

Manipuler des objets permet-il de développer la pensée mathématique de l'enfant ?

Anne Lafay, PhD

4 mars 2022
Journée d'étude organisée
par le LEAD (Université de Bourgogne)



1

1

Objectif de la présentation

Manipuler des objets permet-il ***toujours*** de développer la pensée mathématique de l'enfant ?

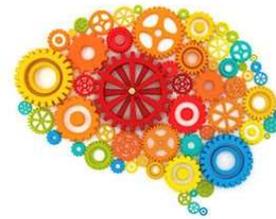


2

2

Plan de la présentation

1. **Théories explicatives**
2. Efficacité de la manipulation d'objets
3. Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets
4. Conclusion



3

3

Théories explicatives

Théories développementales

Symboles
Dispositif de manipulation
révélant la structure sous-
jacente du phénomène
physique abstrait et
facilitant la relation entre
le concret et concept
abstrait

Kaufmann et al, 2003; Lafay & Osana, 2021; Lozada & Carra, 2016; Marley & Carbonneau, 2015

4

4

Théories explicatives

Théories développementales

Symboles
Dispositif de manipulation révélant la structure sous-jacente du phénomène physique abstrait et facilitant la relation entre le concret et concept abstrait

Théories cognitives

Encodage double
Cognition incarnée dans l'espace
Cognition incarnée (expériences corporelles)

Kaufmann et al, 2003; Lafay & Osana, 2021; Lozada & Carra, 2016; Marley & Carbonneau, 2015

5

5

Théories explicatives

Théories développementales

Symboles
Dispositif de manipulation révélant la structure sous-jacente du phénomène physique abstrait et facilitant la relation entre le concret et concept abstrait

Théories cognitives

Encodage double
Cognition incarnée dans l'espace
Cognition incarnée (expériences corporelles)

Théories motivationnelles

S'engager physiquement dans une activité

Kaufmann et al, 2003; Lafay & Osana, 2021; Lozada & Carra, 2016; Marley & Carbonneau, 2015

6

6

Plan de la présentation

1. Théories explicatives
2. **Efficacité de la manipulation d'objets**
3. Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets
4. Conclusion



7

7

Efficacité des objets de manipulation

Chez les enfants (Carbonneau et al., 2013)

Revue de littérature
systématique sur les
interventions
mathématiques utilisant
des objets de manipulation
chez l'enfant

55 études recensées

8

8

Efficacité des objets de manipulation

Chez les enfants (Carbonneau et al., 2013)

Revue de littérature
systématique sur les
interventions
mathématiques utilisant
des objets de manipulation
chez l'enfant

55 études recensées

- **Effet significatif, taille d'effet faible à modérée**
- Modérateurs
 - Niveau d'instruction verbale (guidance ++)
 - Objet mathématique (fractions > arithmétique et algèbre)
 - Âge des enfants (3-6 et 7-11 > 12+)
 - Richesse perceptuelle (< neutralité) des objets
 - Durée de l'intervention (court -14j et moyen 15-45j > long +46j)

9

9

Efficacité des objets de manipulation

Chez les enfants avec un TAM (Lafay et al., 2019)

Revue de littérature
systématique sur les
interventions
mathématiques utilisant
des objets de manipulation
chez l'enfant TAM

38 études recensées

10

10

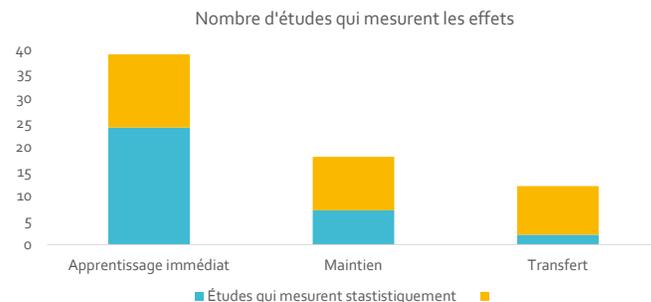
Efficacité des objets de manipulation

Chez les enfants avec un TAM (Lafay et al., 2019)

Revue de littérature
systématique sur les
interventions
mathématiques utilisant
des objets de manipulation
chez l'enfant TAM

38 études recensées

- 16 études de groupe
- 22 études de cas



11

11

Efficacité des objets de manipulation

Chez les enfants avec un TAM (Lafay et al., 2019)

Revue de littérature
systématique sur les
interventions
mathématiques utilisant
des objets de manipulation
chez l'enfant TAM

38 études recensées

Apprentissage immédiat

- 16 études de groupe, 3 de qualité haute + 1 de qualité acceptable ; 1 étude avec taille d'effet 0.240 à 2.50 → non EBP
- 22 études de cas, 7 de qualité haute + 10 de qualité acceptable pour 9 équipes de recherche dans 9 lieux pour 85 enfants → **EBP**
- Conclusion similaire pour Maintien et Transfert

Selon critères de Gersten et al. (2005) et Horner et al. (2005)

12

12

Efficacité des objets de manipulation

Chez les enfants avec un TAM (Lafay et al., 2019)

Revue de littérature
systématique sur les
interventions
mathématiques utilisant
des objets de manipulation
chez l'enfant TAM

38 études recensées

L'utilisation des objets de manipulation auprès des enfants ayant un TAM pourrait être considérée comme une pratique probante pour l'apprentissage immédiat, le maintien et le transfert des apprentissages mathématiques.

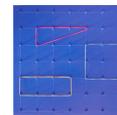
** Attention, si toute cible mathématique confondue **

13

13

Plan de la présentation

1. Théories explicatives
2. Efficacité de la manipulation d'objets
3. **Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets**
4. Conclusion



14

14

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

**Concepts
mathématiques
ciblés**

15

15

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

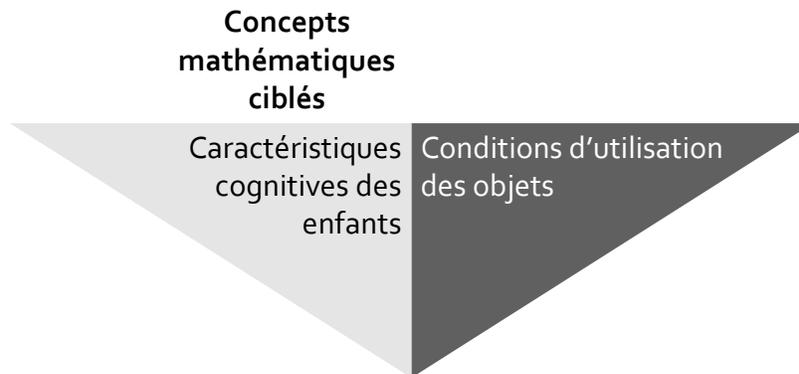
**Concepts
mathématiques
ciblés**

Caractéristiques
cognitives des
enfants

16

16

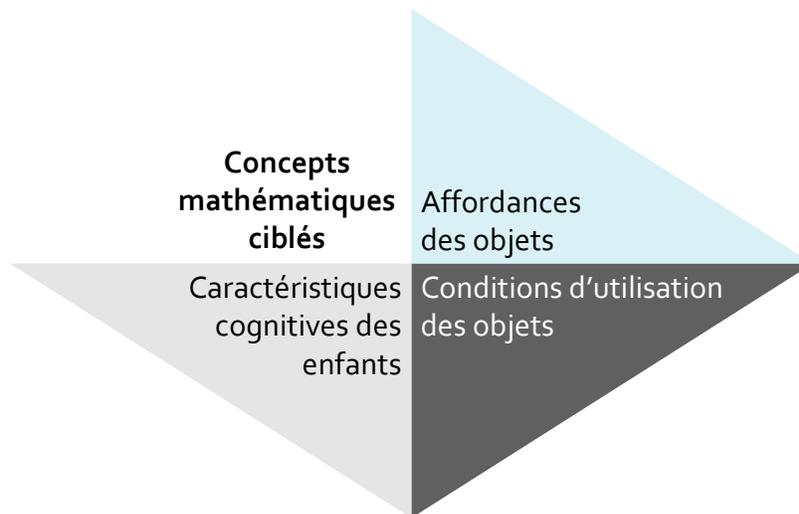
Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets



17

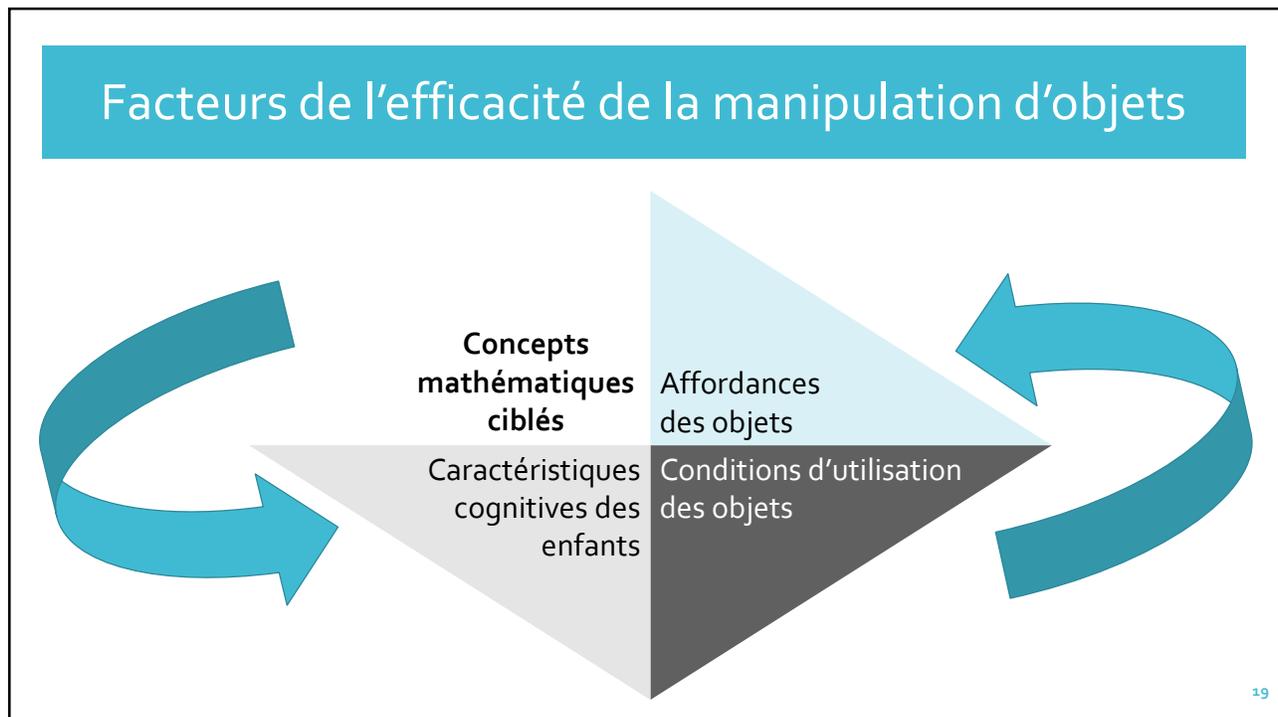
17

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

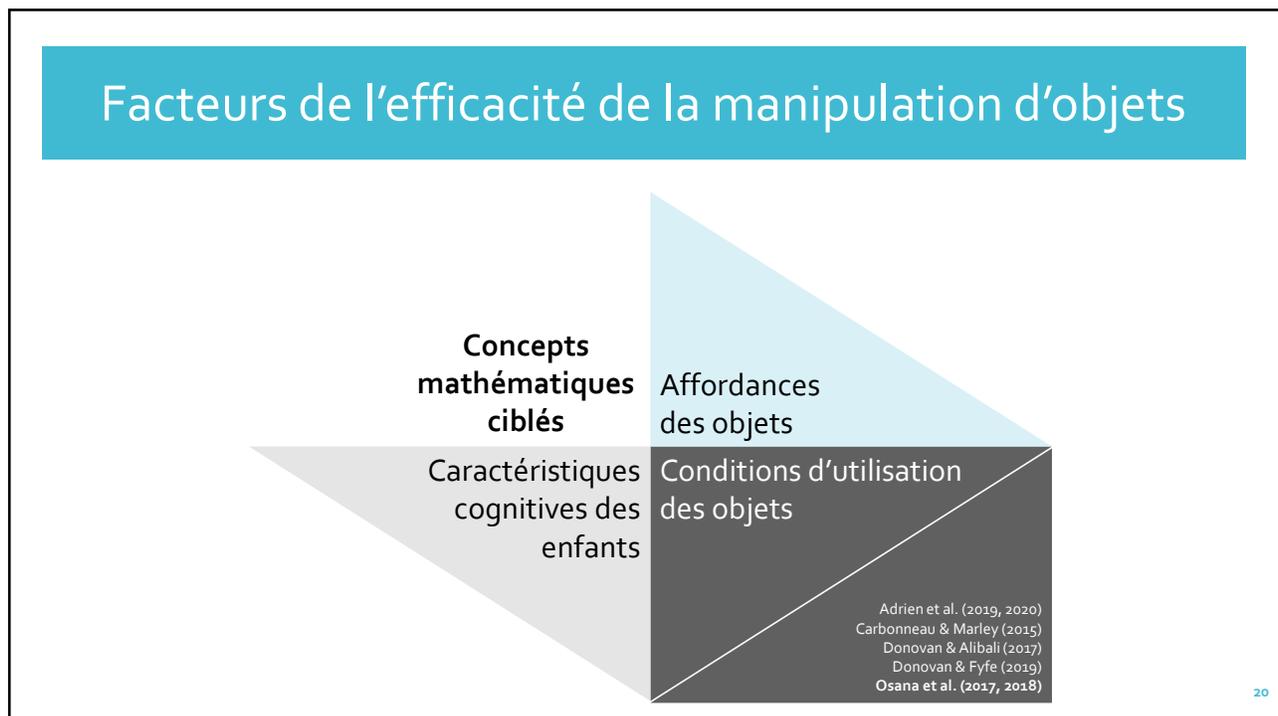


18

18



19



20

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Osana et al. (2018)

73 enfants de 1^e primaire

Design : Encodage – Tests
– Intervention – Tests

Encodage

- 2 sessions de 30 minutes
- Petits groupes
- 4 Conditions
- Manipulation de jetons

4 groupes / conditions

- Non Quantitatif
- Jeu
- Quantitatif
- Contrôle

Tests

- Perception des objets
- Utilisation quantitative des objets



21

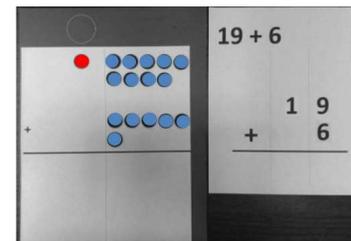
21

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Osana et al. (2018)

Intervention

- Focus: algorithme de résolution d'additions avec des nombres DU
- 2 sessions de 30 minutes
- Petits groupes
- Modeling par l'adulte + pratique par l'enfant avec feedback correctif
- Matériel : jetons rouges et bleus



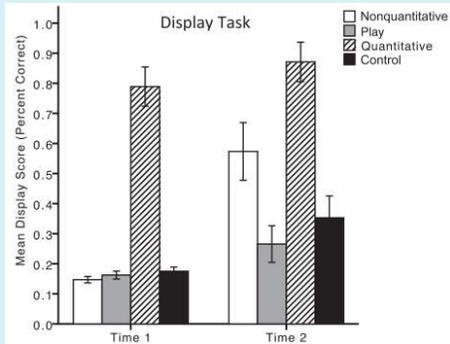
22

22

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Osana et al. (2018)

Résultats



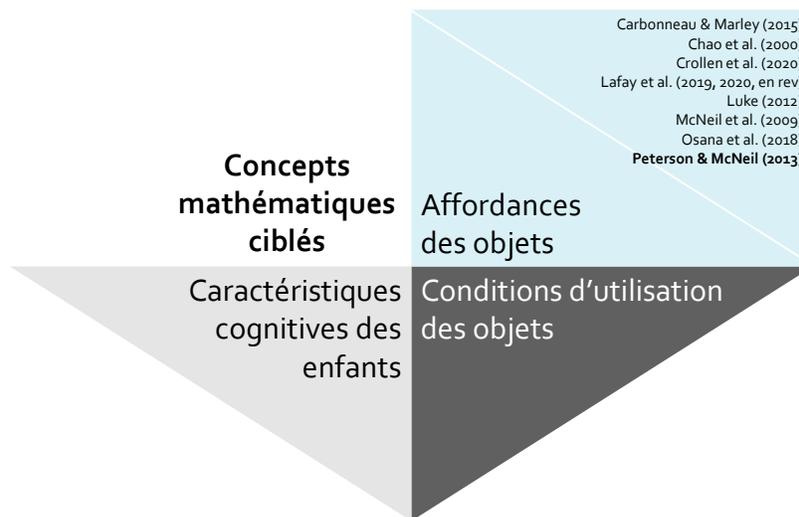
→ Jouer librement et percevoir les objets comme des jouets cache la nature quantitative des objets de manipulation et contribue négativement à leur utilisation pour l'addition.

→ L'encodage explicite quantitatif des objets de manipulation contribue positivement à leur utilisation pour l'addition.

23

23

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets



24

24

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Peterson & McNeil (2013)

Intervention

- 54 enfants de 2 ans 11 mois à 4 ans 11 mois
- Tâche : Donne-moi n objets, jugement de comptage
- 4 conditions
 - Perceptuellement pauvre / Connaissance faible de l'objet
 - Perceptuellement pauvre / Connaissance forte de l'objet
 - Perceptuellement riche / Connaissance faible de l'objet
 - Perceptuellement riche / Connaissance forte de l'objet



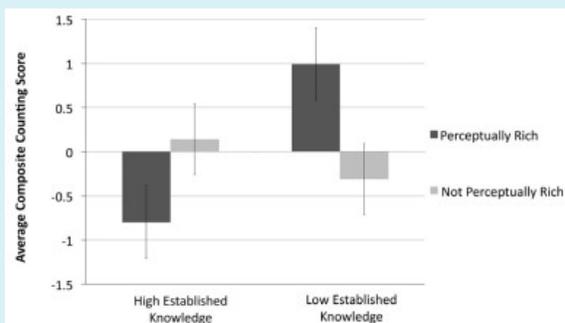
25

25

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Peterson & McNeil (2013)

Résultats



Quand les enfants connaissent déjà l'objet, la richesse perceptuelle est dérangementante.

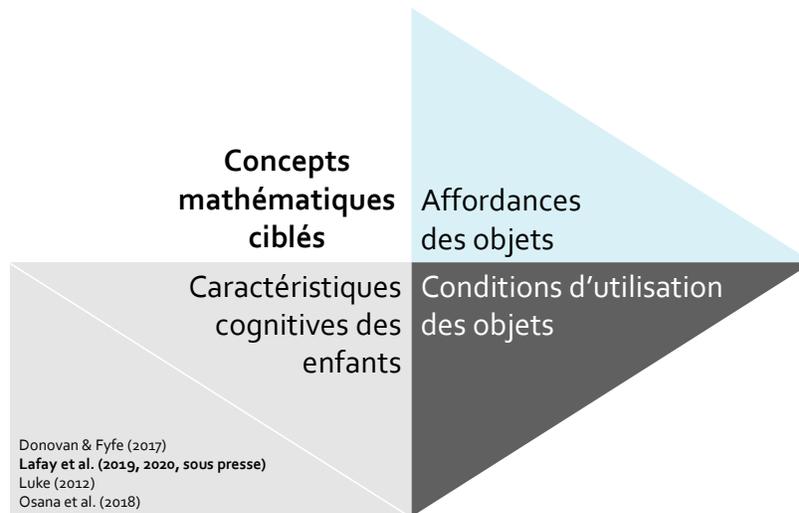
Quand les enfants ne connaissent pas l'objet, la richesse perceptuelle est aidante.

➔ L'affordance « richesse perceptuelle » interagit avec la condition « connaissance préalable » de l'objet par l'enfant.

26

26

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets



27

27

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

125 enfants de 2^e primaire

Design : Tests –
Intervention – Tests
(transfert)



28

28

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Test Groupe

- Fluence arithmétique : Utilisation du Tempo Test Rekenen (TTR) (Geary, 2013; Lafay et al., 2015)
- Intelligence non verbale, Comptine/Dénombrement, Mémoire de travail, etc.

→ 2 groupes

- 94 enfants sans difficulté (TTR > P25)
- 29 enfants TAM (TTR < P25)

Calcul mental			
Item	Pretest	Score	Score
6220	2327	6220	6220
6221	1727	6221	6221
6222	3727	6222	6222
6223	4727	6223	6223
6224	5727	6224	6224
6225	6727	6225	6225
6226	7727	6226	6226
6227	8727	6227	6227
6228	9727	6228	6228
6229	10727	6229	6229
6230	11727	6230	6230
6231	12727	6231	6231
6232	13727	6232	6232
6233	14727	6233	6233
6234	15727	6234	6234
6235	16727	6235	6235
6236	17727	6236	6236
6237	18727	6237	6237
6238	19727	6238	6238
6239	20727	6239	6239
6240	21727	6240	6240
6241	22727	6241	6241
6242	23727	6242	6242
6243	24727	6243	6243
6244	25727	6244	6244
6245	26727	6245	6245
6246	27727	6246	6246
6247	28727	6247	6247
6248	29727	6248	6248
6249	30727	6249	6249
6250	31727	6250	6250
6251	32727	6251	6251
6252	33727	6252	6252
6253	34727	6253	6253
6254	35727	6254	6254
6255	36727	6255	6255
6256	37727	6256	6256
6257	38727	6257	6257
6258	39727	6258	6258
6259	40727	6259	6259
6260	41727	6260	6260
6261	42727	6261	6261
6262	43727	6262	6262
6263	44727	6263	6263
6264	45727	6264	6264
6265	46727	6265	6265
6266	47727	6266	6266
6267	48727	6267	6267
6268	49727	6268	6268
6269	50727	6269	6269
6270	51727	6270	6270
6271	52727	6271	6271
6272	53727	6272	6272
6273	54727	6273	6273
6274	55727	6274	6274
6275	56727	6275	6275
6276	57727	6276	6276
6277	58727	6277	6277
6278	59727	6278	6278
6279	60727	6279	6279
6280	61727	6280	6280
6281	62727	6281	6281
6282	63727	6282	6282
6283	64727	6283	6283
6284	65727	6284	6284
6285	66727	6285	6285
6286	67727	6286	6286
6287	68727	6287	6287
6288	69727	6288	6288
6289	70727	6289	6289
6290	71727	6290	6290
6291	72727	6291	6291
6292	73727	6292	6292
6293	74727	6293	6293
6294	75727	6294	6294
6295	76727	6295	6295
6296	77727	6296	6296
6297	78727	6297	6297
6298	79727	6298	6298
6299	80727	6299	6299
6300	81727	6300	6300
6301	82727	6301	6301
6302	83727	6302	6302
6303	84727	6303	6303
6304	85727	6304	6304
6305	86727	6305	6305
6306	87727	6306	6306
6307	88727	6307	6307
6308	89727	6308	6308
6309	90727	6309	6309
6310	91727	6310	6310
6311	92727	6311	6311
6312	93727	6312	6312
6313	94727	6313	6313
6314	95727	6314	6314
6315	96727	6315	6315
6316	97727	6316	6316
6317	98727	6317	6317
6318	99727	6318	6318
6319	100727	6319	6319

29

29

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Prétest

Représentation des nombres avec les objets

- 2 nombres à 2 chiffres
- 2 nombres à 3 chiffres

3 mesures

- Représentation
- Interprétation



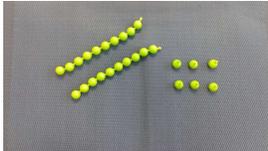
30

30

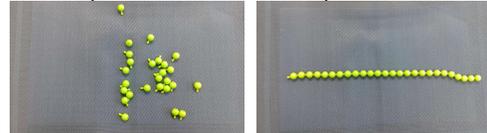
Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Réponse correcte



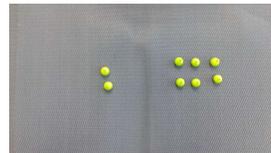
Réponse quantitativement correcte mais valeur positionnelle non respectée



Erreur qui respecte la valeur positionnelle



Erreur qui ne respecte pas la valeur positionnelle



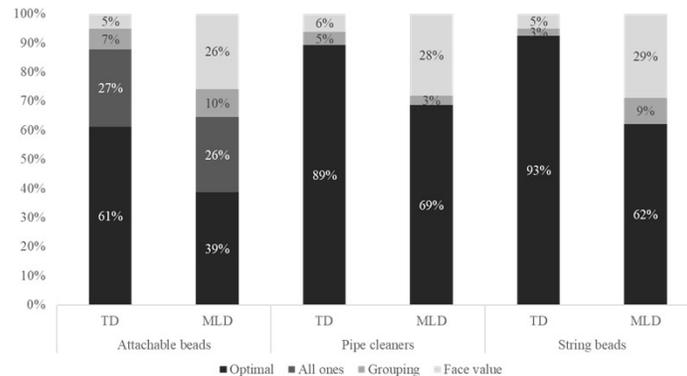
31

31

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Prétest



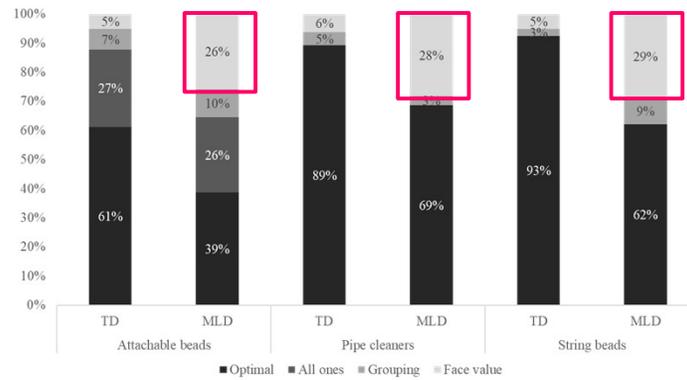
32

32

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Prétest



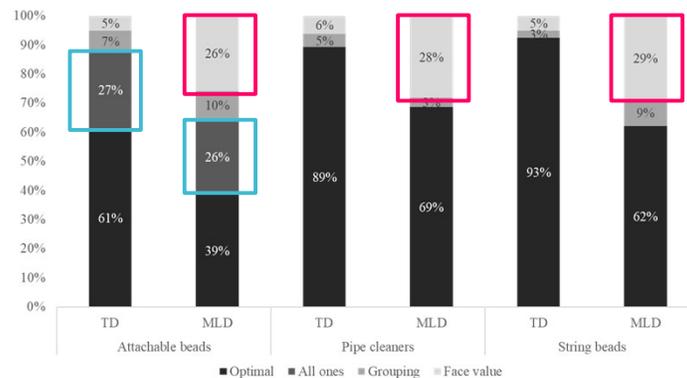
33

33

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Prétest



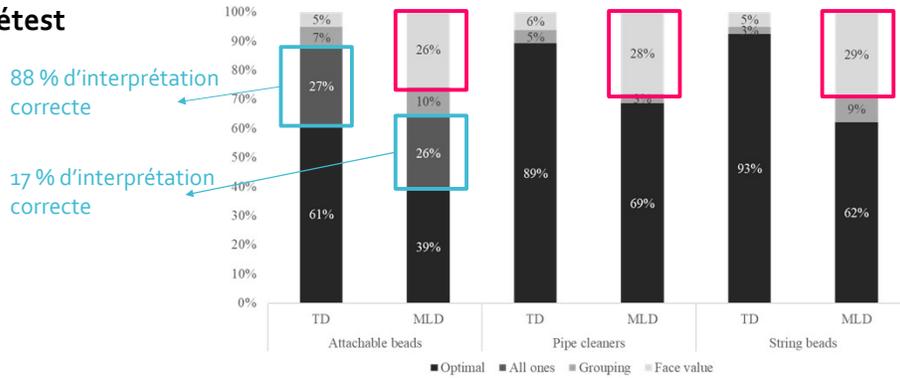
34

34

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Prétest



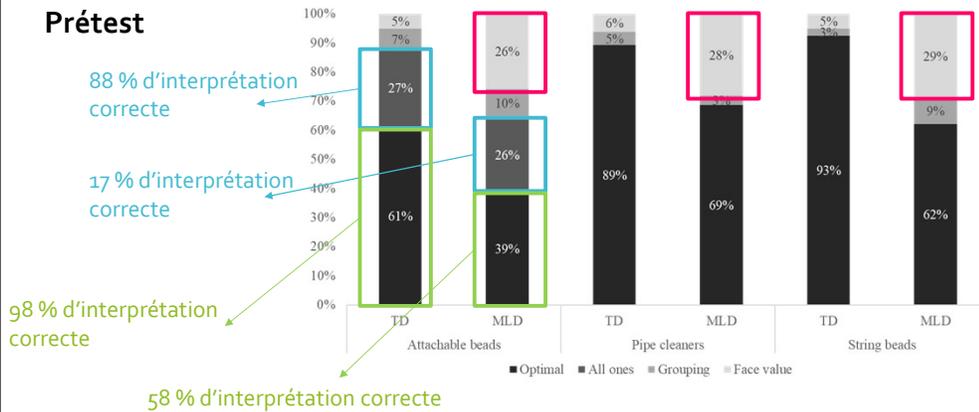
35

35

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Prétest



36

36

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Prétest

→ Sans guidance explicite, les enfants utilisant un matériel qui ne rend pas visible la structure du nombre sont en difficulté, particulièrement les enfants TAM

→ // Théorie développementale : transparence entre symbole (objet) et concept

37

37

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Intervention

- Objectif: Compréhension de la structure (valeur positionnelle) des nombres
- Activité: Représentation et Décomposition de nombres avec les objets
- Modalité:
 - 15-30 minutes
 - Individuel
 - Explicite : Modeling, Pratique guidée, Feedback, Opportunité de pratique
 - Avec nombres à 2 ou 3 chiffres (selon groupe et prétest)

38

38

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Posttest

Représentation des nombres avec les objets

- 2 nombres à 2 chiffres
- 2 nombres à 3 chiffres

2 mesures

- Représentation
- Interprétation



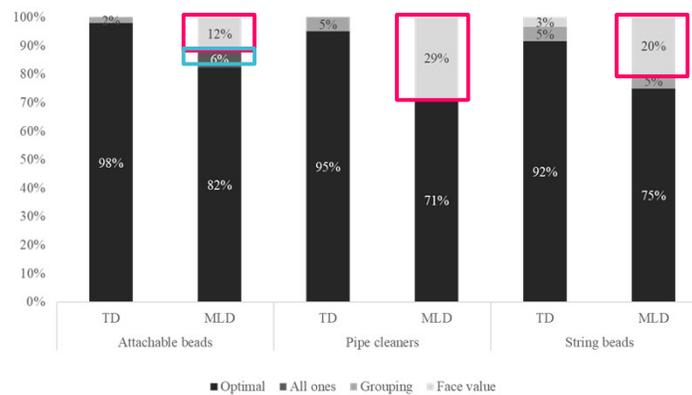
39

39

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Posttest



40

40

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Posttest

→ Après intervention explicite, les enfants utilisant un matériel qui ne rend pas visible d'emblée la structure du nombre mais nécessite de construire le matériel font les meilleurs gains, même les enfants TAM

→ // Théorie de la cognition incarnée : expérience

41

41

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Transfert

Représentation des nombres avec les objets

- 2 nombres avec les autres objets

2 mesures

- Représentation
- Interprétation



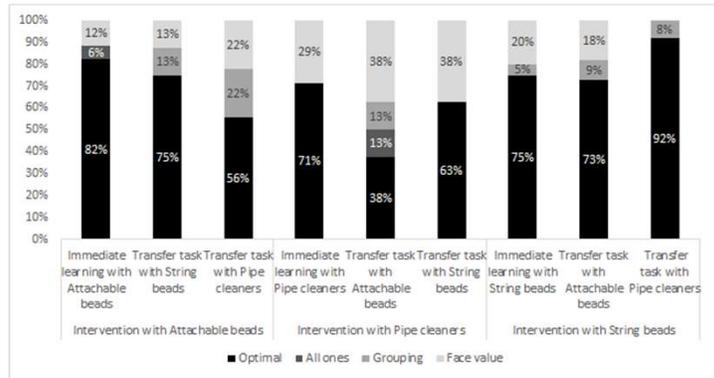
42

42

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Transfert



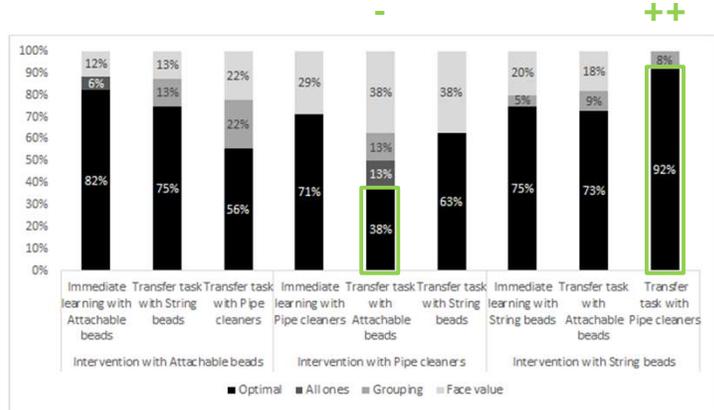
43

43

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Transfert



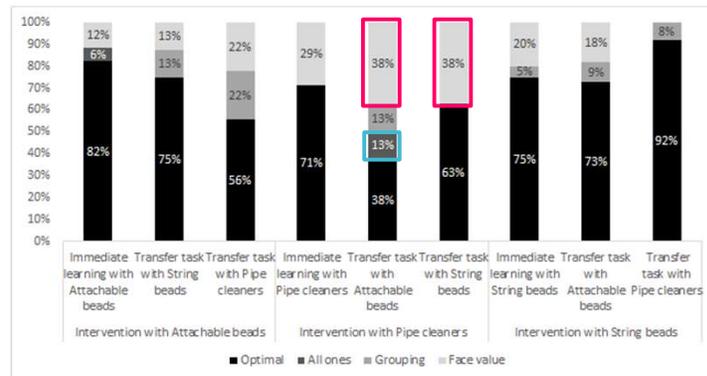
44

44

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Transfert



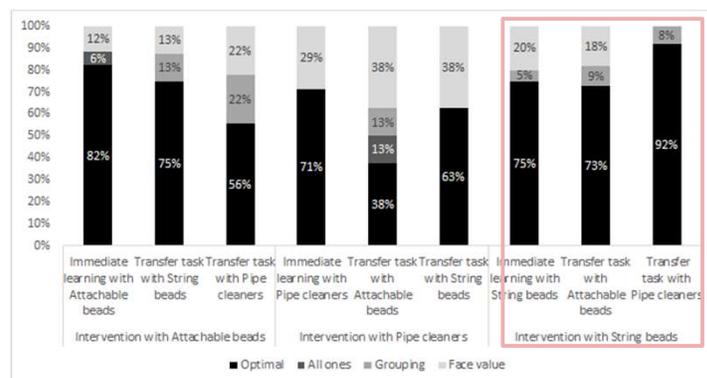
45

45

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Transfert



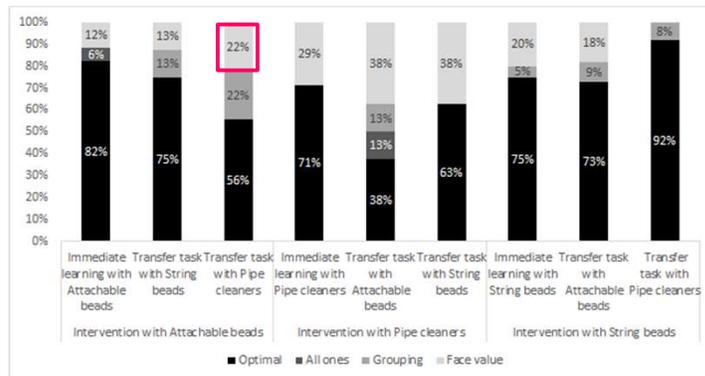
46

46

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Transfert



47

47

Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets

Lafay et al. (2019, 2020, sous presse)

Transfert

- Après intervention explicite, les enfants qui font le meilleur transfert sont ceux qui utilisent un matériel très similaire pendant l'intervention et la tâche de transfert.
- Après intervention explicite, les enfants qui font le moins bon transfert sont ceux utilisant un matériel qui rend visible le système (groupe seulement) : il ne permettrait pas de comprendre le système (utilisation procédurale).

→ // Théorie de l'analogie (ressemblance)

48

48

Plan de la présentation

1. Théories explicatives
2. Efficacité de la manipulation d'objets
3. Facteurs de l'efficacité de la manipulation d'objets
4. **Conclusion**



49

49

En résumé

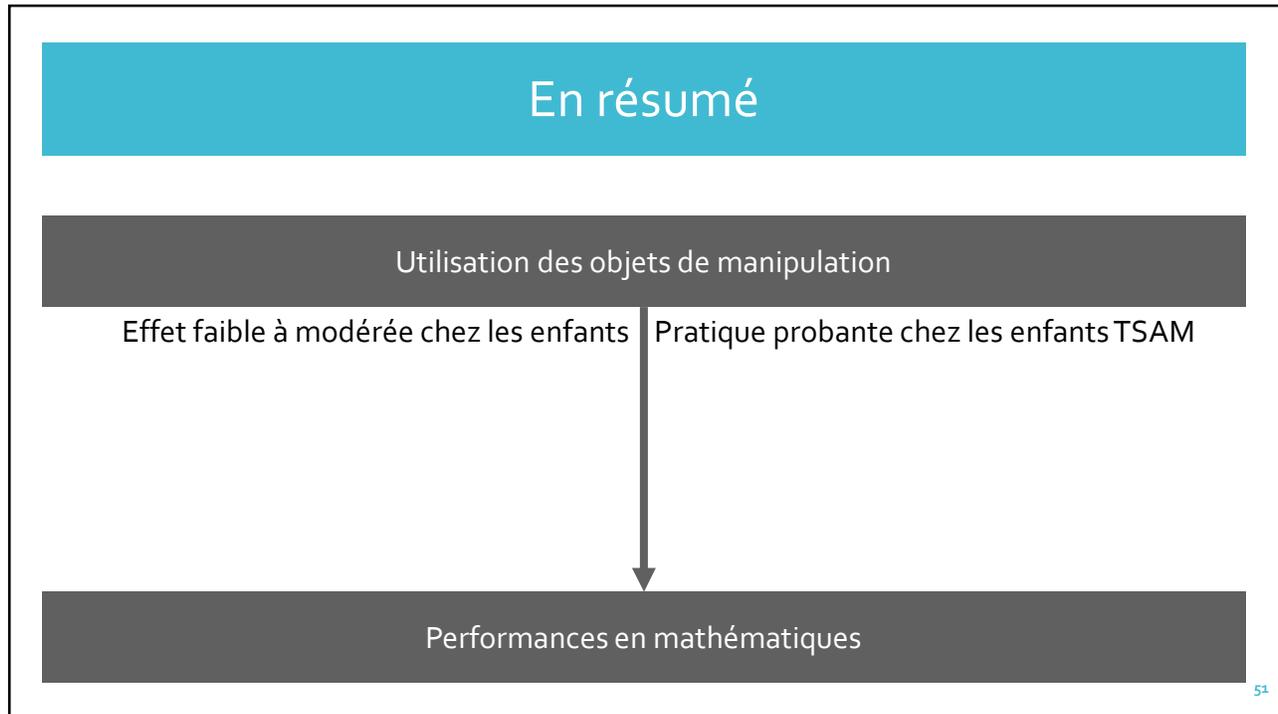
Utilisation des objets de manipulation



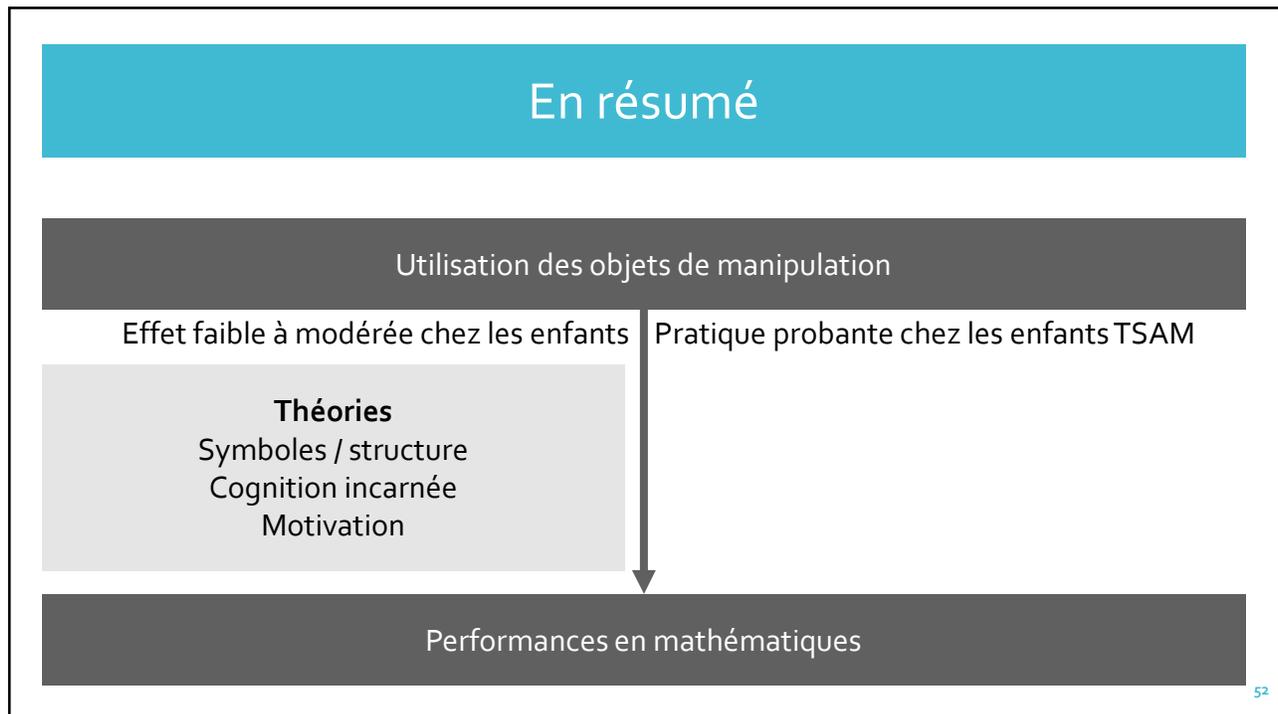
Performances en mathématiques

50

50



51



52

En résumé

Utilisation des objets de manipulation

Effet faible à modérée chez les enfants

Théories
Symboles / structure
Cognition incarnée
Motivation

Pratique probante chez les enfants TSAM



Modération de l'effet par :

- Concepts mathématiques ciblés
- Affordances des objets
- Condition d'utilisation
- Caractéristiques des enfants



Performances en mathématiques

53

53

Remerciements

Helena P. Osana, PhD
Assistant·e-s de recherche et étudiant·e-s
Écoles et participant·e-s
Organismes subventionnaires



Social Sciences and Humanities
Research Council of Canada

Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada



54

54