

Une représentation numérique chez le bébé et le jeune enfant ?

M-P. Noël

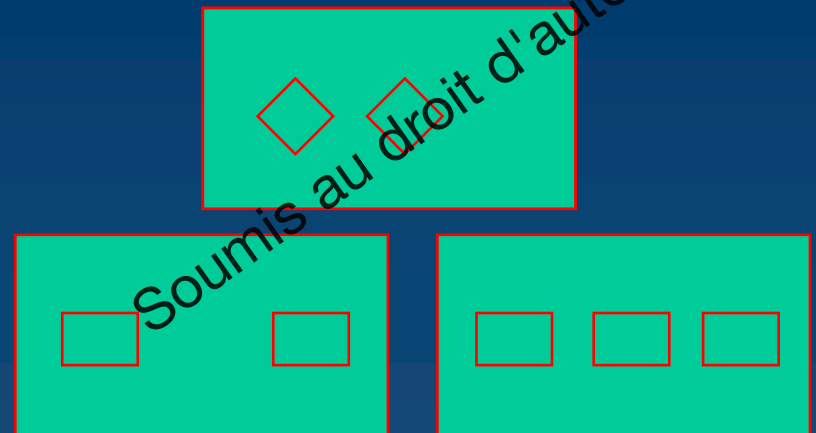
En collaboration avec E. Palmers et L. Rousselle
Université Catholique de Louvain,
Louvain-la-Neuve, Belgique

Piaget

- le nombre n'est pas perçu directement comme la couleur
- le nombre est construit
- réussite des épreuves de conservation numérique vers 6-7 ans

des facultés numériques
remarquables chez le bébé

paradigme d'habituation



Starkey & Cooper

	2-3	3-2
Ha		
Hb		
Test		

Test: même longueur qu'un des ensembles d'habitation et même densité que l'autre.

les bébés peuvent discriminer

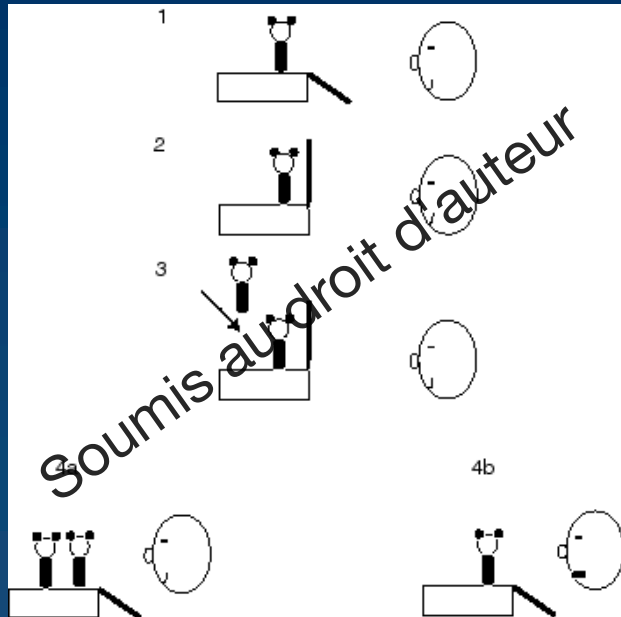
- 2 vs. 3 stimuli visuels simultanés
- 2 vs. 3 actions
- 2 vs. 3 stimuli auditifs

mettre en correspondance

- 2 ou 3 stimuli visuels/auditifs

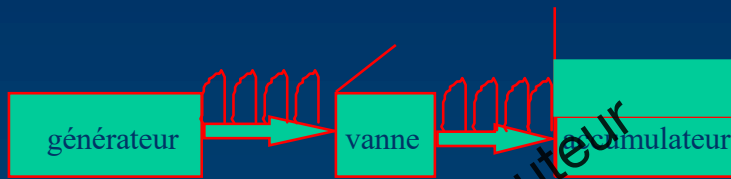
anticiper le résultat

- de petites additions ($1+1=2/1$ ou 3)
- de petites soustractions ($2-1=1$ ou 2)



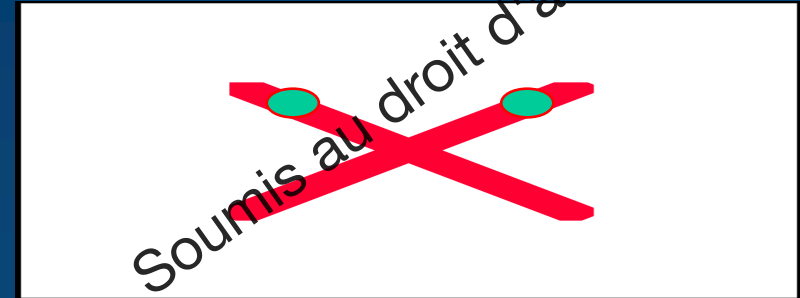
=> les bébés naissent avec un détecteur de numérosité

- Wynn
- Dehaene & Changeux
- Gallistel & Gelman



- l'état de l'accumulateur est utilisé pour représenter la numérosité d'une collection
- variabilité intrinsèque qui augmente avec la numérosité
- seules les petites numérosités peuvent être représentées précisément
- les grandes numérosités sont discriminables si la distance qui les sépare est suffisamment grande

Site anatomique de la représentation de la magnitude



“our research has uncovered a cerebral circuit that depends on the left and right intraparietal regions, underlies the understanding of proximity relations between numerical quantities, and is particularly important for approximation and number comparison. We view this circuit as providing a biological foundation for number sense”

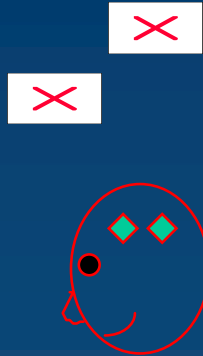
E. Spelke & S. Dehaene, TICS, 1999

1ère critique: les marqueurs spatiaux de Simon

interprétation non-numérique

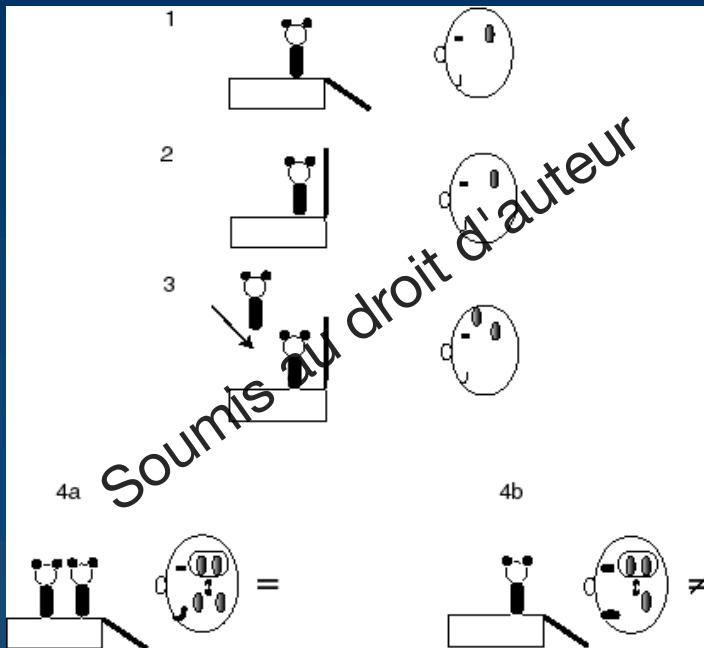
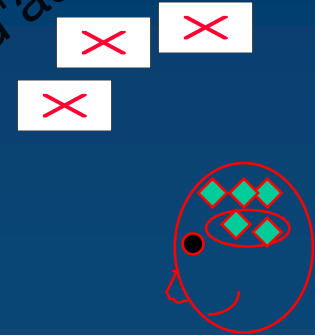
Interprétation de Simon (1997)

- capacité d'individer les objets
- à chaque objet, l'enfant peut attribuer un marqueur spatial
- ces marqueurs spatiaux contiennent des informations concernant la localisation des objets mais pas leur identité, taille, ...
- ces marqueurs peuvent être mémorisés: leur trace est maintenue quand l'objet est caché



Interprétation de Simon (1997)

- les marqueurs spatiaux peuvent entrer dans une correspondance terme-à-terme pour établir l'équivalence de deux collections
- ils sont en nombre réduit (3-4)
- => ces capacités non-numériques permettent de discriminer des petites collections



Xu & Spelke (2000):

- bébés de 6 mois habitués à 8 ou 16 points
- déshabitude de 8 à 16; de 16 à 8 mais pas de 8 à 12
- => résultats incompatibles avec l'hypothèse de Simon
- => effet de rapport compatible avec l'imprécision croissante des représentations numériques dans l'accumulateur

2ième critique: rôle des variables perceptives

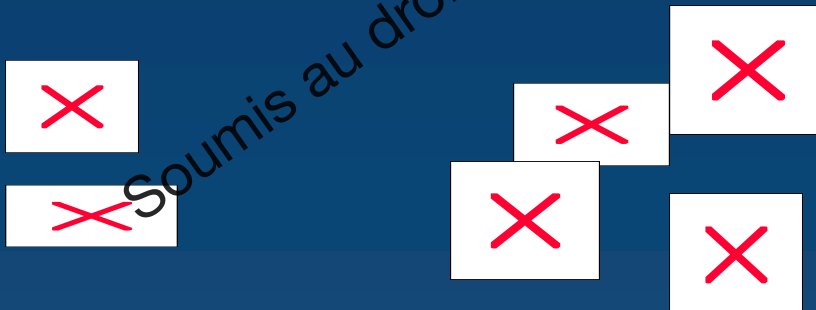
le nombre se confond avec l'étendue de la collection, la somme de la surface des éléments, la somme de leur périmètre, etc.

Rôle des variables perceptives



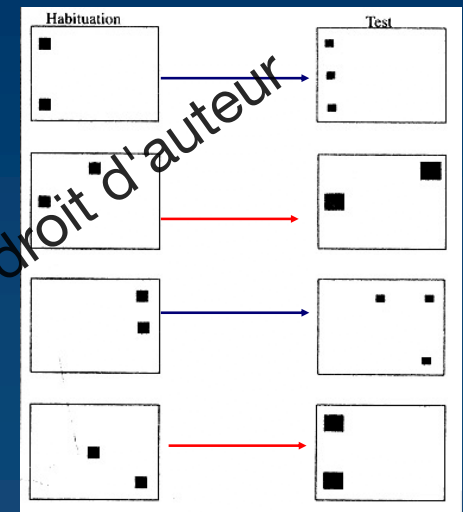
Rôle des variables perceptives

.. même quand les éléments sont hétérogènes



Clearfield & Mix (99)

- les bébés réagissent à un changement de périmètre
- les bébés ne réagissent pas à un changement numérique

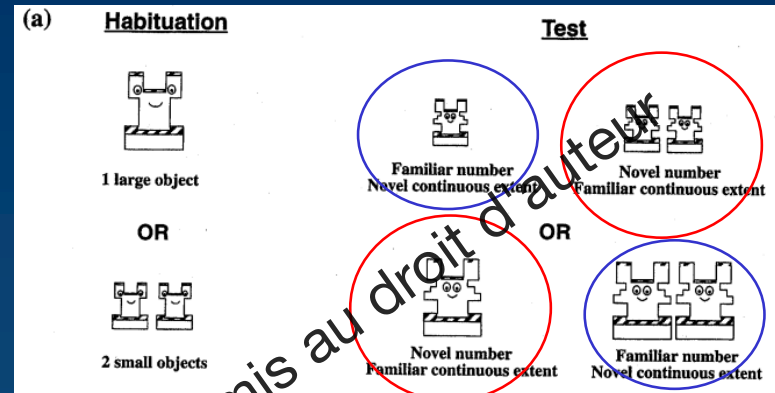


Feigenson, Carey & Spelke (2002)

- habitude à 1 ou 2 et test à 2 ou 1 (6 mois)

=> quand nombre et surface sont confondus:
déshabitude dans les deux cas

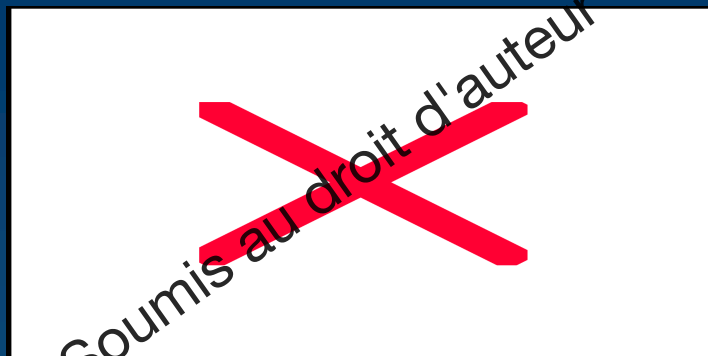
Quid quand ces 2 variables ne sont pas confondues ?



nouvelle surface: déshabitude

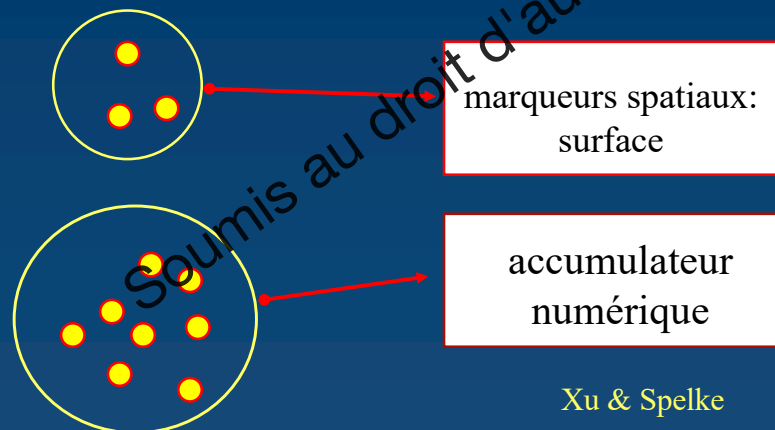
nouveau nombre: pas de réaction

Dans un paradigme à la Wynn ...



l'enfant regarde plus longtemps vers la surface
inattendue que vers le nombre inattendu

Un modèle mixte (Feigenson, Carey & Spelke, 2002)



Mise à l'épreuve expérimentale

Tâche: sélectionner la collection où il y a le plus grand nombre de bâtons

Population: Enfants de 3 ans

1. manipuler la taille et le rapport des paires

	Rapport		
Taille	1/2	2/3	3/4
petit	2-4	2-3	3-4
moyen	4-8	4-6	6-8
grand	8-16	8-12	9-12

Prédictions

- accumulateur numérique: effet de rapport
- marqueurs spatiaux de Simon: effet de taille
- modèle mixte: effet de rapport sur les grandes collections seulement

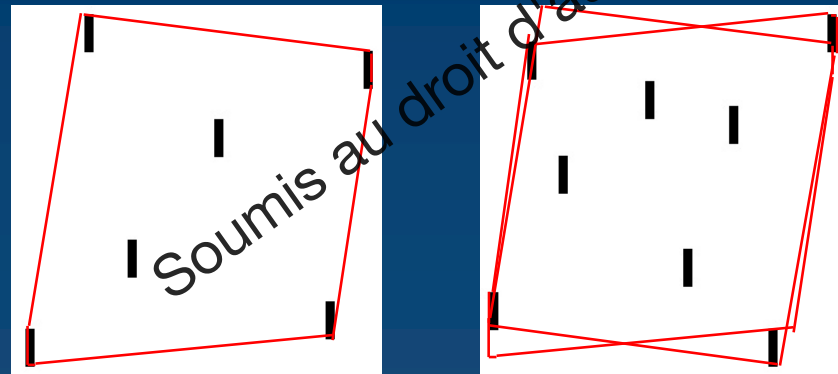
2. Manipuler le contrôle perceptif

- 4 conditions présentant un contrôle perceptif croissant
 - densité
 - contour
 - taille hétérogène
 - surface

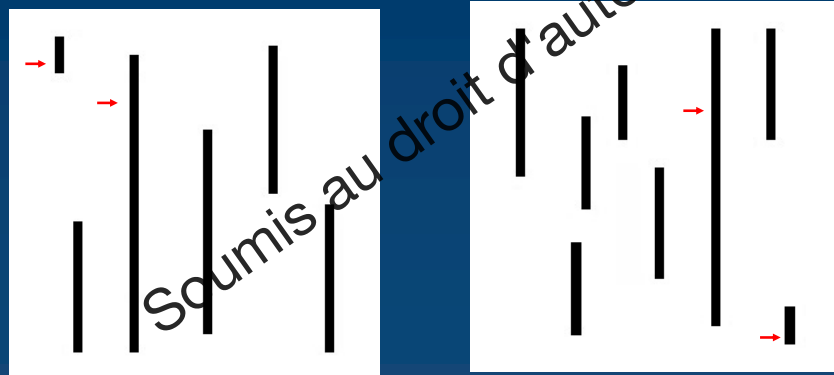
condition 1: densité



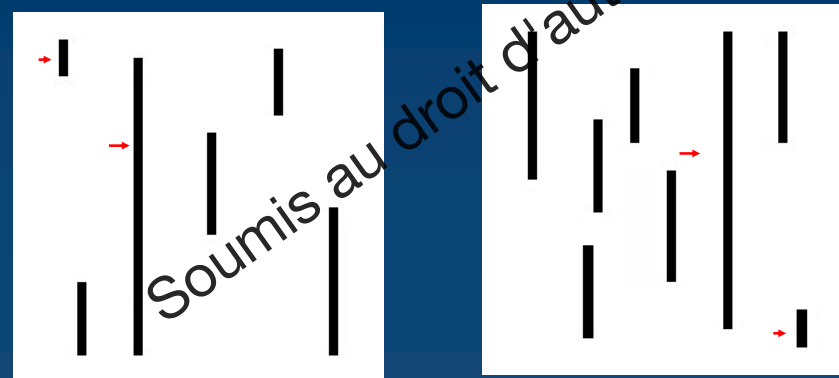
condition 2: contour de la collection



condition 3: surface des bâtons (& périmètre)



condition 4: taille hétérogène



6 vs. 8: rapport $\frac{3}{4}$
surface 1 = to $\frac{3}{4}$ de surface 2

prédictions

- accumulateur: peu d'influence des contrôles perceptifs
- marqueurs spatiaux de Simon: pas d'influence des contrôles perceptifs
- modèle mixte: influence des contrôles perceptifs pour les petites collections, pas pour les grandes

Resultats

Soumis au droit d'auteur



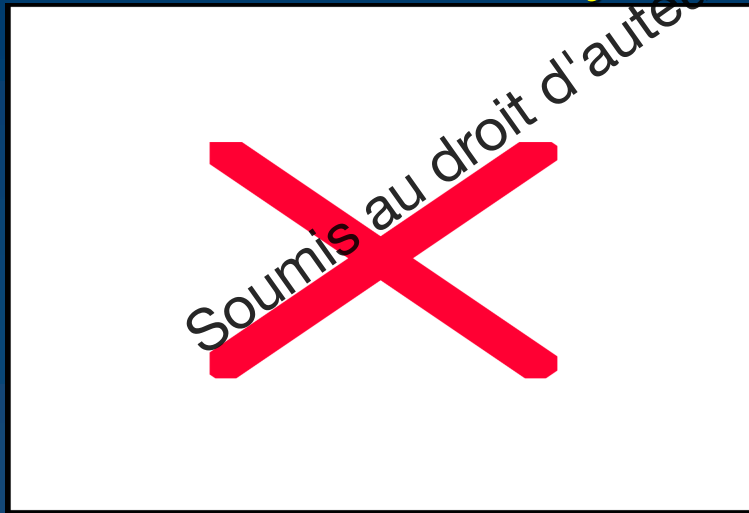
condition surface

- la plus difficile
- performance au niveau du hasard
- pour toute taille, tout rapport, performances aléatoires
- aucune variable ne permet d'expliquer le succès à un item

3 autres conditions: analyse sur les items

- le taux de réussite à un item est fonction du rapport, pas de la taille
 - densité: 28%
 - contour: 24%
 - stimuli hétérogènes: 24%

3 autres conditions: analyse sur les items sur les sujets



001
NS
ondition:

de la

réplication

- plan intra-sujets
- chaque enfant traite des paires des conditions densité-contour-surface
- => effet de condition: surface au hasard
- => effet de rapport mais pas de taille

discussion

- marqueurs spatiaux ?
.... mais pas d'effet de taille
- accumulateur numérique ?
..... mais performances au hasard quand surface contrôlée
- modèle mixte ?
..... mais effet de rapport pour toutes les tailles
..... mais au hasard en condition surface pour les grandes collections

notre interprétation ...

- les bébés et les enfants basent leur jugement sur les variables perceptives:
 - surface des éléments de la collection
 - somme du périmètre des éléments
- => perdus quand ces variables sont contrôlées
 - notre condition surface
 - Clearfield & Mix: périmètre
 - Feigenson, Carey & Spelke: surface

notre interprétation ...

- quand ces variables ne sont pas contrôlées (conditions densité-contour-hétérogène)
=> un effet de rapport apparaît
=> représentation analogique des variables perceptives
=> accumulateur(s) perceptifs

Xu & Spelke (2000):

–discrimination between 8/16
but not between 8/12

Mix, Huttenlocher & Levine
(2002) confound

–surface was controlled but
–difference in contour length
is higher for 8/16 than for
8/12

contour length is a function of the radius
whereas area is a function of radius
squared

perspectives ultérieures

- quand apparaît une vraie représentation numérique ?
- conditions de cette apparition ?

relation avec le comptage ?

- hypothèse
 - aucune capacité requise pour la réussite des conditions où la numérosité est confondue avec la surface
 - capacités de comptage aident au développement de compétences numériques => réussite des conditions « surface »

relation avec le comptage ?

- compte le plus loin possible
- compte ces « lapins »
- combien de lapins y-a-t-il en tout ?
- donne-moi x canards

Résultat:

- performances en comparaison indépendantes des scores aux tâches 1-2-3.

corrélations avec la tâche « donne-moi »

Soumis au droit d'auteur

2 groupes #: 0 réponse correcte vs. ≥ 1

- la réussite dans les conditions densité-contour-hétéro n'est pas conditionnée par le groupe de #

Soumis au droit d'auteur

Soumis au droit d'auteur

=> condition nécessaire mais non suffisante ?

“ We conclude that there is no need to posit a representation of discrete number in infancy in order to explain the current findings (...) a developmental account that assumes only representations of spatial extent (...) in infancy would be sufficient”

Mix Huttenlocher & Levine, Psychological Bulletin, 2002

... cette conclusion n'est pas valable pour le bébé uniquement mais l'est aussi pour le petit enfant de 3 ans

Implicit paradigm

24 practice trials Real experiment

Explicit paradigm (± 10 days later)

24 practice trials Real experiment

Implicit condition

- You will see two images. You will have to choose one. If you choose the good one, a nice picture will appear. If you choose the wrong one, it will be all black.*



- Reinforcement all along the experiment
- 24 trials before the experiment (large sets, ratio 1/3)
- Criterion : 7/9 successes

Explicit condition

- You will see two images. You will have to choose the one that contains most sticks, much bars. If you choose the good one, a nice picture will appear. If you choose the wrong one, it will be all black.*



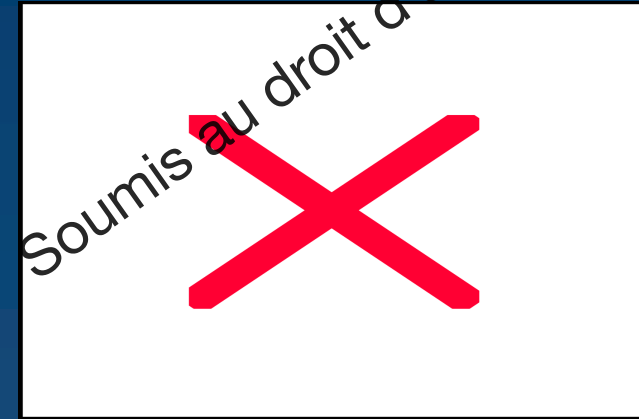
- 24 practice trials before the real test.

Results: criterion reached in the implicit condition ?



Results: Number of successes

- implicit < explicit
- explicit surface remains at chance



une étude chez le pigeon

Olthof & Roberts (2000)

- phase 1: apprentissage sur qq paires de comparaison (0-1, 0-3, ..., 3-5, 3-7)
- phase 2: généralisation à d'autres paires de comparaison : (1-5, 3-9, ..)
- phase 3: comparaison de sommes (1+3/5+0, ...)
- récompense: si choix correct, la nourriture sous la carte symbole

E1

- symboles pour 0, 1, 3, 5, 7, 9 couvrent des gamelles contenant 0, 1, 3, 5, 7, 9 graines
- => les pigeons apprennent
 - à comparer les paires d'apprentissages,
 - généralisent à de nouvelles paires et à des situations de calcul

E2

- symboles pour 0, 1, 3, 5, 7, 9 couvrent des gamelles contenant 0, 1, 3, 5, 7, 9 boulettes dont la masse totale = 500 mg (sauf pour 0)
- => comparaison hasard sauf (0 vs. autre) et (1-9)
- => addition: hasard sauf quand une somme inclut 0, dans ce cas, choix de la plus grande masse même si somme plus petite (1+3/0+5)

E3

- symboles pour 0, 1, 3, 5, 7, 9 couvrent des gamelles contenant une seule boulette de masse variable: 0, 45, 75, 97, 300, 500 mg
- => comparaison possible
- => addition: possible
- performance fonction du rapport des masses ($r=.89$)

discrimination d'actions



infants are sensitive to rhythm

- Lewkowicz (2001)
 - series of 4 events of either ** ** or *** *
 - tested with the old and new rhythm: same number and same duration
 - infants react to the change of rhythm
 - => what is Wynn changed the rhythm ?
- habituation: *** or ** * and test * ** or * * ?