

# Développement mathématique des jeunes enfants et contexte socioculturel

Prentice Starkey

University of California, Berkeley

**Présenté à la conférence Préparation à l'école et réussite scolaire :  
De la recherche aux pratiques et aux politiques**

**Ville de Québec, 13 novembre 2009**

# Développement mathématique des jeunes enfants

- Les recherches ont démontré que la pensée mathématique apparaît dès la petite enfance et se développe de manière accélérée au cours des cinq premières années de la vie de l'enfant.
- Il est tout aussi naturel pour les jeunes enfants de réfléchir de façon mathématique au monde qui les entoure que ça l'est pour eux d'utiliser le langage.
- Les premières **connaissances mathématiques informelles** des enfants se fondent sur la manipulation et la représentation d'objets concrets et non sur des symboles mathématiques écrits. Ces connaissances sont moins abstraites que les mathématiques formelles des enfants d'âge scolaire.

0 0 0

# Exemples de connaissances mathématiques informelles

- Compter des ensembles d'objets
- Utiliser la correspondance injective pour créer ou comparer des ensembles
- Résoudre de simples problèmes arithmétiques avec des ensembles d'objets cachés ou visibles
- Nommer et analyser les attributs de formes à deux et à trois dimensions
- Représenter la localisation et le mouvement des objets dans l'espace
- Identifier et reproduire des formes simples
- Mesurer des objets en comparaison directe entre la longueur ou le poids

# **Pourquoi les connaissances mathématiques informelles sont-elles importantes?**

1. Elles servent de base pour le développement des connaissances mathématiques formelles au primaire

$$2 + 2 = 4$$

$$\mathbf{00 + 00 = 0000}$$

# Pourquoi les connaissances mathématiques informelles sont-elles importantes?

2. Les connaissances mathématiques que les enfants possèdent au moment de l'entrée à l'école constituent le meilleur prédicteur jamais identifié jusqu'à maintenant pour prédire la réussite future.

*Meta-Analysis of Research on School Readiness and Later Achievement*, par Duncan et al. (2007)

- Une analyse de six ensembles de données longitudinales mettant en relation les habiletés à l'entrée à l'école avec les évaluations des professeurs et les résultats d'examen en lecture et mathématiques.

# Prédicteurs de l'apprentissage futur

<u>Domaine d'habiletés au moment de l'entrée à l'école</u>	<u>Ampleur de l'effet</u>
Mathématiques	,34
Langage et lecture	,17
Attention	,10
Socioémotionnel	,00

# The Early Development of Mathematical Cognition in Socioeconomic and Cultural Contexts

Prentice Starkey et Alice Klein  
University of California, Berkeley

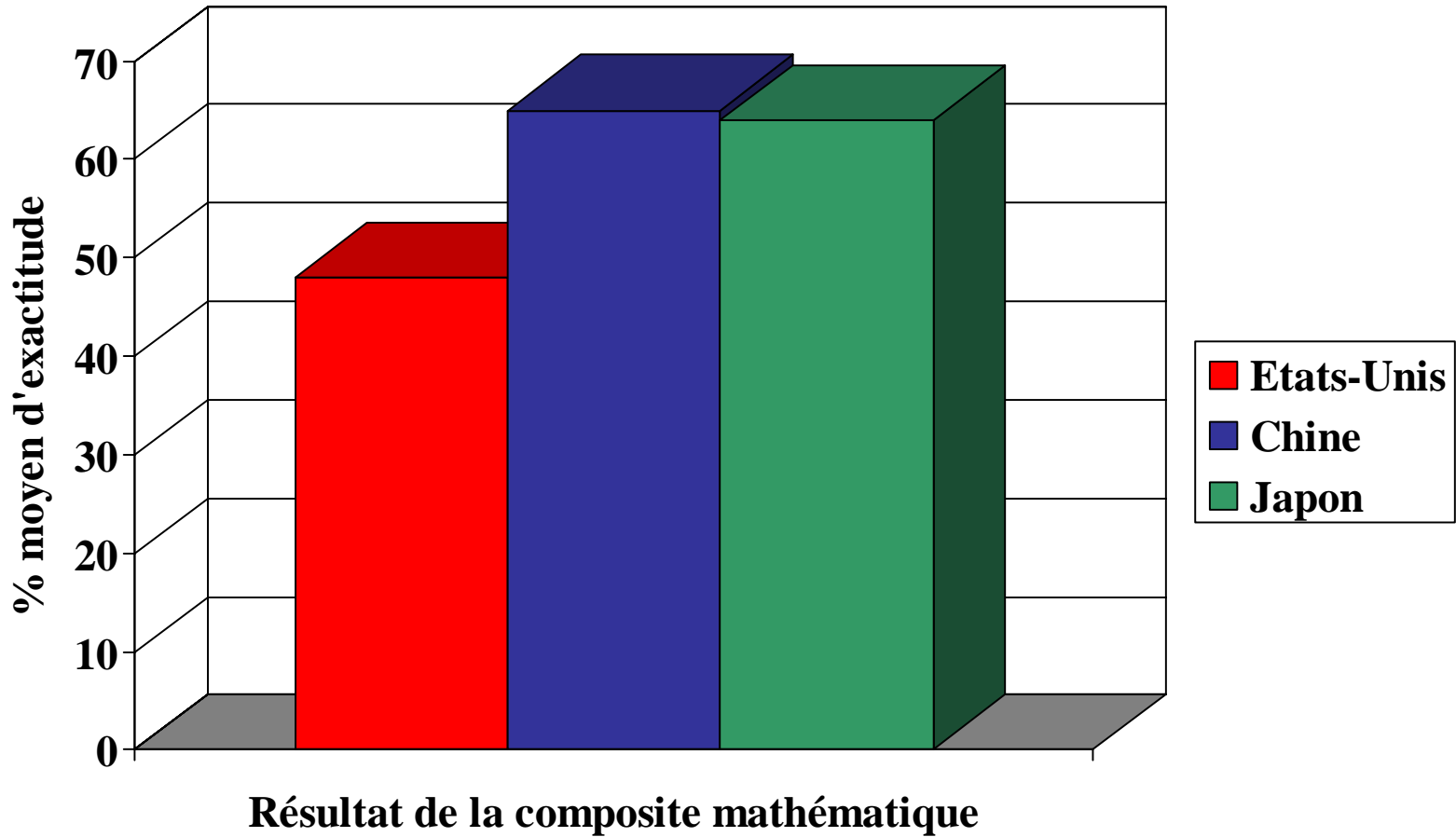
Tao Sha, Pang Lijuan, et Dong Qi  
Beijing Normal University

Zhang Hua  
Peking University

Tomomi Sakakibara, Juko Ando, et Giyoo Hatano  
Keio University

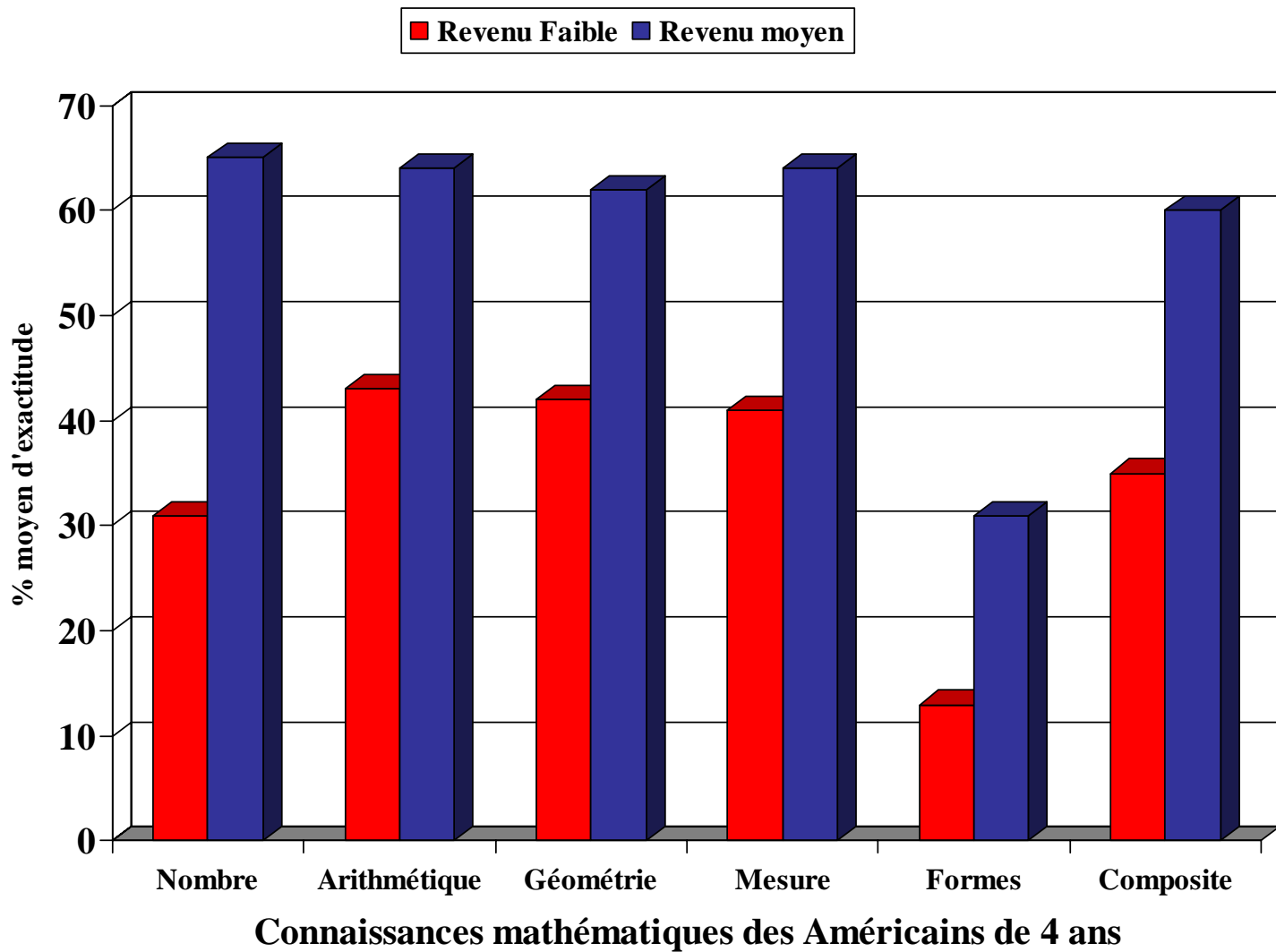
Financée par l'Interagency Education Research  
Initiative (subvention no 9979974)

# Connaissances mathématiques des enfants américains, chinois et japonais de 4 ans



# Écart socioéconomique dans les connaissances mathématiques informelles

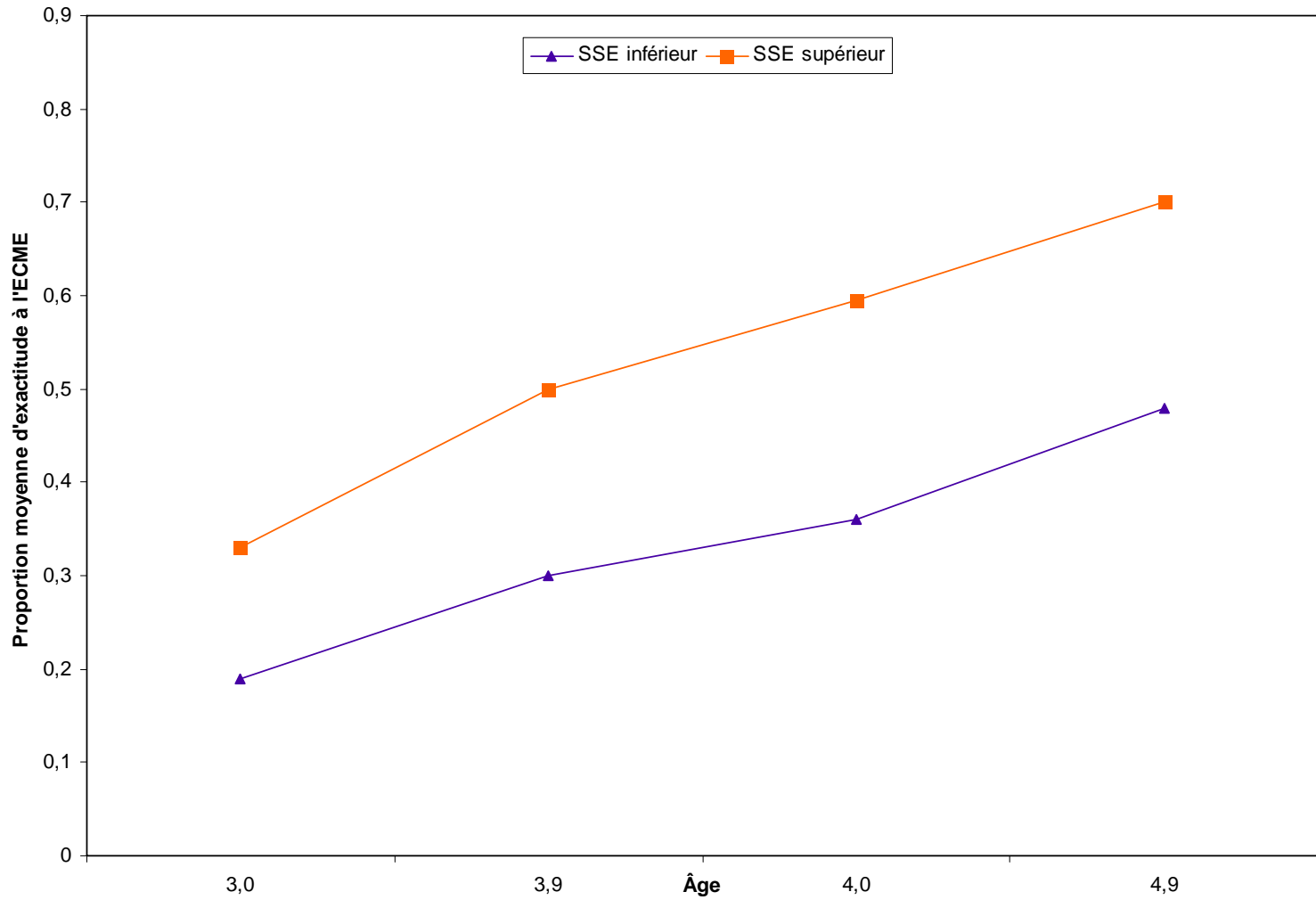
- De plus en plus de recherches démontrent qu'il existe un écart socioéconomique dans les connaissances mathématiques des jeunes enfants.
- Les connaissances mathématiques sont moins développées chez les enfants de prématernelle issus d'un milieu à faible revenu que chez les enfants des milieux à revenu moyen.
- L'écart socioéconomique est grand et il se fait sentir dès l'âge de 3 ans.
- C'est pourquoi les enfants provenant de milieux socioculturels différents entrent à l'école primaire avec divers degrés de préparation pour les mathématiques.



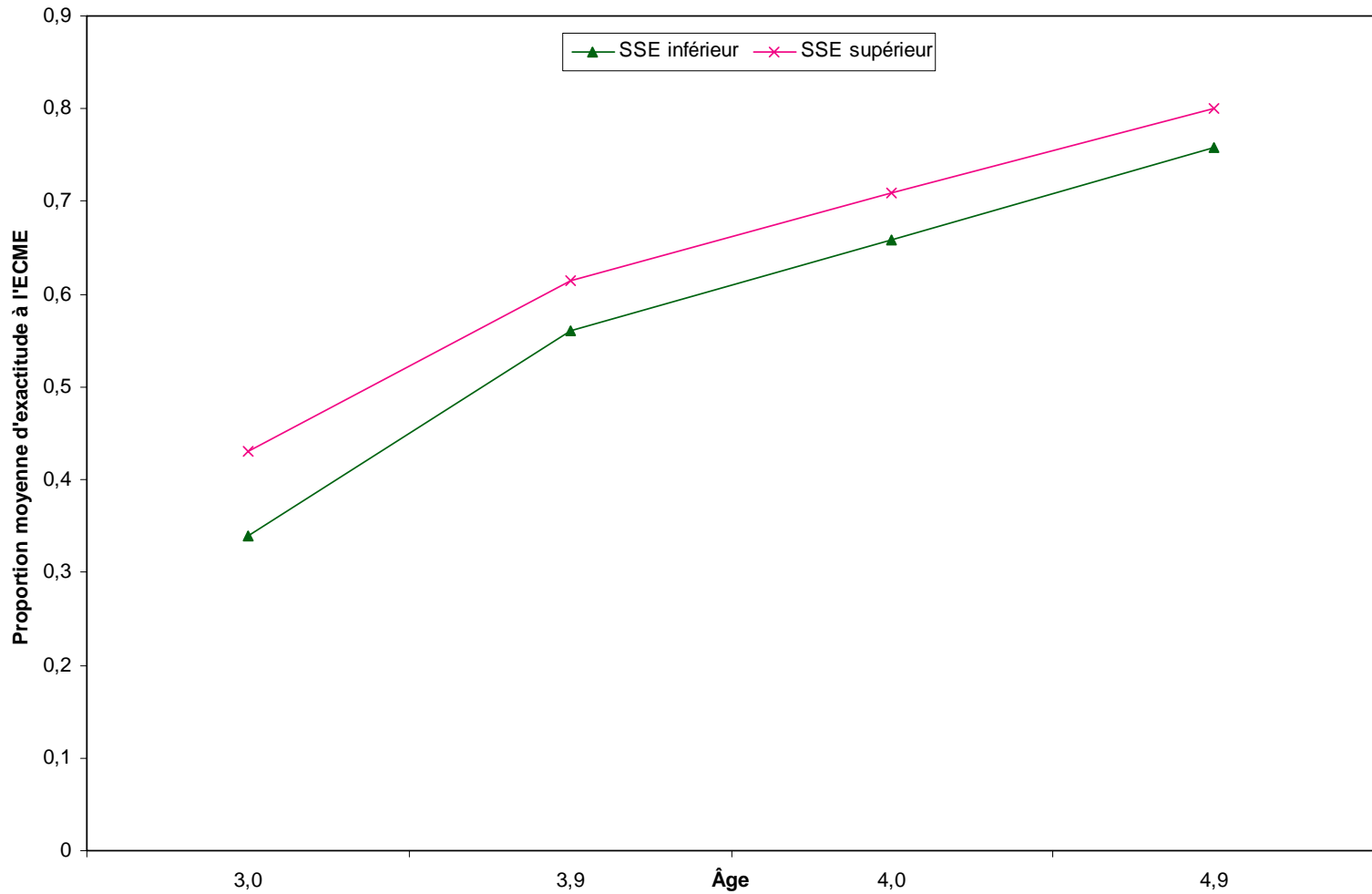
# L'écart mathématique

- L'écart lié au statut socioéconomique en ce qui a trait aux connaissances mathématiques des jeunes enfants est présent à partir de l'âge de 3 ans et augmente pendant la petite enfance aux États-Unis, mais diminue en Chine.

### Résultats à l'évaluation des connaissances mathématiques des enfants (ECME) Américains



### Résultats à l'évaluation des connaissances mathématiques des enfants (ECME) Chinois



# Pourquoi l'écart mathématique augmente-t-il aux États-Unis?

Comparativement aux enfants de la classe moyenne, les enfants américains d'âge préscolaire vivant dans des familles à faible revenu reçoivent moins de soutien à la maison et dans leur environnement préscolaire en ce qui a trait à leur développement mathématique.

## **L'environnement d'apprentissage à la maison chez les jeunes enfants en milieu défavorisé :**

- Moins de matériel axé sur les mathématiques
- Moins d'activités mathématiques avec la participation d'un adulte
- Les parents ont de moins grandes attentes par rapport au développement mathématique de l'enfant avant le primaire

# Pourquoi l'écart mathématique diminue-t-il en Chine?

Explications possibles :

- Prématernelle pour tous (dans les milieux urbains)
- Programme national de mathématiques pour les enfants à la prématernelle
- Attentes élevées de la part des parents et des professeurs pour le développement mathématique

## « Quelles habiletés ou compétences mathématiques les enfants développent-ils généralement avant la fin de la prématernelle? »

Habilités dans l'échelle de développement des enfants à la prématernelle	Parents			Enseignants	
	Américain		Chinois	Américain	Chinois
	SSE inférieur	SSE moyen			
Compter une ligne de 10 objets	89%	98%	99%	93%	100%
Dans une ligne de 5 poupées, indiquer laquelle est deuxième	71%	92%	97%	76%	98%
Résoudre de simples problèmes d'addition ou de soustraction avec des objets	57%	84%	95%	75%	85%
Partager 12 craquelins également entre 3 amis	48%	61%	64%	48%	41%
Créer une forme simple avec des billes de couleur	86%	98%	88%	94%	87%
Trouver 2 triangles identiques dans des orientations différentes	70%	82%	87%	69%	83%
Mesurer la longueur d'un crayon à l'aide d'une corde	49%	79%	59%	64%	51%

QuickTime™ and a  
decompressor  
are needed to see this picture.

États-Unis – Faible revenu  
Statut socioéconomique familial

États-Unis – Revenu moyen  
Statut socioéconomique familial

Japon

Chine

## **L'environnement d'apprentissage en classe préscolaire pour les enfants issus de milieux défavorisés :**

Les programmes à large diffusion utilisés dans les programmes préscolaires publics se sont avérés inefficaces, par rapport aux programmes contrôles, quant à l'amélioration des connaissances mathématiques des enfants:

- L'étude d'impact Head Start (2005, 2008) n'a révélée aucune différence au niveau des connaissances mathématiques entre les enfants assignés au groupe expérimental, peu importe leur niveau de participation au programme [intent-to-treat intervention], et les enfants du groupe contrôle à la fin de la prématernelle.
- L'IES Preschool Curriculum Evaluation Research Initiative (2008) a démontré que les programmes à large diffusion utilisés dans les programmes préscolaires publics ne sont pas efficaces en matière de mathématiques par rapport aux programmes contrôles. Toutefois, les programmes axés sur les mathématiques peuvent l'être.

**Projet de recherche sur l'évaluation du programme  
préscolaire  
Essai aléatoire d'une intervention mathématique en  
prématernelle**

Prentice Starkey et Alice Klein  
University of California, Berkeley

La présente recherche a été financée l'Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education par la subvention R305J020026 à l'UC, Berkeley. Les opinions émises et celles des auteurs ne représentent pas celle du U.S. Department of Education

# Objectifs

- Mettre sur pied un programme de mathématiques à la prématernelle pour les enfants vivant dans des milieux à faible revenu des États de la Californie et de New York en y affectant des classes et des enseignants de façon aléatoire.
- Évaluer les répercussions du programme sur le développement mathématique des enfants et leurs environnements d'apprentissage (à la maison et en classe).
- Comparer les résultats des enfants pour les enseignants étant à leur première et deuxième année d'implantation.

# Plan d'expérimentation

- 40 classes : 10 Head Start, 10 prématernelles financées par l'État (Californie et New York)
- Répartition aléatoire des classes au groupe expérimental ou au groupe contrôle, à l'aide d'un bloc aléatoire [block randomization] au niveau du programme
- Sélection aléatoire de huit enfants à faible revenu par classe
- Échantillon d'enfant :
  - Cohorte 1 (année 1) : 316 enfants d'âge préscolaire
  - Cohorte 2 (année 2) : 312 enfants d'âge préscolaire

# Composantes de l'intervention

*Programme de mathématiques pour la prématernelle [Pre-K Mathematics Curriculum]* par Klein et Starkey

## Composantes en classe :

- 29 activités en petits groupes, animées par des professeurs utilisant du matériel de manipulation
- Les activités sont organisées en unités comprenant du contenu étroitement lié aux mathématiques
- Chaque activité exige que les professeurs fassent des adaptations développementales pour chaque enfant et se servent du langage mathématique clé
- Les professeurs tiennent des registres écrits dans lesquels ils notent les apprentissages ou les difficultés que rencontre l'enfant pendant l'activité
- **Logiciels de mathématiques supplémentaires** : 27 activités informatisées destinées à l'usage en classe par *DLM Express* de Clements & Sarama
- **Centre d'apprentissage des mathématiques**

## Composantes à la maison :

- 18 activités à faire à la maison pour les dyades parent-enfant (en anglais et en espagnol)



# Mesures de recherche

- **Fidélité de l'application des *Mathématiques en prématernelle [Pre-K Mathematics]***
- **Observation en classe des mathématiques chez les jeunes enfants** dans le cadre de l'enseignement des mathématiques par les professeurs
- **Enquête auprès des parents** sur l'utilisation *des activités de mathématiques de niveau prématernel* à la maison
- **Évaluation des connaissances mathématiques de l'enfant (ECME)** dans le cadre du développement mathématique des enfants

# Évaluation des connaissances mathématiques de l'enfant (ECME)

Évalue les connaissances mathématiques informelles à l'aide de plusieurs concepts mathématiques

- Nombre
- Opérations arithmétiques
- Espace/géométrie
- Connaissance des formes
- Mesures

# Développement professionnel des professeurs du groupe expérimental

Année 1 :

- Ateliers (quatre jours à l'automne et quatre jours à l'hiver)
- Facilitation sur place (la fidélité est assurée grâce aux commentaires transmis pendant la visite en classe toutes les deux semaines)

Année 2 :

- Ateliers d'appoint (deux jours à l'automne et deux jours à l'hiver)
- Facilitation sur place (la fidélité est assurée grâce aux commentaires transmis pendant la visite en classe tous les mois)

# Fidélité globale pendant les années 1 et 2 de la mise en œuvre

<u>Composante du programme</u>	<u>Année 1</u>	<u>Année 2</u>
Activités en petits groupes	,89	,96

# Hypothèses principales

- Changement des pratiques en classe : les professeurs du groupe expérimental fourniront plus d'aide en mathématiques que les professeurs du groupe contrôle.
- Répercussions sur les connaissances mathématiques des enfants : les connaissances mathématiques des enfants du groupe expérimental seront plus approfondies que celles des enfants du groupe contrôle.

# Effets de l'intervention sur les pratiques mathématiques en classe

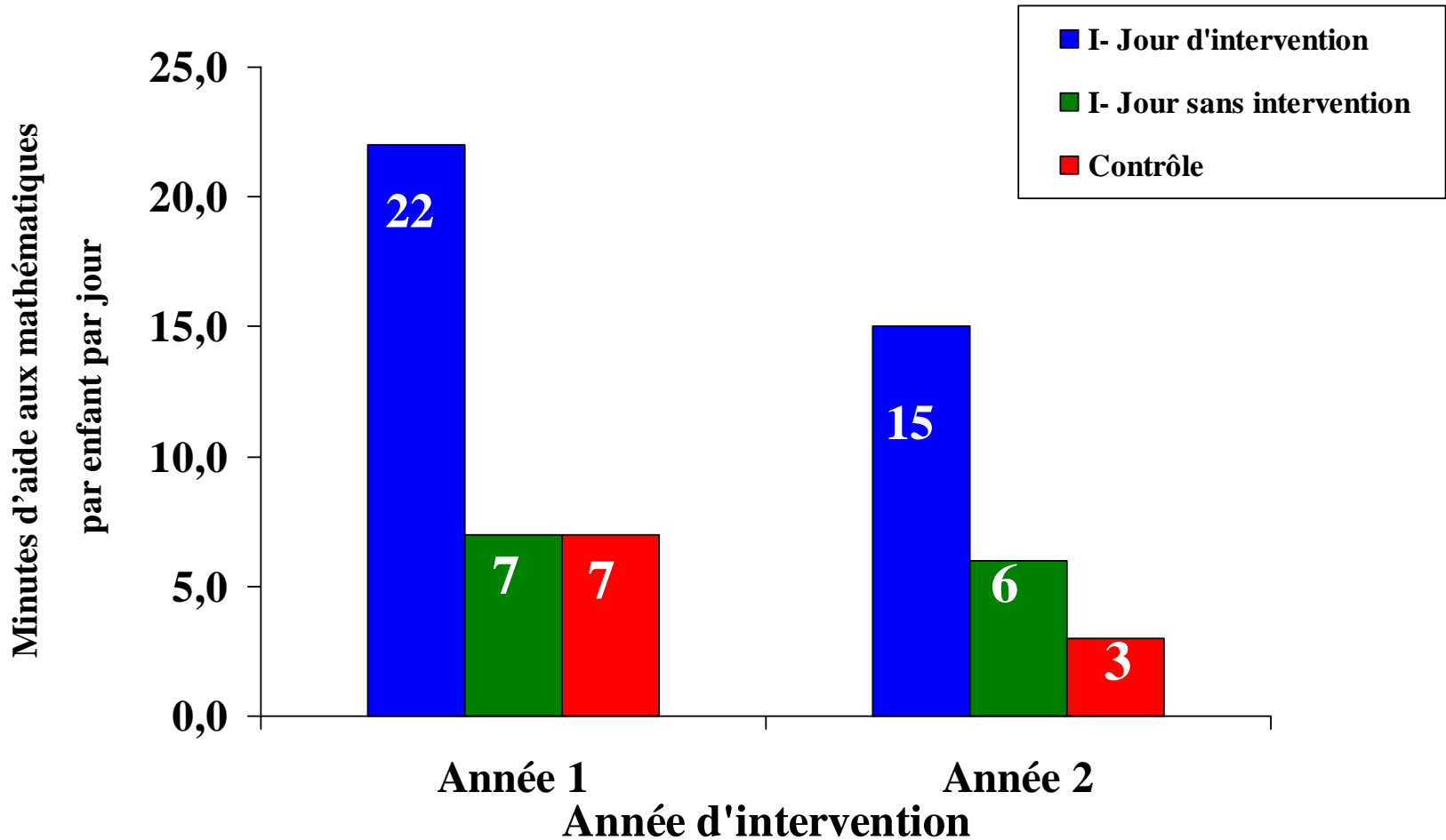
• **L'observation en classe des connaissances mathématiques des jeunes enfants** est un outil qui mesure le temps que les professeurs passent sur les activités mathématiques clés (intentionnelles) par enfant.

**Hypothèse :** le programme d'intervention augmentera la quantité de principes mathématiques clés qu'enseigneront les professeurs du groupe expérimental.

# Résultats sur les pratiques mathématiques en classe

- Les professeurs du groupe expérimental ont passé beaucoup plus de temps à enseigner les **principes mathématiques clés** (intentionnels) que les professeurs du groupe contrôle,  $p < 0,0001$  (cohorte 1) et  $p < 0,0001$  (cohorte 2).
- Les professeurs du groupe expérimental ont passé beaucoup plus de temps à enseigner les **principes mathématiques clés** au cours d'activités en petits groupes que lors des journées où les activités n'ont pas été effectuées en petits groupes,  $p < 0,02$  (cohorte 1) et  $p < 0,001$  (cohorte 2).

## Quantité de principes mathématiques clés enseignés par les professeurs des groupes expérimental et contrôle



**Question de recherche :** Est-ce que le temps alloué à enseigner des principes mathématiques clés peut prédire des changements au niveau des connaissances mathématiques des enfants?

**Résultats :**

- La quantité de **principes mathématiques clés** a prédit de façon significative des changements aux résultats à l'ECME pour les enfants du groupe expérimental,  $F(1,17)=15,32$ ,  $p<0,0001$  (Cohorte 1);  $F(1, 17)=6,36$ ,  $p<0,025$ .

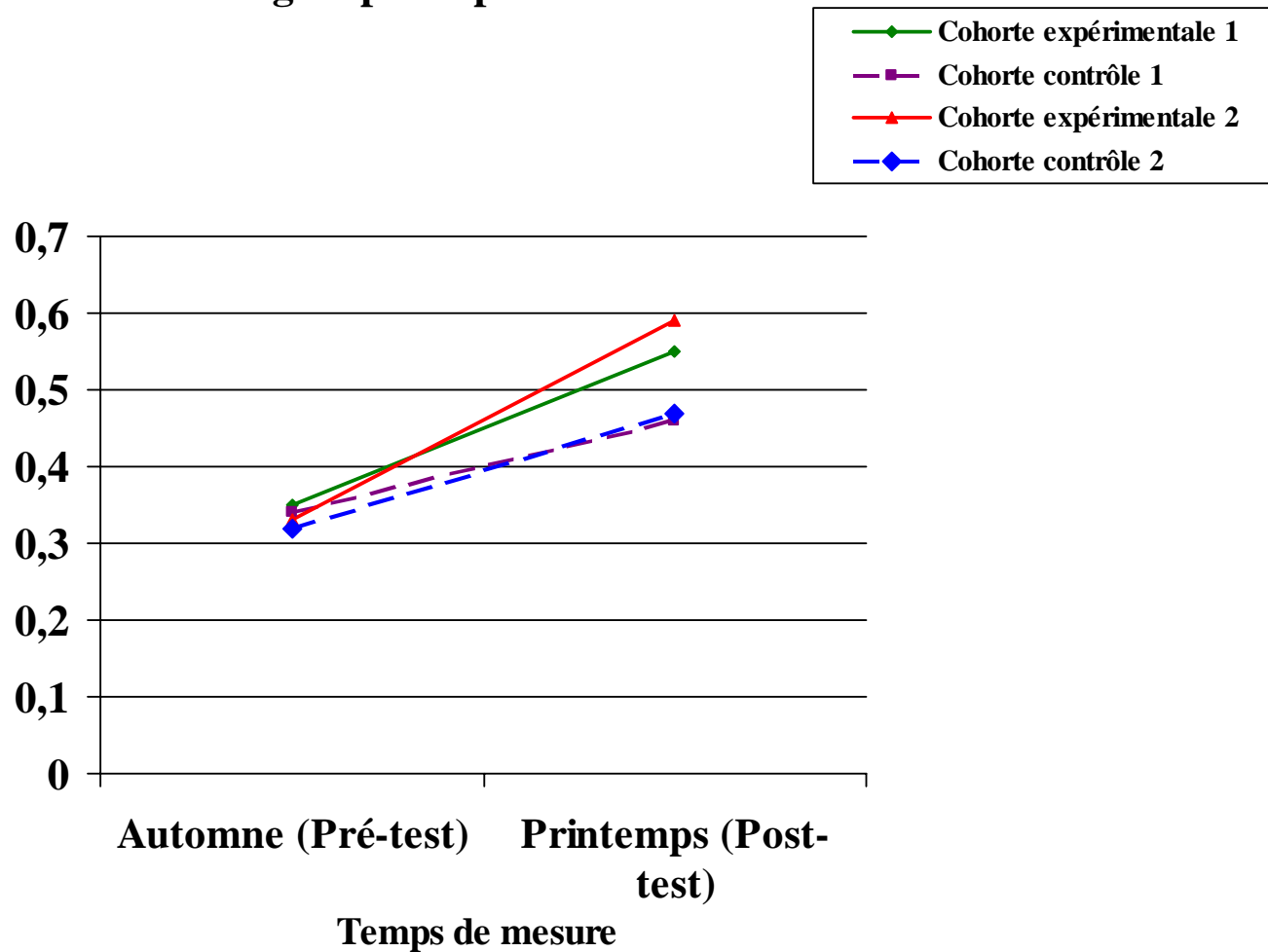
# Effets de l'intervention sur le développement mathématique des enfants

**Hypothèse** : le programme d'intervention aura des répercussions positives sur le développement mathématique des enfants.

## **Résultats** :

- Les groupes expérimental et contrôle avaient les mêmes résultats à l'ECME lors du pré-test, mais leurs résultats étaient très différents au moment du post-test  $p < 0,0001$  (cohorte 1) et  $p < 0,0001$  (cohorte 2).

## Résultats à l'ECME à l'automne et au printemps des enfants des groupes expérimental et contrôle



- **Ampleur de l'effet de la cohorte 1** (Cohen's  $d$ )=**0,58** (What Works Clearinghouse), une augmentation de 62 % des connaissances en mathématiques chez les enfants du groupe expérimental comparativement aux enfants du groupe contrôle
- **Ampleur de l'effet de la cohorte 2** = **0,70** (What Works Clearinghouse), une augmentation de 79 % des enfants du groupe expérimental comparativement aux enfants du groupe contrôle

### **Conclusion :**

Les résultats des deux cohortes appuient les hypothèses principales d'une relation de cause à effet entre le programme d'intervention et le développement mathématique des enfants.

- Klein et al. (2008). *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 1(3).

# Scaling Up the Pre-K Mathematics Intervention: A Randomized Controlled Trial

Prentice Starkey et Alice Klein  
University of California, Berkeley

Victoria Molfese, Elizabeth Todd Brown, & Dennis Molfese  
University of Louisville

La présente recherche a été financée par l'Institute of Education Sciences,  
U.S. Department of Education grâce à la subvention R305K05186 à UC, Berkeley.  
Les opinions exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne  
représentent pas celles du U.S. Department of Education

# Plan d'expérimentation

- Un groupe d'essai aléatoire formé de prématernelles constituant l'unité de randomisation
- Les classes ont été choisies aléatoirement dans les différents sites
- Les enfants de prématernelle ont été choisis aléatoirement dans les classes (de 9 à 10 par classe)

**États :** Californie et Kentucky/Indiana

**Type de programme :** Head Start et prématernelles financées par l'État

**Condition de l'expérimentation :** Intervention (*Pre-K Mathematics Curriculum*) par rapport au groupe contrôle (s'en tenir à la routine/programme créatif)

## **Californie et Kentucky/Indiana**

**Sites de prématernelle :** CA = 36 (18 I et 18 C)

KY = 26 (13 I et 13 C)

**Classes :** CA = 48 (24 I et 24 C)

KY = 46 (24 I et 22 C)

# Résultats significatives suite à l'évaluation des connaissances mathématiques de l'enfant (ECME)

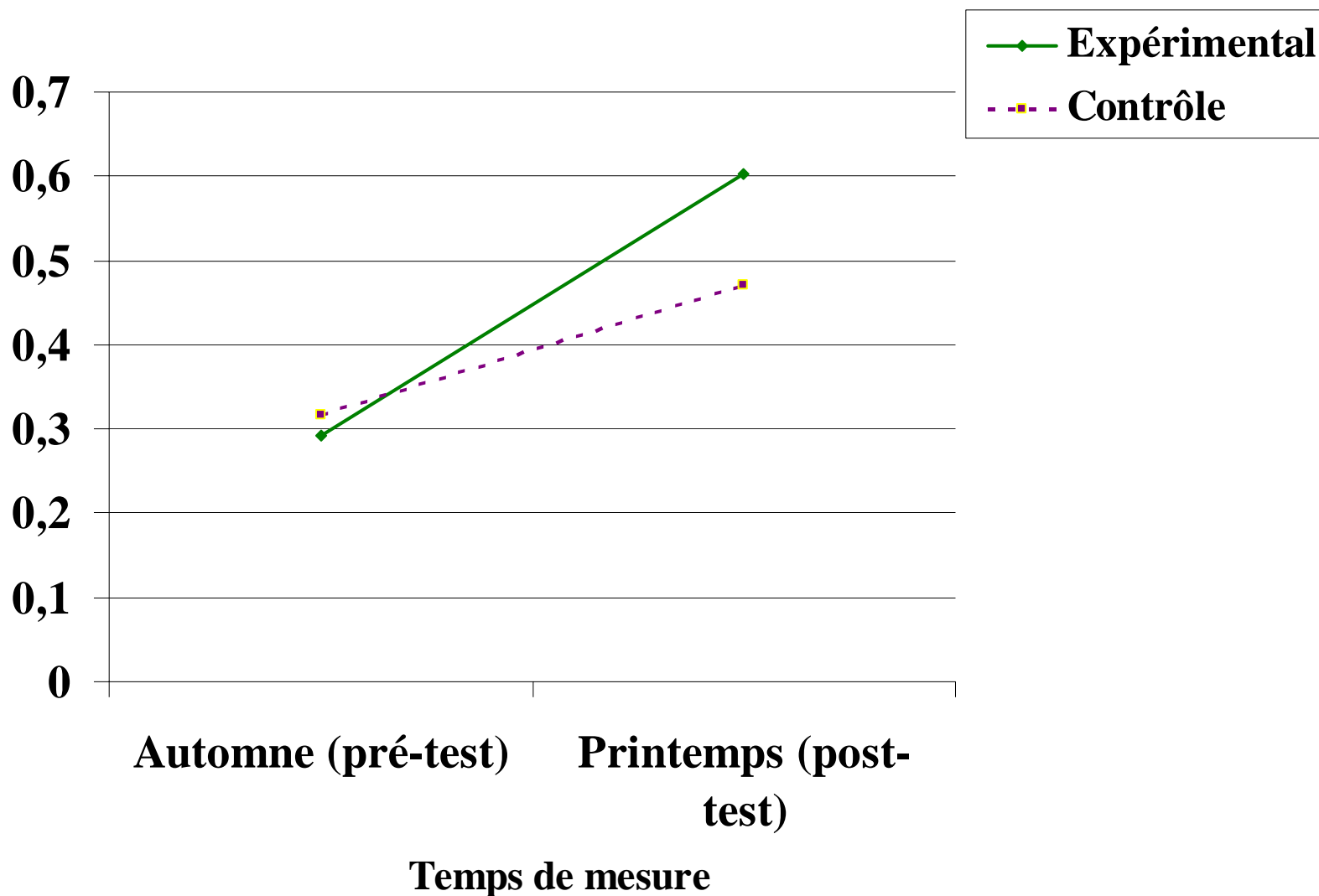
- **Condition** :  $F(1,666) = 11,48, p < 0,0001$
- **Durée** :  $F(1,666) = 1740,11, p < 0,0001$
- **Sexe** : Les filles ont obtenu des notes beaucoup plus élevées à l'ECME que les garçons, sans égard à la condition d'expérimentation,  $F(1,666) = 5,45, p < 0,02$
- **Condition X durée** : Les enfants du groupe expérimental et du groupe contrôle ont obtenu les mêmes résultats à l'ECME lors du pré-test, mais les enfants du groupe expérimental ont obtenu des résultats supérieurs à l'ECME lors du post-test,  $F(1,666) = 171,28, p < 0,0001$
- L'approfondissement des connaissances mathématiques des enfants du groupe expérimental, au cours de l'année scolaire, était approximativement deux fois plus important que celui des enfants du groupe contrôle
- **Ampleur de l'effet = 0,83**

## Ce qui n'était PAS significatif :

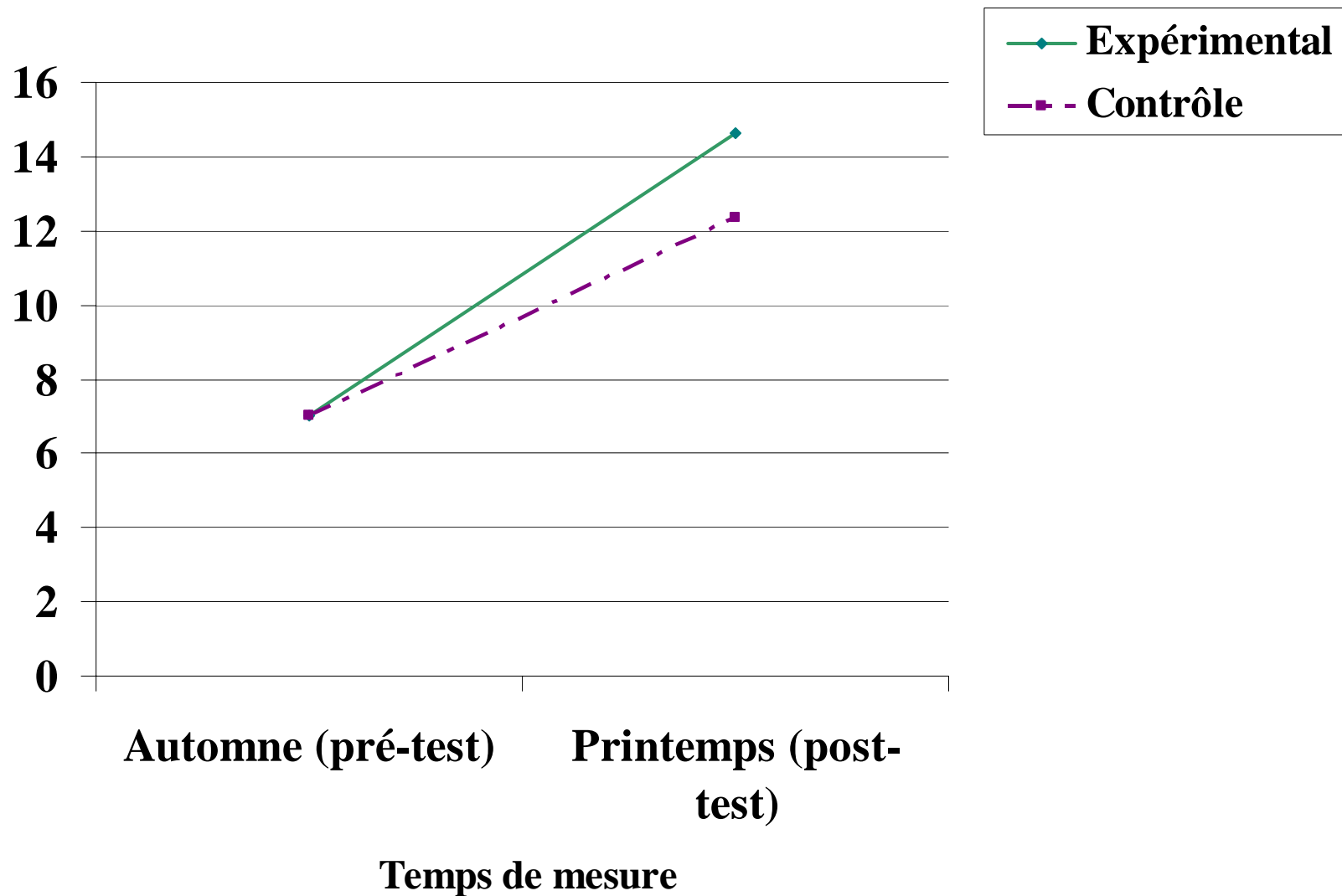
- **État ( $p=0,15$ ) et État X durée ( $p=0,54$ )**
- **Type de programme ( $p=0,16$ ) ou Type de programme X durée ( $p = 0,74$ )**

Par conséquent, l'efficacité de l'intervention est robuste à travers les différents contextes : en Californie, ce sont des familles urbaines de différentes origines ethniques qui bénéficient des programmes Head Start et des programmes préscolaires de l'État et au Kentucky/Indiana ce sont davantage les familles caucasiennes vivant en région rurale qui bénéficient des programmes Head Start et des programmes préscolaires de l'État.

## Résultats à l'ECME à l'automne et au printemps pour les enfants des groupes expérimental et contrôle



## Résultats TEMA-3 à l'automne et au printemps pour les enfants des groupes expérimental et contrôle



Pour terminer, mentionnons que la recherche en intervention a démontré qu'il est possible d'améliorer les connaissances mathématiques des enfants à la prématernelle en mettant en application un programme d'intervention efficace.

De plus, il est possible que ces effets soient obtenus lorsque l'intervention est bonifiée et mise en place dans des contextes géographiques et ethniques diversifiés.