

Comment les logiciels pédagogiques peuvent-ils faciliter l'évaluation et l'entraînement à la lecture et au calcul ?

Stanislas Dehaene, Collège de France



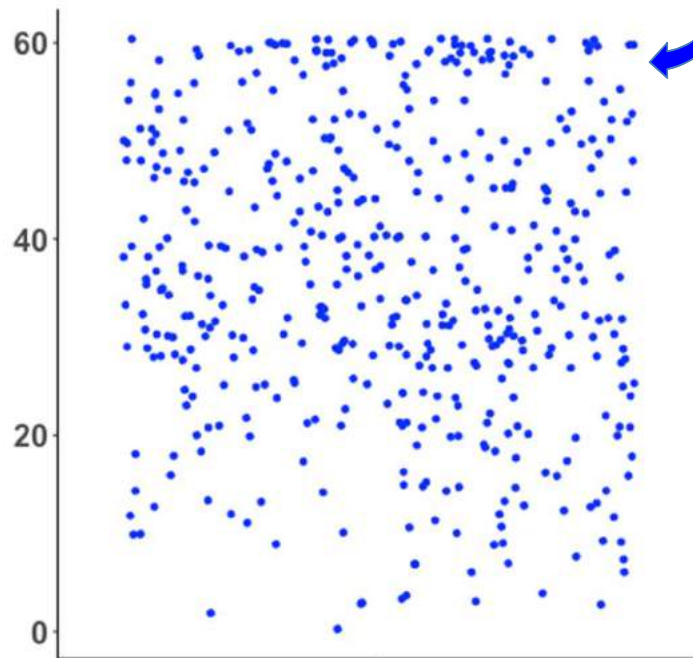
Deux usages du numérique :

1. Mesurer finement les performances des enfants
2. Proposer des jeux pédagogiques qui font progresser les enfants



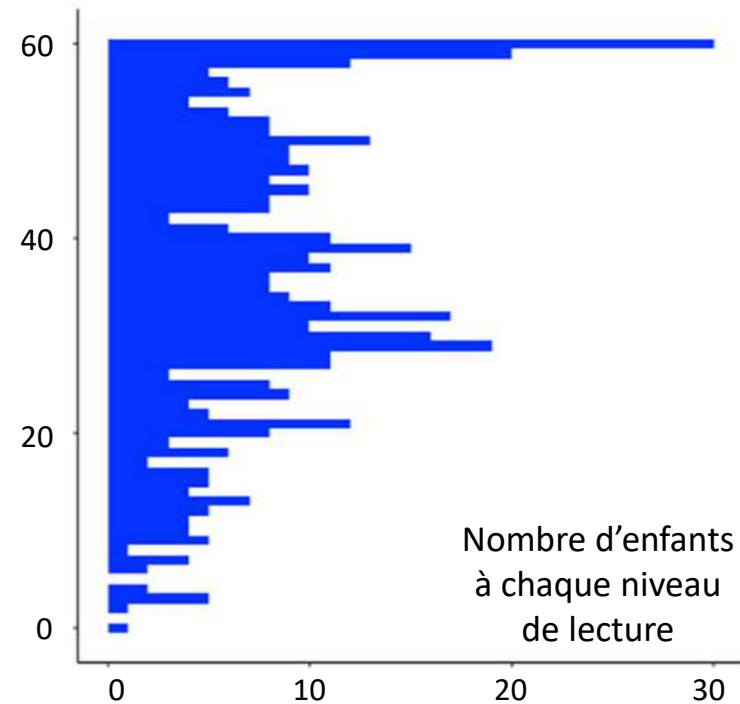
Exemple 1: Evaluer le niveau de lecture: ... pas besoin d'informatique!

Nombre de mots
lus en une minute



où	la	au	tu
il	été	on	mur
Arrêter si l'élève a lu moins de 4 mots et entourer le X.			
sur	qui	vélo	par

Distribution du nombre de mots lus en une minute



11% des enfants ne parviennent pas à lire plus de 15 mots en une minute
Comme dans PISA: la moyenne est honnête, mais l'écart-type est **inacceptable** !
Environ 40% de cette variance est prévisible sur la base des tests en début de CP

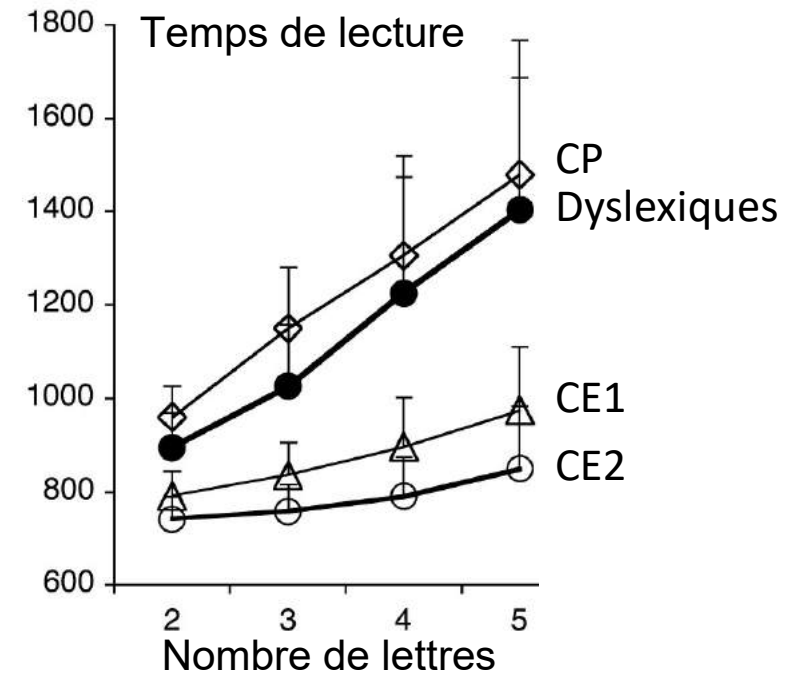
Exemple 1: Mesurer l'automatisation de la lecture

Au début de l'apprentissage de la lecture, l'enfant retient les correspondances graphème-phonème sous forme de règles explicites, et applique ces connaissances une par une lorsqu'il lit un mot.

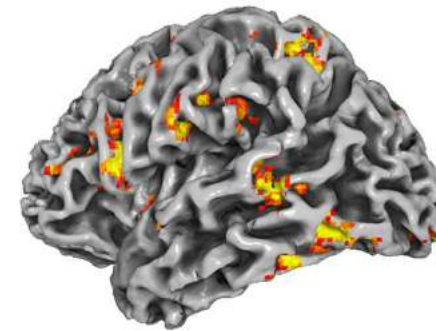
Par la suite, le décodage devient de plus en plus routinier et fondé sur des connaissances implicites, rapides et non-conscientes.

Cette automatisation est essentielle:

Lorsque la lecture devient fluide et automatique, l'enfant cesse de se concentrer sur le décodage et peut mieux réfléchir au sens du texte.



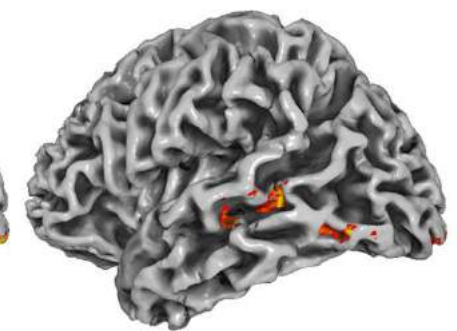
Fin de CP



Lecture avec effort

Réseau pariétal et frontal
de l'attention spatiale et exécutive

Fin de CE1



Lecture automatisée

Circuit spécialisé
et restreint

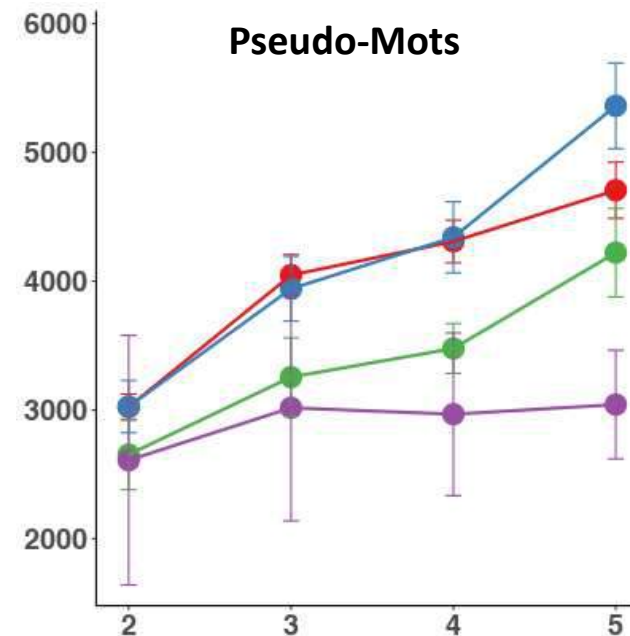
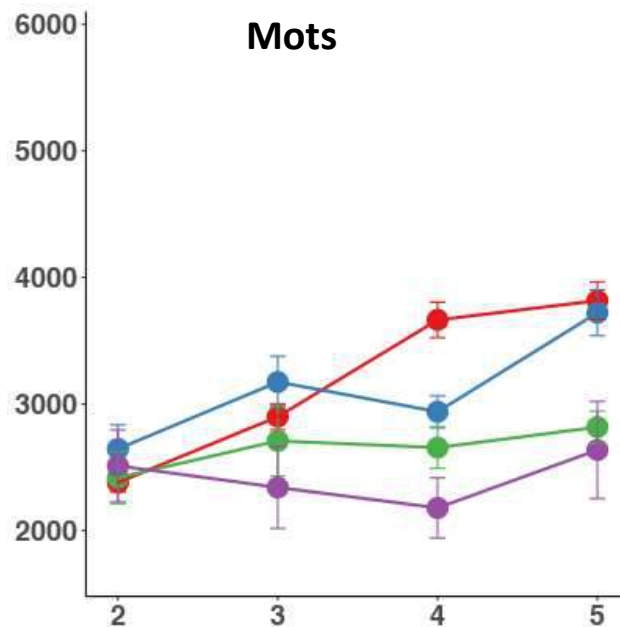
Exemple 1: Mesurer l'automatisation de la lecture

Peut-on mesurer la vitesse de lecture subrepticement, tout en jouant?

Le logiciel « ELAN pour la lecture » mesure la vitesse avec laquelle l'enfant décide qu'un mot existe ou pas en français



temps de réponse
(millisecondes)



Tests successifs
à mesure que
l'enfant joue à
ELAN

- 1
- 2
- 3
- 4

Exemple 2: Mesurer la compréhension des nombres

Grâce à la tablette, nous pouvons mesurer, non seulement la vitesse d'une décision, mais également toutes ses étapes intermédiaires.



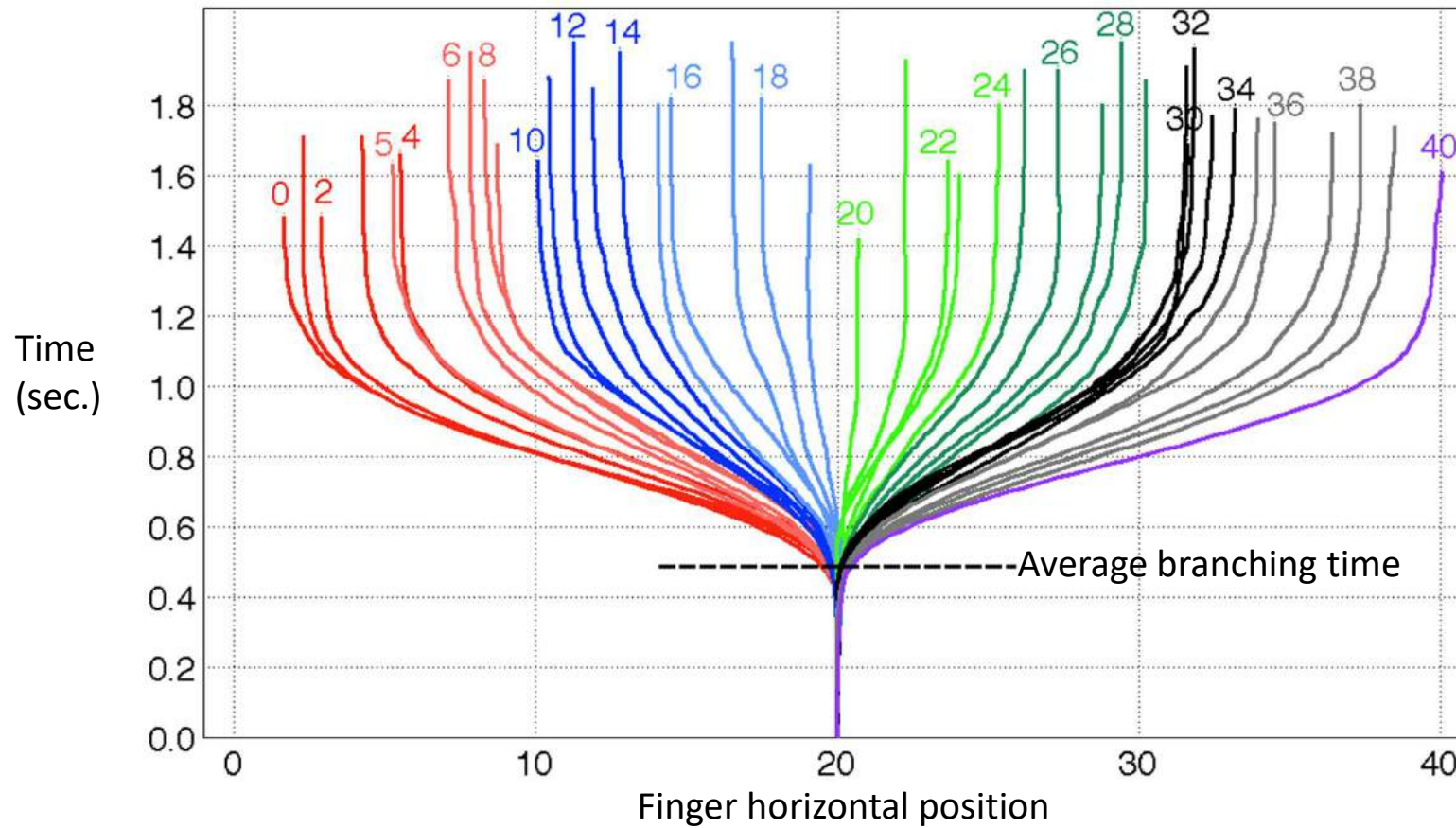
Dror Dotan

La direction du doigt indique la décision actuelle.

La vitesse indique la confiance dans cette décision.

Les étapes de la tâche de ligne numérique

La dynamique d'un jugement numérique



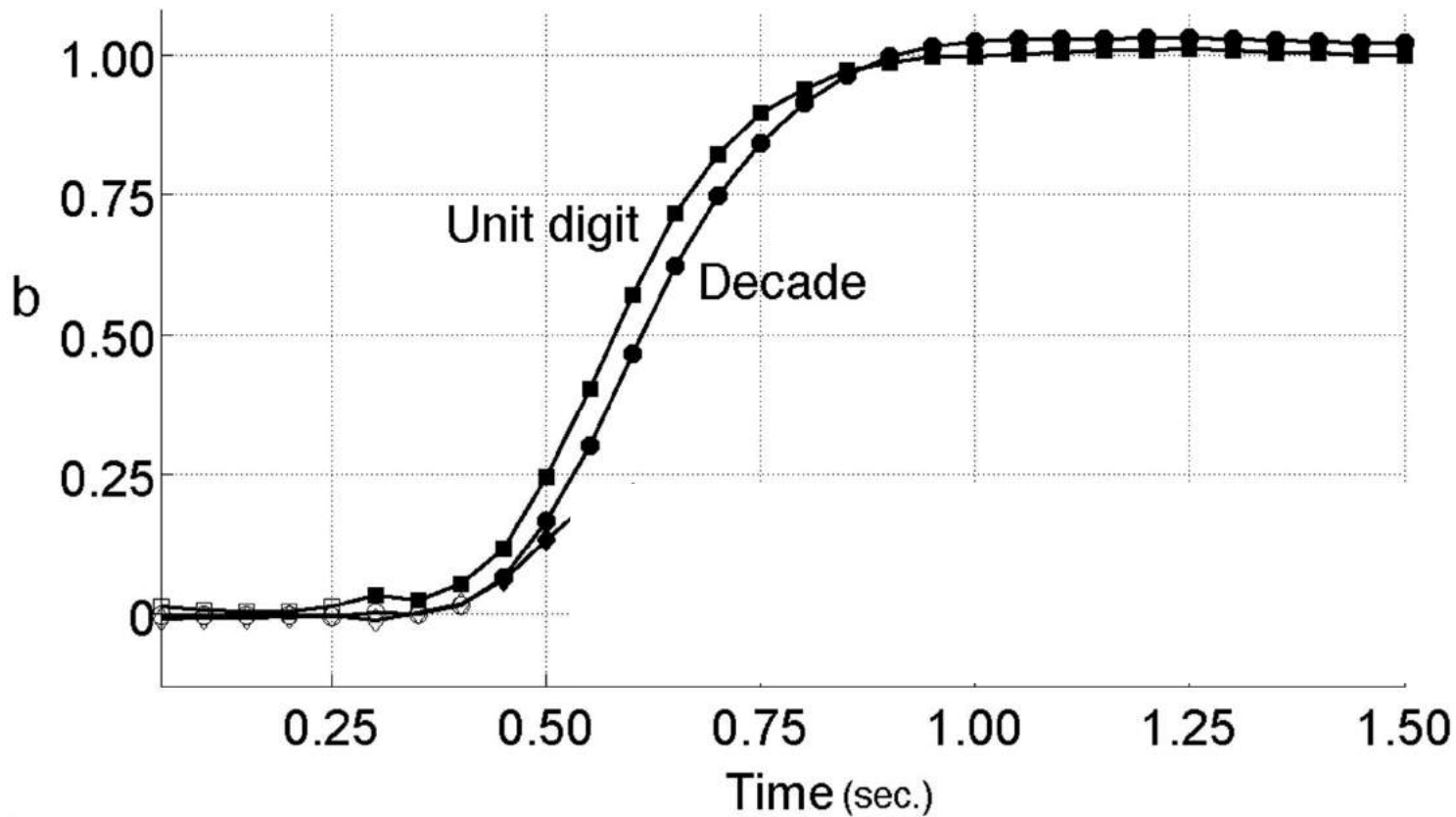
Les étapes de la tâche de ligne numérique

Chez l'adulte :

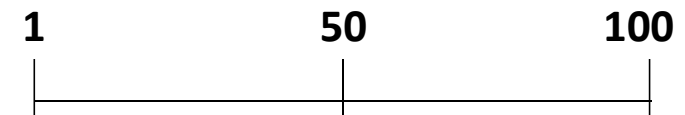
Les unités et les dizaines sont traitées quasi-simultanément → Reconnaissance efficace des nombres à plusieurs chiffres

On observe un effet transitoire du logarithme du nombre → représentation approximative des quantités

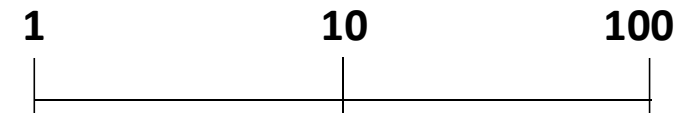
Cet effet logarithmique est bien plus soutenu chez l'enfant → mesure de la compréhension de la ligne numérique



Chez l'adulte :



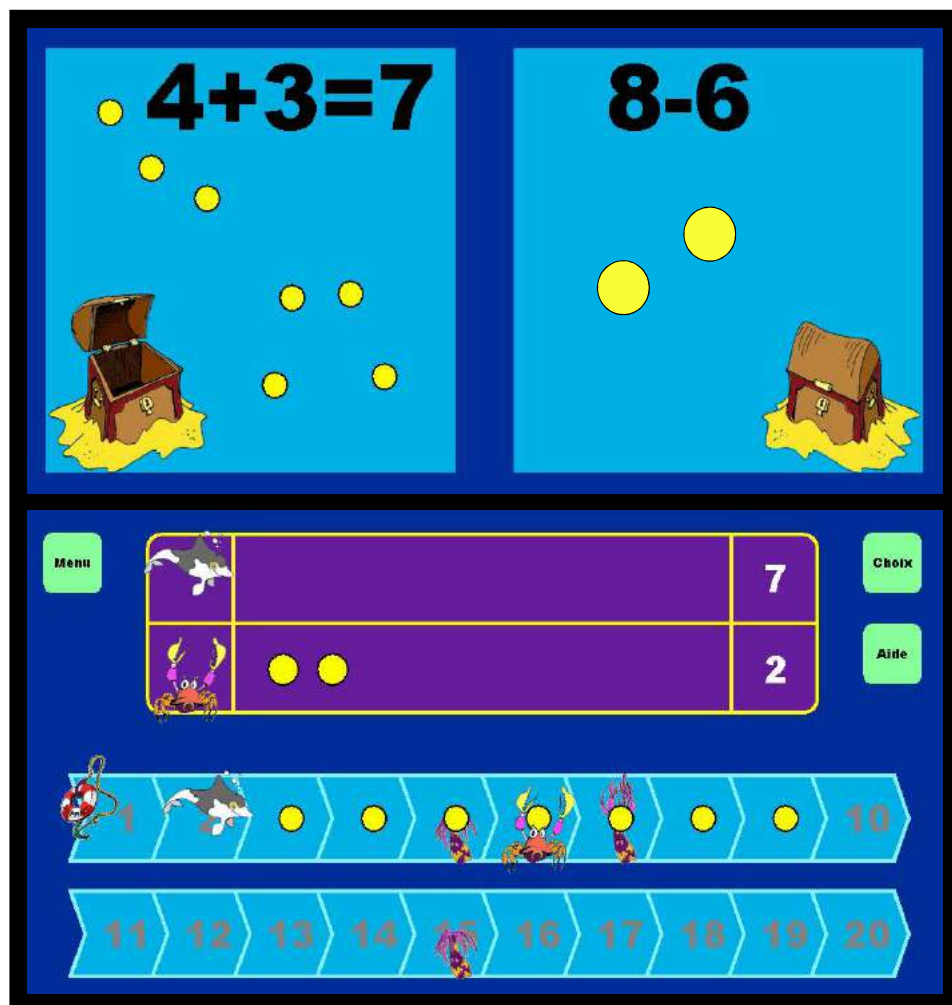
Chez le petit enfant,
et l'adulte non-éduqué



*La tablette,
source d'avancées pédagogiques*



Deux logiciels pour aider les enfants en arithmétique



La course aux nombres

(Avec Anna Wilson et l'OCDE)

Principes

- Rendre les quantités numériques plus concrètes et tangibles
- Renforcer les liens entre nombres, espace, mots, et symboles
- Augmenter la motivation des enfants
- Maintenir un niveau de difficulté soutenu, mais pas inaccessible

www.LaCourseAuxNombres.com

Deux logiciels pour aider les enfants en arithmétique

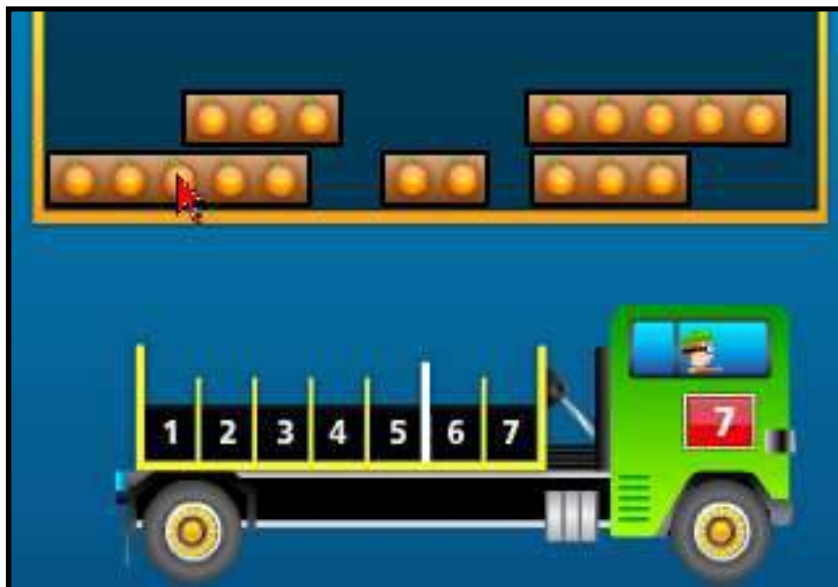


L'attrape-nombres

(Avec Dror Dotan et la Fondation Bettencourt-Schueller)

- Nombres à deux chiffres
- Rendre concrets les principes de la base 10
- Automatiser la connaissance des additions et notamment du complément à 10

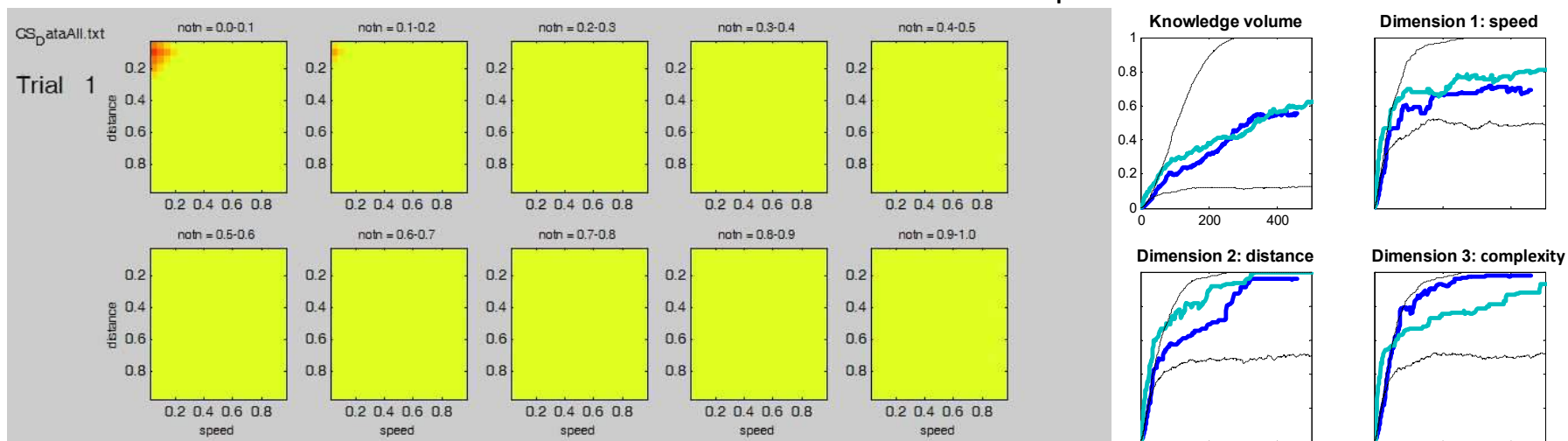
www.AttrapeNombres.com



Des logiciels qui modélisent les compétences des enfants

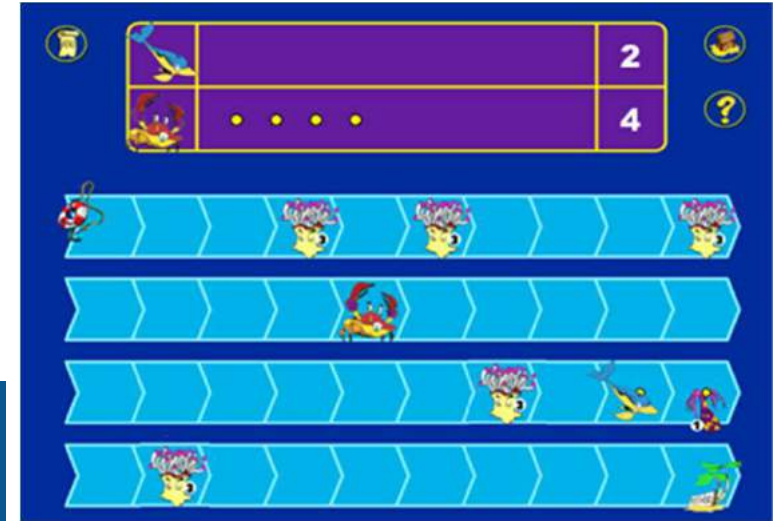
- Le logiciel La Course Aux Nombres fait varier la difficulté selon trois axes:
 - Distance entre les nombres à comparer
 - Vitesse maximale de réponse
 - Complexité: nuages de points, chiffres arabes, additions, soustractions

Les connaissances de l'enfant sont modélisées dans cet espace à trois dimensions:

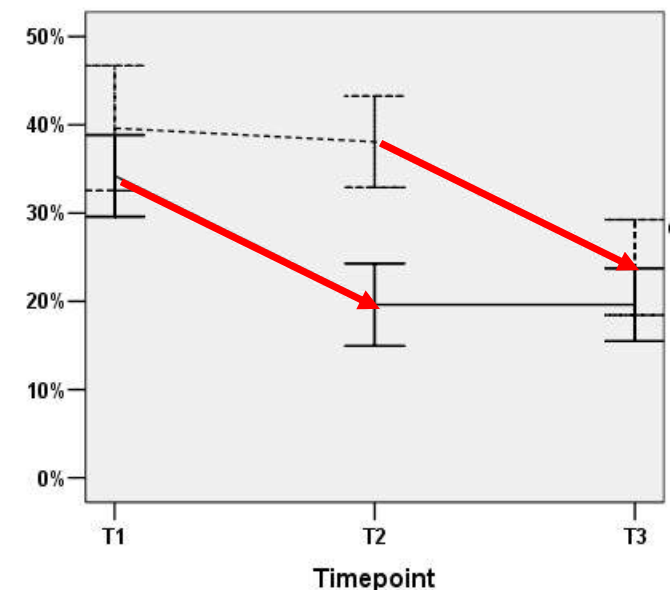


Cette modélisation permet d'ajuster la difficulté et de présenter des problèmes qui conduisent à 75% de réussite

Vérifier l'efficacité dans des études randomisées



La comparaison des nombres s'améliore:



▼ The Number Race has been scientifically tested

Overall, scientific results on the efficacy of The Number Race suggest that the software does have an impact on core numerical processing. However, it is important to note that the software only covers a small area of the math curriculum, so the impact is limited in scope, especially for older children. Therefore it is important that the software be used in conjunction with other remediation activities.

The efficacy of version 2.0 of The Number Race has been tested in several studies, and some of them have already been published:

- Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). [An open trial assessment of "the number race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia](#). *Behavioral and Brain Functions*, 2 (20). A 4-month open-trial study, in which we examined whether a group of 9 children aged 7-9 with mathematical learning difficulties showed improvement in basic numerical cognition tasks after 5 weeks of using the software for 2 hours a week. The children improved in small number perception, comparison, and simple arithmetic (subtraction).
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Dubois, O., & Fayol, M. (2009). [Effects of an Adaptive Game Intervention on Accessing Number Sense in Low-Socioeconomic-Status Kindergarten Children](#). *Mind, Brain and Education*, 3 (4), 224-234. This study was a cross-over design which used a control software. The sample was 53 kindergarten children of low SES. The results showed clear cross-over effects in symbolic and cross-format (e.g., digits to dots) numerical comparison tasks.
- Räsänen, P., Salminen, J., Wilson, A. J., Aunio, P., & Dehaene, S. (2009). [Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills](#). *Cognitive Development*, 24, 450-472. This study, conducted in Finland with kindergarten children with low numeracy, compared the effects of The Number Race to a those of a different math remediation software (Graphogame), which also focuses on numerical comparison and matching number symbols to quantities. Both softwares yielded similar improvement in simple arithmetic, but the improvement did not hold over time. The results showed that both software packages were effective in increasing numeracy in at-risk kindergarten children, but neither of these softwares is a "quick fix" and they should be used in conjunction with other techniques.

ELAN pour la Lecture

Un Projet Investissements d'Avenir Développement de
l'Economie Numérique



Une suite de jeux sur tablette qui rassemble l'ensemble des idées qui ont **fait leurs preuves en sciences cognitives** de la lecture :

- **Enseignement explicite et systématique du code alphabétique**, avec des jeux pour renforcer les correspondances graphèmes-phonèmes et leur automatisation
- De multiples jeux pour un engagement actif, avec un maximum d'attention et de plaisir, qui s'adaptent au niveau de l'enfant et nous permettent de suivre les progrès de l'élève



ELAN pour la lecture



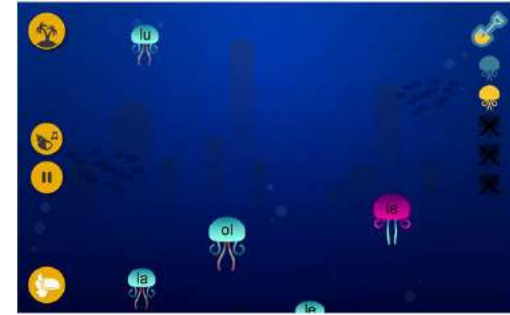
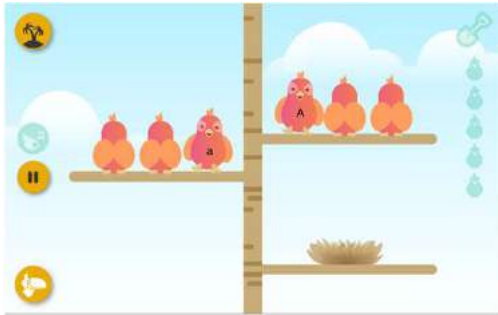

manzalab
SERIOUS GAME



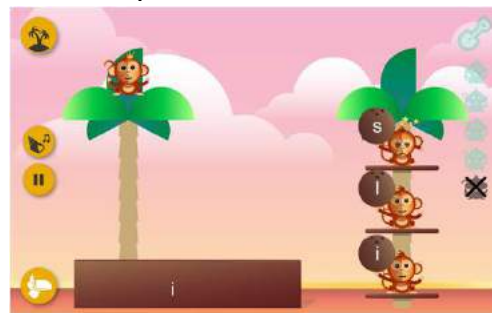
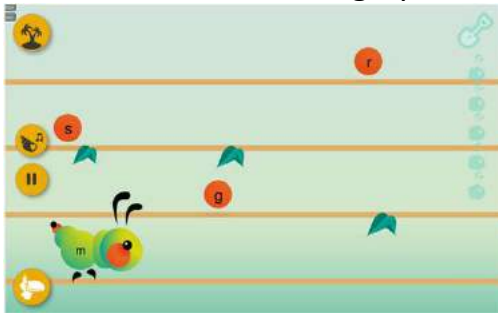

Instituts
thématiques
Inserm
Institut national
de la santé et de la recherche médicale



- Des jeux **syllabiques et phonologiques** pour automatiser la reconnaissance des correspondances Graphèmes – Phonèmes.



- Des jeux de **dictée de mots** qui focalisent l'attention sur la lecture de la gauche vers la droite et mettent l'attention sur l'emplacement de chaque son dans un mot et sur le graphème qui lui correspond.



- Des jeux pour la **lecture des phrases courtes ... avec des textes 100% décodables !**



ELAN – La pédagogie

Chaque **correspondance graphème – phonème** est enseignée en trois étapes pour un apprentissage explicite.

1) Visualiser la Prononciation
du Graphème



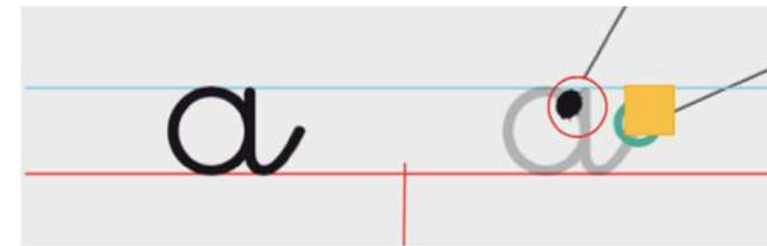
La vision influence la perception du son. Il est donc important pour l'enfant de 'voir' comment on prononce chaque graphème.

2) Illustrer le son dans un mot



Plusieurs études ont pu montrer les bénéfices d'une aide mnémorique (de Graaff, Bosman, Hasselman et Verhoeven 2009).

3) Ecrire le graphème



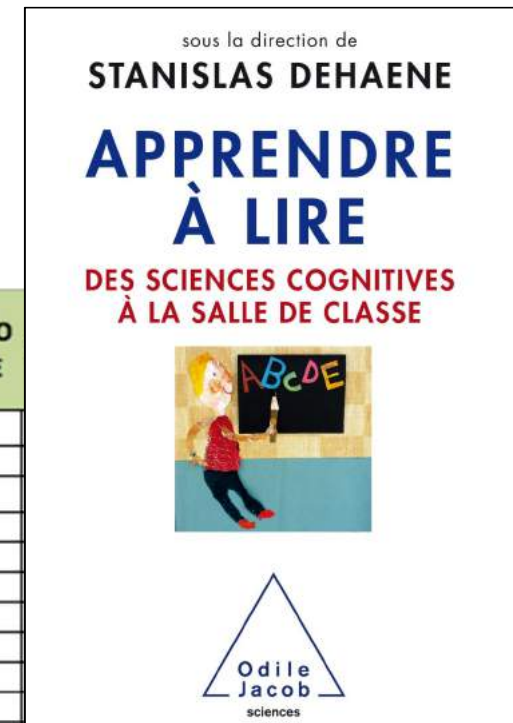
L'écriture joue un rôle dans la reconnaissance des lettres et aide les enfants à apprendre les lettres par leur forme (Boisferon, Bara, Gentaz et Colé, 2007)

La Progression Pédagogique

ELAN s'appuie sur une progression systématique fondée sur les statistiques du français (Lété, Sprenger-Charolles, Colé 2004)

1. Enseignement explicite du code alphabétique (méthode « phonique »)
 2. Progression rationnelle
 3. Apprentissage actif associant lecture et écriture
 4. Automatisation: Transfert de l'explicite vers l'implicite
 5. Choix rationnel des exemples et des exercices
- Tous les mots sont décodables, ils n'utilisent que les correspondances graphème-phonème acquises à un moment donné.
6. Engagement actif, attention, et plaisir
 7. Adaptation au niveau de l'enfant

graphie	phone	ile	BILAN	lecon	ORTHO								
me	me				CIBLE								
A, a	a												
		1	1	1	a								
E, é	e												
		1	1	2	é								
I, i	i												
		1	1	3	i								
O, o	o												
		1	1	4	o								
		1	1	4	io								
		1	1	4	ia								
		1	1	4	éa								
		1	1	4	éo								
						syl	ea	(é-e;a-a)	2	2			
						syl	eo	(é-e;o-o)	2	2			
U, u	y												
		1	1	5	u	syl	y	(y-i)	1	1			
		1	1	5	ui	syl	8	(ui-8)	2	1			
		1	1	5	ué	syl	ye	(u-y.é-e)	2	2			
E, e	*												
		1	1	6	e	syl	*	(e-*)	1	1			
Y, y	i												
		1	1	7	y	mot	i	(y-i)	1	1			
L, l	l												
		2	2	8	le	mot	l*	(l-l.e-*)	2	2			
		2	2	8	la	mot	la	(l-l.a-a)	2	2			
		2	2	8	il	mot	il	(i-i.l-l)	2	2			
		2	2	8	lui	mot	l8	(l-l.ui-8)	3	3			
		2	2	8	lu	mot	ly	(l-l.u-y)	2	2			
		2	2	8	allé	mot	a.le	a-a;l-l.é-e	4	3			



Les enfants ont travaillé par petits groupes de 6 à 8 enfants en **atelier fond de classe, trois jours par semaine**, pendant **20 minutes** par jour.

Un groupe d'enfants a utilisé « ELAN pour la lecture » dès le début de CP

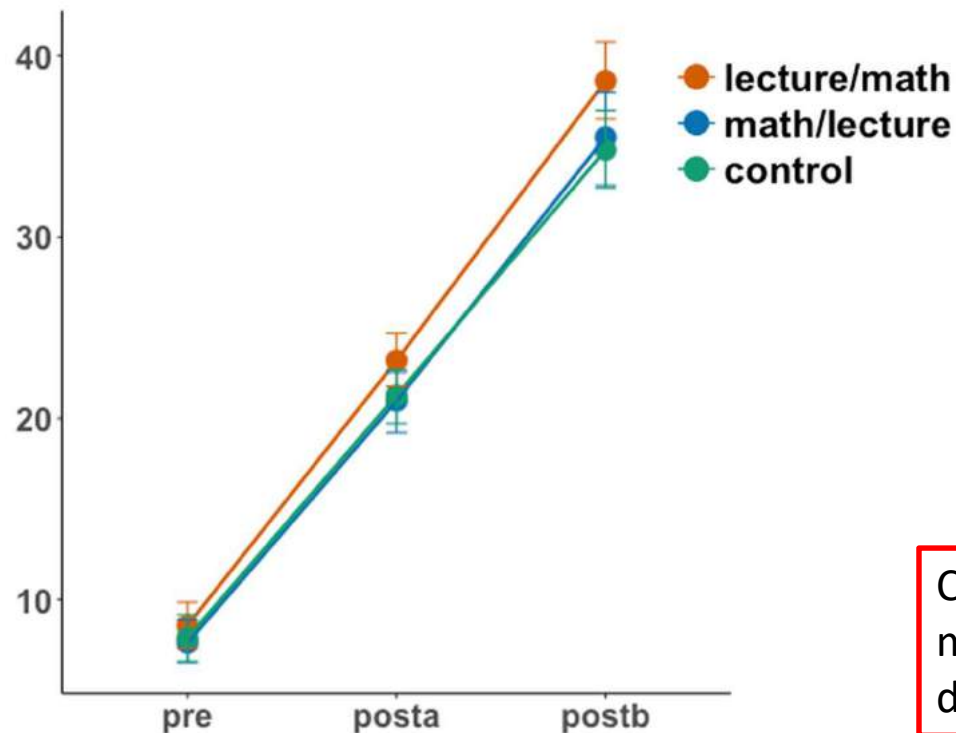
Deux groupes de contrôle

- Logiciel de mathématiques (puis Elan en seconde moitié d'année)
- Pas de logiciel



Lecture de mots et de pseudo-mots en une minute

Nombre de mots ou de pseudomots lus



Interaction entre groupe x test

2 group (intervention) x 3 tests, $F(2, 364) = 1.771$, $p = 0.172$

3 group (intervention et le control) x 3 tests, $F(4, 608) = 2.03$, $p = 0.051$

où	la	au	tu
il	été	on	mur
Arrêter si l'élève a lu moins de 4 mots et entourer le X.			
sur	qui	vélo	par

Prétest - $F(1, 303) = 0.639$, $p = 0.528$

Post A

lecture/math vs math/lecture: $F(1, 181) = 3.82$, $p = 0.052$

lecture/math vs control: $F(1, 214) = 4.708$, $p = 0.031$

math/lecture vs control: $F(1, 210) = 0.023$, $p = 0.881$

Post B

lecture/math vs math/lecture: $F(1, 181) = 2.16$, $p = 0.143$

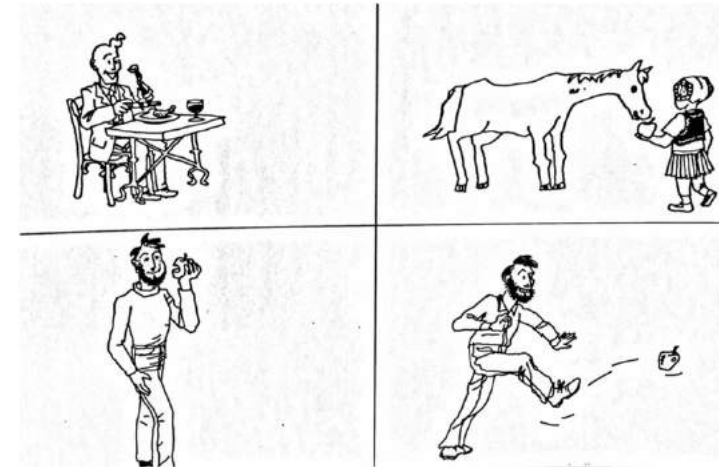
lecture/math vs control: $F(1, 214) = 7.518$, $p = 0.006$

math/lecture vs control: $F(1, 210) = 0.959$, $p = 0.329$

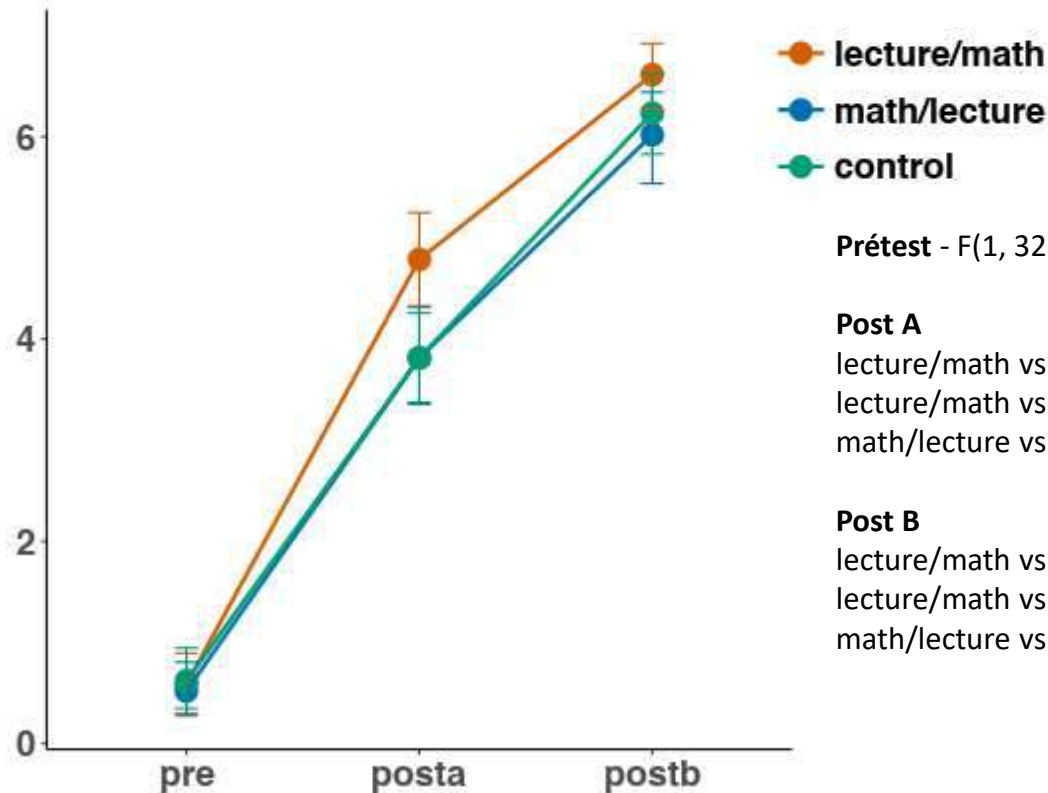
Conclusion: tous les enfants progressent en décodage, mais le logiciel ELAN aide un peu, lorsqu'il est donné en début de CP.

Compréhension syntaxico-sémantique

L'homme mange une pomme



Nombre de réponses correctes (sur 8)



Prétest - $F(1, 326)=0.135, p= 0.873$

Post A

lecture/math vs math/lecture: $F(1, 203)=8.95, p=0.003$

lecture/math vs control: $F(1, 225)=9.54, p= 0.002$

math/lecture vs control: $F(1, 223)=0.00, p= 0.998$

Post B

lecture/math vs math/lecture: $F(1, 203)= 4.94, p= 0.027$

lecture/math vs control: $F(1, 225)=2.39, p= 0.123$

math/lecture vs control: $F(1, 223)=0.58, p= 0.447$

Interaction entre groupe x test

2 group (intervention) x 3 tests , $F(2, 408)= 3.13, p= 0.045$

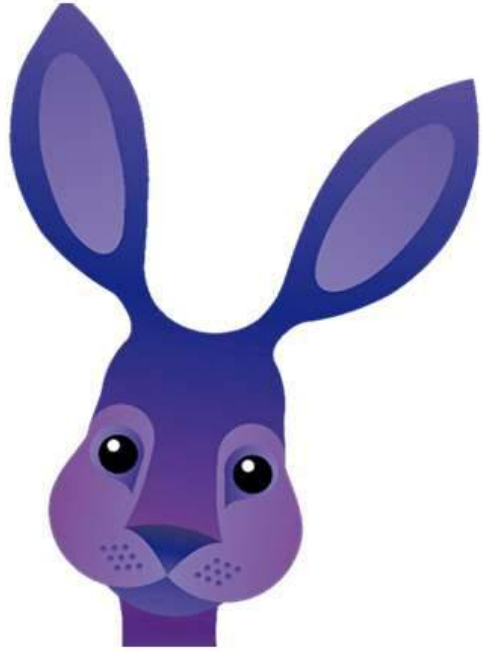
3 group (intervention et le control) x 3 tests, $F(4, 654)= 2.437, p=0.05$

Conclusion:

Net progrès en compréhension!

Seulement pour les élèves qui ont eu ELAN en début de CP.

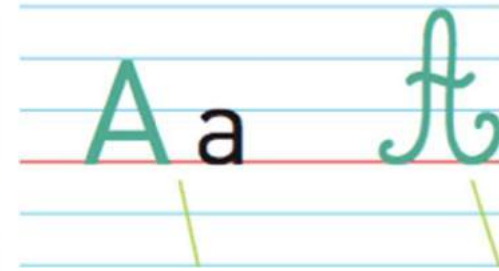
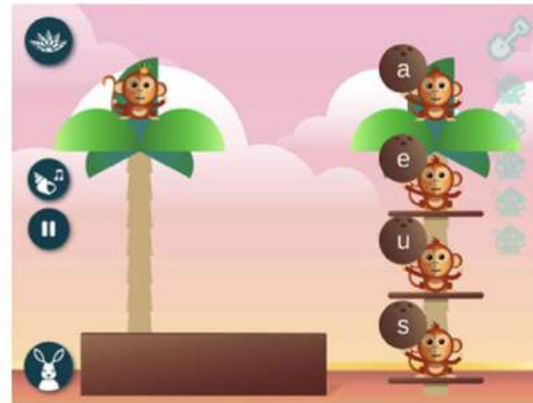
Projet LUDO : Apprentissage Ludique des Chiffres et des Lettres



en partenariat avec les académies de Nice et de Poitiers



- **Adaptation** en français des jeux que nous avons développés aux enfants de Grande Section de maternelle en France.
- **Expérimentation** dans ces deux sites.
- **Communication *open source*** du logiciel et de ses résultats, afin de faciliter la formation de nouveaux enseignants et la diffusion à d'autres académies.



Merci à tous nos collègues!



Anna Wilson
Programmeur de La
Course Aux Nombres



Dror Dotan
Programmeur de
L'attrape-Nombres



Cassandra Potier Watkins,
Chef de projet ELAN et LUDO



Juan Valle Lisboa & Alejandro Maiche,
Uruguay (Ceibal, OLPC)



Clément Merville, Vincent Berlioz et Julien Caporal
Société Manzalab



Sid Kouider



Dominique Quéré
DANE Académie de Poitiers



Ghislaine
Dehaene-Lambertz

