

Jouer à l'école pour développer le sens des nombres et de la géométrie



Elizabeth Spelke

Harvard University & Institut d'études avancées de Paris

Colloque, Le rôle de l'expérimentation dans le domaine éducatif

Collège de France, le 1 février 2018

Les sciences cognitives: L'étude pluridisciplinaire de l'intelligence humaine

la psychologie



les sciences humaines



la biologie



l'informatique

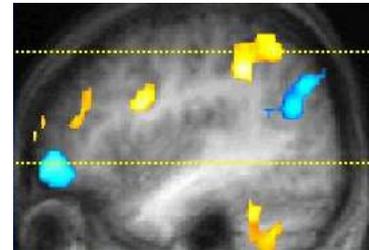
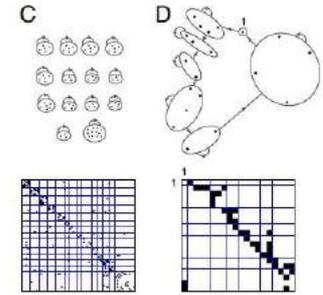
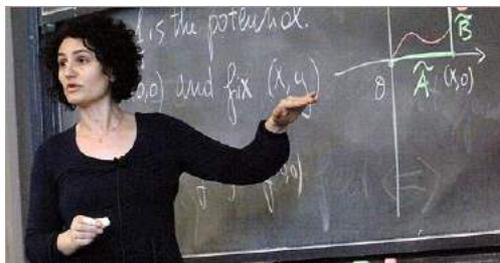
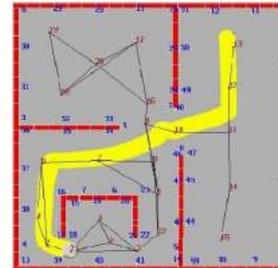
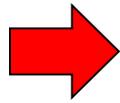


Fig 10.20: iRobot, the robotic platform of CMU.

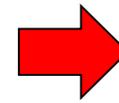


Les sciences cognitives et le développement de l'enfant

à la naissance



aux années préscolaires



à l'école



livres d'images

la lecture



jouer pour construire,
classer, conter

le calcul

l'art d'apprendre:
l'attention
le planning
la métacognition



l'engagement sociale,
sensibilité à la parole,
aux nombres, à la
géométrie....

Peut-on utiliser ces acquis scientifiques pour améliorer l'éducation de l'enfant?

Les résultats en sciences cognitives ne justifient pas, en eux-mêmes, de changements dans un programme scolaire: ce qui se passe au labo peut se passer autrement à l'école.

Les résultats en sciences cognitives peuvent fournir des hypothèses sur des moyens d'améliorer l'éducation de l'enfant qui méritent d'être testées.

Une façon de les tester: des expériences dans les écoles
en collaboration entre enseignants et chercheurs
en forme d'études randomisées contrôlées (RCT)
dans une succession progressive.

De telles expériences peuvent rendre l'enseignement plus efficace et engendrer une relation fructueuse entre l'enseignement et la science.

Une série d'expériences "RCT" en Inde

Des enfants pauvres risquent de ne pas maîtriser la lecture ou le calcul à l'école. En Inde, ils peuvent passer 4 ans dans une école primaire, sans arriver à lire un petit paragraphe ou à faire une simple soustraction.

Beaucoup vivent avec des parents qui n'ont jamais été scolarisés, sans livres-images et sans jeux qui les amènent à conter.

Pouvons-nous améliorer la préparation de ces enfants à apprendre les mathématiques, à travers des activités, présentées dans les écoles maternelles, qui exercent des capacités à ses fondements?

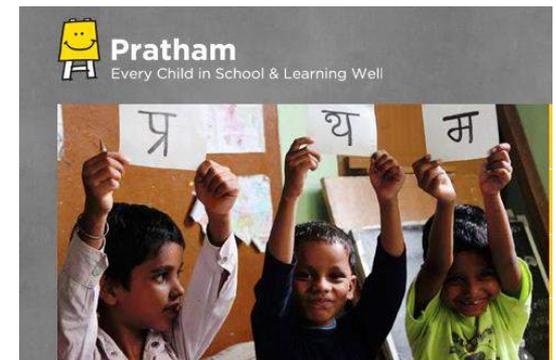
Esther Duflo
Economics, MIT
et
Jameel Poverty Action
Lab (J-PAL)



J-PAL South Asia

EVALUATIONS IN SOUTH ASIA

J-PAL affiliates have conducted over 121 evaluations in 8 countries in South Asia



Une série d'expériences "RCT" en Inde

Des enfants pauvres risquent de ne pas maîtriser la lecture ou le calcul à l'école. En Inde, ils peuvent passer 4 ans dans une école primaire, sans arriver à lire un petit paragraphe ou à faire une simple soustraction.

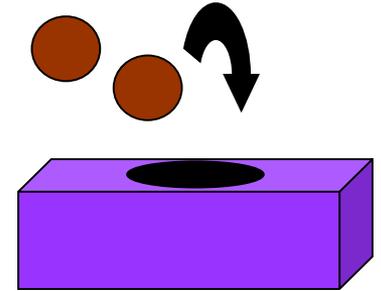
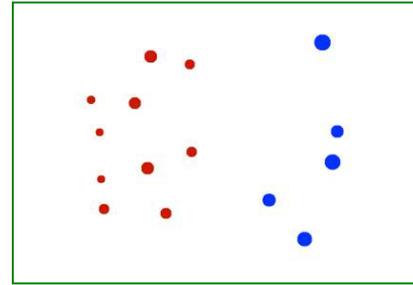
Beaucoup vivent avec des parents qui n'ont jamais été scolarisés, sans livres-images et sans jeux qui les amènent à conter.

Pouvons-nous améliorer la préparation de ces enfants à apprendre les mathématiques, à travers des activités, présentées dans les écoles maternelles, qui exercent des capacités à ses fondements?



Quatre systèmes cognitifs à la base des mathématiques

Nombres approximatifs et leurs valeurs relatives

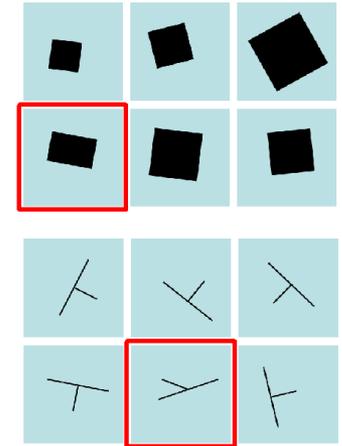


Petits nombres exactes: 1-3 objets suivis en parallèle

La géométrie de l'environnement (distance et direction)



La géométrie des objets (angles et longueurs relatives)

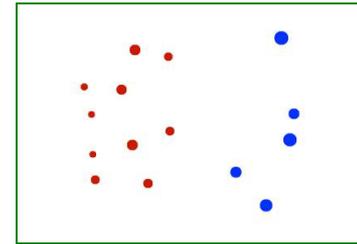


Ces systèmes sont: présents à la naissance
universelles chez l'adulte, avec ou sans éducation
associés aux systèmes neuronaux spécifiques
activés pendant le raisonnement mathématique

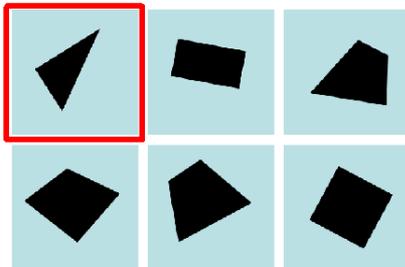
A partir des matériaux étudiés au labo, 5 jeux pour les enfants en école maternelle...



Harini Kannan



comparaison des nombres



analyse des formes



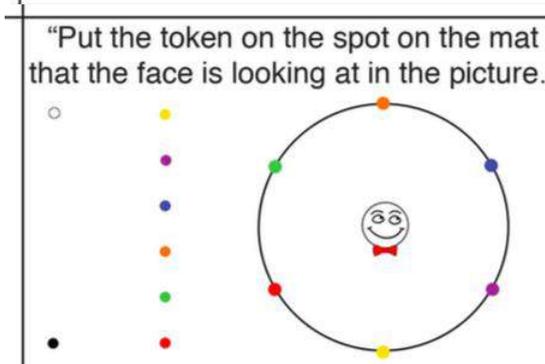
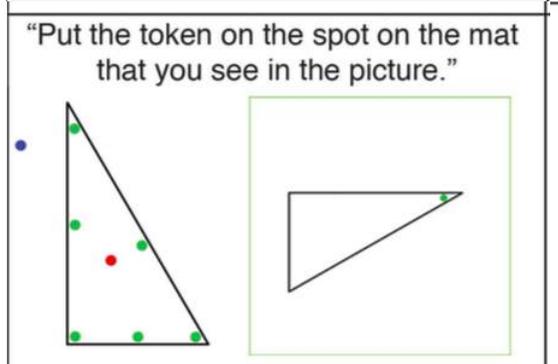
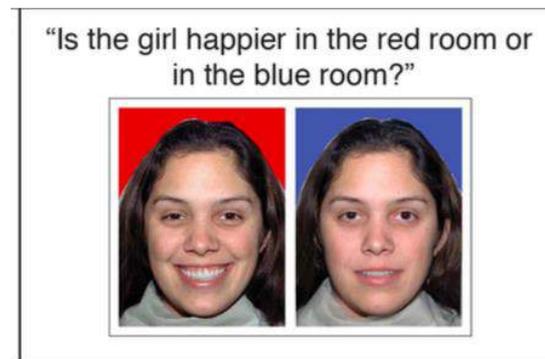
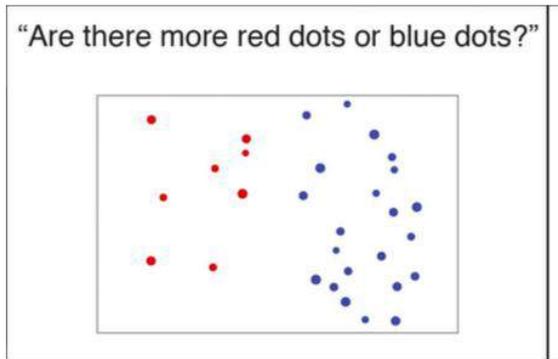
... évalués par une expérience RCT

214 classes maternelles d'âges mixtes (3 à 5 ans): ~1400 enfants étudiés; les classes randomisées en 3 conditions:

jeux mathématiques

contrôle actif: jeux de cognition sociale

contrôle non-traité



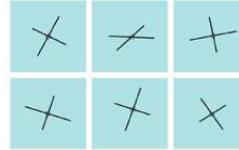
Programme de
maternelle
sans
modification

jeux présentés pour 4 mois, 3 sessions d'une heure par semaine, par un aide qui jouait séparément avec les enfants les plus grands (de l'âge de la grande section de l'école maternelle)

Tests d'évaluation

Maths non-symboliques (correspondant aux jeux de maths)

comparaison des nombres



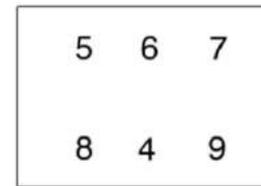
which shape

comparaison des formes

doesn't belong?

Maths symboliques:

noms des nombres, chiffres Arabes

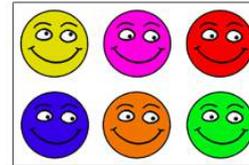


which is
the four?

noms des formes

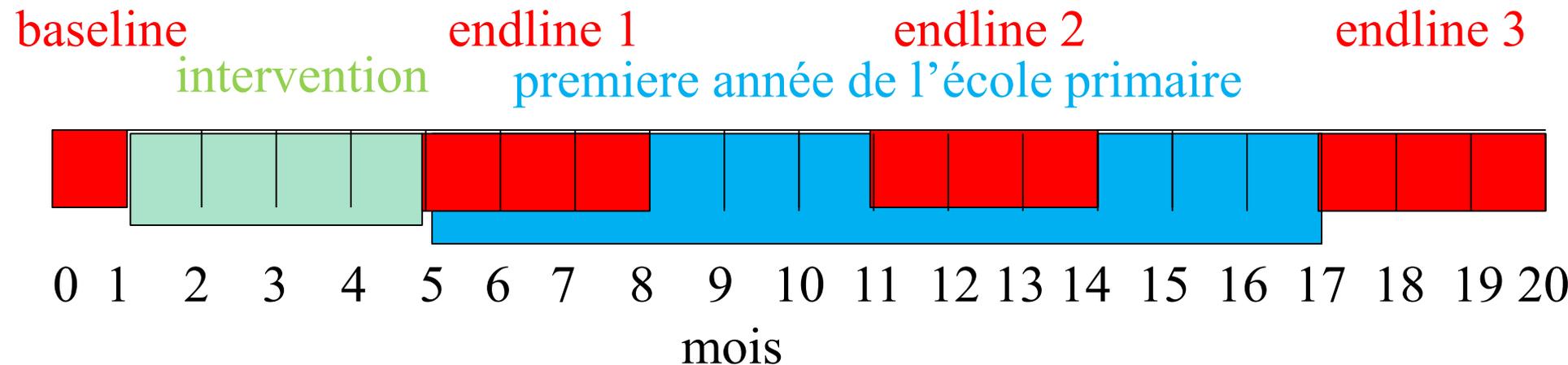
simples problèmes verbales

Cognition sociale (correspondant
aux jeux sociales)



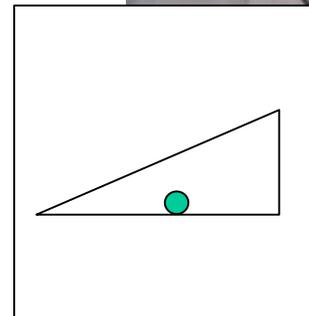
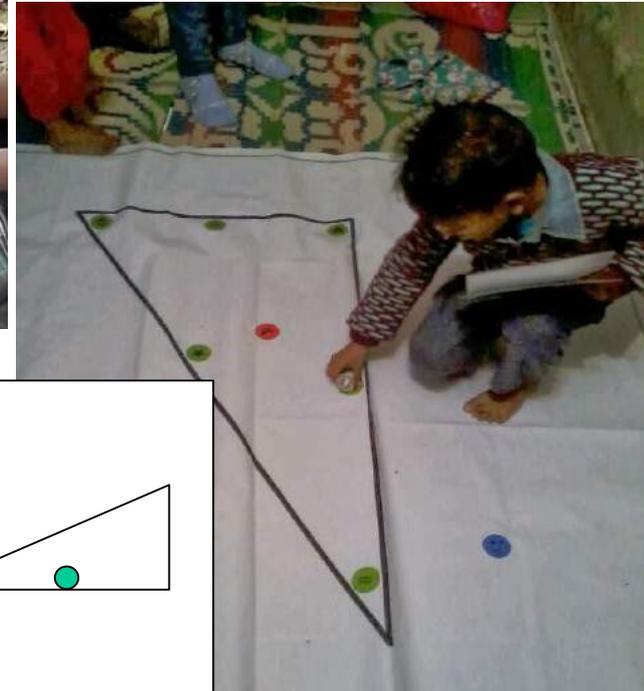
which face
doesn't belong?

Mesures de contrôle: vocabulaire, fonctions executifs.



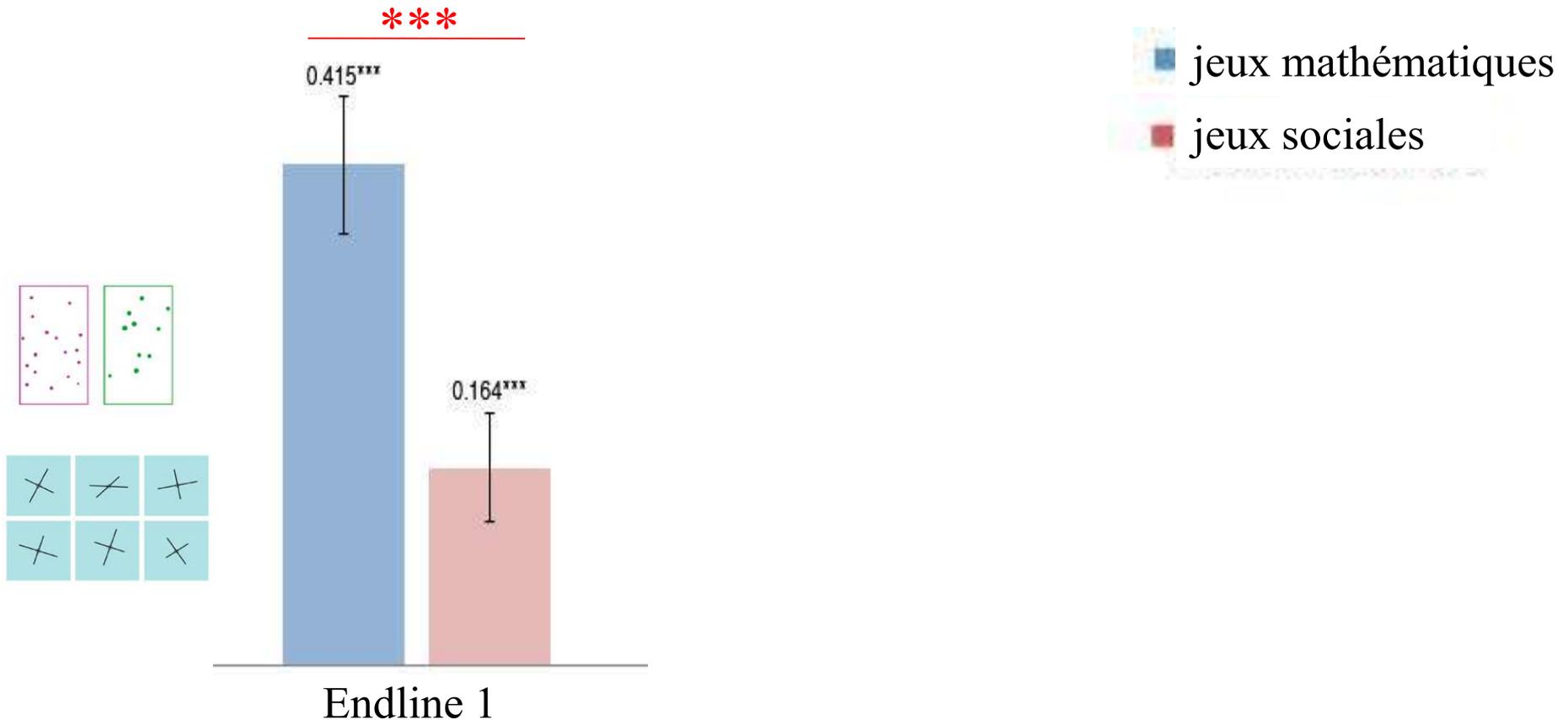
Première surprise

Bien que les enfants n'ont jamais joué aux jeux pareils, ils apprennent à jouer aussi vite et aussi bien que les enfants de Boston.



Première surprise

Effets immédiats sur les tests des maths non-symboliques



Les enfants en groupe maths deviennent plus sensibles aux nombres d'objets et aux figures géométriques que les 2 autres groupes.

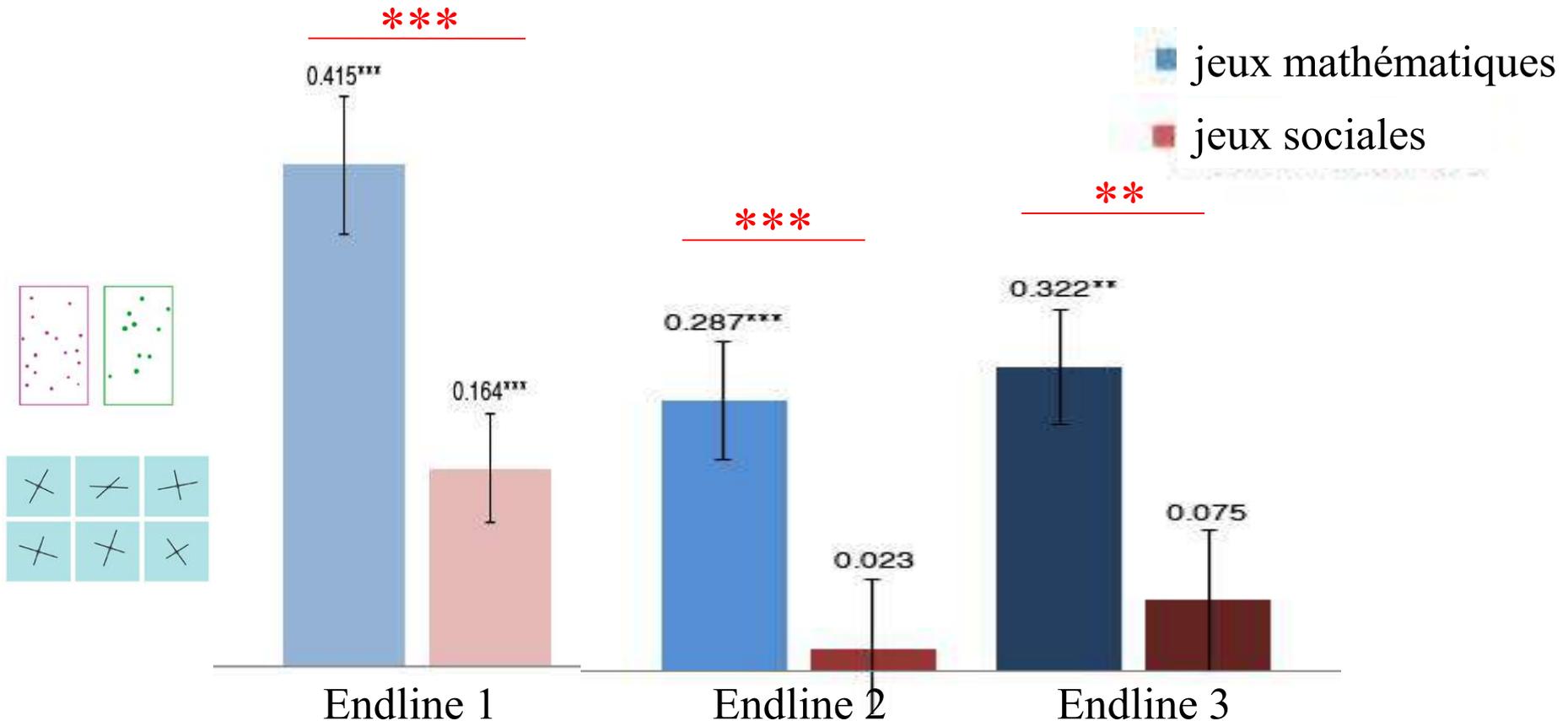
NB: Treatment effects in percentage points, relative to no-treatment control.

Black stars show significant treatment effects relative to no-treatment control.

Red stars show relative treatment effects of math and social games. **p<.01, ***p<.001

Deuxième surprise

L'effet sur les maths non-symboliques est durable



L'effet des jeux mathématiques sur les capacités entraînées (i.e., non-symboliques) dure un an après la fin de l'intervention.

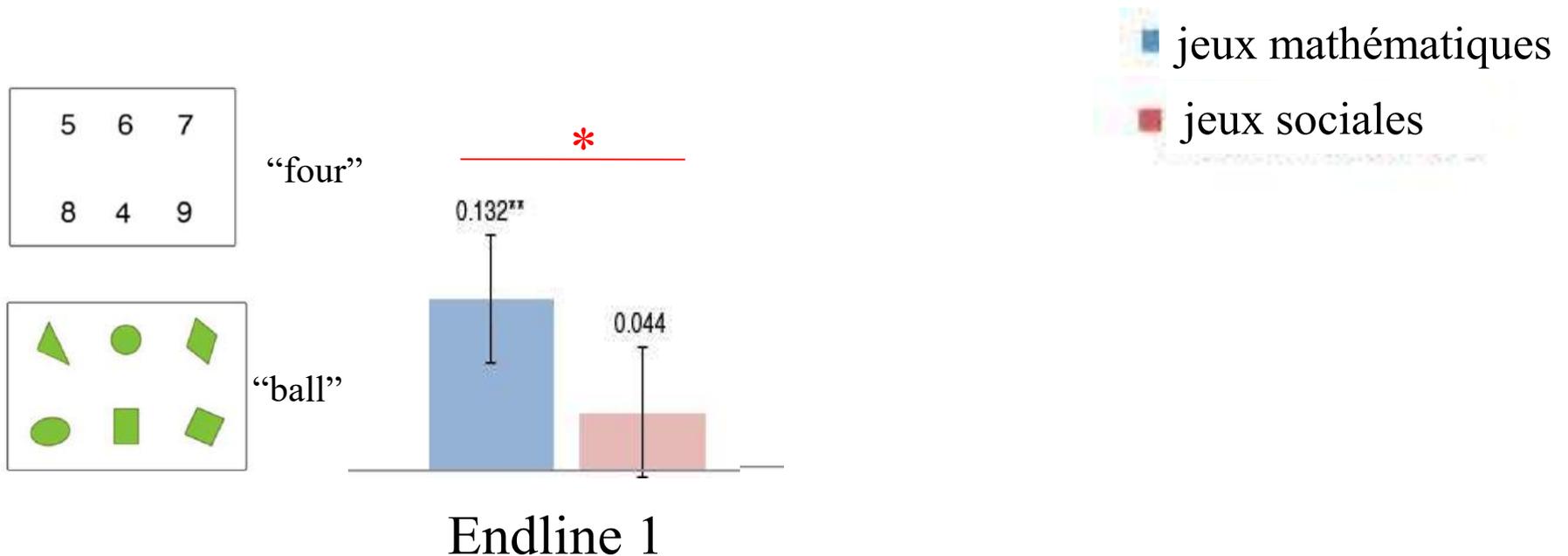
NB: Treatment effects in percentage points, relative to no-treatment control.

Black stars show significant treatment effects relative to no-treatment control.

Red stars show relative treatment effects of math and social games. ** $p < .01$, *** $p < .001$

Et les maths symboliques?

Effects immédiats sur les tests des maths symboliques



Les enfants en groupe maths comprennent mieux quand on leur parle des nombres et des formes.

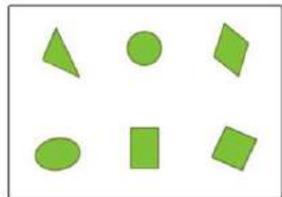
NB: Treatment effects in percentage points, relative to no-treatment control. Black stars show significant treatment effects relative to no-treatment control. Red stars show relative treatment effects of math and social games. * $p < .05$; ** $p < .01$

Et les maths symboliques?

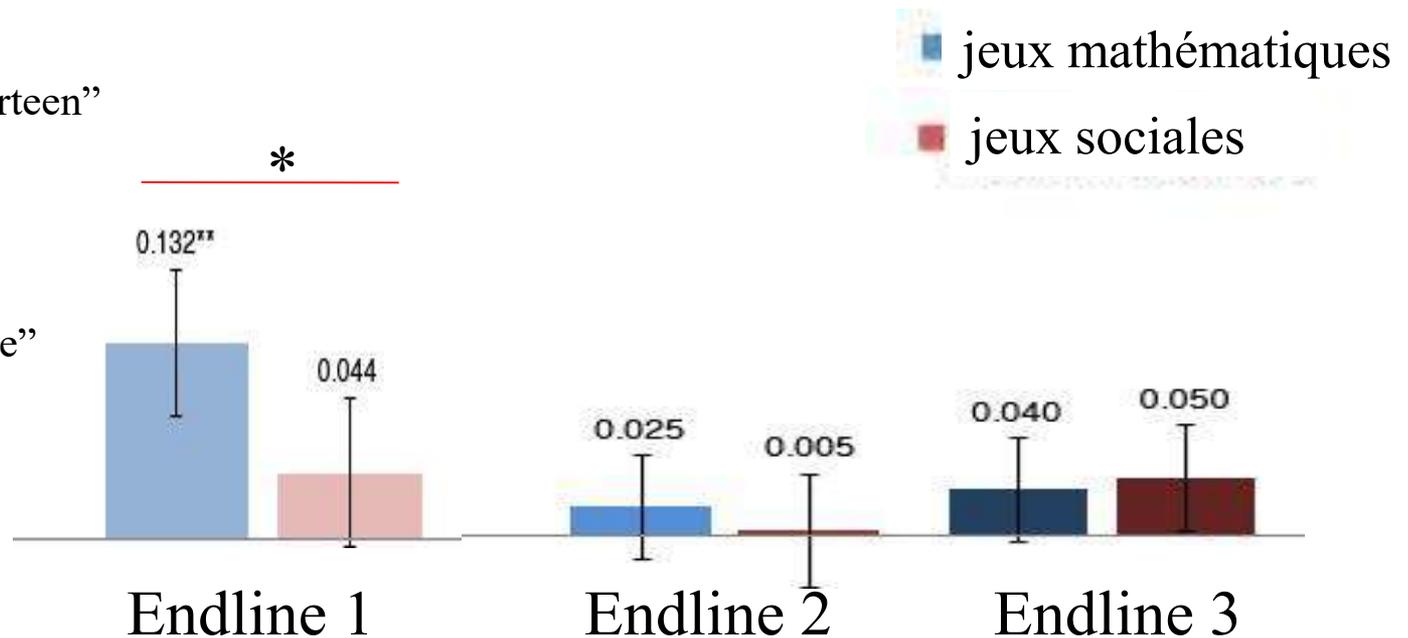
Troisième surprise



“fourteen”



“who has more?”



Bien que les jeux de maths augmentent la maîtrise du langage et des symboles mathématiques utilisés à l'école maternelle, ils n'aident pas à apprendre les maths à l'école primaire.

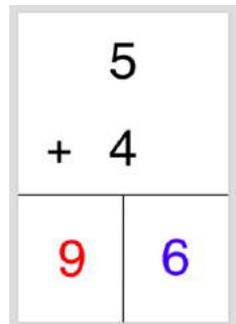
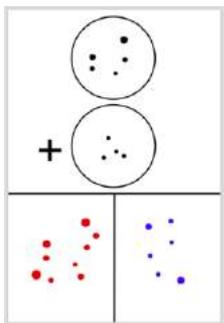
NB: Treatment effects in percentage points, relative to no-treatment control. Black stars show significant treatment effects relative to no-treatment control. Red stars show relative treatment effects of math and social games. * $p < .05$; ** $p < .01$

Conclusion de la première expérience

Jouer aux jeux mathématiques non-symboliques, dans une bonne école maternelle, ne fournit pas toutes les bases nécessaires pour apprendre à compter et à calculer à l'école primaire.

Que faut-il encore?

1. jouer avec les symboles aussi bien qu'avec des ensembles d'objets et des formes?
2. introduire les symboles dans des sessions préalables aux jeux; encourager les enfants de les utiliser en jouant?

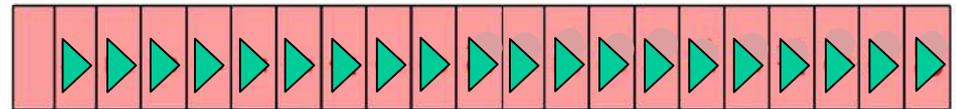
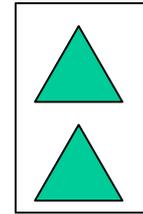
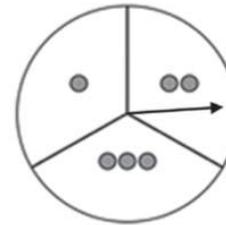
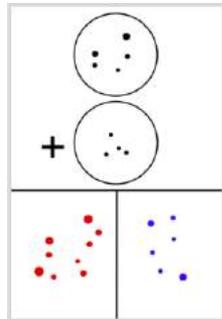
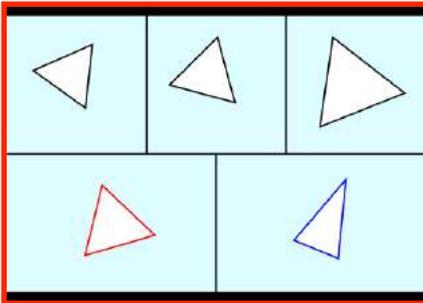


Deuxième expérience RCT

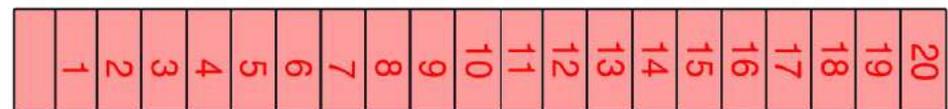
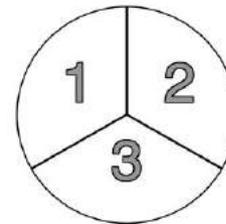
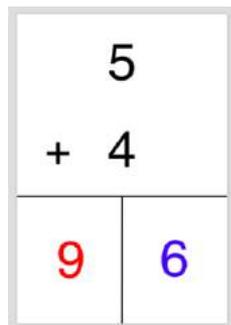
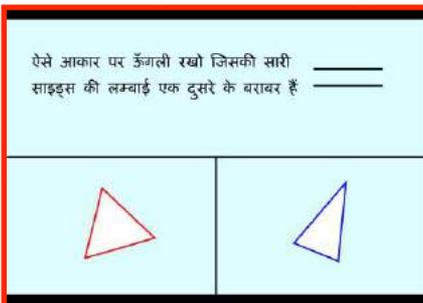


1896 enfants en 231 écoles maternelles.
 4 conditions: jeux non-symboliques, jeux symboliques, jeux mixtes, no-treatment.

jeux non-symboliques



jeux symboliques

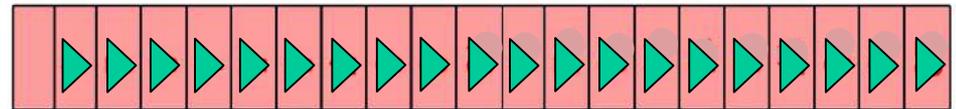
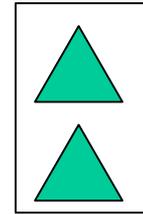
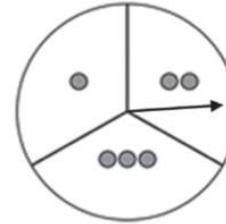
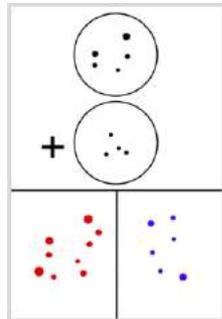
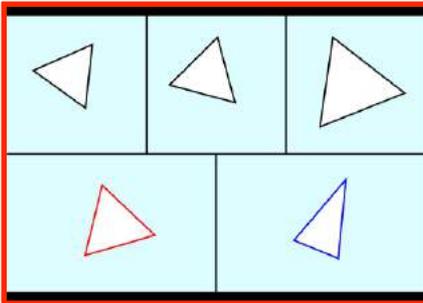


Deuxième expérience RCT

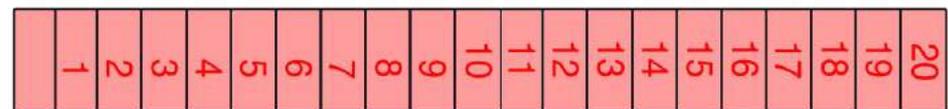
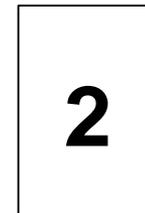
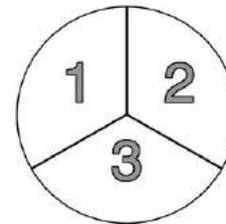
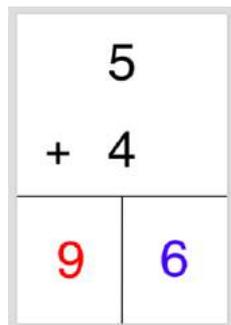
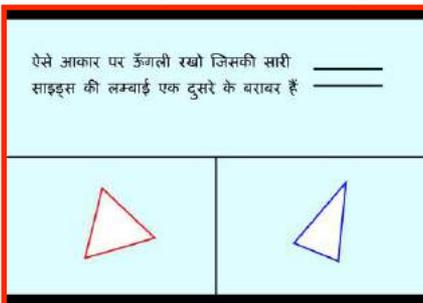


1896 enfants en 231 écoles maternelles.
 4 conditions: jeux non-symboliques, jeux symboliques, jeux mixtes, no-treatment.
 Pendant l'intervention, entraînement aux symboles. Même timeline que Exp. 1.

jeux non-symboliques

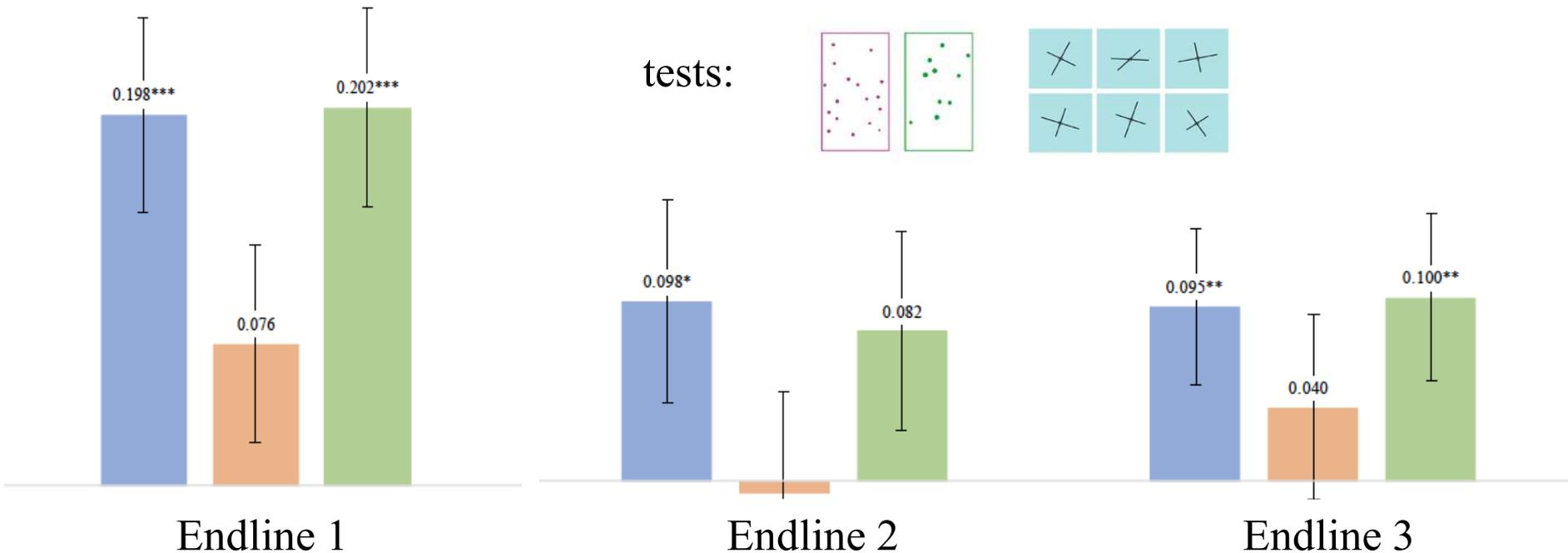


jeux symboliques



Deuxième RCT: Effets sur les maths non-symboliques

■ jeux non-symboliques ■ jeux symboliques ■ jeux mixtes



Les deux conditions avec jeux non-symboliques augmentent la sensibilité aux nombre d'objets et aux formes.

Ces effets sont durables, comme dans la première RCT.

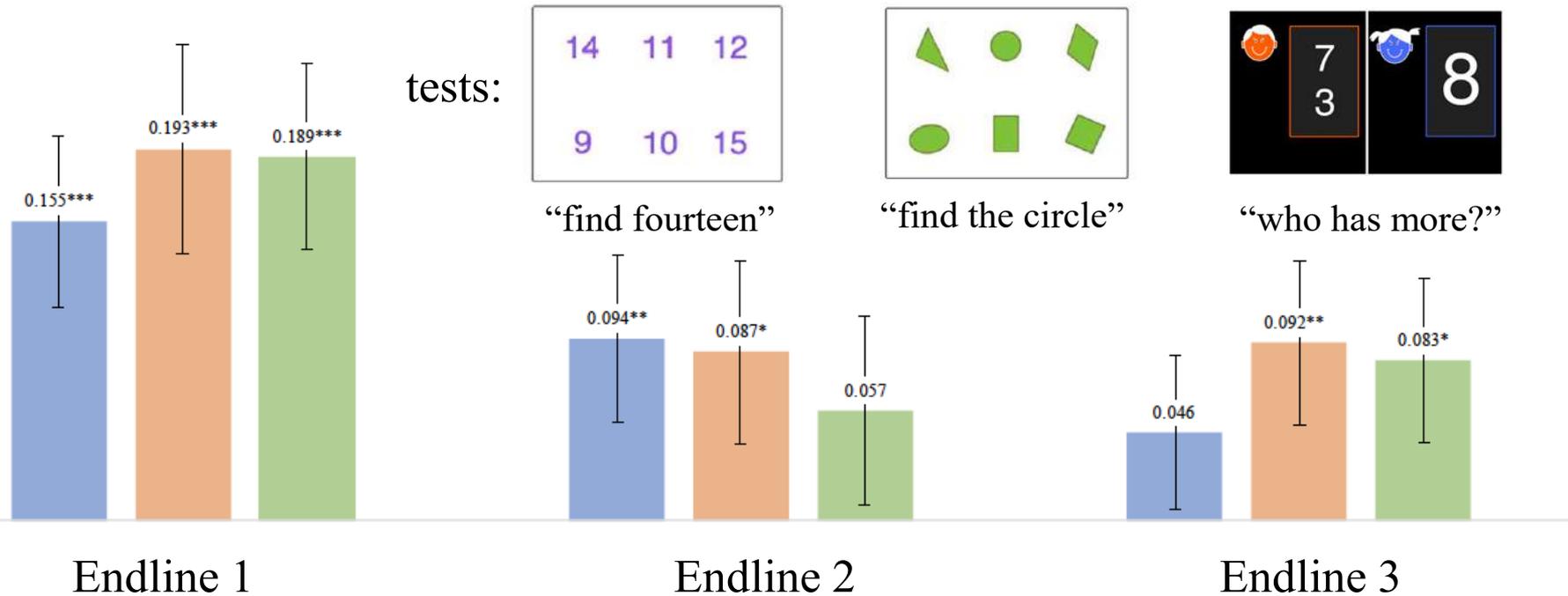
NB: Preliminary findings. Z-scores from pre-registered measures and analyses.

Data labeled in black show significant treatment effects relative to no treatment control.

No differences between the 3 treatment conditions are significant. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Deuxième RCT: effets sur les maths symboliques

■ jeux non-symboliques ■ jeux symboliques ■ jeux mixtes



Les trois conditions ont un effet immédiat sur le langage et le raisonnement mathématiques. Dans les deux conditions avec jeux symboliques, cet effet est durable.

NB: Preliminary findings. Z-scores from pre-registered measures and analyses. Data labeled in black show significant treatment effects relative to no treatment control.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Peut-on faire mieux, et pour tous les enfants de la classe?

Des jeux pour les classes primaires aussi bien que les écoles maternelles.

Des jeux pour tous les enfants d'une classe, menés par les enseignants et mieux intégrés dans le programme scolaire.

Des jeux pour groupes d'enfants, joués d'une manière plus intense, autonome et collective.

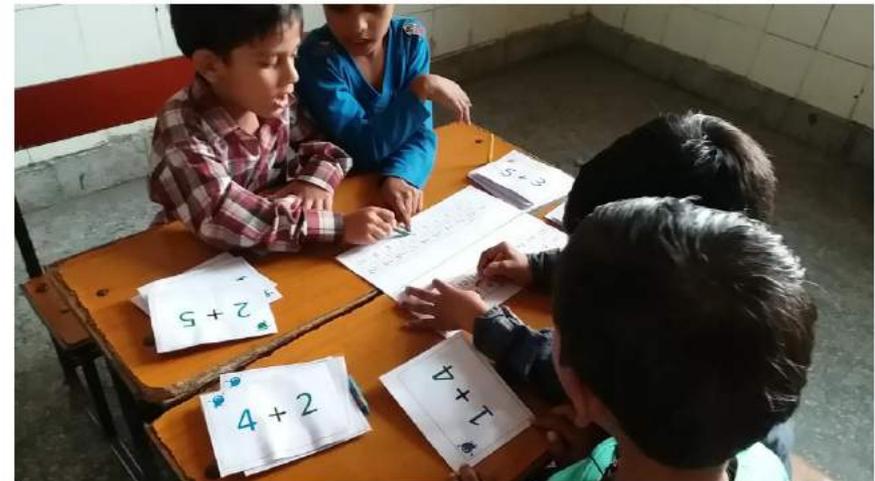


Les effets n'étaient pas énormes; peut-on faire mieux?

Des jeux pour les classes primaires aussi bien que les écoles maternelles.

Des jeux pour tous les enfants d'une classe, menés par les enseignants et mieux intégrés dans le programme scolaire.

Des jeux pour groupes d'enfants, joués d'une manière plus intense, autonome et collective.



A venir: une 3eme expérience RCT, dans les écoles publiques de Delhi

La science de l'éducation, l'éducation de la science

De tous les organismes vivants sur notre planète, le jeune enfant est le plus doué à apprendre. Grâce au progrès des sciences cognitives pluridisciplinaires, nous apprécions mieux comment il apprend.

Les sciences cognitives ne fournissent pas de recettes toutes faites pour améliorer l'enseignement, mais elles peuvent fournir des idées et des matériaux qui méritent d'être testés aux écoles, par une collaboration entre scientifiques et enseignants.

Cette collaboration promet de rendre l'éducation plus efficace et plus souple, face aux changements dans la société et au progrès des sciences. Elle promet aussi de donner de nouvelles perspectives sur les bases et la nature de l'intelligence humaine, et de créer une relation productive entre l'enseignement et la science.

Moira Dillon



Merci!



Harini Kannan



Josh Dean

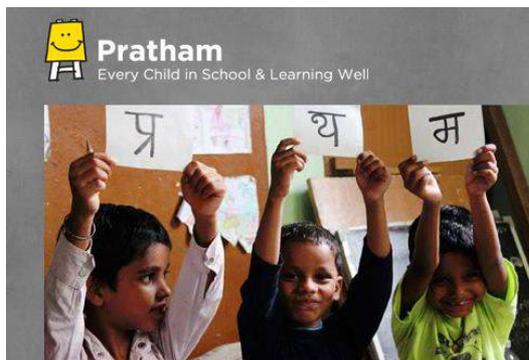


Esther Duflo



Rukmini Banerji

Pratham



J-PAL South Asia



The Foundations of Human Behavior Initiative

