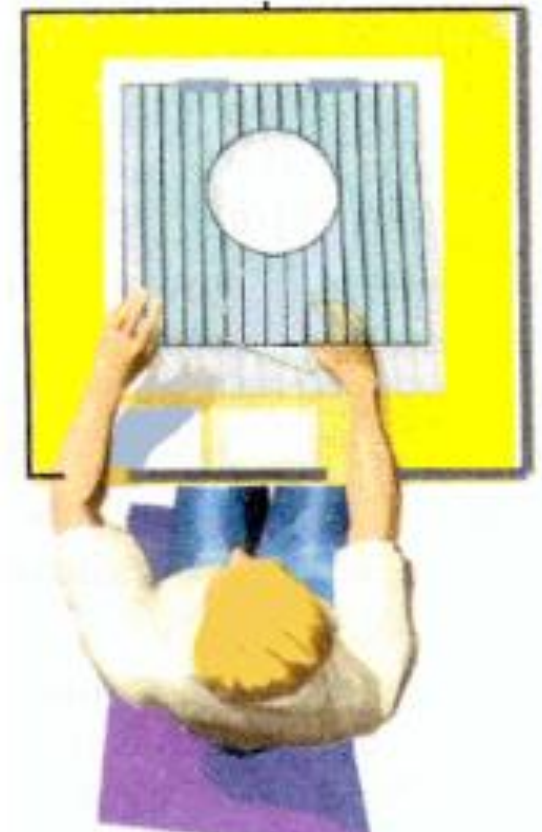
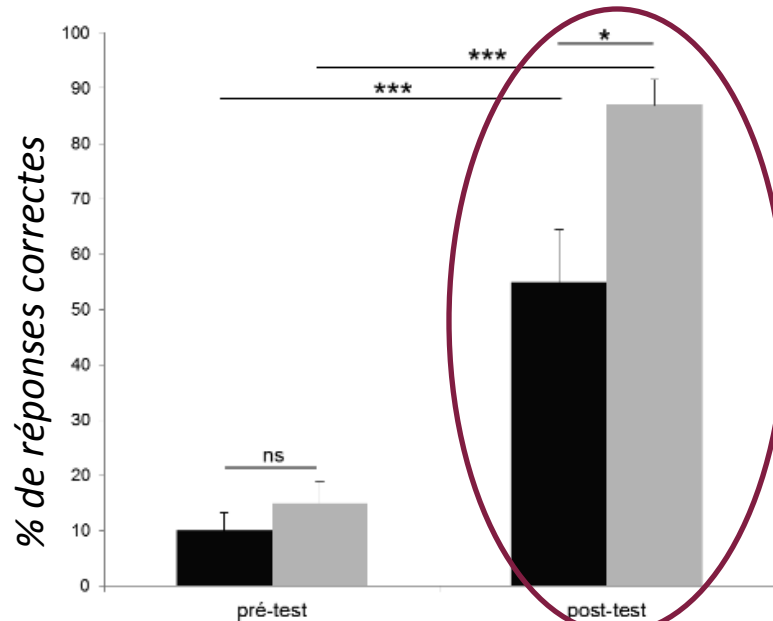
Un élève de 7 ans répond Léa :

→ 35 semble supérieur à 4

→ Difficulté de prendre en compte l'unité

### Apprentissage avec attrape-piège (voir Lubin et al., 2012)

Le sujet doit soulever la partie hachurée, y placer la carte liée à l'heuristique: le piège est «attrapé». Il doit ensuite positionner la carte correspondant à l'algorithme dans la partie centrale



Les enfants parviennent davantage à corriger leur erreur et activer l'algorithme avec un apprentissage à l'inhibition



# Conclusions

- Les **observations** de **Piaget** sont **incontournables**, elles ont posé les jalons de la psychologie du développement cognitif
- Elles restent **toujours d'actualité** et ont été reproduites de nombreuses fois
- Il est aujourd'hui avéré que des **compétences numériques précoces** existent chez le nourrisson
- Les **erreurs des enfants d'âge scolaire sont aujourd'hui interprétées différemment** : interférence liée au langage ou aux suppositions de l'enfant quant aux intentions de l'expérimentateur, difficultés à inhiber une heuristique automatique ...
- Ces nouvelles interprétations ont des implications directes en classe: plutôt que de s'efforcer de faire comprendre à l'enfant une règle logique, il semble plus pertinent aujourd'hui d'aider à faire émerger cette logique probablement déjà existante.