

Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task[△]

Nataliya Kosmyna ¹

MIT Media Lab
Cambridge, MA

Eugene Hauptmann

MIT
Cambridge, MA

Ye Tong Yuan

Wellesley College
Wellesley, MA

Jessica Situ

MIT
Cambridge, MA

Xian-Hao Liao

Mass. College of Art
and Design (MassArt)
Boston, MA

Ashly Vivian Beresnitzky

MIT
Cambridge, MA

Iris Braunstein

MIT
Cambridge, MA

Pattie Maes

MIT Media Lab
Cambridge, MA

ChatGPT est-il en train de casser le cerveau humain ?
5 points sur le preprint du MIT sur les effets de l'IA

- Un groupe fait du calcul mental
- Un groupe fait du calcul avec feuille et stylo
- Un groupe fait du calcul avec une calculatrice

Est ce que vous seriez très surpris si vous disait que le groupe qui a utilisé la calculatrice a fait moins d'effort mental pour calculer et se souvient moins des opérations effectuées ?

L'efficacité de l'IA est guidée par les principes pédagogiques ! Quels impacts sur l'évaluation ?



« Il est facile d'être certain, il suffit pour cela d'être suffisamment vague »

Pierce



- 1 **Introduction**
- 2 **Utile ? Utilisable ? Acceptable ?**
- 3 **Efficacité ?**
- 4 **Un outil pédagogique ?**
- 5 **Les principes d'abord !**
- 6 **Conclusions et Q/R**



Objectifs

- Déconstruire les mythes relatifs au numérique avec nuances
- Donner des exemples de dispositifs numériques efficaces
- Expliquer en quoi un dispositif numérique peut être efficace

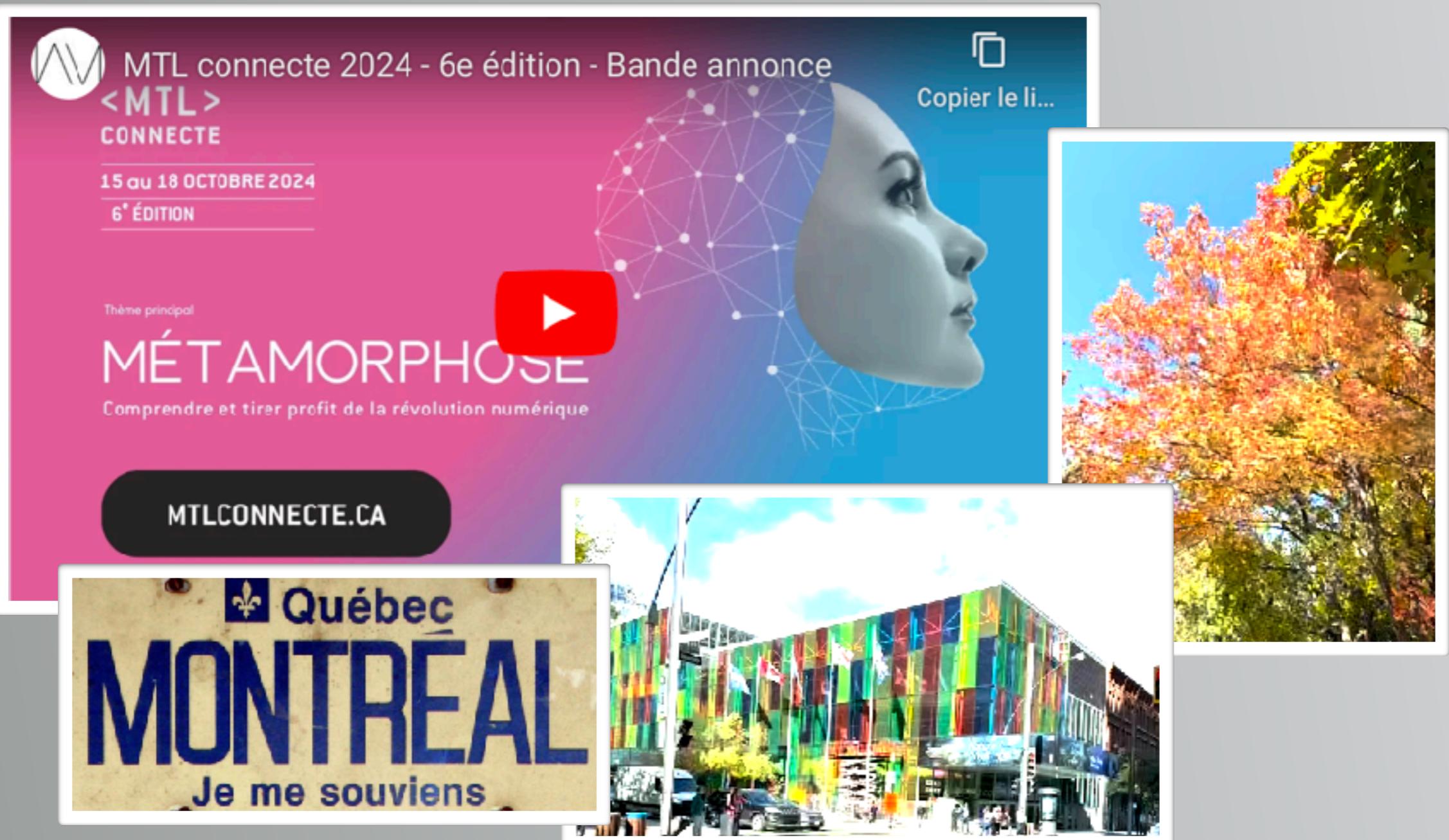
Messages à retenir

- Le numérique n'est pas de la magie
- Le numérique n'est pas efficace intrinsèquement
- Le numérique est au service de principes pédagogiques

1

Introduction

Introduction



Introduction

François Pachet



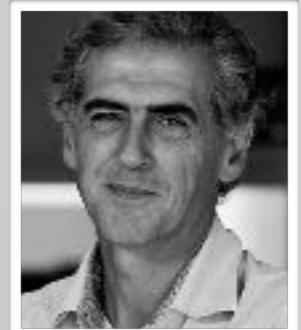
John
Lennon



is a renowned French computer scientist, known for his significant contributions at the intersection of AI and music.



Bersini, 2024



Restauré avec l'IA
par McCartney in
memoriam

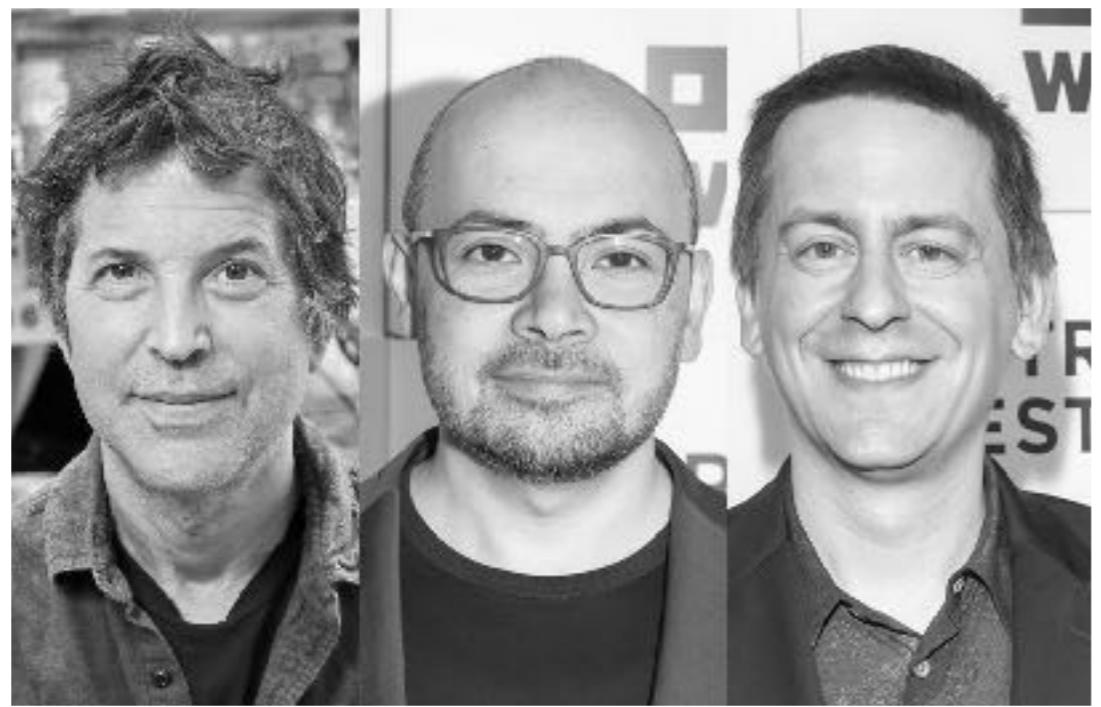


Créé avec l'IA à
partir des « sons »
des Beatles



Introduction

Nobel de Chimie 2024

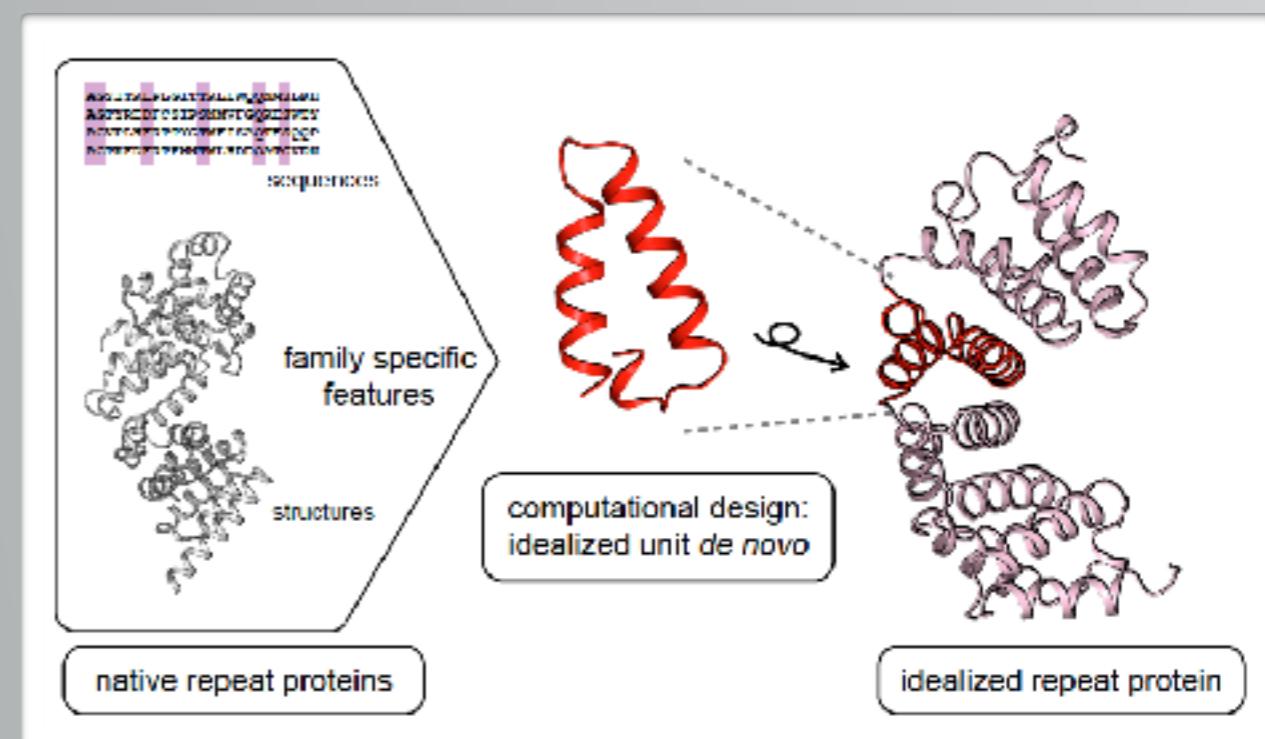


David
Baker

Demis
Hassabis

John
Jumper

AlphaFold is an AI system developed by Google DeepMind that predicts a protein's 3D structure from its amino acid sequence. It regularly achieves accuracy competitive with experiment.



Introduction

Nobel de Physique 2024



John Hopfield



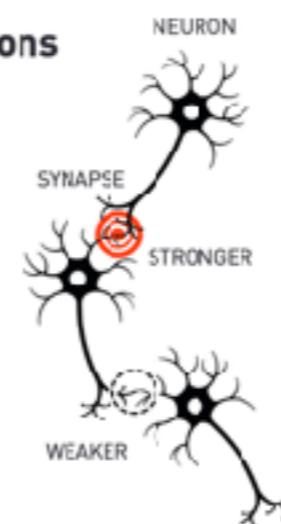
Geoffrey Hinton

John Hopfield, Prix Nobel de physique pour ses recherches sur l'intelligence artificielle, met en garde contre les récentes avancées « très inquiétantes » de l'IA

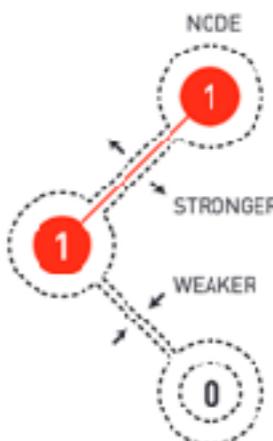
« Des capacités qui dépassent celles que vous pouvez imaginer »

Natural and artificial neurons

The brain's neural network is built from living cells, neurons, with advanced internal machinery. They can send signals to each other through the synapses. When we learn things, the connections between some neurons get stronger, while others get weaker.



Artificial neural networks are built from nodes that are coded with a value. The nodes are connected to each other and, when the network is trained, the connections between nodes that are active at the same time get stronger, otherwise they get weaker.



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Introduction



Créative



Emancipatrice



Risquée



Le Pharmakon numérique selon Stiegler

Bernard Stiegler développe le concept de "pharmakon" pour expliquer la nature paradoxale de la technologie : à la fois remède et poison, selon son usage et son contexte.

Remède (Potentiel positif)

- Accès démocratisé au savoir
- Augmentation des capacités cognitives
- Nouveaux modes de collaboration
- Innovation et créativité amplifiées

Poison (Risques potentiels)

- Dépendance technologique
- Perte d'attention et de concentration
- Aliénation sociale
- Standardisation de la pensée



L'efficacité de l'IA est guidée par les principes pédagogiques ! Quels impacts sur l'évaluation ?



Activités interactives

Vos 10 questions essentielles

(30 min)

1

L'efficacité de l'IA en éducation dépend-elle de son « intelligence »... ou de notre pédagogie ?

Pendant **5** minutes, notez individuellement un maximum de réflexions, questions, inquiétudes, coups de g..., besoins,...

1

Individuellement

L'efficacité de l'IA en éducation dépend-elle de son « intelligence »... ou de notre pédagogie ?

05:00

Pendant **15** minutes, en **x** groupes, échangez vos idées, puis classez-en **5** de manière hiérarchique (+ importante à - importante pour le groupe)

2

Petits groupes

L'efficacité de l'IA en éducation dépend-elle de son « intelligence »... ou de notre pédagogie ?

15:00

En grand groupe, chaque représentant à son tour, énonce une seule idée différente de celles des autres groupes

3

Grand groupe

L'efficacité de l'IA en éducation dépend-elle de son « intelligence »... ou de notre pédagogie ?

On obtient une liste de 10 idées

1	Former pas-pas aux outils de l'IA par pédagogie active
2	L'IA est un outil au service de la pédagogie
3	L'IA n'est intelligente que si l'humain sait s'en servir
4	Adapter sa pédagogie, ses évaluations, etc. À l'usage de l'IA
5	L'IA n'est pas intelligente, seuls l'animal ou le végétal.. le sont
6	Utiliser l'IA dans son domaine de compétences
7	La pédagogie doit être pensée pour rendre l'IA efficace
8	Augmenter l'efficacité de l'IA par l'humain qui augmente son efficacité
9	Formation aux outils d'IA en contexte
10	L'IA est le miroir de la manière dont on l'alimente

On vote pour les idées de la liste

4

Consensus

Chacun doit répartir 100 points

Chacun vote pour chacune des 10 idées
en attribuant des points (au moins 1pt)

**Votez favorablement aux idées qui
seraient les plus choisies par les autres**

On obtient une liste de 10 idées classées

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

On obtient une liste de 10 idées classées

Attribuez l'ensemble de vos points (100) au 10 propositions (Le plus de points à la plus consensuelle)

3	03. L'IA n'est intelligente que si l'humain sait s'en servir	822 pts	7	07 La pédagogie doit être pensée pour rendre l'IA efficace	376 pts
4	04. Adapter sa pédagogie, ses évaluations, etc. À l'usage de l'IA	504 pts	1	01. Former pas-pas aux outils de l'IA par pédagogie active	352 pts
10	10 L'IA est le miroir de la manière dont on l'alimente	465 pts	9	09 Formation aux outils d'IA en contexte	325 pts
2	02. L'IA est un outil au service de la pédagogie	453 pts	8	08 Augmenter l'efficacité de l'IA par l'humain qui augmente son efficacité	277 pts
6	06 Utiliser l'IA dans son domaine de compétences	390 pts	5	05. L'IA n'est pas intelligente, seuls l'animal ou le végétal.. le sont	136 pts

Activités interactives

Vos 10 questions essentielles

(40 min)

L'efficacité de l'IA en éducation dépend-elle de son « intelligence »... ou de notre pédagogie ?

L'efficacité de l'IA est guidée par les principes pédagogiques ! Quels impacts sur l'évaluation ?



L'Université du Hainaut!



Le numérique à l'école en 2025

Omniprésence numérique

Le numérique dans chaque salle de classe

1

Pas de référentiels de formation des enseignants au numérique

FMTTN et puis ??

2

Multiplicité des outils

Large choix d'appareils et logiciels éducatifs

3

"Les jeunes sont naturellement compétents"

Réalité

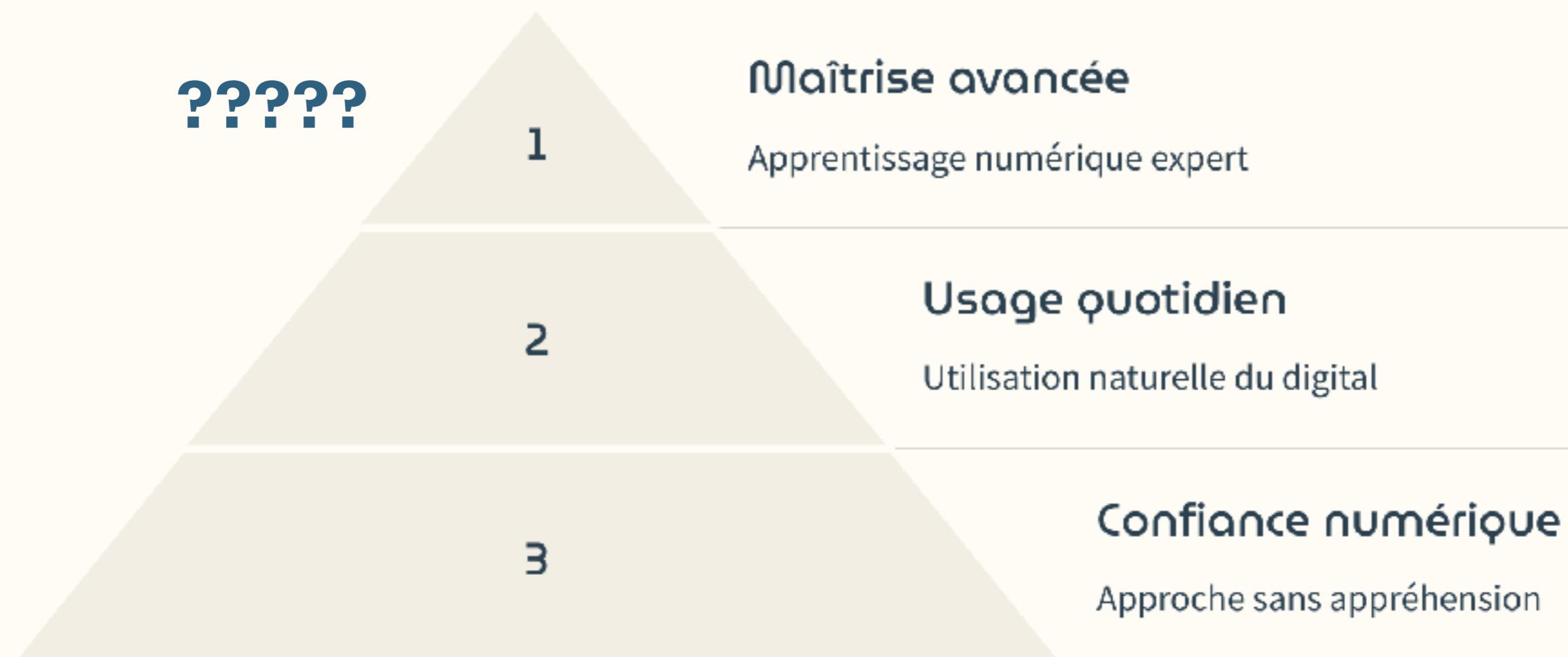
Distinction usage / apprentissage.
Compétences souvent fragmentaires, besoin d'accompagnement.

Étude PISA

Seulement ~54% des élèves évaluent la fiabilité des sources.



La nouvelle génération et le numérique



2

Utile ?
Utilisable ?
Acceptable ?

Introduction

Chapitre 1 : Les élèves préfèrent travailler avec les outils modernes tandis que les enseignants sont accrochés à leurs vieux outils

Chapitre 2 : Les écrans détériorent la lecture

Chapitre 3 : Il faut enseigner le code

Chapitre 4 : L'Intelligence Artificielle va révolutionner l'enseignement

Chapitre 5 : Grâce au numérique, on peut apprendre à distance

Chapitre 6 : Le numérique favorise l'autonomie des apprenants

Chapitre 7 : Le numérique permet un apprentissage plus actif

Chapitre 8 : On apprend mieux en jouant grâce au numérique

Chapitre 9 : Les vidéos et informations dynamiques favorisent l'apprentissage

Chapitre 10 : Le numérique permet d'évaluer les élèves et d'améliorer l'enseignement

Chapitre 11 : Le numérique permet de prendre en compte les particuliers des élèves

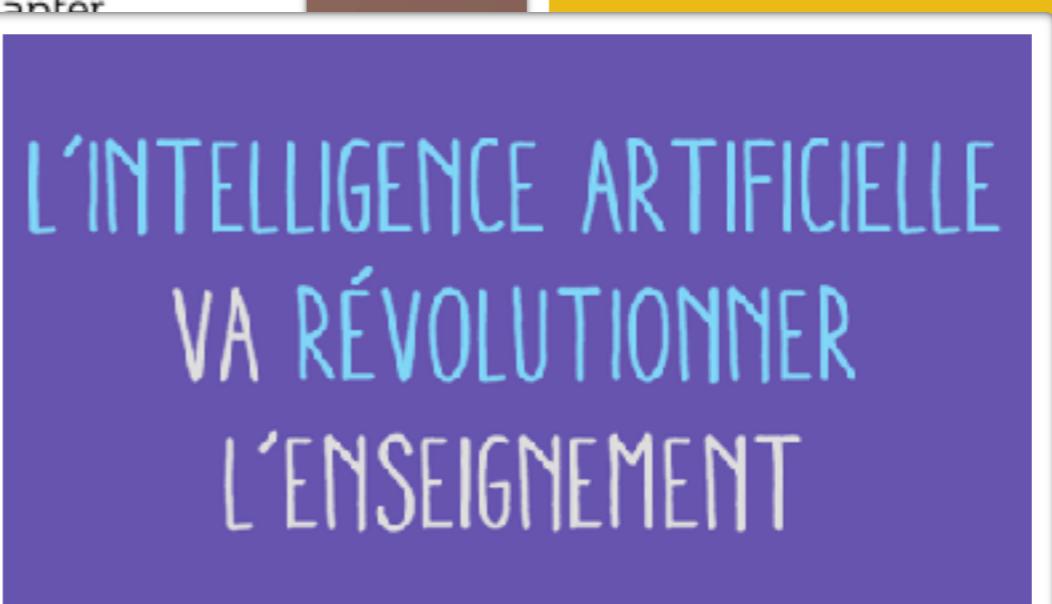
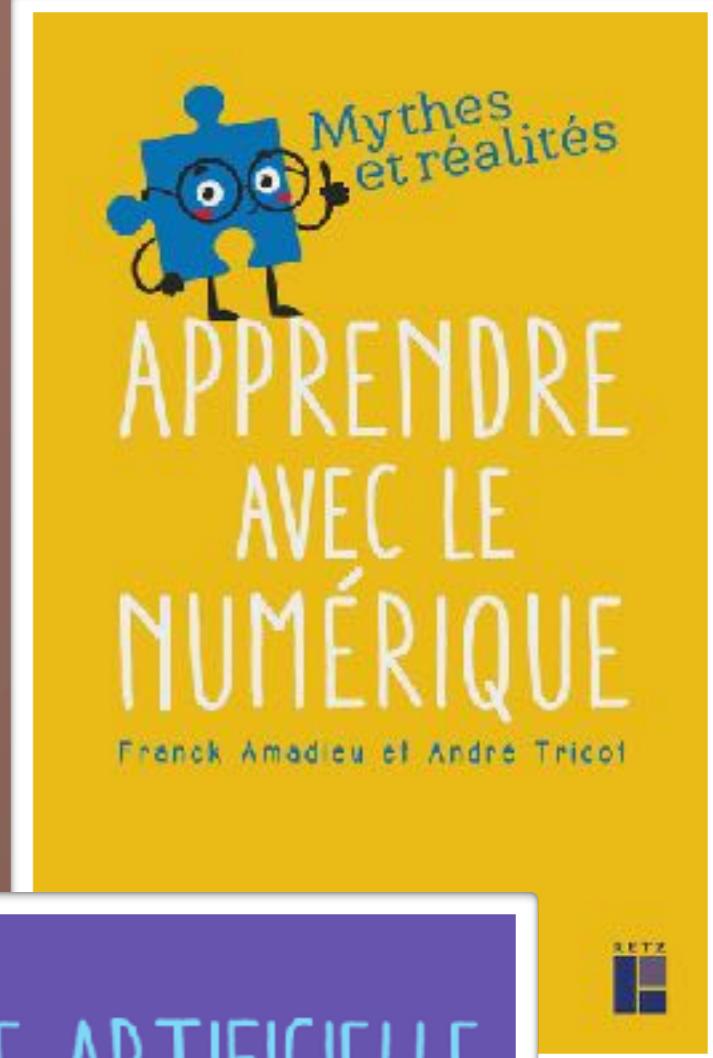
Chapitre 12 : La nouvelle génération sait utiliser efficacement

Chapitre 13 : Le numérique, c'est moins cher, mais c'est moins

Chapitre 14 : Le numérique va modifier le statut même des salariés, des enseignants et des élèves

Conclusion

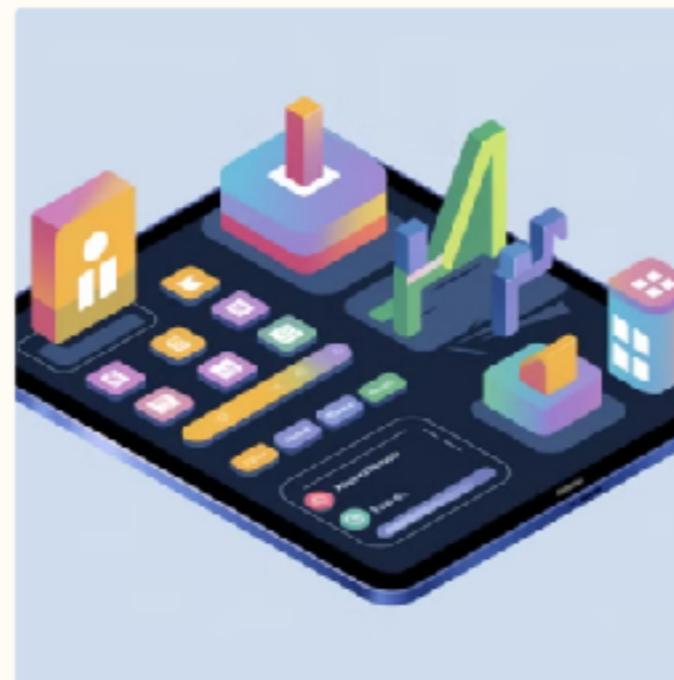
Références



Le Mythe de la Révolution de l'IA en Éducation

L'IA a un historique riche en éducation. Pourtant, l'idée d'une révolution remplaçant l'enseignement humain est largement nuancée.

Ce mythe persiste malgré des décennies de défis techniques et sociaux.



L'Ambition Initiale

1

Simuler l'Intelligence

L'IA visait à produire des comportements intelligents chez les machines.

2

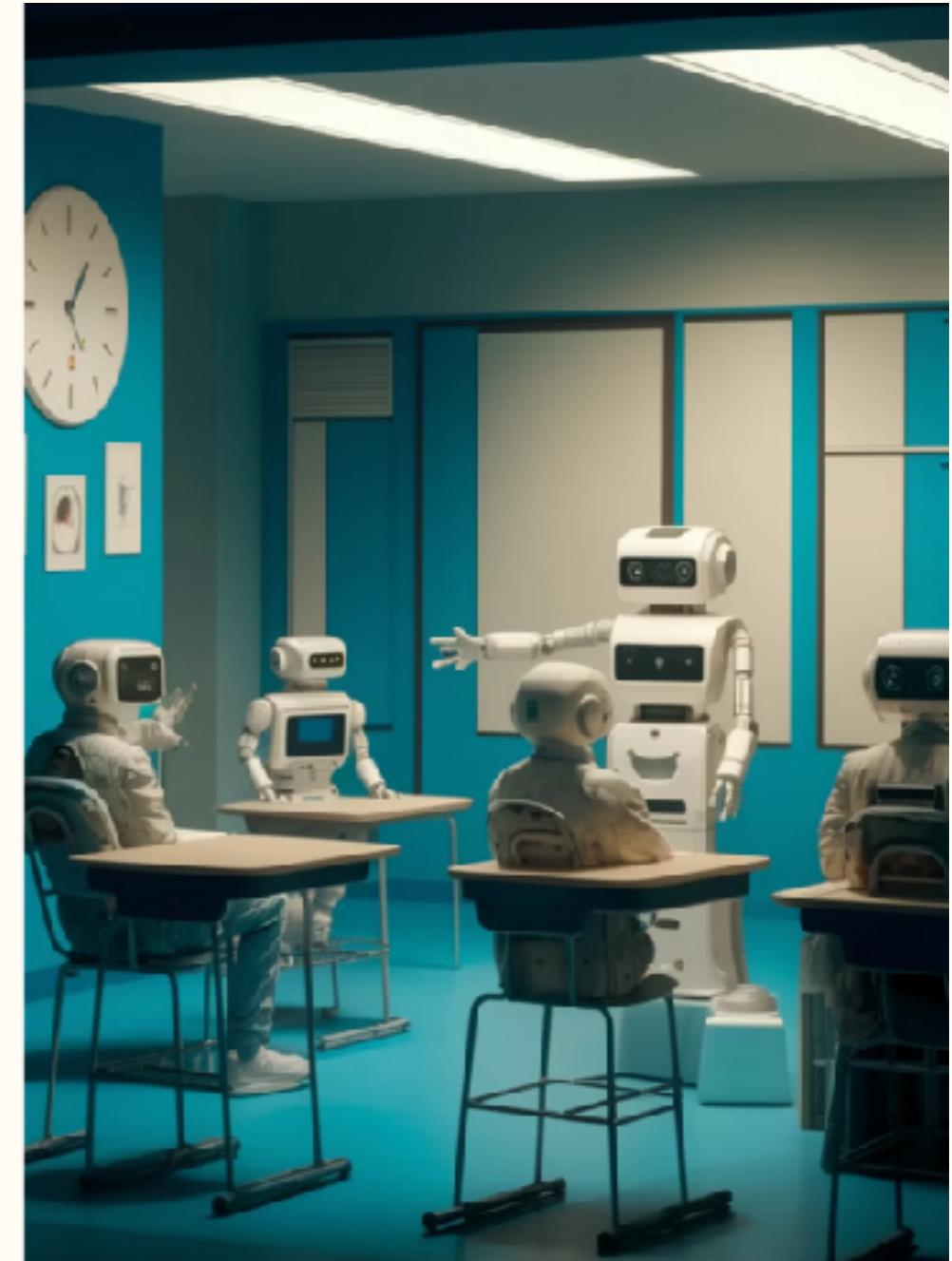
Tuteurs Intelligents

Dans les années 1970-1980, on rêvait de machines capables de remplacer l'enseignant.

3

Vision Irréaliste

Cette ambition s'est heurtée à des obstacles techniques et sociaux majeurs.





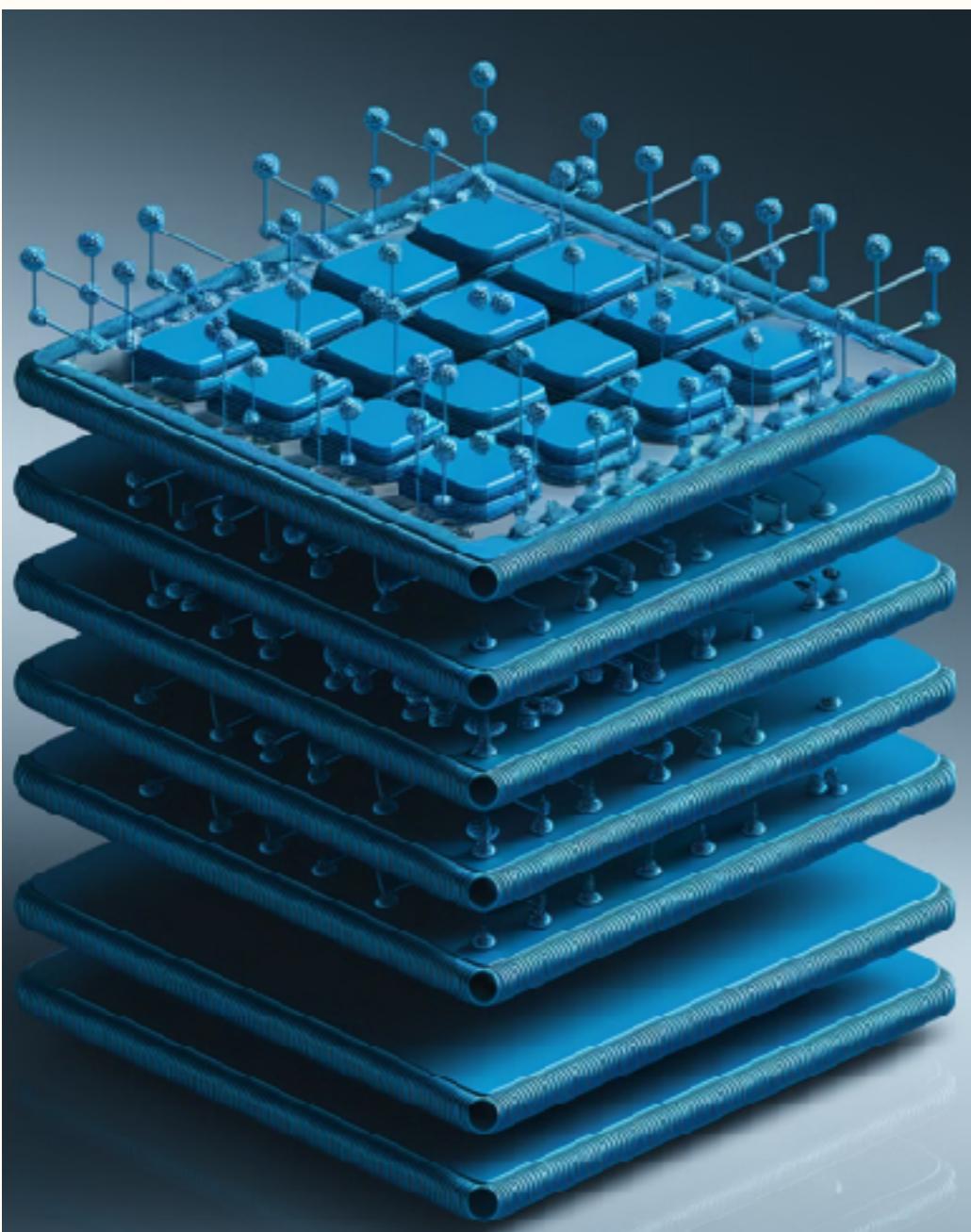
Définition de l'Apprentissage

Connaissance

Il est assez consensuel, chez les humains et d'autres espèces animales, de considérer qu'une connaissance correspond à la détection d'une régularité dans un environnement.

Apprendre

Apprendre c'est modifier ses connaissances. Ainsi, apprendre c'est modifier les régularités que l'on détecte dans l'environnement, notamment quand celui-ci change (même de façon ténue, pour des détails).



Le Deep Learning et l'Apprentissage

1

Si l'on est capable de construire une machine qui apprend de cette manière (qui **déetecte des régularités à différents niveaux de détail dans un environnement changeant**), alors cette machine apprend comme les humains et d'autres espèces animales.

2

Et c'est effectivement ce que l'on sait faire faire aux machines aujourd'hui avec des techniques dites de deep learning.



Les Tuteurs Intelligents

Peut-on imaginer une machine capable de faire tout cela ? C'est ce qu'a voulu faire une partie de la recherche en IA des années 1970-1980, notamment au sein d'un courant connu sous le nom de « Tuteurs Intelligents ». Le plus grand défi au sein de ce courant était de savoir comment réguler l'apprentissage, c'est-à-dire comment inférer un état de connaissances de l'individu, pour comprendre l'erreur qu'il a produite et lui proposer un retour (feedback) utile à l'apprentissage.

Les Modèles Nécessaires pour un Tuteur Intelligent

Modèle des connaissances

Un modèle des connaissances du domaine à enseigner

Modèle du retour

Un modèle du retour pertinent



Modèle de la tâche

Un modèle de la tâche et des erreurs

Modèle de l'élève

Un modèle de l'élève (notamment de ses connaissances)

Une telle entreprise est extrêmement ambitieuse. Arrêtons-nous sur les deux principales difficultés rencontrées.



La Difficulté à Élaborer un Modèle de l'Élève

Depuis les premiers Tuteurs Intelligents dans les années 1980, les chercheurs en IA, collaborant parfois avec des spécialistes de psychologie cognitive, ont buté sur l'élaboration du **modèle de l'élève**.

Pourtant, comme nous le rappelions ci-dessus, on a besoin d'un modèle de l'élève si on veut concevoir un système. On doit pouvoir non seulement **constater une erreur, mais aussi identifier la cause** de l'erreur.

En effet, la même erreur chez deux élèves différents, **peut avoir deux causes différentes**.

Les Défis de la Modélisation de l'Élève

Modélisation des connaissances

Il faut pouvoir **modéliser toutes les connaissances** d'un élève dans un domaine, donc pouvoir extraire ces connaissances et les représenter.

Évolution dynamique

Il faut ensuite être capable de faire **évoluer dynamiquement le modèle en fonction de problèmes résolus** par cet élève **et des erreurs** produites par lui.

Faisabilité

Ce n'est **pas impossible** à faire, mais c'est un **très gros travail** qui a donné de bons résultats, porté par de grosses équipes disposant de moyens considérables (**Anderson et al., 1990**, ou, plus récemment, **Graesser et al., 2018**).



L'IA en Éducation: Une Discipline Académique



Revues Spécialisées

L'IA en éducation est une discipline académique, avec ses revues spécialisées comme le **International Journal of Artificial Intelligence in Education** (depuis 1989) ou **Computers & Education** (depuis 1976).



Colloques Internationaux

Et ses grands colloques internationaux comme **Artificial Intelligence in Education** (depuis 1989) et la **International Conference on Intelligent Tutoring Systems** (depuis 1988).



L'IA dans le Monde

En France, par exemple, Cédric Villani a publié en mars 2018 un rapport sur le sujet, préconisant notamment la création d'un réseau d'**« Instituts interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle »**, qui a effectivement vu le jour en **2019.**

En **2015-2016**, la chaire annuelle « Informatique et sciences numériques » du **Collège de France** était attribuée à **Yann LeCun** sur le thème « L'apprentissage profond : une révolution en Intelligence Artificielle ».

Notons que cet emballement n'est pas franco-français, mais bien mondial.



L'IA et l'Enseignement

1

Comportements Intelligents

Il est assez difficile de définir ce que sont des « comportements intelligents ». Mais il est assez facile d'imaginer qu'enseigner est bien un comportement intelligent.

2

Révolution de l'IA

Ainsi, la révolution actuelle de l'Intelligence Artificielle (IA) a-t-elle immanquablement concerné l'enseignement.

3

Histoire

Mais, comme l'IA a maintenant plus de 60 ans, ses relations avec l'enseignement ne sont pas nouvelles.

Les Activités de l'Enseignant



1 Définir les connaissances

Définir les connaissances que les élèves vont apprendre, dans un certain ordre.

2 Concevoir les tâches

Concevoir les tâches qui vont permettre aux élèves d'apprendre, notamment en impliquant d'autres individus (élèves, enseignant).

3 Concevoir les supports

Concevoir les supports pour ces tâches (documents, objets).

4 Modifier l'environnement

Modifier l'environnement de l'élève (définir des contraintes spatiales et temporelles).

5 Réguler les actions

Réguler les actions des élèves.

Vers une Nouvelle Approche?



La nouvelle approche en IA concerne notamment le **Deep learning** : la détection de régularités dans l'environnement à différents niveaux de détails. Dans de nombreux domaines, cette approche par la **détection de patterns comportementaux** a donné lieu à des **réussites impressionnantes**. Par exemple, dans le traitement du **langage naturel** (un outil comme deepl.com traduit des textes de façon très correcte, les logiciels de reconnaissance de la parole sont peut-être en train de révolutionner la façon dont nous interagissons avec des machines...), la **robotique** bien sûr, la **reconnaissance des visages**, des applications en **imagerie médicale** par exemple, et bien entendu dans le domaine automobile avec les **véhicules autonomes**.

Potentiel du Deep Learning en Éducation

1

Détection automatique

Détection des comportements

2

Analyse des réussites

Identification des patterns de succès

3

Analyse des échecs

Identification des patterns d'abandon

Le Numérique pour Enrichir l'Environnement



Outils Numériques

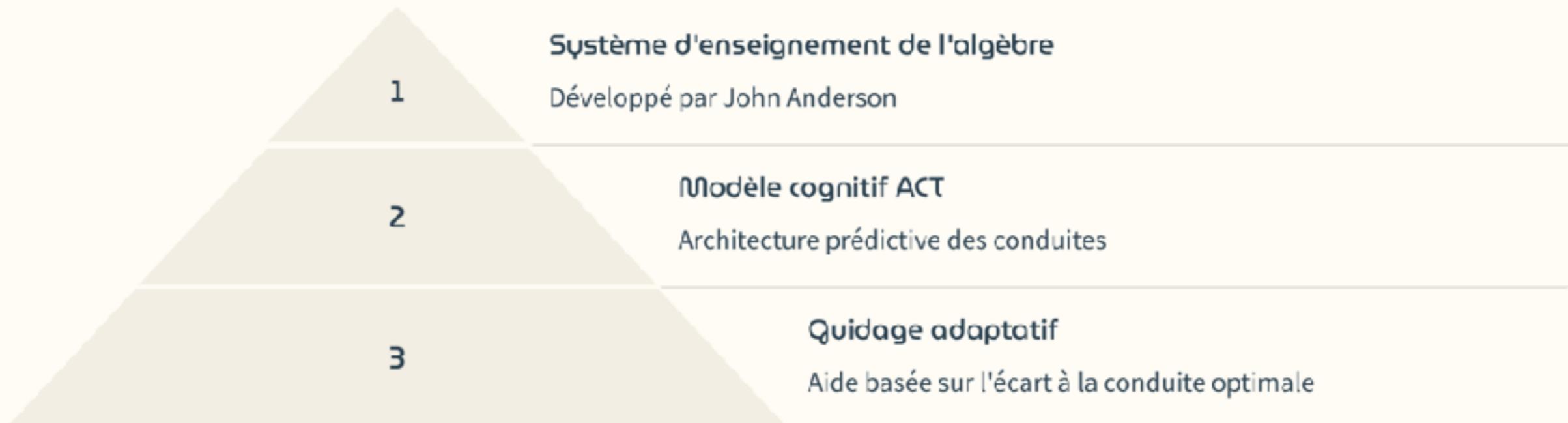
Les outils numériques sont beaucoup plus intéressants quand on considère qu'ils peuvent **enrichir l'environnement** : vidéos et animations, lecteurs audio, simulateurs, calculettes, etc.



Rôle de l'Enseignant

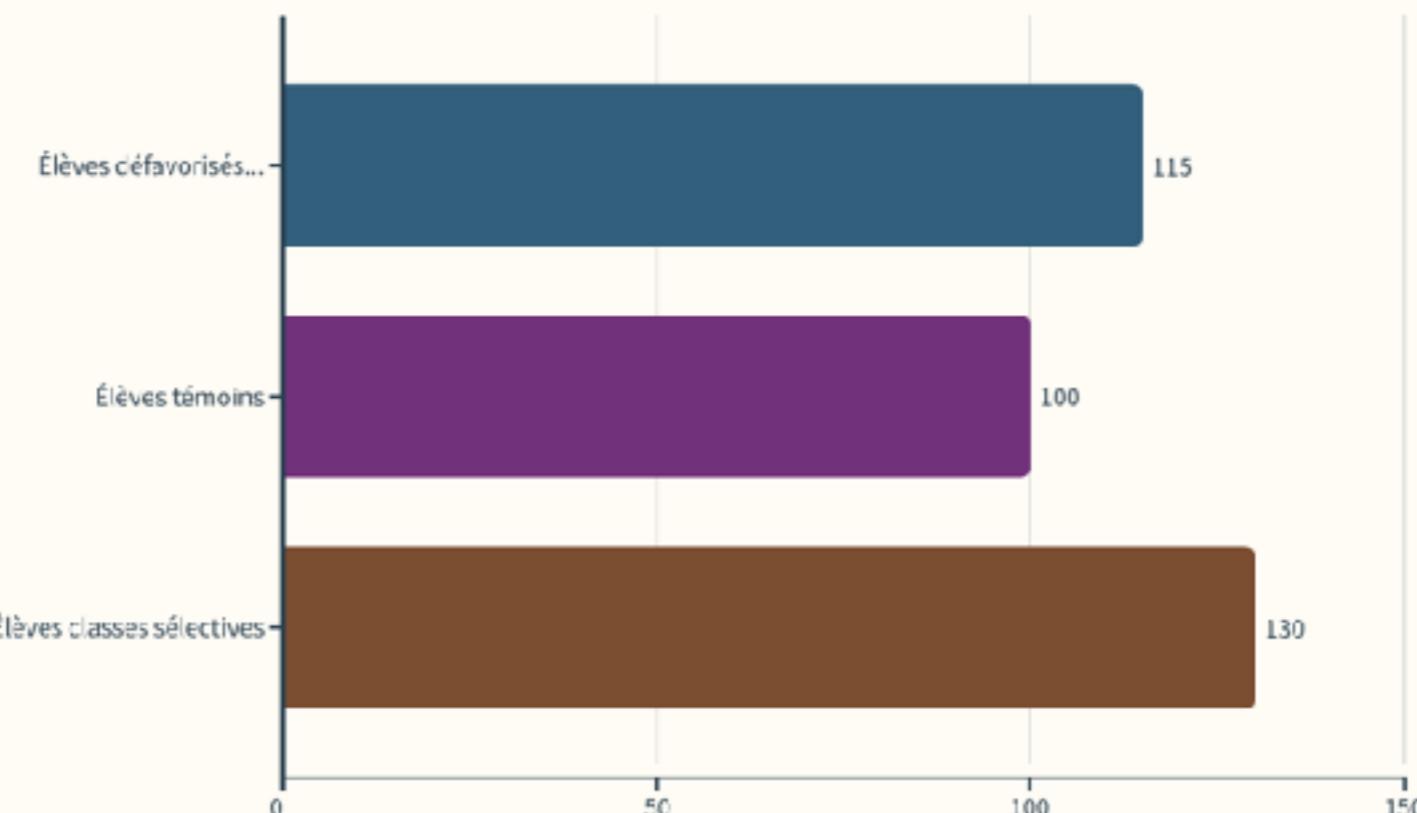
Selon cette approche, celle des **environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH)**, il ne s'agit donc pas de remplacer l'enseignant mais d'enrichir l'environnement, de manière intelligente, avec des outils.

Exemple: Practical Algebra Tutor



Practical Algebra Tutor est un célèbre système pour l'enseignement de l'algèbre développé par le psychologue canadien John **Anderson** et son équipe, à Pittsburgh. Cette équipe a développé d'autres Tuteurs Intelligents (comme **Geometry tutor**, **Algebra I Tutor**, etc.) et a constamment eu le souci de « sortir du laboratoire » pour aller tester ses systèmes dans des salles de classe. Les Tuteurs Intelligents développés par cette équipe sont fondés sur un modèle de l'élève particulièrement solide nommé **ACT**. Cette architecture est capable de prédire très précisément les conduites qui vont amener les élèves vers des **apprentissages réussis**. Réciproquement, le système permet d'interpréter toute activité d'un élève comme un **écart à cette conduite optimale**. Ainsi, pour un apprentissage donné, le système peut **proposer un guidage adapté** à « l'écart » de l'élève.

Résultats de l'Étude sur Practical Algebra Tutor



Dans une étude (Koedinger, Anderson, Hadley & Mark, 1997) conduite auprès de 470 élèves en 1993-1994, les chercheurs montrent que les élèves issus de **milieux défavorisés** et travaillant avec ce système ont des performances de **15 % supérieures** à des élèves témoins, issus de classes comparables. Toutefois, quand on compare ces élèves avec ceux de **classes sélectives**, réservées aux élèves performants en mathématiques, on constate que le système **ne permet pas de combler la différence** liée au niveau initial des élèves. Le lecteur trouvera dans la méta-analyse de Kulik & Fletcher (2016) d'autres exemples d'études de ce type, conduites dans les années 2000 et 2010.

Conclusion: Défis et Perspectives

Les raisons de ce demi-échec relèvent plus du passage à l'échelle que d'un problème de recherche. Les Tuteurs Intelligents relèvent d'un domaine de l'Intelligence Artificielle, celui des **systèmes experts**. Pour interpréter intelligemment ce que fait un élève, un tel système a besoin d'un modèle de l'**élève**, d'un modèle du **domaine**, d'un modèle de **la tâche** et enfin d'un modèle de l'**enseignement**. Ces quatre modèles, déjà très difficiles à élaborer doivent ensuite **interagir entre eux et avec un élève réel**.



La **complexité** de ce travail rend ce type de système non **pas impossible à concevoir**, mais extrêmement **difficile, long et couteux**. Du côté des apports du **Deep learning** à l'éducation, il nous semble que nous en sommes encore à l'étape des **grands espoirs**. Pour l'instant, très peu de publications permettent d'affirmer quoi que ce soit d'autre. Mais nous croyons que la **détection automatique de comportements** liés à la **réussite ou à l'échec** d'un apprentissage **mérite toute notre attention** dans les années à venir.

La Difficulté à Élaborer un Diagnostic

Modélisation exigeante

Ce travail de modélisation de l'élève étant extrêmement exigeant et coûteux, une deuxième génération de travaux s'est centrée sur l'**interprétation des comportements** des apprenants (Baker, 2007).

Analyse de population

Puis dans l'interprétation de comportements au sein d'une population d'apprenants.

Détection de comportements

Le système peut alors détecter un comportement correspondant généralement à telle ou telle difficulté, et proposer (à l'élève, à son professeur) telle interprétation probable de la difficulté rencontrée ou de l'erreur produite (Baker & Inventado, 2014).



Limites de l'Analyse de Données

Si la puissance des analyses et la taille des corpus analysés sont impressionnantes, ces **approches n'expliquent rien** : **elles constatent** des co-occurrences, de manière très sophistiquée certes, mais elles ne font que cela. Sans modèle de l'apprenant, sans modèle de l'apprentissage, l'analyse de données n'identifie pas de causes (**Amadieu, Bastien & Tricot, 2008**).



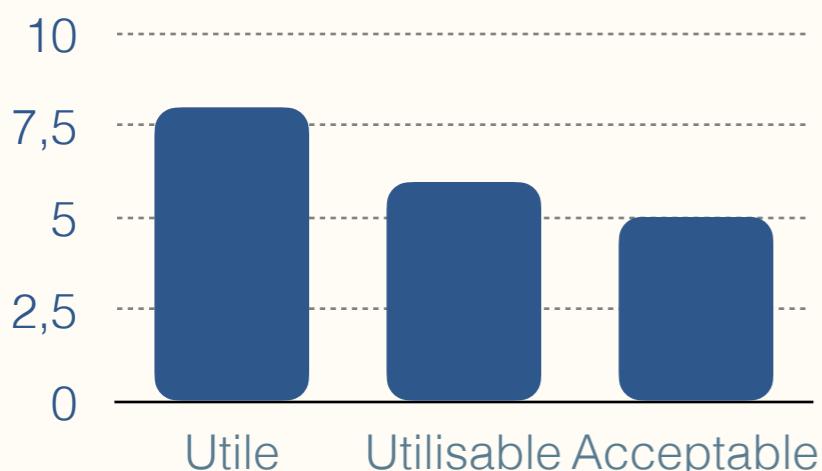
Utile ? Utilisable ? Acceptable ?



Les écrans détériorent-ils la lecture ?

Pour

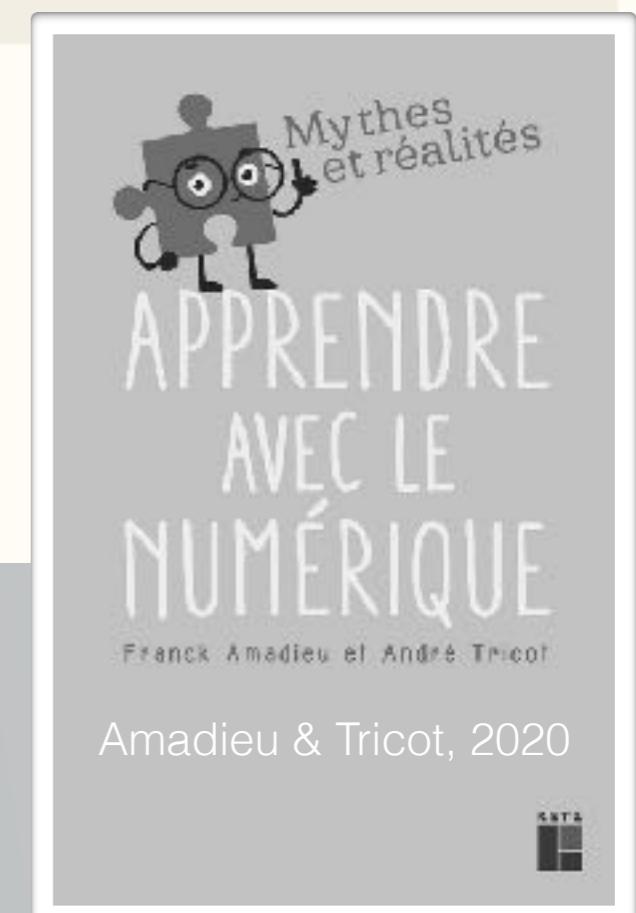
Accès rapide à l'information, formats multimédias, gestion des documents.



Contre

Fatigue oculaire, traitement superficiel, exigence cognitive accrue.

- 1h46 (1970) <> 4h30 (2010)
- Autres lectures
- Définir « écran » et « texte »
- Papier > Ecran
- Nouvelles compétences



Amadieu & Tricot, 2020

Utile ? Utilisable ? Acceptable ?

"Les élèves préfèrent utiliser les outils numériques plus que les enseignants"

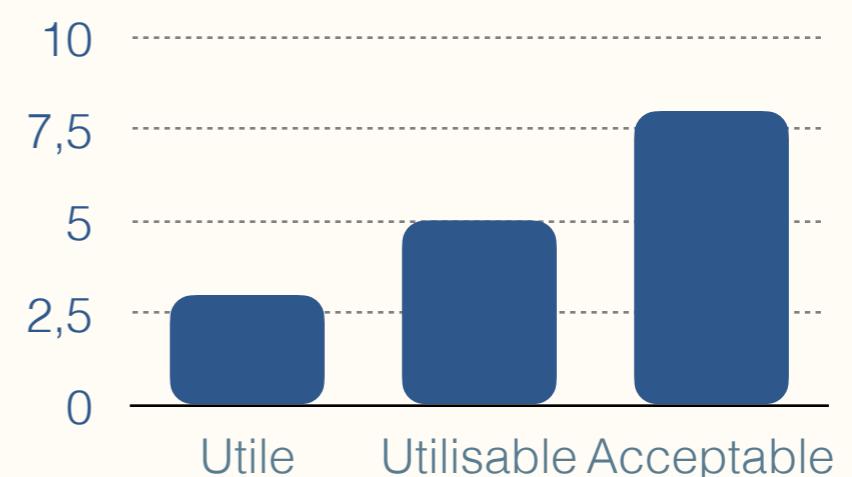
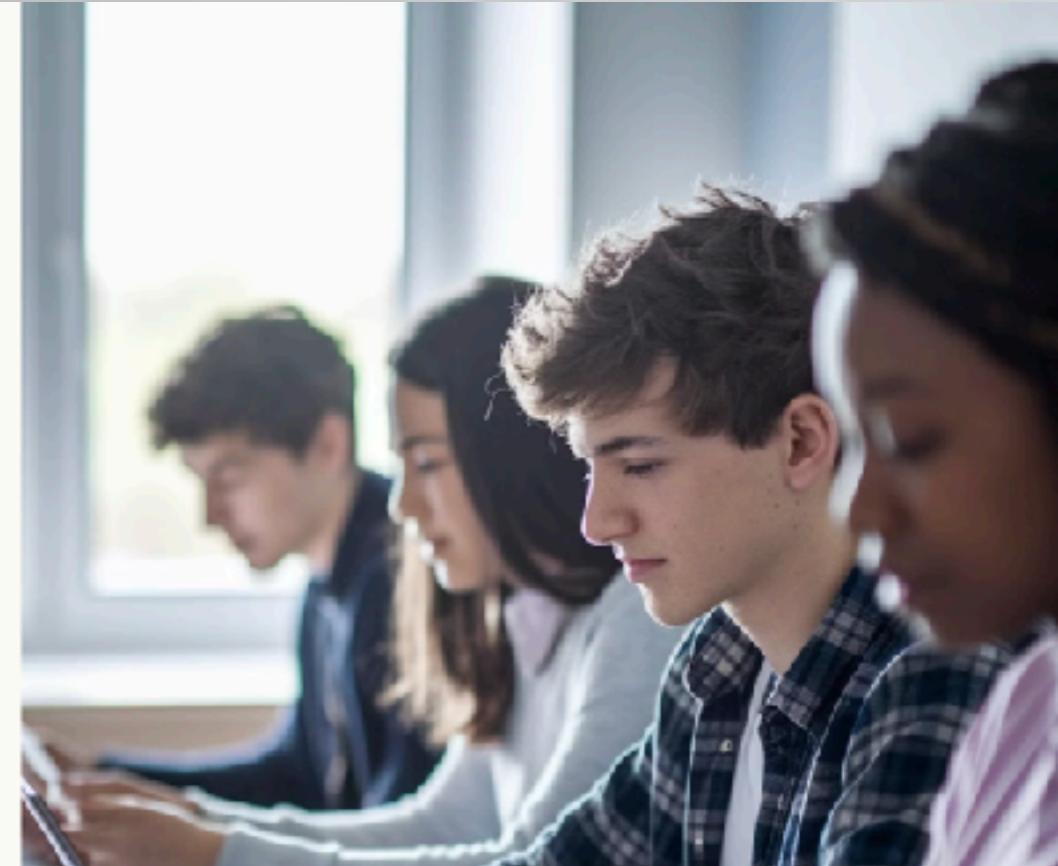
Perceptions

Elèves : Selon :

- Expérience
- "Nouveauté"
- Tâche.
- Facilité de manipulation
- Confort physique

Sensibilité aux contextes et aux usages

Enseignants : 50 % utiles - 30 % neutres et 20 % négatifs (fatigue visuelle). Evolution temporelle : + avant introduction et d'autres + après usages variés et intégrés



Amadieu & Tricot, 2020

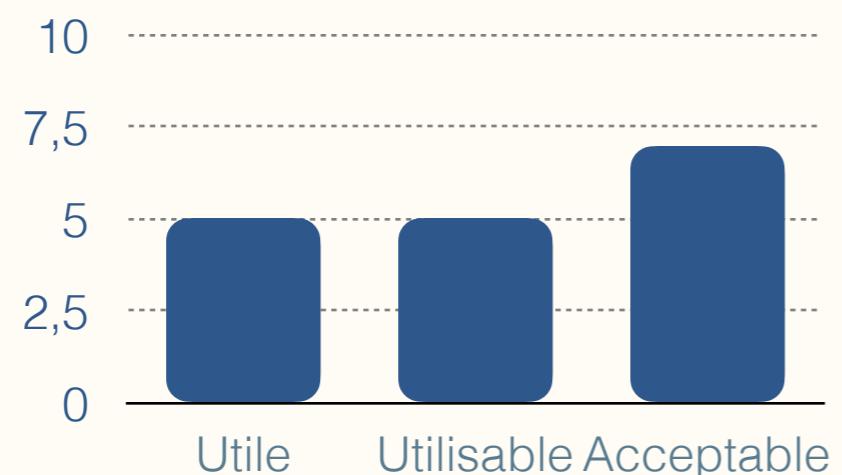
Le numérique favorise-t-il l'autonomie ?

Avantages

Liberté d'action, gestion personnalisée de l'apprentissage, accès étendu aux ressources.

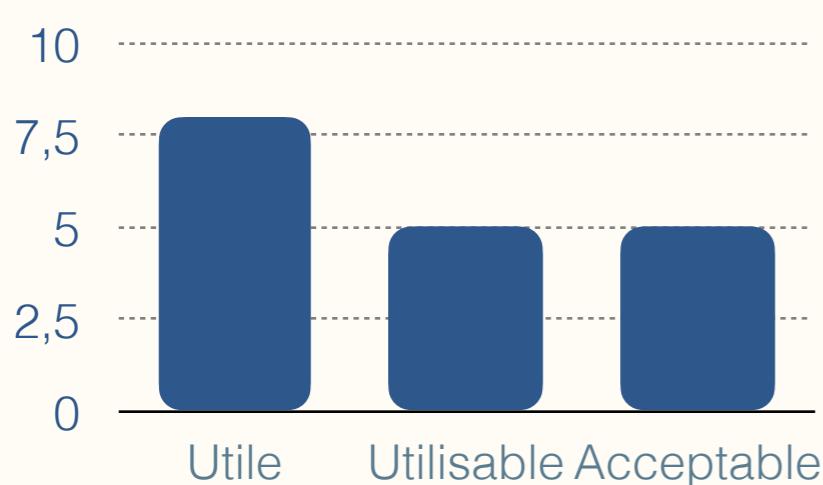
Défis

Nécessité de compétences en autorégulation, besoin d'accompagnement structurant.



Amadieu & Tricot, 2020

Utile ? Utilisable ? Acceptable ?



Le numérique permet-il un apprentissage plus actif ?

Interactivité

Production d'hypothèses et inférences.

Simulations

Apprentissage par la découverte.

Attention

L'interaction ne doit pas détourner du contenu.

- Activité cognitive > Physique
- Numérique seul ne suffit pas



Apprend-on mieux en jouant grâce au numérique ?

1 Effets positifs

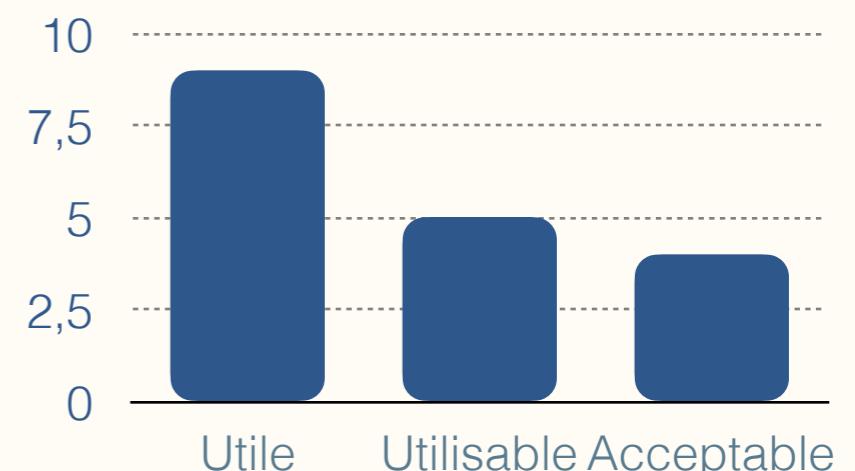
Apprentissage de savoir-faire, motivation accrue, simulations réalistes.

2 Limites

Pas toujours plus efficace que d'autres méthodes actives.

3 Conditions

Scénario pédagogique clair et centré sur l'objectif d'apprentissage.



Amadieu & Tricot, 2020

"Le
numérique motive
automatiquement"

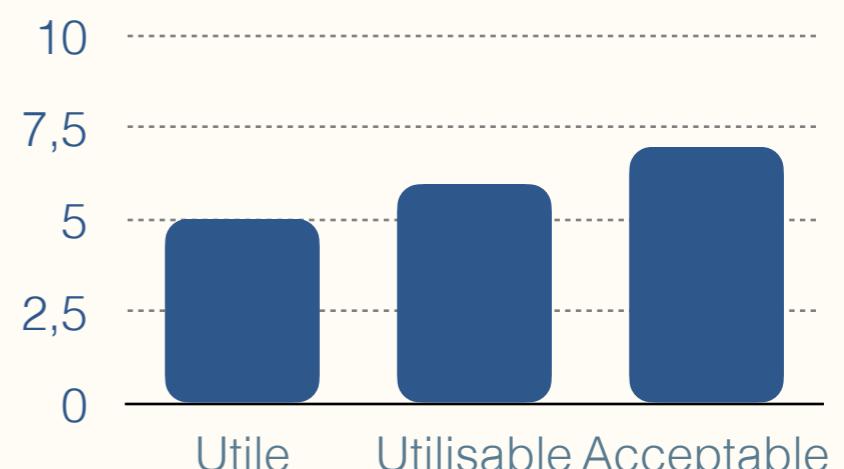
Réalité

Effet de nouveauté limité. La motivation dépend du sens pédagogique.



Étude Amadieu

Chute de motivation en l'absence de scénarisation.

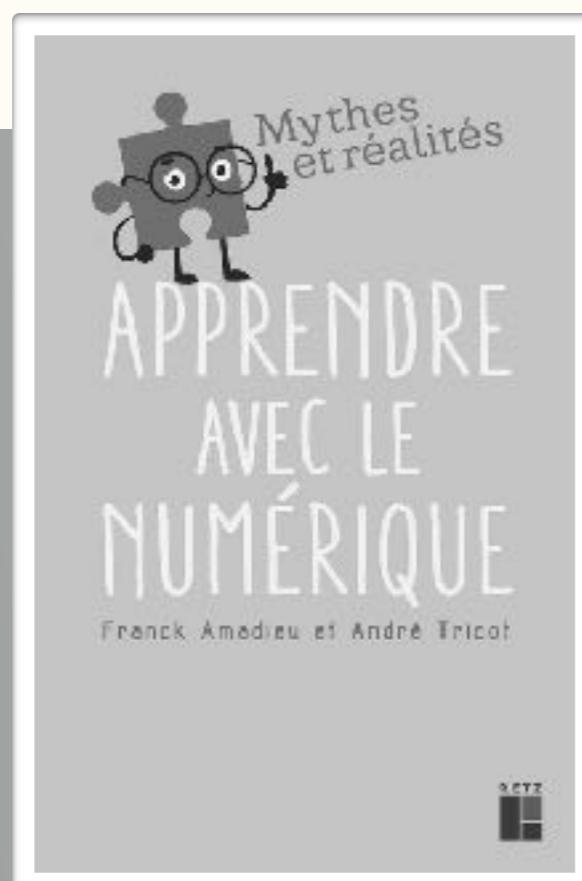


Amadieu & Tricot, 2020

Mythes du numérique (Tricot & Amadieu)

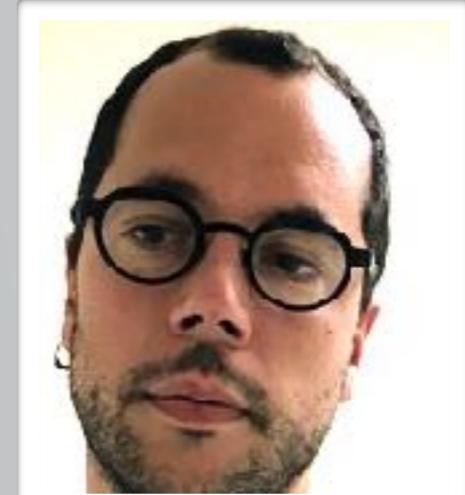
La référence

Apprendre avec le numérique : Mythes et réalités



L'idée essentielle

Ce n'est pas la nature de l'outil, mais **l'usage pédagogique** qui détermine l'impact.



Introduction

Chapitre 1 : Les élèves préfèrent travailler avec les outils modernes tandis que les enseignants sont accrochés à leurs vieux outils

Chapitre 2 : Les écrans détériorent la lecture

Chapitre 3 : Il faut enseigner le code

Chapitre 4 : L'Intelligence Artificielle va révolutionner l'enseignement

Chapitre 5 : Grâce au numérique, on peut apprendre à distance

Chapitre 6 : Le numérique favorise l'autonomie des apprenants

Chapitre 7 : Le numérique permet un apprentissage plus actif

Chapitre 8 : On apprend mieux en jouant grâce au numérique

Chapitre 9 : Les vidéos et informations dynamiques favorisent l'apprentissage

Chapitre 10 : Le numérique permet d'évaluer les élèves et d'adapter l'enseignement

Chapitre 11 : Le numérique permet de prendre en compte les besoins particuliers des élèves

Chapitre 12 : La nouvelle génération sait utiliser efficacement le numérique

Chapitre 13 : Le numérique, c'est moins cher, mais c'est moins bien

Chapitre 14 : Le numérique va modifier le statut même des savoirs, des enseignants et des élèves

Conclusion

Références



Utile ? Utilisable ? Acceptable ?

Utile, utilisable et acceptable ?

Oui MAIS est-ce

Efficace ?

Le DEEP LEARNING

L'Intelligence Artificielle

Nexpliquent pas.....

**pourquoi est-ce parfois
efficace et parfois pas ?**

3

Efficacité ?

Efficacité ?



Le Numérique
est efficace



Les ordinateurs
sont efficaces



Les TBI
sont efficaces



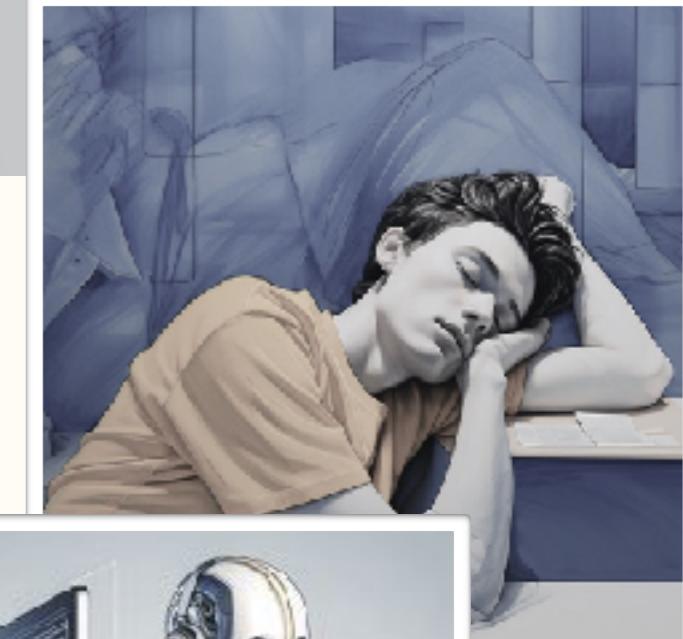
La réalité virtuelle
est efficace



L'Intelligence
Artificielle
est efficace



Les livres
sont efficaces



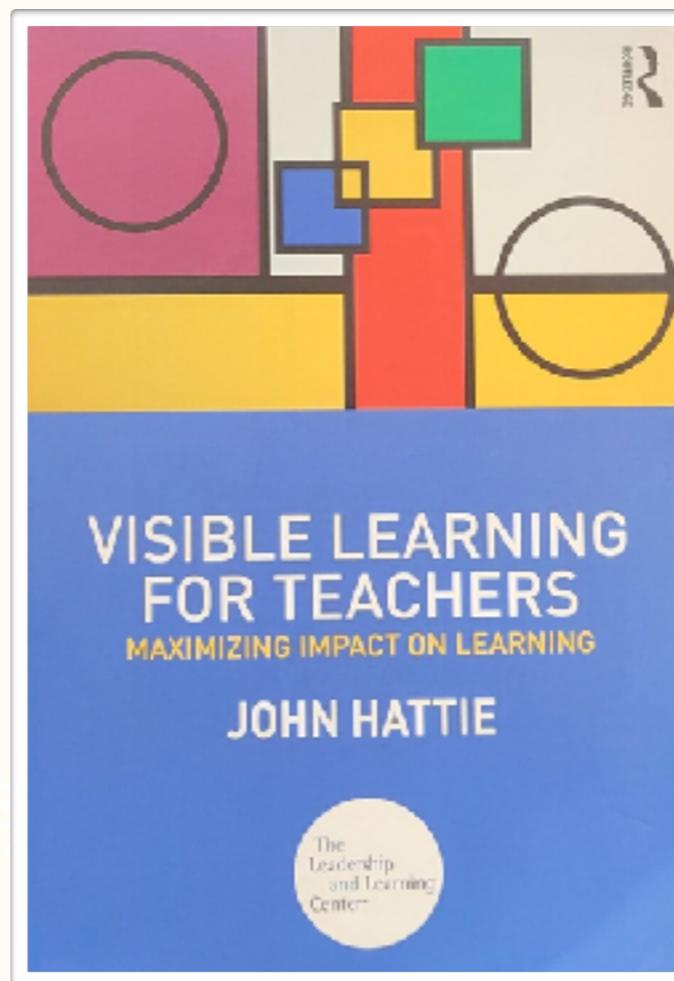
$$\text{Gains (X)} = f(\text{Activité (X)})$$

$$\text{Déception} = \frac{\text{Réalité}}{\text{Attentes}}$$

Dillenbourg, 2018



Effets négatifs
Données probantes



Zone des effets désirés



Hattie (2015)

207 millions de sujets

Domain	No. metas	No. of studies	Estimated total no.	No. of effects	Effect size	Weighted ES	SE
Student	373	26,245	67,186,805	104,174	0.24	0.23	0.06
Home	117	6,676	24,192,643	16,696	0.15	0.15	0.08
School	146	7,446	10,510,357	26,150	0.19	0.20	0.06
Classroom	120	4,752	10,686,418	18,689	0.21	0.22	0.06
Teacher	81	3,837	7,104,805	8,310	0.53	0.55	0.05
Curriculum	377	17,228	20,639,762	52,289	0.50	0.50	0.08
Student learning	278	15,821	3,726,064	30,694	0.55	0.53	0.09
Teaching strategies	423	29,867	11,758,883	56,751	0.51	0.51	0.09
Technology	350	18,905	7,443,108	32,917	0.36	0.34	0.09
School and out-of-school strategies	48	1,612	43,887,942	6,406	0.25	0.24	0.05
Total	2,313	132,389	207,136,787	353,076	0.42	0.42	0.07

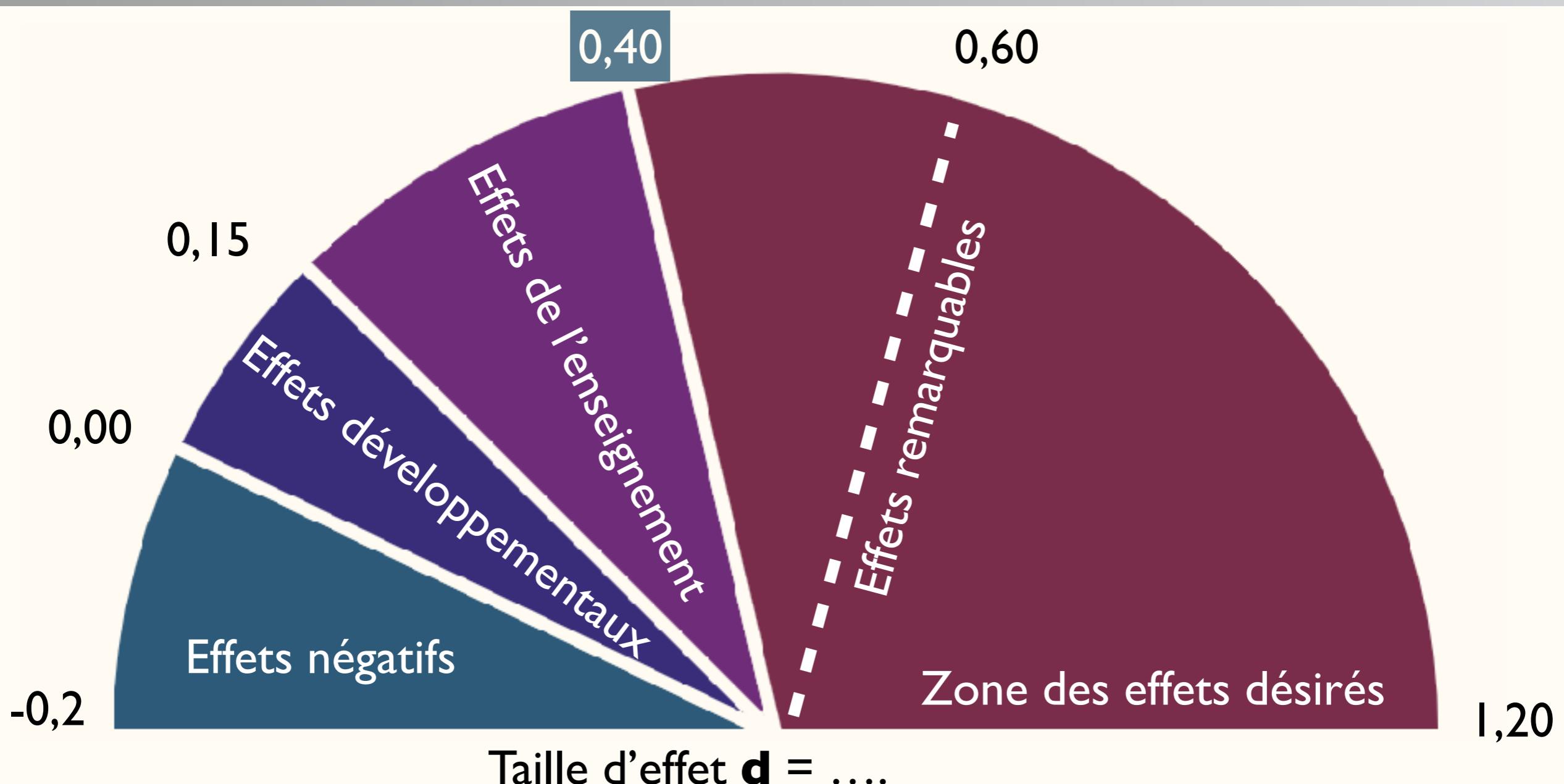
Effect size
132 389 études
Données probantes



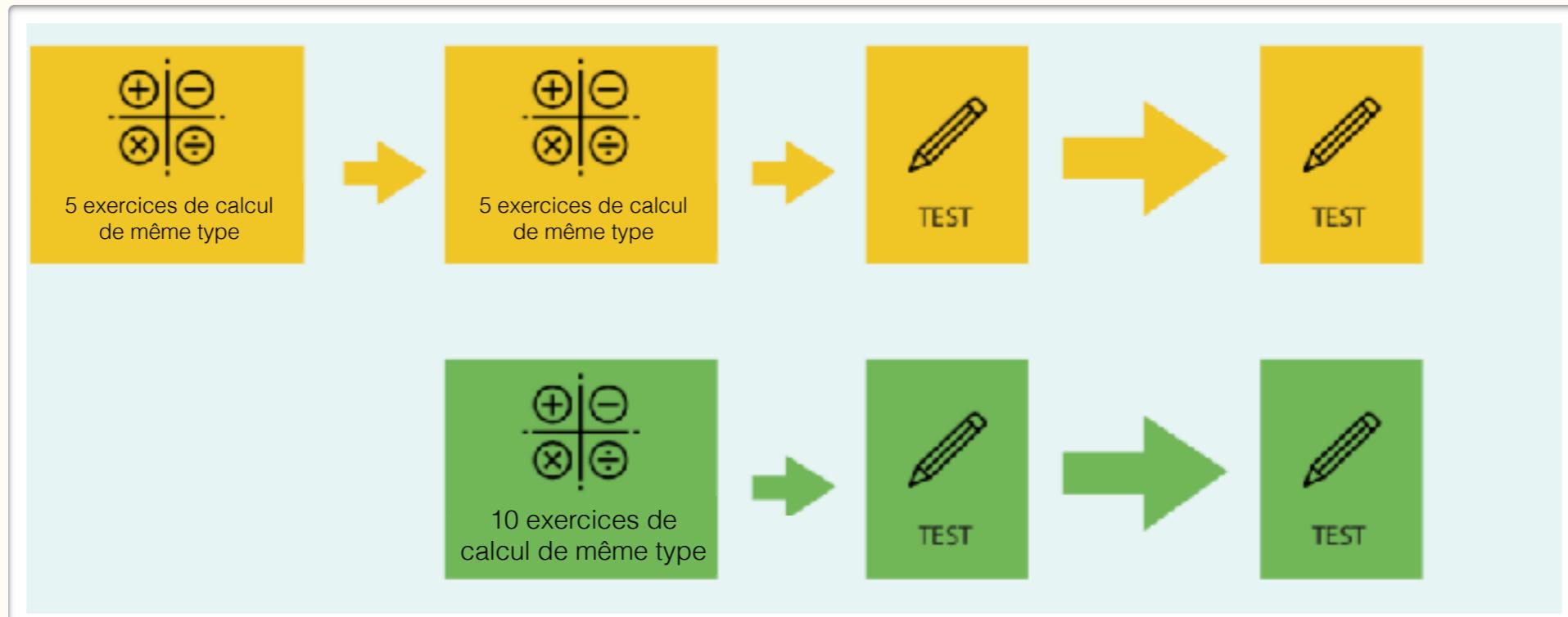
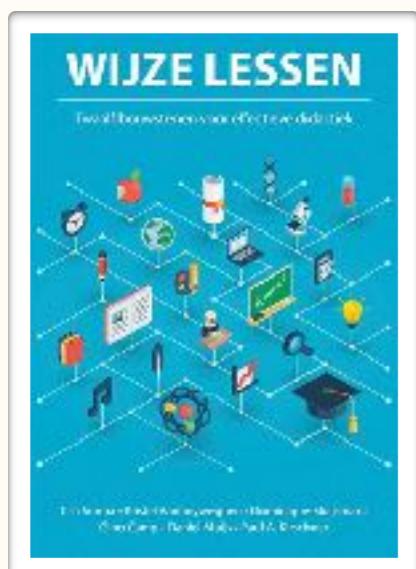
Zone des effets désirés

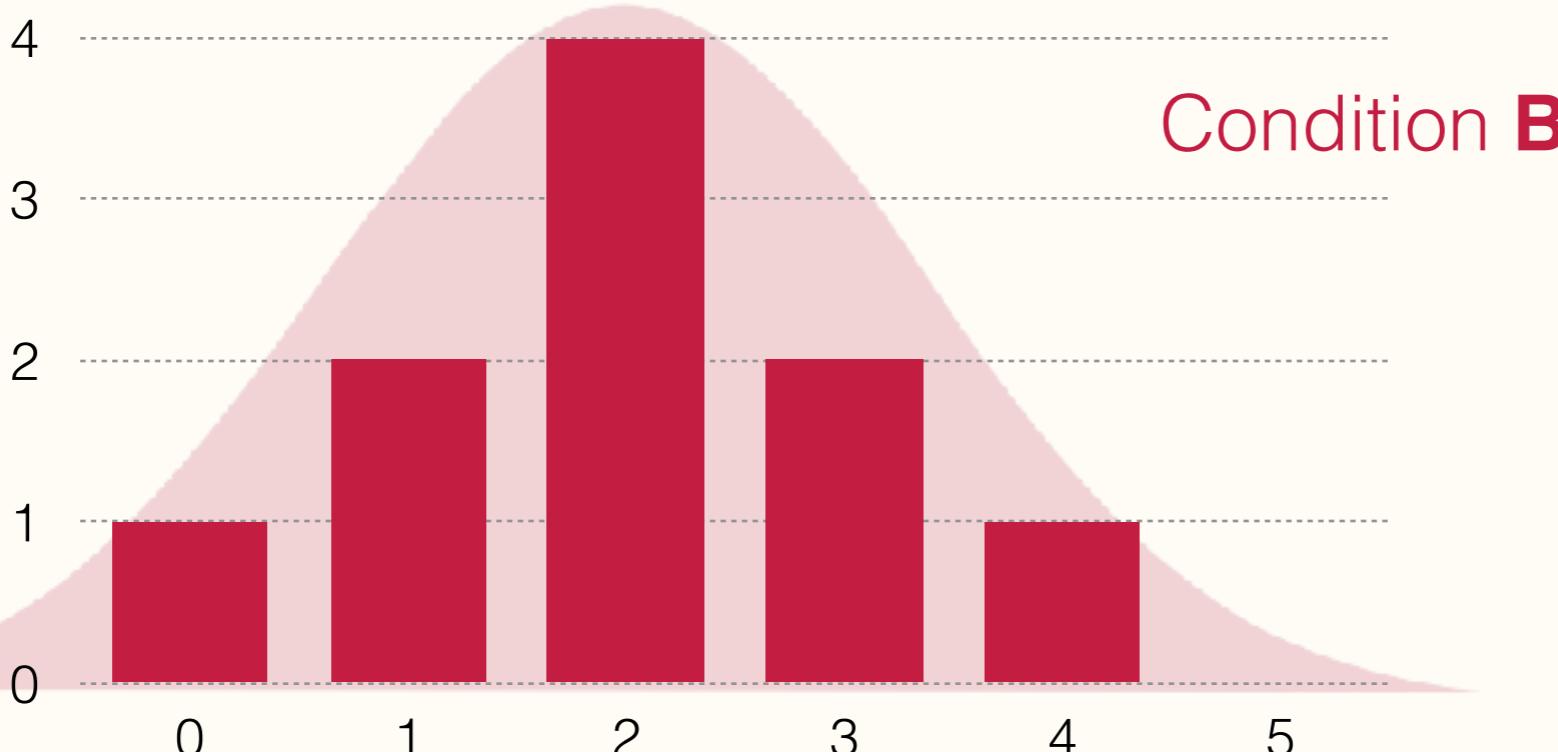
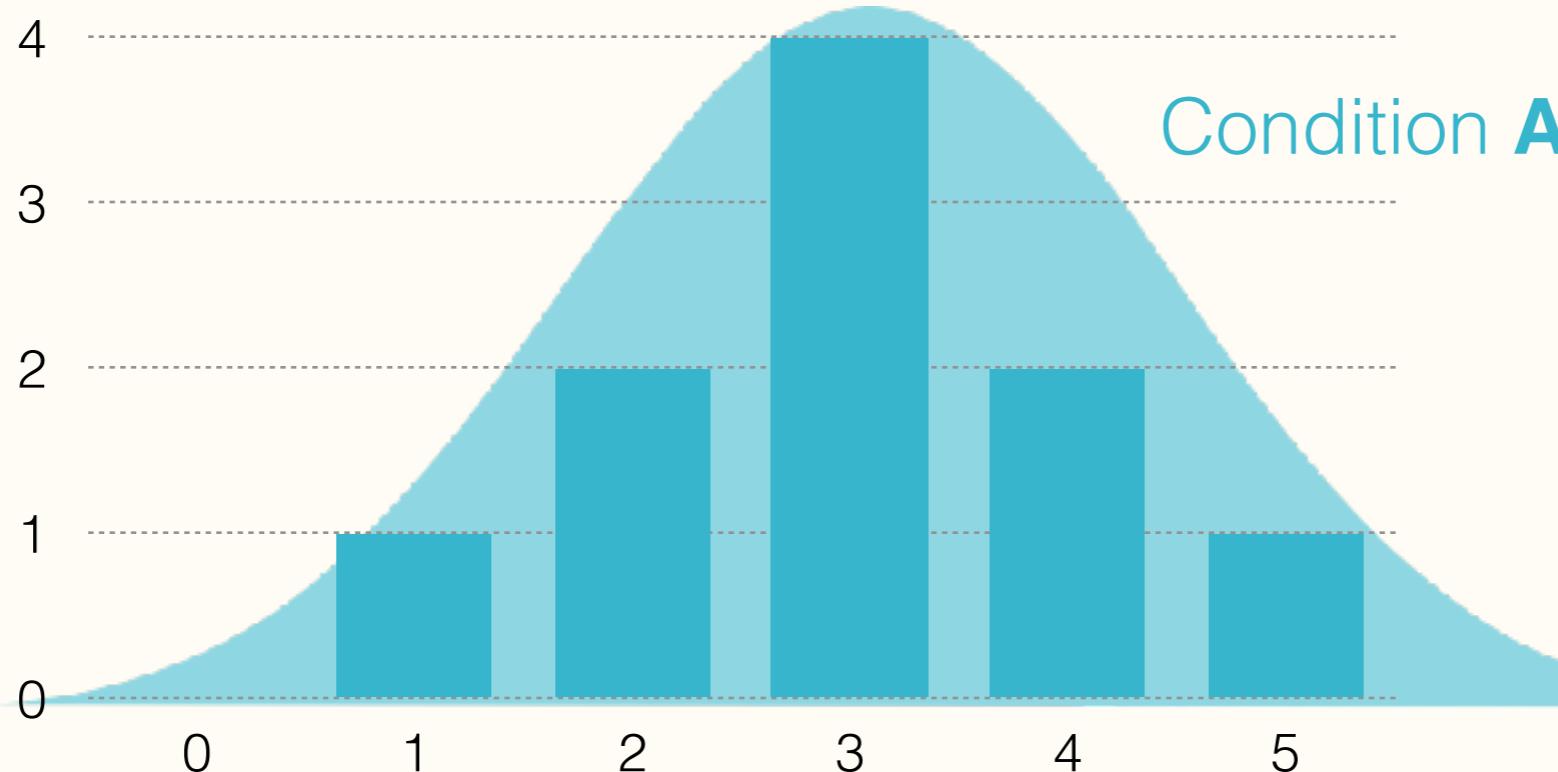
Hattie (2015)





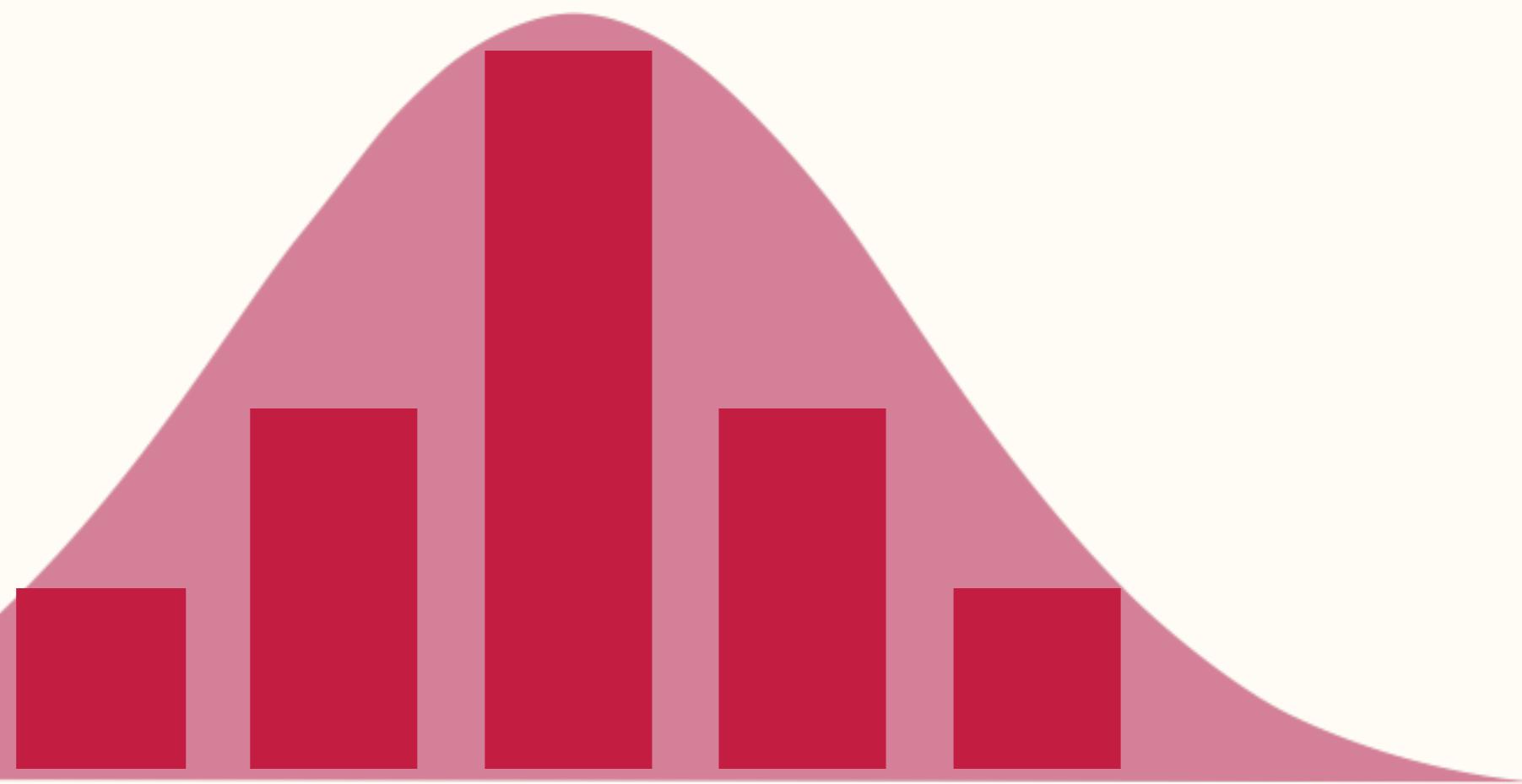
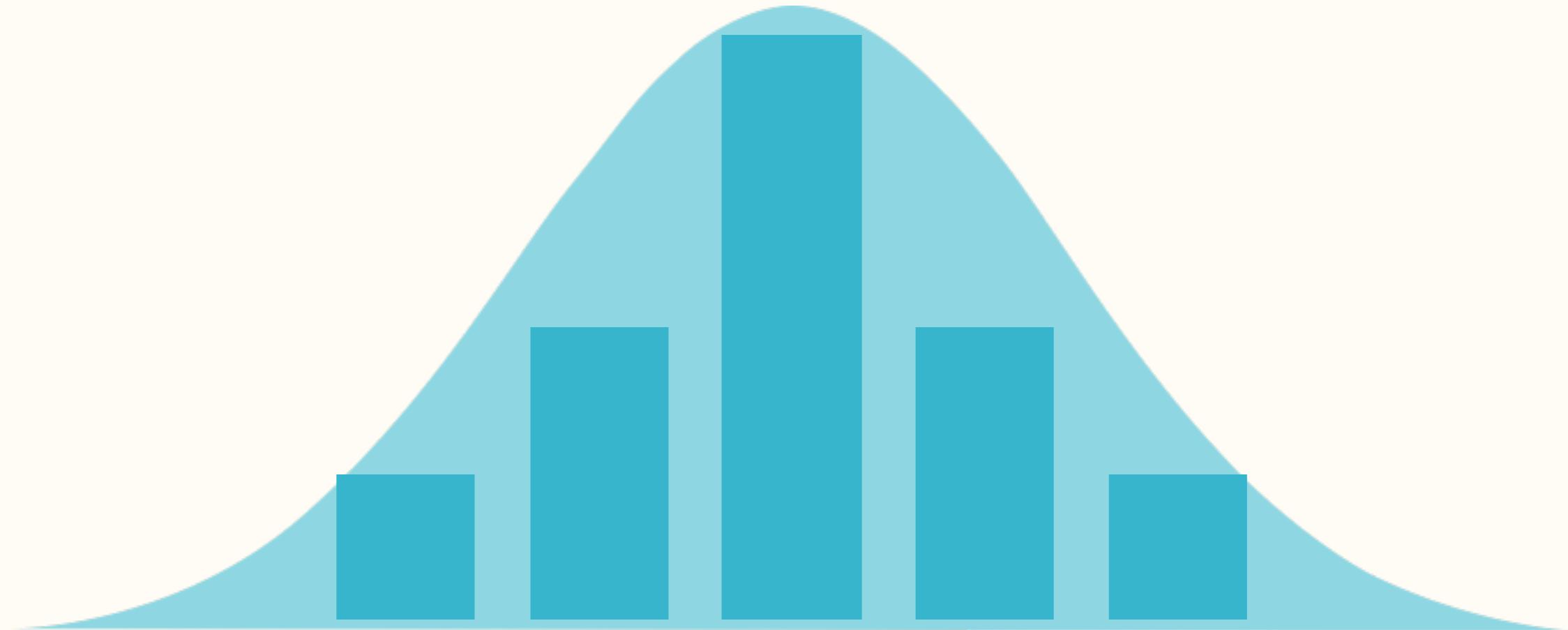
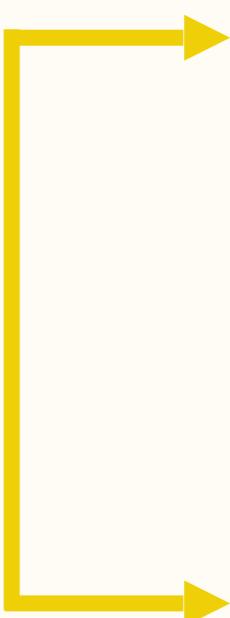
Hattie (2015)





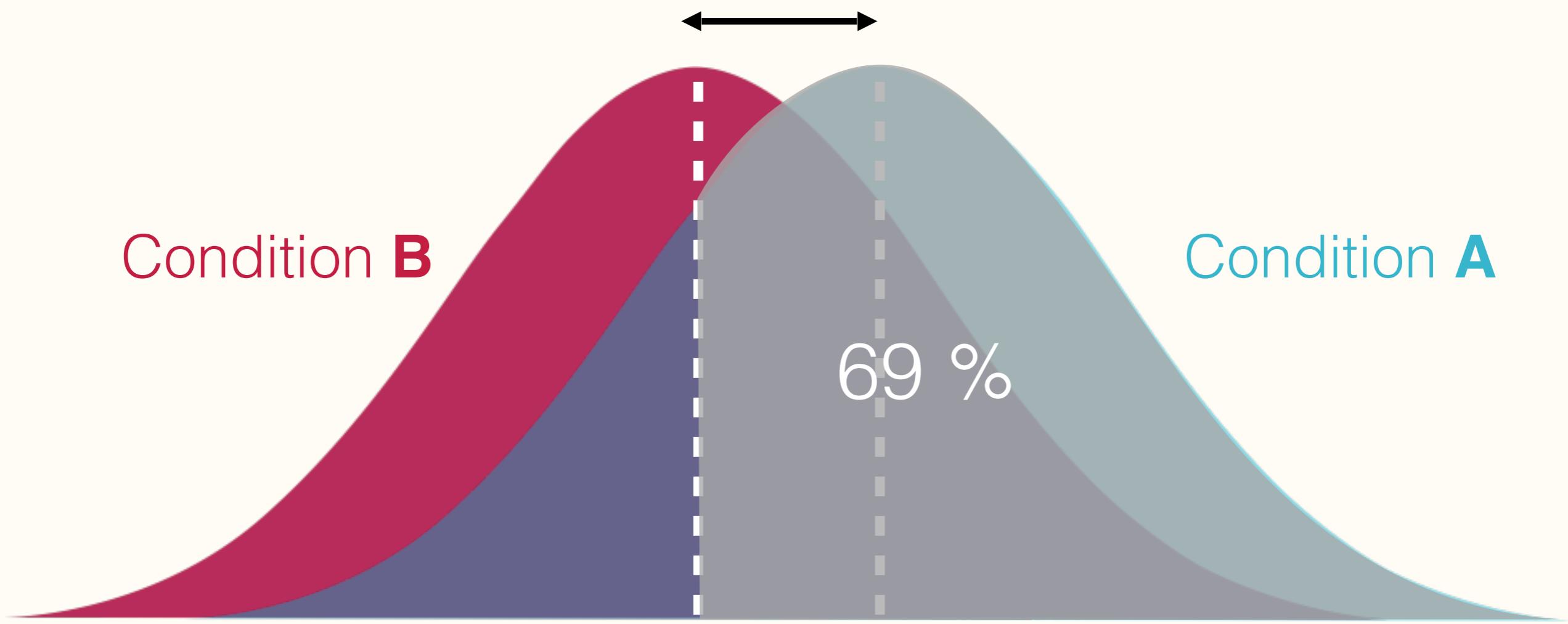
Taille de l'effet (δ) =
$$\frac{\text{Moy}_A - \text{Moy}_B}{\frac{\text{ET}_A + \text{ET}_B}{2}} = 1$$

Temperman, 2023



Temperman, 2023

Taille de l'effet (**d**) = 0.5

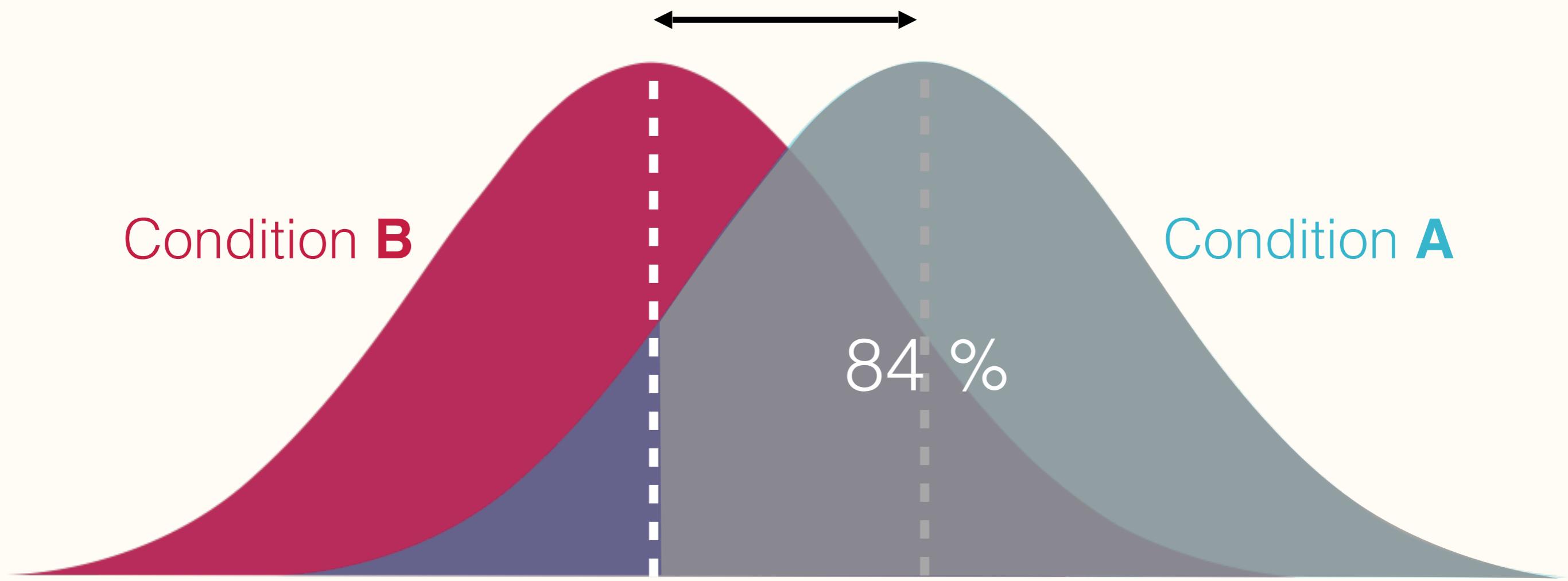


Hattie (2015)

Temperman, 2023

**Moyenne
(condition B)** **Moyenne
(condition A)**

Taille de l'effet (**d**) = 1



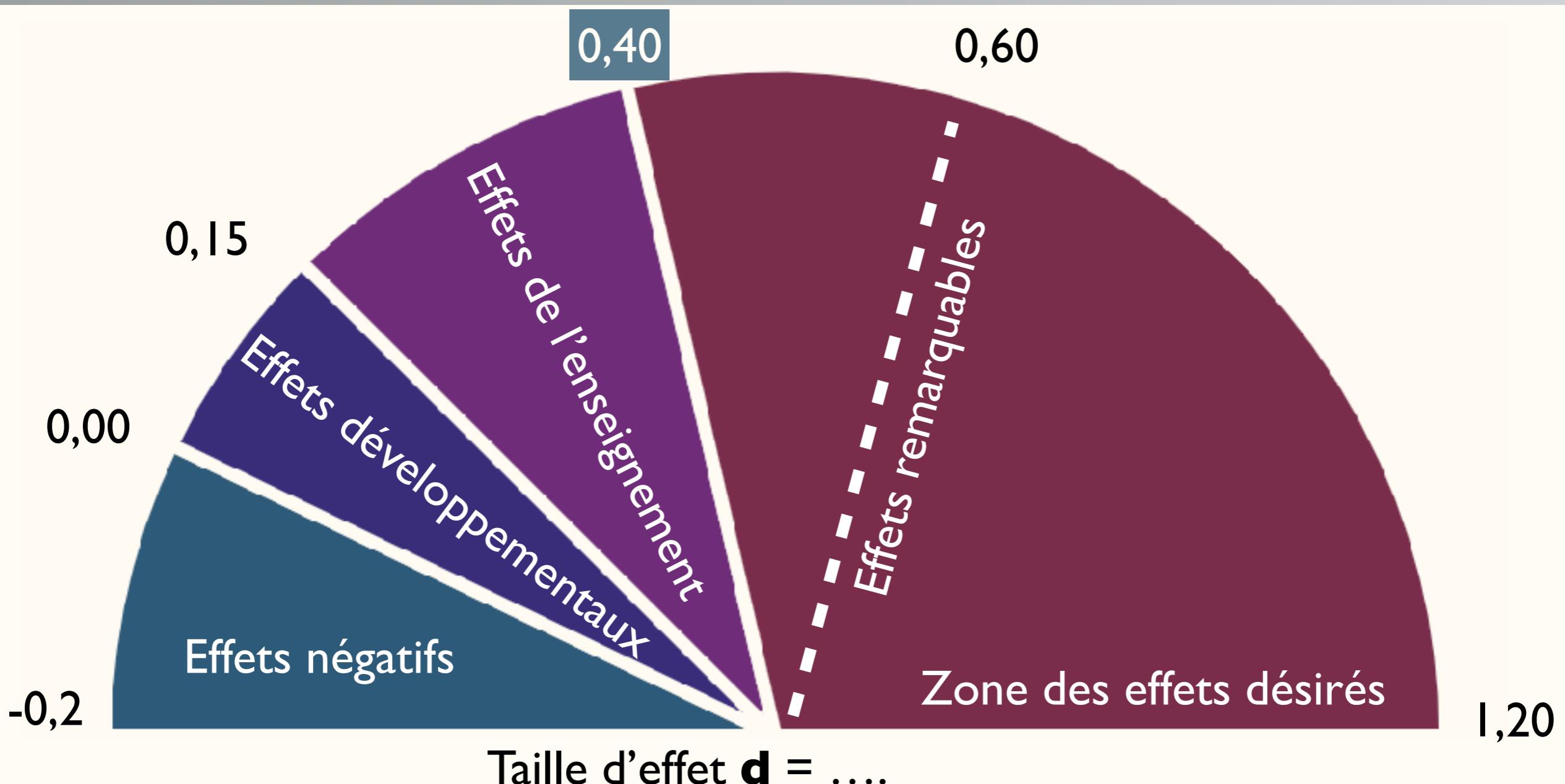
Hattie (2015)

Temperman, 2023

**Moyenne
(condition B)**

**Moyenne
(condition A)**

Efficacité ?



Hattie (2015)



L'impact de la technologie sur l'apprentissage ?

Une analyse de plus de 300 méta-analyses sur l'utilisation de la technologie dans l'éducation, couvrant 50 ans de recherche et plus de 3,3 millions d'étudiants.

Hattie (2015)



3

Efficacité de la
technologie ?

L'effet moyen de la technologie



La taille d'effet moyenne de la technologie sur l'apprentissage est restée stable à environ 0,34 depuis 1977, malgré les promesses de révolution.

Un ordinateur par enfant

1 Promesses

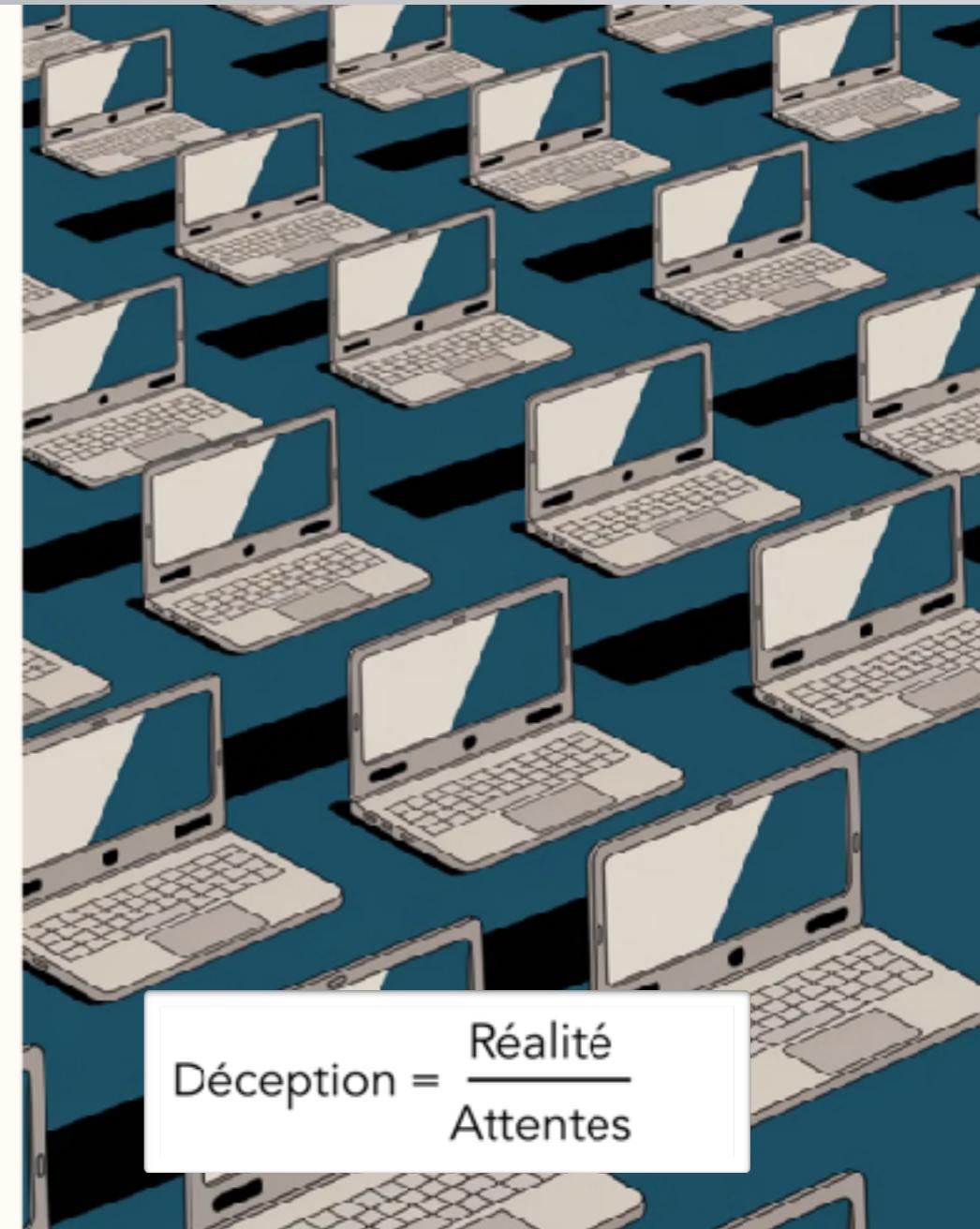
Éliminer la pauvreté, créer la paix, travailler sur l'environnement.

2 Réalité

Peu de pays ont adopté les ordinateurs à 185\$.
Peu d'enfants les ont utilisés.

3 Résultat

Effet moyen de 0,16 sur l'apprentissage.

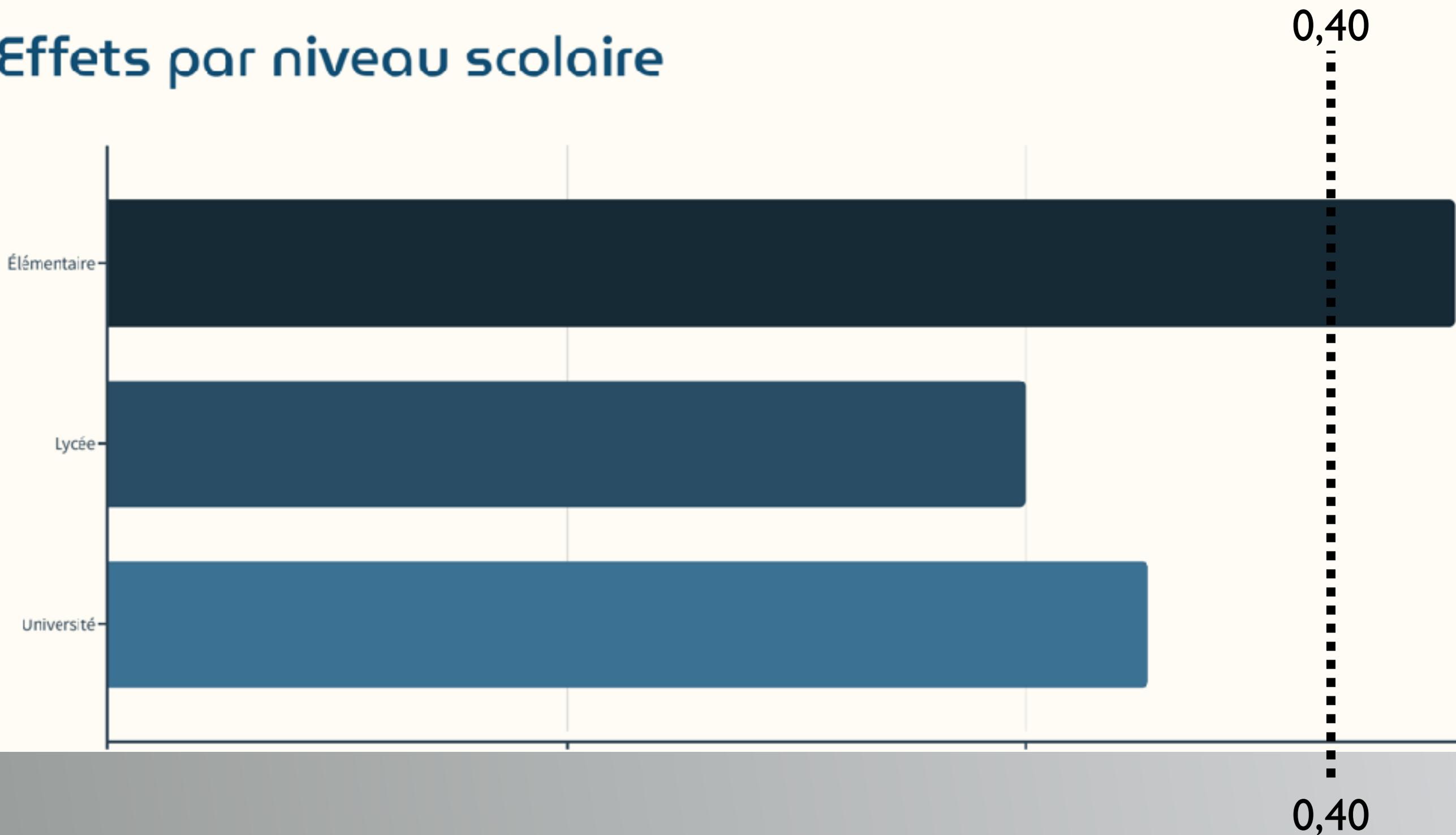


Des promesses non tenues ?

« Il est facile d'être certain, il suffit pour cela d'être suffisamment vague »

Pierce

Effets par niveau scolaire



Effets par matière



Mathématiques

$d = 0,37$



Sciences

$d = 0,18$



Lecture/Littératie

$d = 0,26$



Écriture

$d = 0,41$

Les effets varient légèrement selon les matières, mais restent généralement positifs.

Efficacité de la technologie?

1 Effet constant

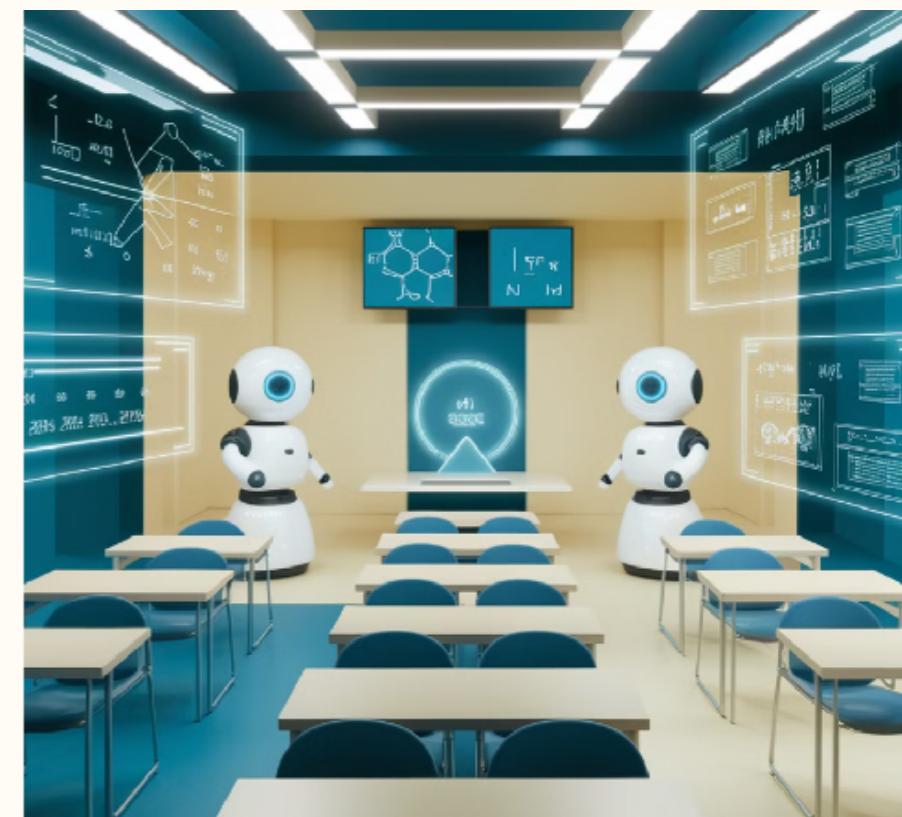
La technologie a un effet positif modéré sur l'apprentissage depuis 50 ans.

2 Intégration cruciale

L'efficacité dépend de l'intégration avec les méthodes d'enseignement.

3 Potentiel inexploité

La révolution technologique en éducation reste à venir.



Pas beaucoup d'effet quand on regarde globalement

« Il est facile d'être certain, il suffit pour cela d'être suffisamment vague »

Pierce

Efficacité de la technologie?



Technologies spécifiques

Réalité virtuelle

d = 0,57

Robotique

d = 0,57

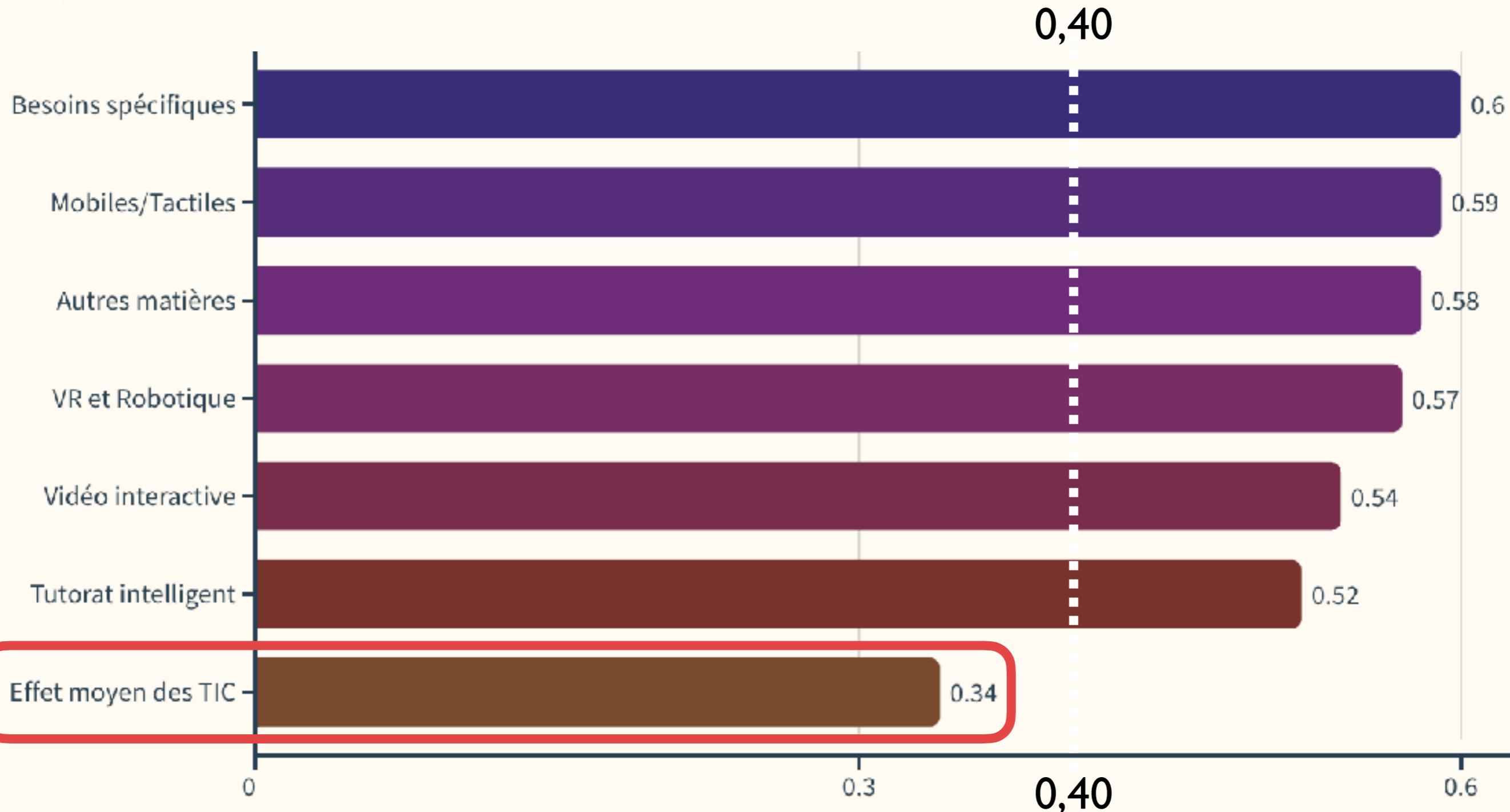
Vidéo interactive

d = 0,54

Simulations

d = 0,53

Efficacité des technologies numériques (Hattie, 2023)



Le numérique : un outil pédagogique ?

Médias sociaux

Apprentissage à distance

Réalité Virtuelle - Augmentée

Les applications mobiles

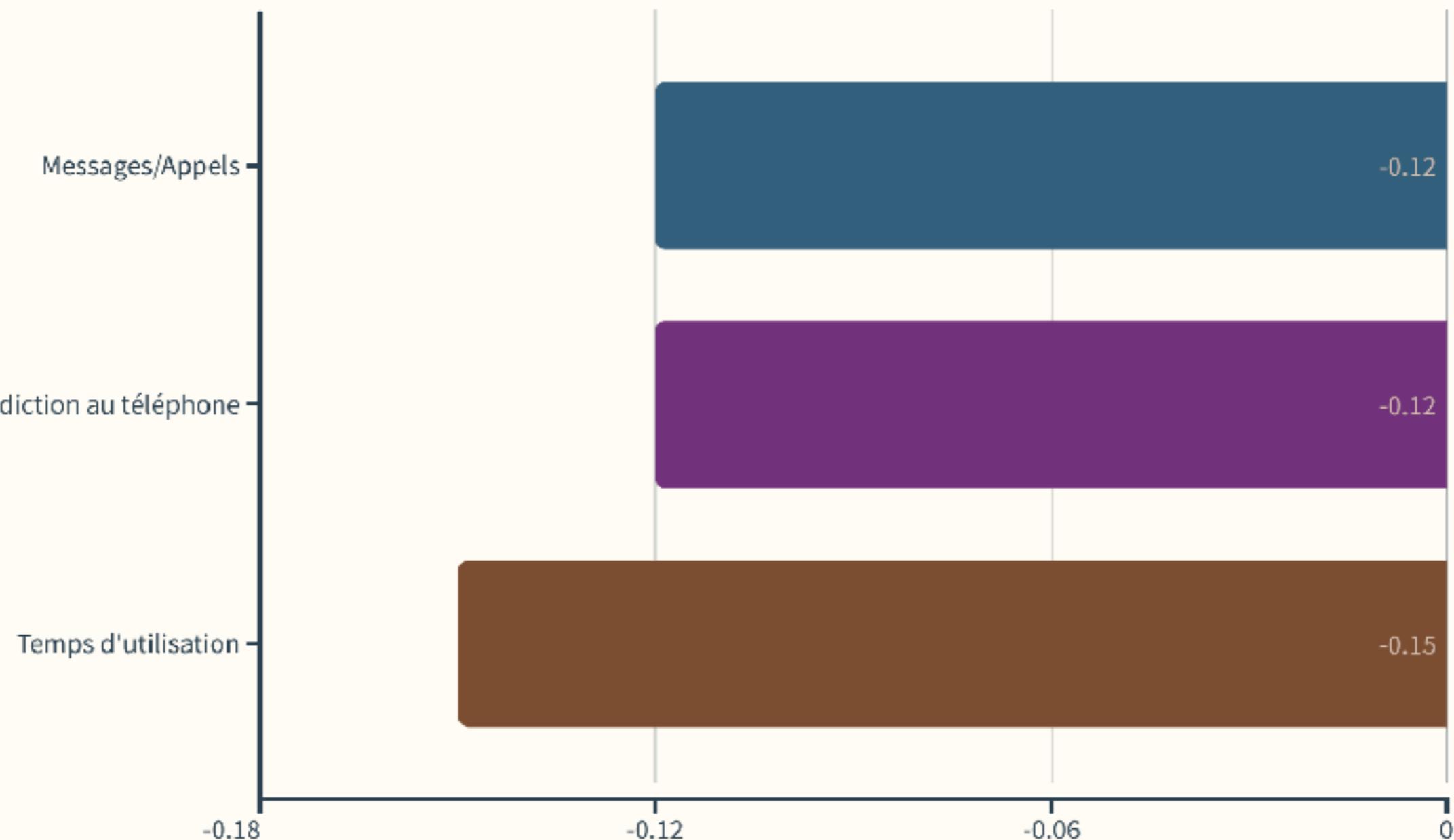
Le numérique :
un outil
pédagogique ?

4

L'impact des médias sociaux sur l'éducation



Effets sur la performance académique





Avantages des médias sociaux

Engagement accru

Les étudiants sont plus engagés avec les outils de médias sociaux.

Discussions ouvertes

Les forums en ligne favorisent des conversations actives.

Participation élargie

Certains étudiants contribuent plus en ligne qu'en classe.

Temps d'écran excessif



Performance académique

Corrélation négative globale de $r = -0.15$ entre le temps d'écran et les résultats scolaires



Impact sur l'apprentissage des langues

Impact négatif de -0.18 sur les compétences linguistiques



Performance en mathématiques

Impact négatif plus important de -0.25 sur les compétences mathématiques

L'Impact de la Réalité Virtuelle et des Technologies Immersives sur l'Apprentissage

La Transformation Éducative

Découvrez comment les technologies de réalité virtuelle et d'interactivité révolutionnent l'éducation moderne.

Résultats Transformatifs

Impact significatif sur les attentes et les résultats éducatifs dans l'environnement d'apprentissage moderne.

Du Jeu à l'Apprentissage

L'évolution remarquable des outils initialement conçus pour le divertissement vers des applications pédagogiques innovantes.



L'Essor de la Réalité Augmentée

Effets par Niveau Scolaire



Primaire

Effet positif de 0,65



Secondaire Inférieur

Effet positif de 0,60



Secondaire Supérieur

Effet positif de 0,70



Universitaire

Effet positif de 0,62

Effets par Discipline



Sciences Naturelles

Effet positif de 0,69



Sciences Sociales

Effet positif de 0,71



Santé

Effet positif de 0,81



Effets sur les Compétences Linguistiques

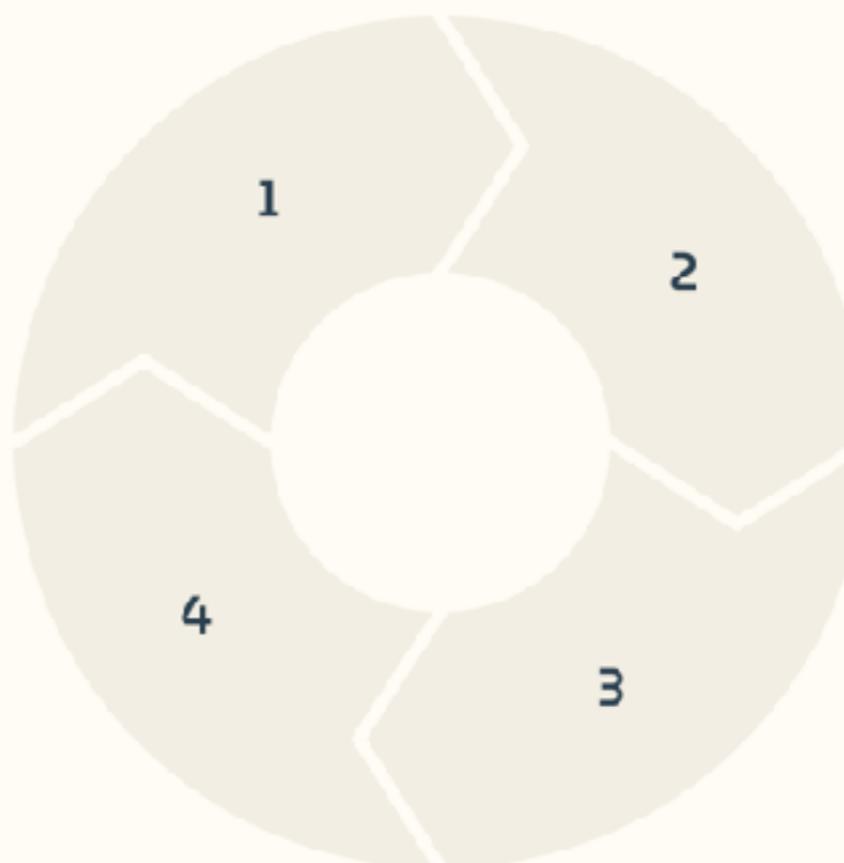
Réalité Augmentée : Efficacité et Applications

Effet Global

Ozdemir et al. (2018) ont rapporté un effet de $d = 0,52$ pour les interventions de réalité augmentée.

Dispositifs

Effets plus élevés avec les appareils mobiles (0,69) et les tablettes (0,67) qu'avec les dispositifs basés sur webcam (0,16).



Différences Curriculaires

Pas de différences significatives entre les sciences naturelles (0,56) et les sciences sociales (0,41).

Niveaux d'Éducation

Effets plus élevés dans l'enseignement supérieur (0,84) et le lycée (0,62) que dans le primaire (0,30).

La réalité augmentée permet aux étudiants de pratiquer ce qu'ils apprennent dans un environnement divertissant, favorisant la consolidation de l'apprentissage et l'engagement dans la pratique délibérée.

L'impact de l'apprentissage à distance sur l'éducation

L'utilisation de la technologie pour l'enseignement à distance peut améliorer l'apprentissage. Examinons les preuves et les meilleures pratiques.



Facteurs d'amélioration de l'impact

1

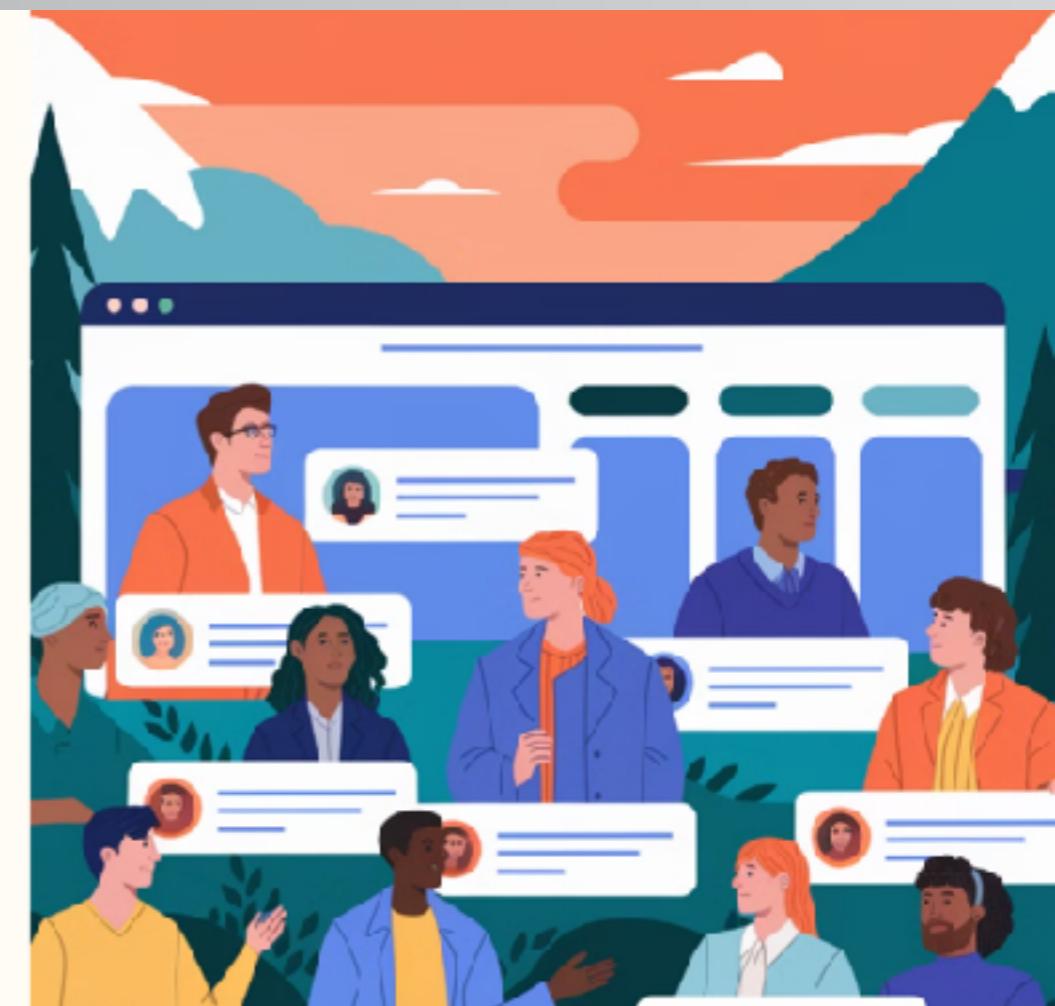
Interactions entre étudiants

Bernard et al. (2009) : effet plus élevé (0,49) pour la communication entre étudiants.

2

Interaction avec le contenu

Effet de 0,46 pour l'interaction en ligne avec le contenu.



Le numérique : un outil pédagogique ?

Applications mobiles



L'impact des applications sur l'apprentissage

Bienvenue à cette présentation sur l'utilisation récente des applications dans l'éducation. Nous explorerons leur impact sur l'apprentissage et les défis de la recherche dans ce domaine.

Le numérique : un outil pédagogique ?

Applications mobiles



Potentiel des technologies mobiles

1

Amélioration globale

$d = 0.30$, plus élevé pour les groupes à faibles compétences

L'utilisation des technologies mobiles montre un effet positif modéré sur l'apprentissage, avec un impact marqué chez les élèves en difficulté. Se manifeste dans la motivation, l'engagement et la compréhension des concepts.

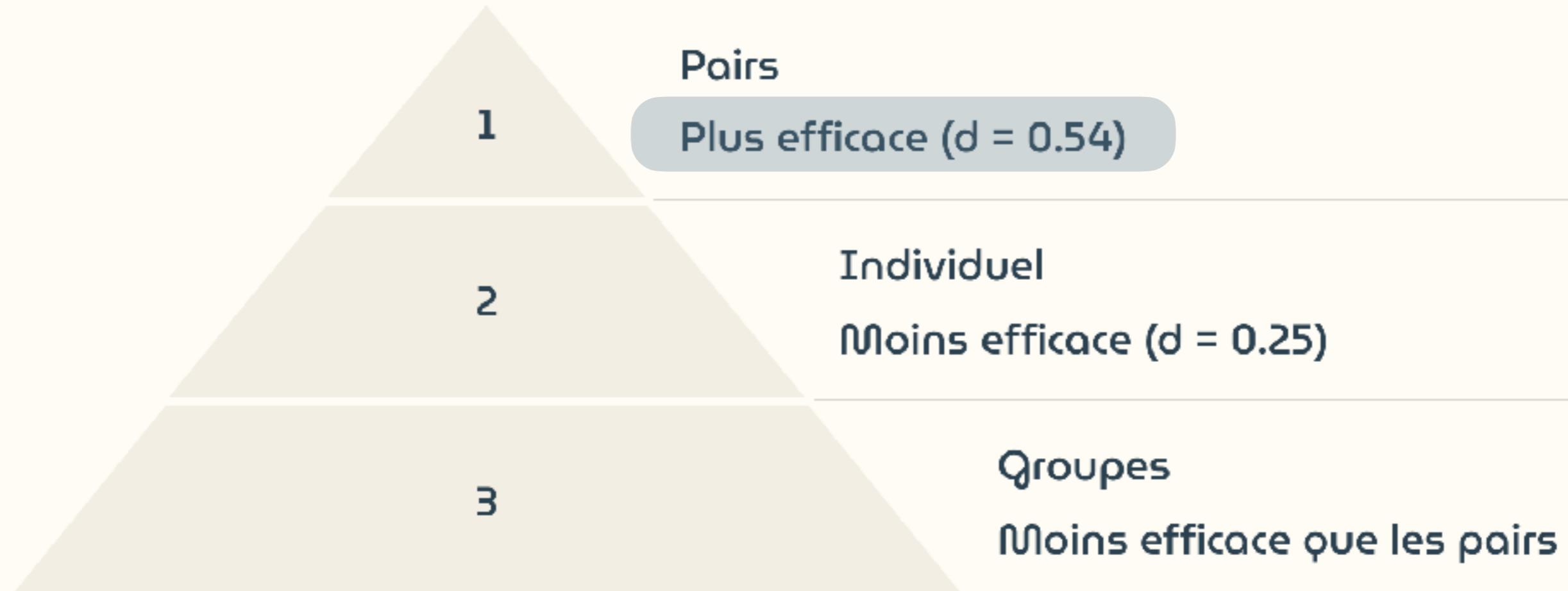
2

Applications liées à l'apprentissage

$d = 0.63$

L'utilisation d'applications éducatives spécialisées présente l'impact le plus important. Ces outils offrent des expériences d'apprentissage personnalisées, interactives et adaptatives, permettant aux élèves de progresser à leur propre rythme.

Apprentissage par pairs et technologie



Applications prometteuses



Logiciel de géométrie dynamique

Effet de 1,02 (Chan & Leung, 2014)



Vidéo sous-titrée

Effet de 0,99 (Perez et al., 2013)



Jeu vidéo de vocabulaire

Effet de 0,70 (Thompson, 2020)

Rahoot!

Effet de 0,65 (Yu, 2021)





Techniques de rétroaction

1

Clickers (style Woodlop)

Permettent aux enseignants de poser des questions et aux élèves de répondre instantanément.

2

Effet immédiat

0,49 sur les post-tests immédiats (Chien et al., 2016)

3

Effet à moyen terme

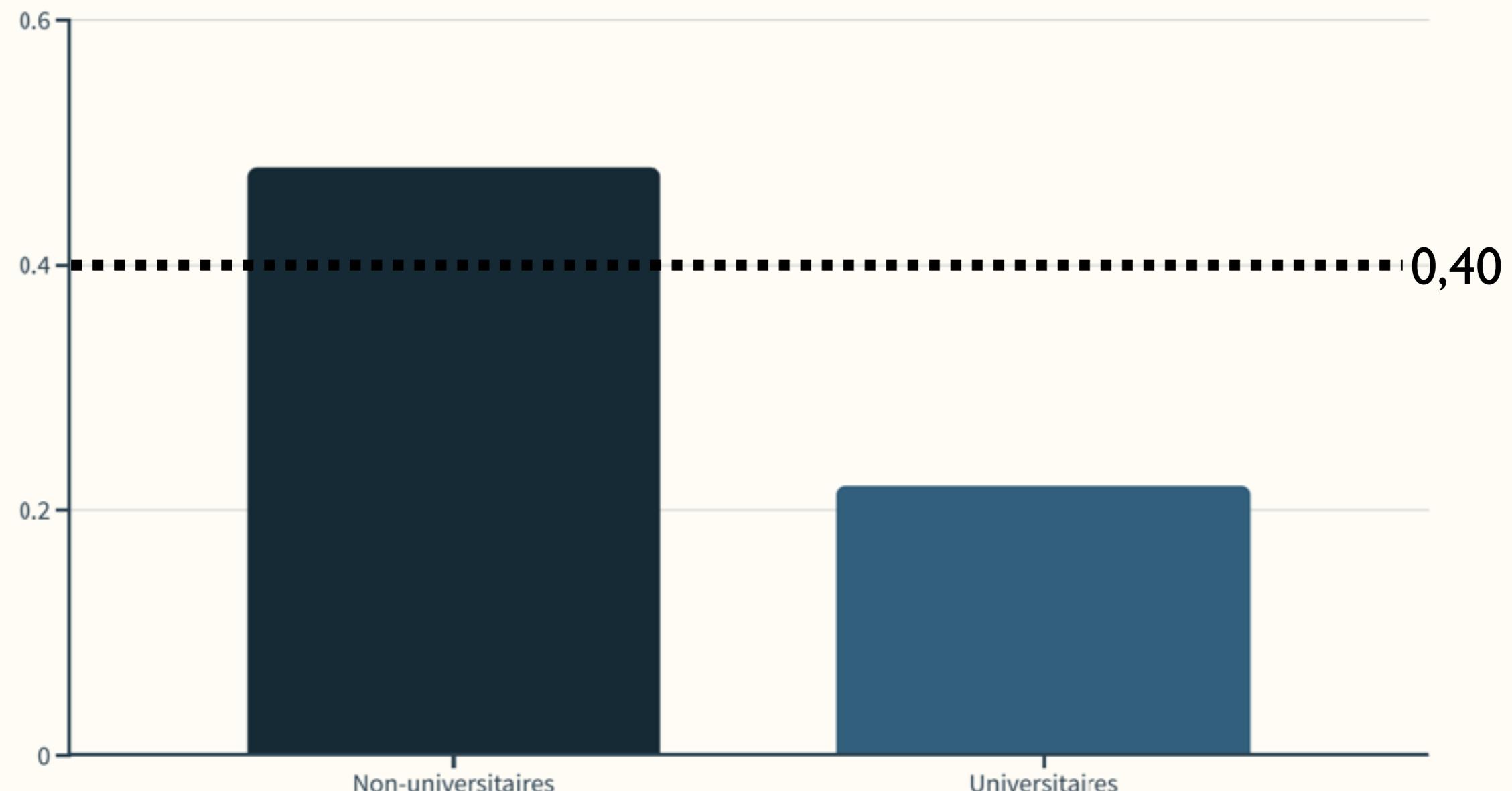
0,34 sur les post-tests à moyen terme (Chien et al., 2016)

4

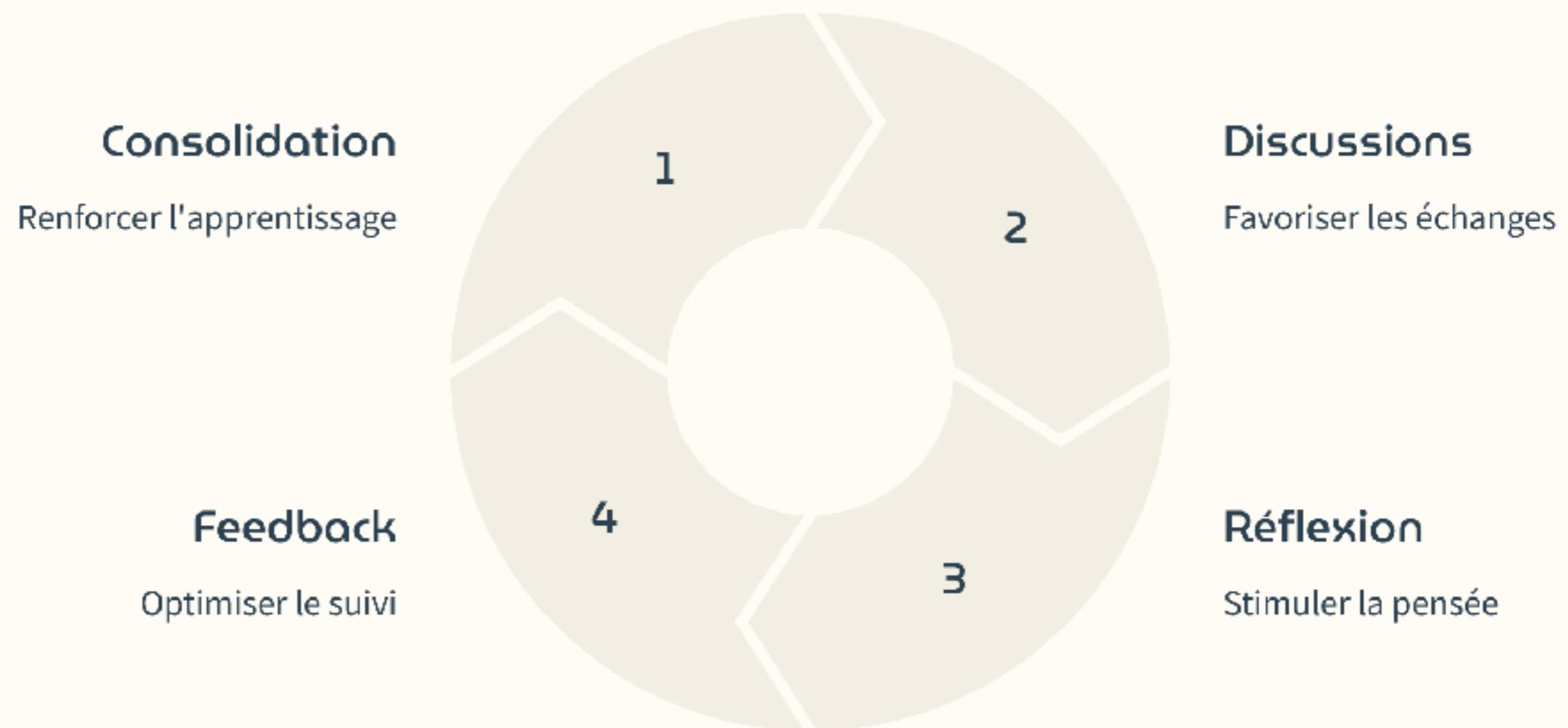
Discussion entre pairs

Effet plus important (1,09) lorsque suivi de discussions entre pairs.

Effets des TRC selon le niveau d'études



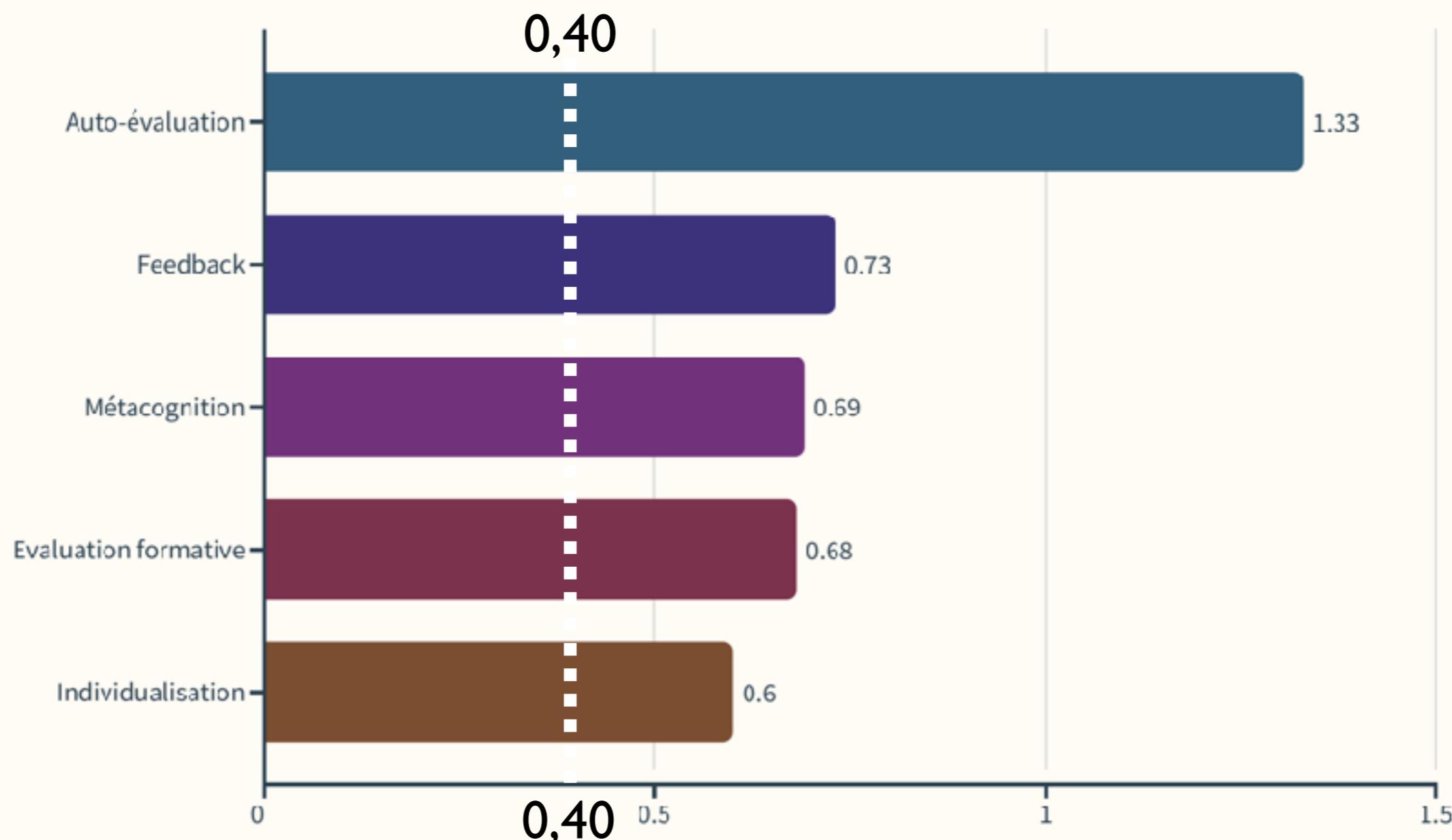
Au service de principes pédagogiques !!



5

Les principes
d'abord !

Principes pédagogiques efficaces Hattie (2023)



Usage du numérique et besoins spécifiques

La compensation

Mettre en place des adaptations et outils numériques durables pour limiter l'impact des difficultés sur le parcours scolaire.

Exemples : **Correcteur orthographique pour un élève avec un trouble de l'écriture**, sous-titrage automatique pour un élève malentendant

Le contournement

Utiliser des outils numériques pour pallier immédiatement une difficulté sans chercher à la réduire.

Un exemple concret est la **sonorisation de textes pour les élèves dyslexiques**, qui diminue les exigences de la lecture et facilite la compréhension

L'apprentissage

Développer les compétences de l'élève pour l'aider à surmonter ses difficultés à long terme.

Exemples : **logiciels d'entraînement en orthographe pour un élève dysorthographique**, applications de gestion du temps pour un élève avec TDAH.

Tricot, 2017

Auto-évaluation et numérique (Hattie : 1.33)

1 Définition

Capacité des élèves à juger leur propre apprentissage.

2 Outils numériques

Quiz en ligne (Wooclap, Quizizz), portfolios numériques.

3 Alignement avec Hattie

Le numérique permet un retour immédiat et une analyse des erreurs.



Auto-évaluation avec IA

GPT-4

 je voudrais converser avec toi en anglais et que tu corriges mes erreurs suite à mon texte et après tes questions

 Absolutely, feel free to write something in English, and I will correct any mistakes and ask you questions afterward.

 I'm Bruno I'm 60 years old

 Your sentence is correct. Here's a follow-up question for you:
What do you enjoy doing in your free time, Bruno?

 I enjoy reading, watching tv, playing football

 Your sentence is almost correct. You just need to add "and" before the last item in your list. Here's the corrected version:

Send a message

ChatGPT can make mistakes. Consider checking important information.

Khan (2023)

Les principes d'abord !

Auto-évaluation avec IA

The screenshot shows a Research Square preprint titled "AI Tutoring Outperforms Active Learning" by Gregory Kestin*, Kelly Miller*, Anna Klaes, Timothy M... and 1 more. The article discusses a study where students learned more than twice as much in less time with an AI tutor compared to an active learning classroom, while also being more engaged and motivated. A bar chart illustrates the scores: pre score (~2.7), post score, active lecture (~3.5), and post score, AI (~4.4). A blue arrow points from the chart to the LinkedIn post.

Social Sciences - Article

AI Tutoring Outperforms Active Learning

Gregory Kestin*, Kelly Miller*, Anna Klaes, Timothy M... and 1 more

Ethan Mollick [in](#) · Abonné
Associate Professor at The Wha...
11 h ·

More evidence that a well prompted LLM can help learning from a randomized controlled trial at Harvard: "here we show that students learn more than twice as much in less time with an AI tutor compared to an active learning classroom, while also being more engaged and motivated."

Paper: <https://lnkd.in/eeV9hm3m>

Afficher la traduction

cce 521

36 commentaires ·

Ethan Mollick
Associate Professor of Management
A Founding Author

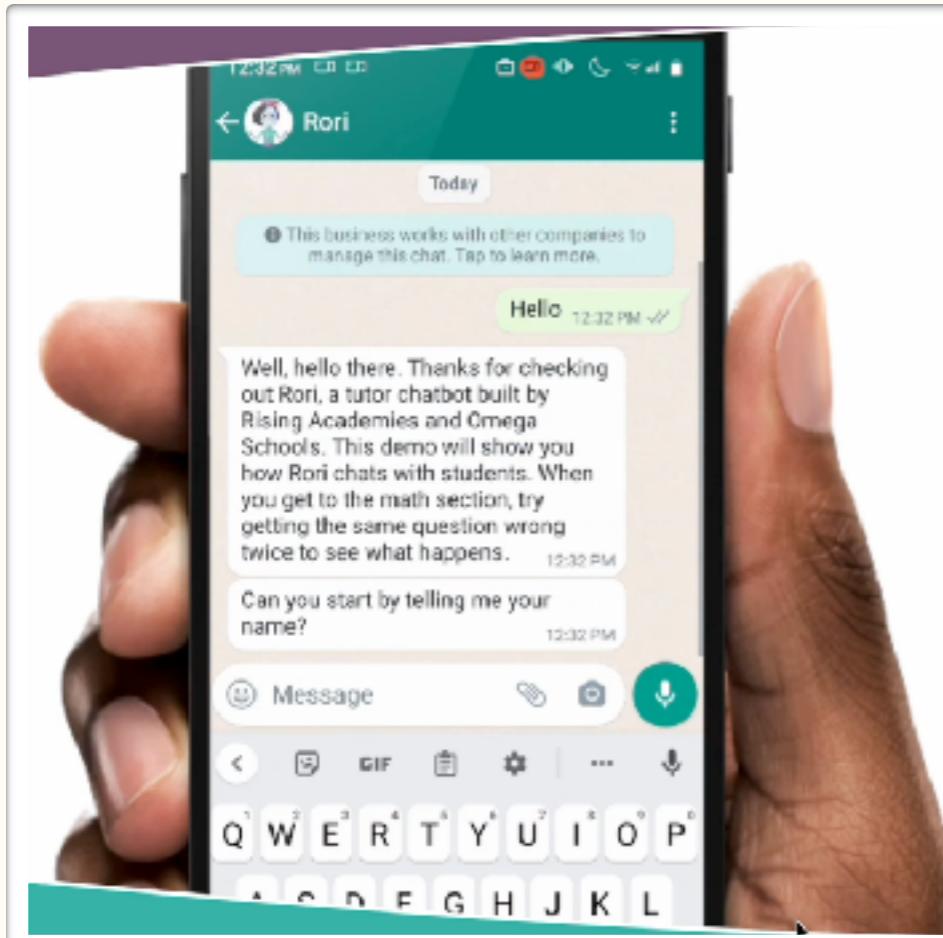
J'aime Commenter Republier Envoyer

(2023)

Les principes d'abord !

Auto-évaluation avec IA

Rori is a virtual math tutor making the AI revolution accessible and inclusive.



Effective and Scalable Math Support: Experimental Evidence on the Impact of an AI- Math Tutor in Ghana

Owen Henkel¹, Hannah Horne-Robinson², Nessie Kozhakhmetova, Amanda Lee³

¹ University of Oxford

² Rising Academies

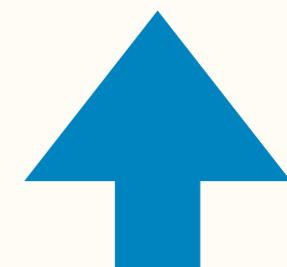
³ J-PAL North America

Taille d'effet $d=0,36$
1 année d'avance

Condition	Control (N=241)		Treatment (N=237)		
	Test	Baseline	Endline	Baseline	Endline
Mean		20.20	22.32	20.29	25.42
St Dev		8.81	8.06	8.72	7.25
Growth			2.12		5.13



Différence significative
 $p<0.001$



Khan (2023)

Les principes d'abord !

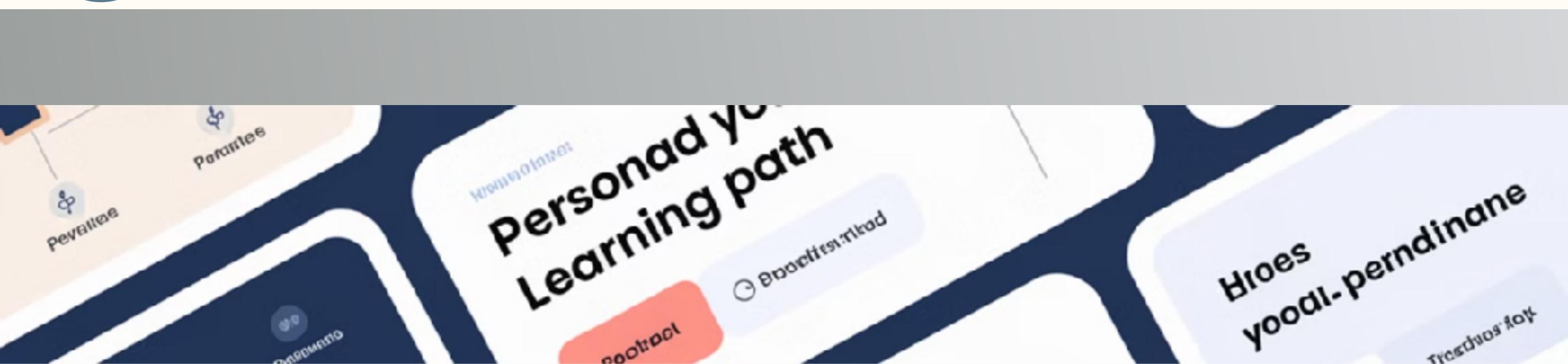
Auto-évaluation avec IA



Libère du temps
pour l'enseignant
qui peut expliquer
à ceux qui en ont
besoin

Khan (2023)

Les principes d'abord !



Les Systèmes de Tutorat Intelligent (STI)

1 Fonctions de Tutorat

Présentation d'informations, questions, tâches d'apprentissage, feedback, indices, et réponses aux questions des étudiants.

2 Adaptabilité

Calcul d'inférences à partir des réponses des étudiants pour adapter les fonctions de tutorat et offrir un feedback personnalisé.

3 Recommandations

Suggestion des prochaines étapes d'apprentissage basées sur la comparaison avec des trajectoires d'étudiants similaires.

Les principes d'abord !

Comparaison des Systèmes de Tutorat



Instruction régulière sans tutorat

L'enseignement traditionnel en classe montre un effet modéré sur l'apprentissage.

Effet : 0.30



Systèmes de tutorat intelligent

Les STI offrent une approche personnalisée et hautement efficace.

Effet : 0.76



Tutorat humain

Le tutorat individuel reste très efficace pour l'apprentissage.

Effet : 0.79

Optimisation du Feedback dans les Systèmes Informatiques

Environnement de confiance

Les systèmes informatiques créent un environnement moins menaçant pour les étudiants, facilitant la reconnaissance des erreurs.

Feedback programmé

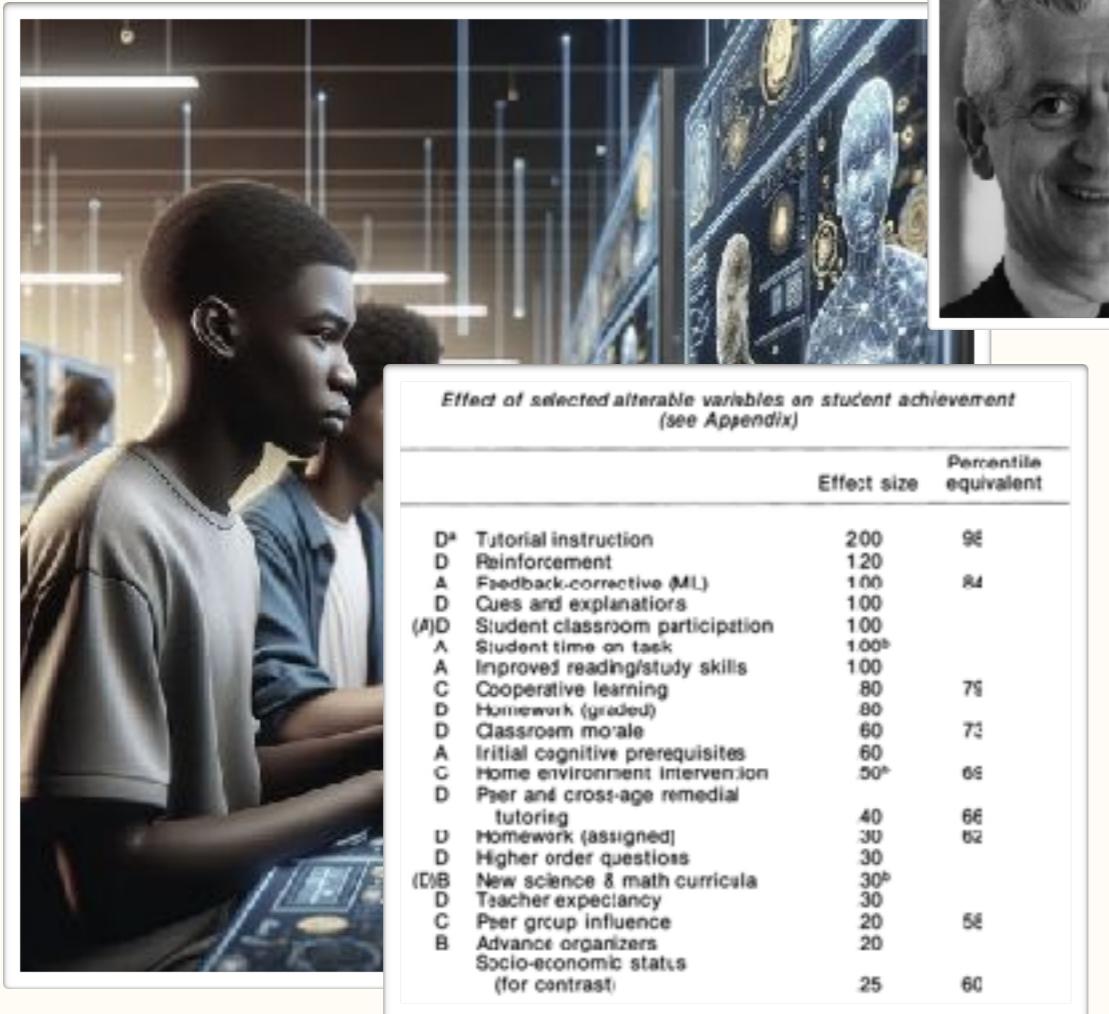
Le feedback informatique peut être fourni de manière plus systématique et équitable que le feedback humain.

Types de feedback efficaces

Les explications ($d = 0,66$) et la remédiation ($d = 0,73$) se révèlent être des outils puissants, dépassant de loin la simple fourniture de la réponse correcte ($d = -0,11$).

Les principes d'abord !

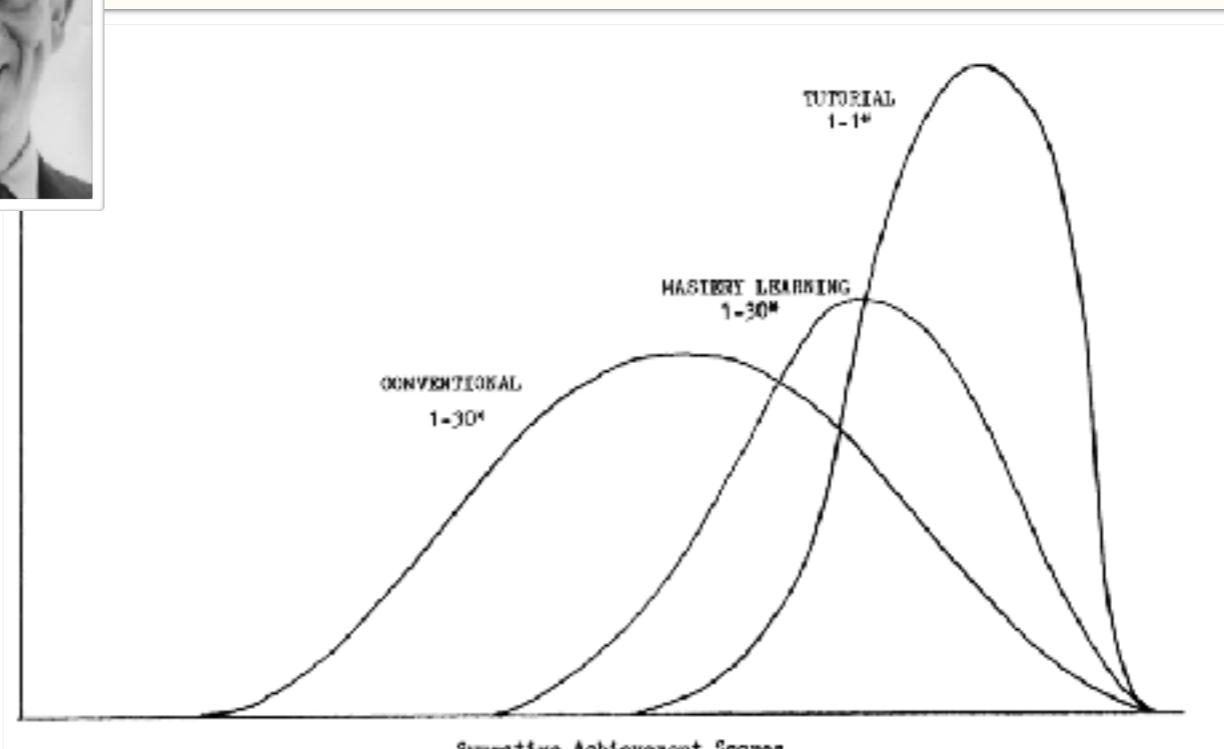
IA permet le 1-to-1



The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring

Benjamin S. Bloom

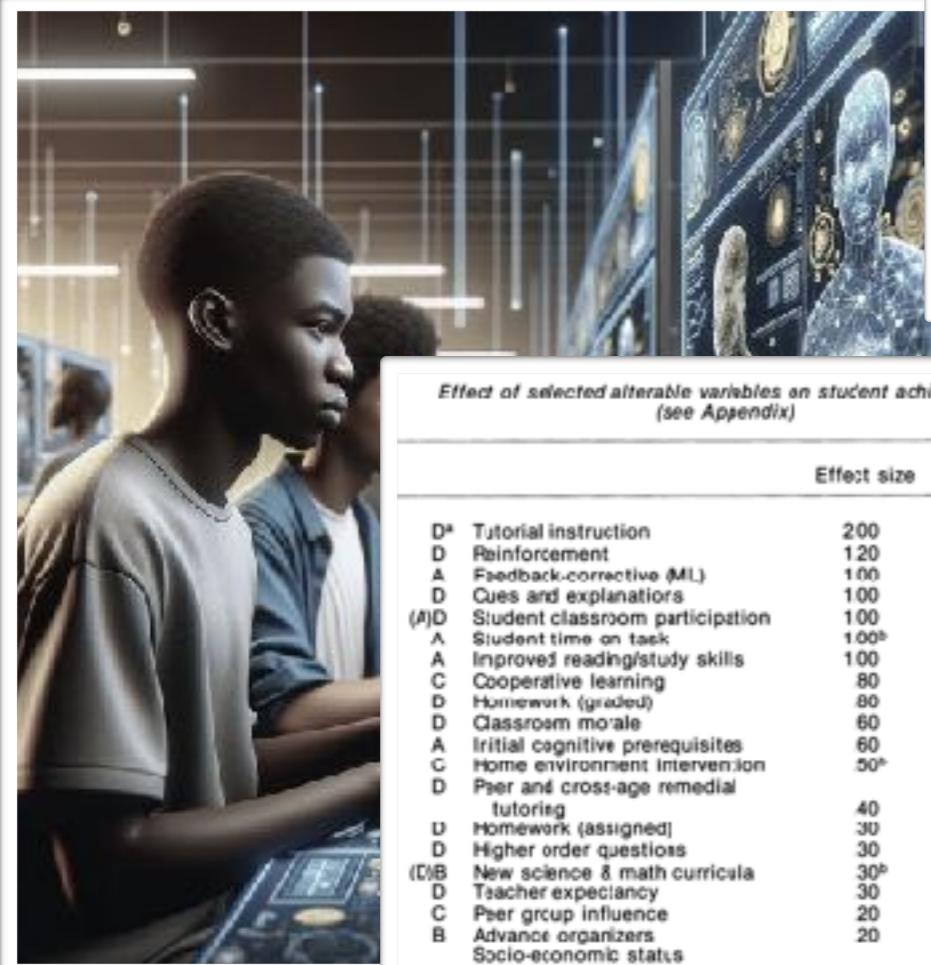
Educational Researcher, Vol. 13, No. 6. (Jun. - Jul., 1984), pp. 4-16.



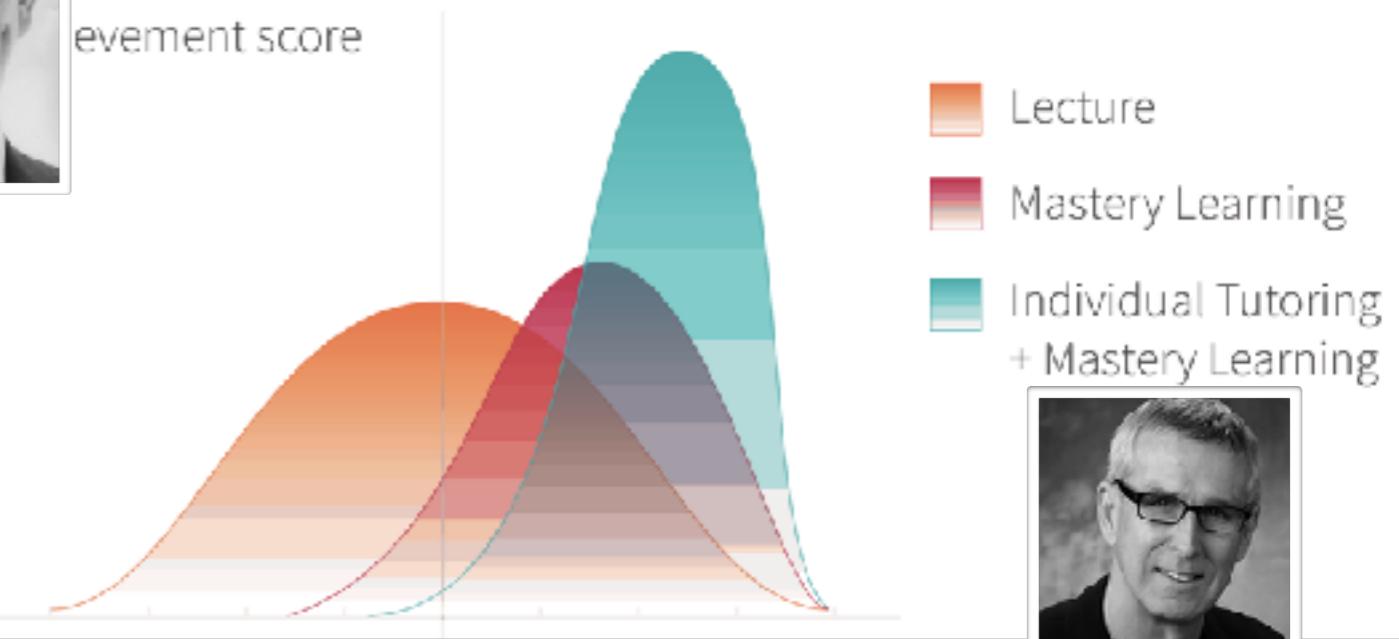
*Teacher-student ratio

Les principes d'abord !

IA permet le 1-to-1



Parcours personnalisés

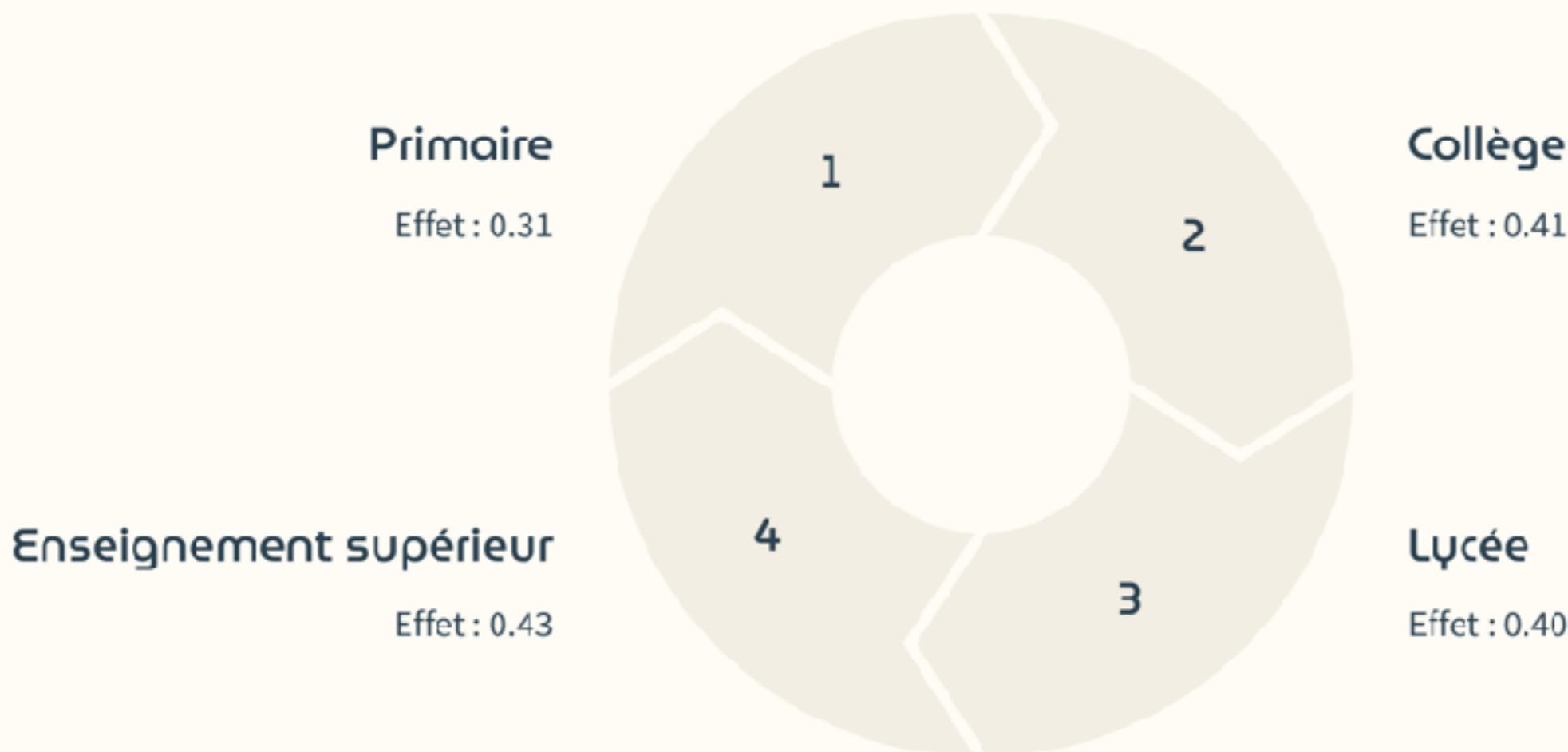


Guité, 2021

Khan (2023)

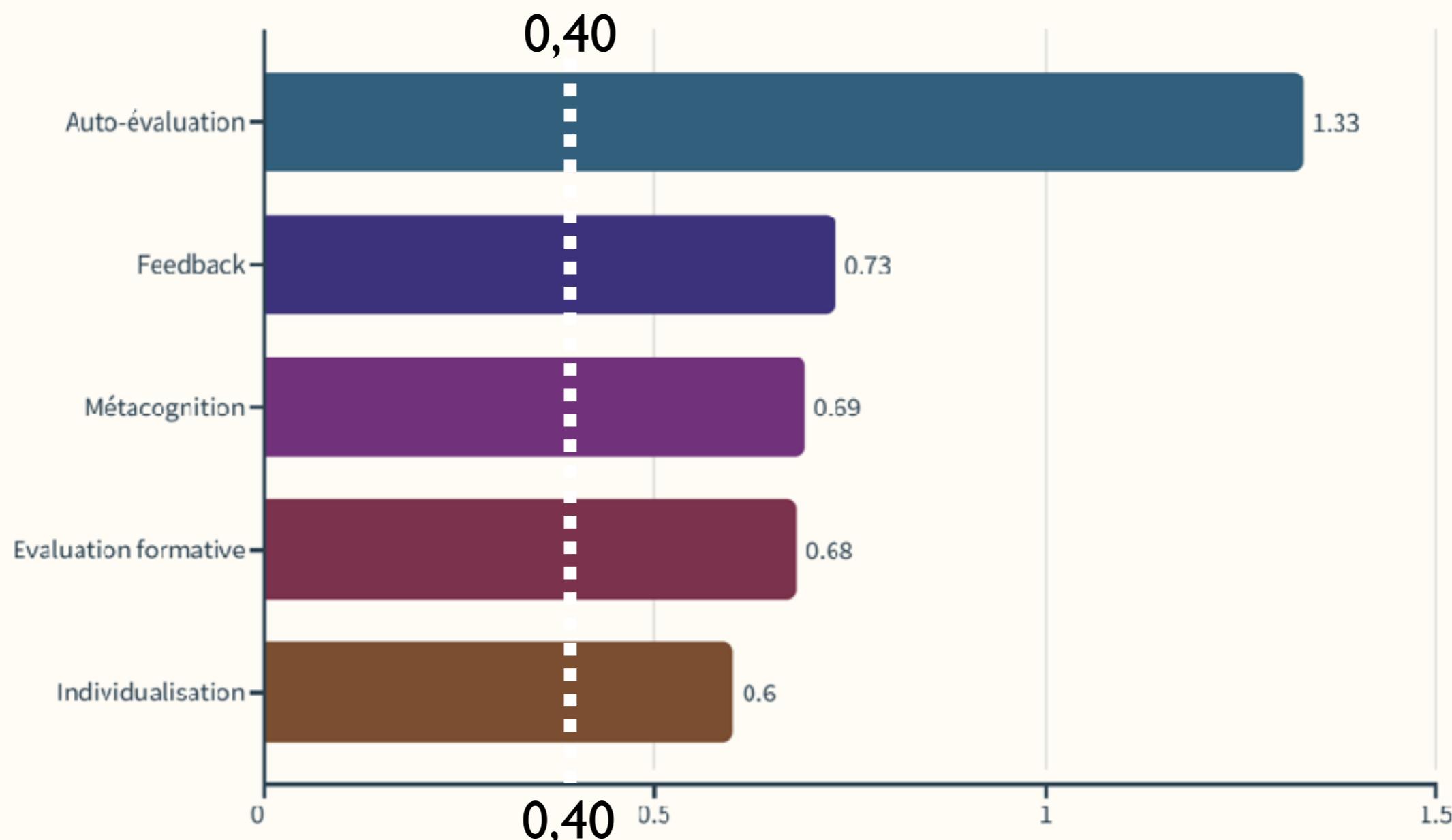


Efficacité des STI selon le Niveau Scolaire



Les STI montrent une efficacité constante à travers tous les niveaux scolaires, avec des effets légèrement plus élevés dans l'enseignement secondaire et supérieur. Cette constance suggère que les STI peuvent être bénéfiques tout au long du parcours éducatif d'un étudiant.

Principes pédagogiques efficaces Hattie (2023)



Les principes d'abord !

Individualisation - Exemples résolus

I	V	X	L	C	D	M	4	IV	40	XL
1	5	10	50	100	500	1000	9	IX	90	XC

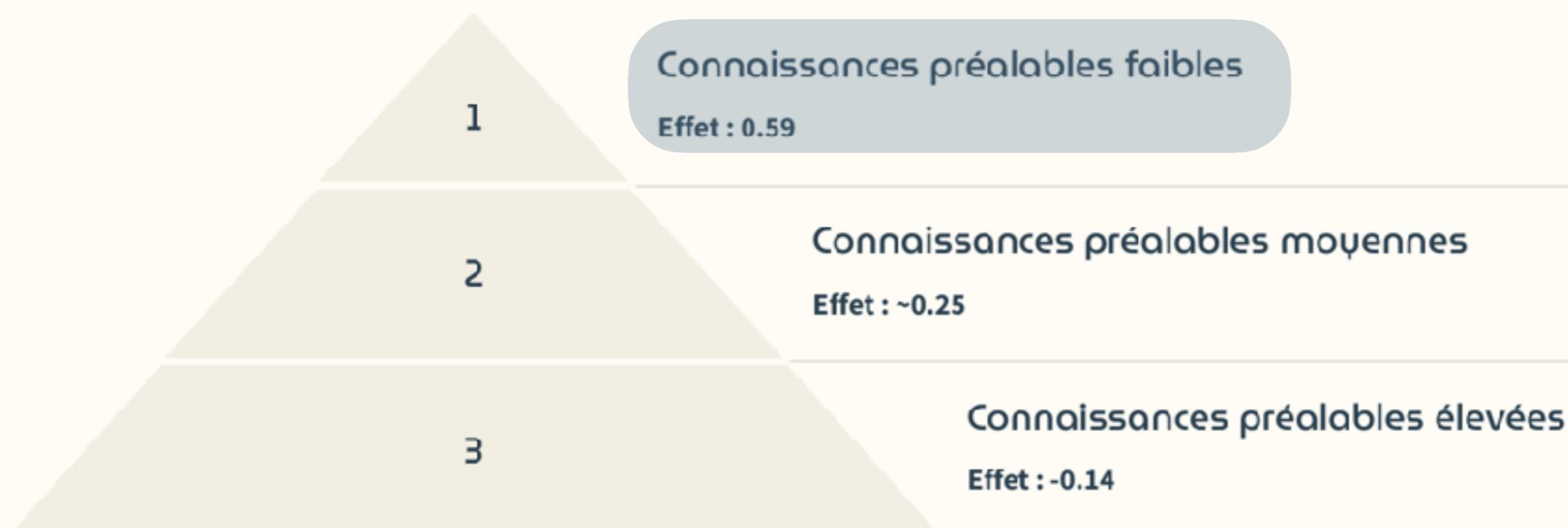
$79 \rightarrow$ $\begin{matrix} 50 \\ + 29 \\ \downarrow \\ 20 + 9 \end{matrix}$ 49
 $LXXIX$

+

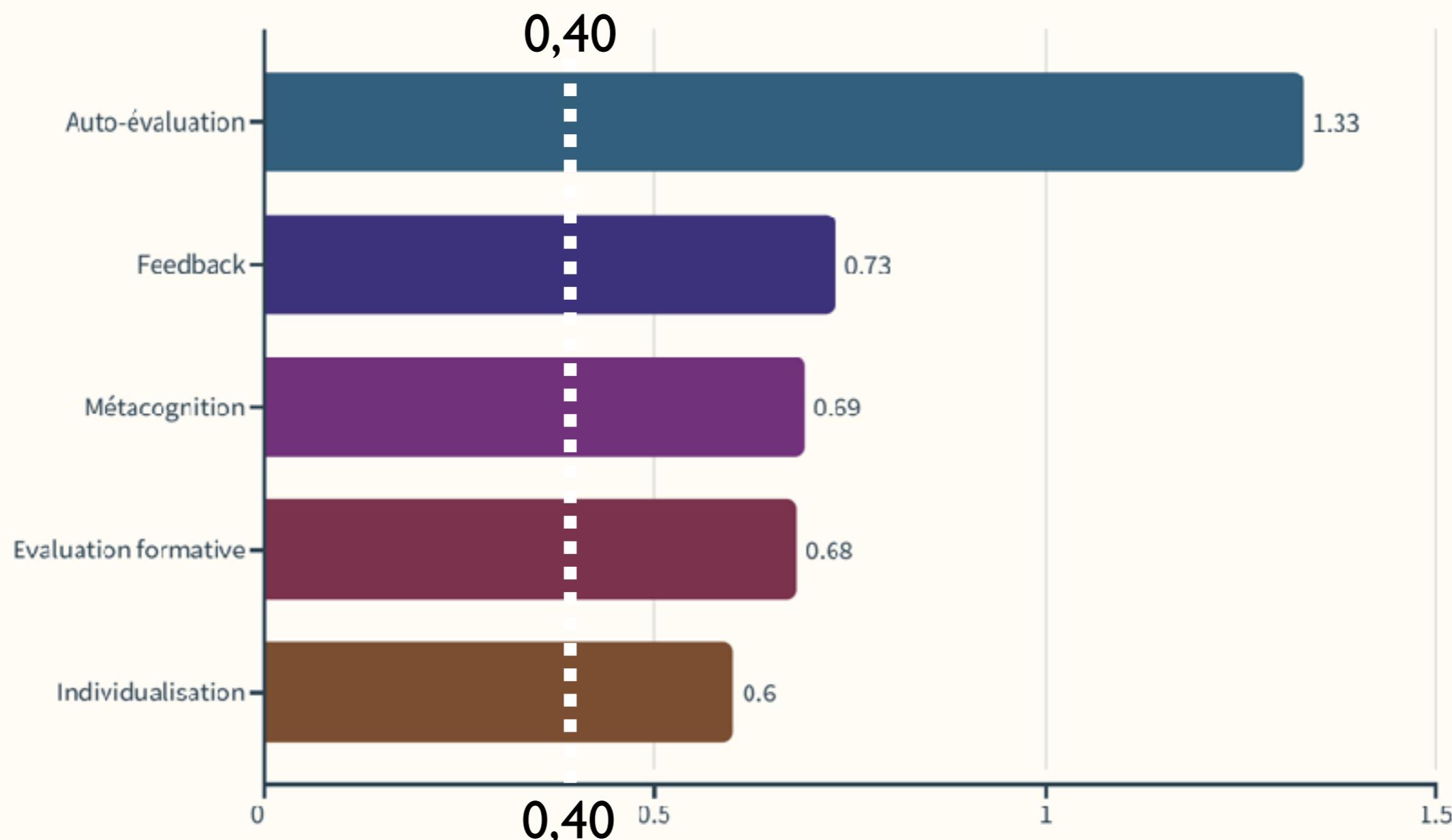
Khan (2023)

Les principes d'abord !

Impact de la Quidance Automatisée selon le Niveau de Connaissances Préalables



Principes pédagogiques efficaces Hattie (2023)



Métacognition et numérique (Hattie : >0.60)

Mind mapping

Coggle pour organiser les idées



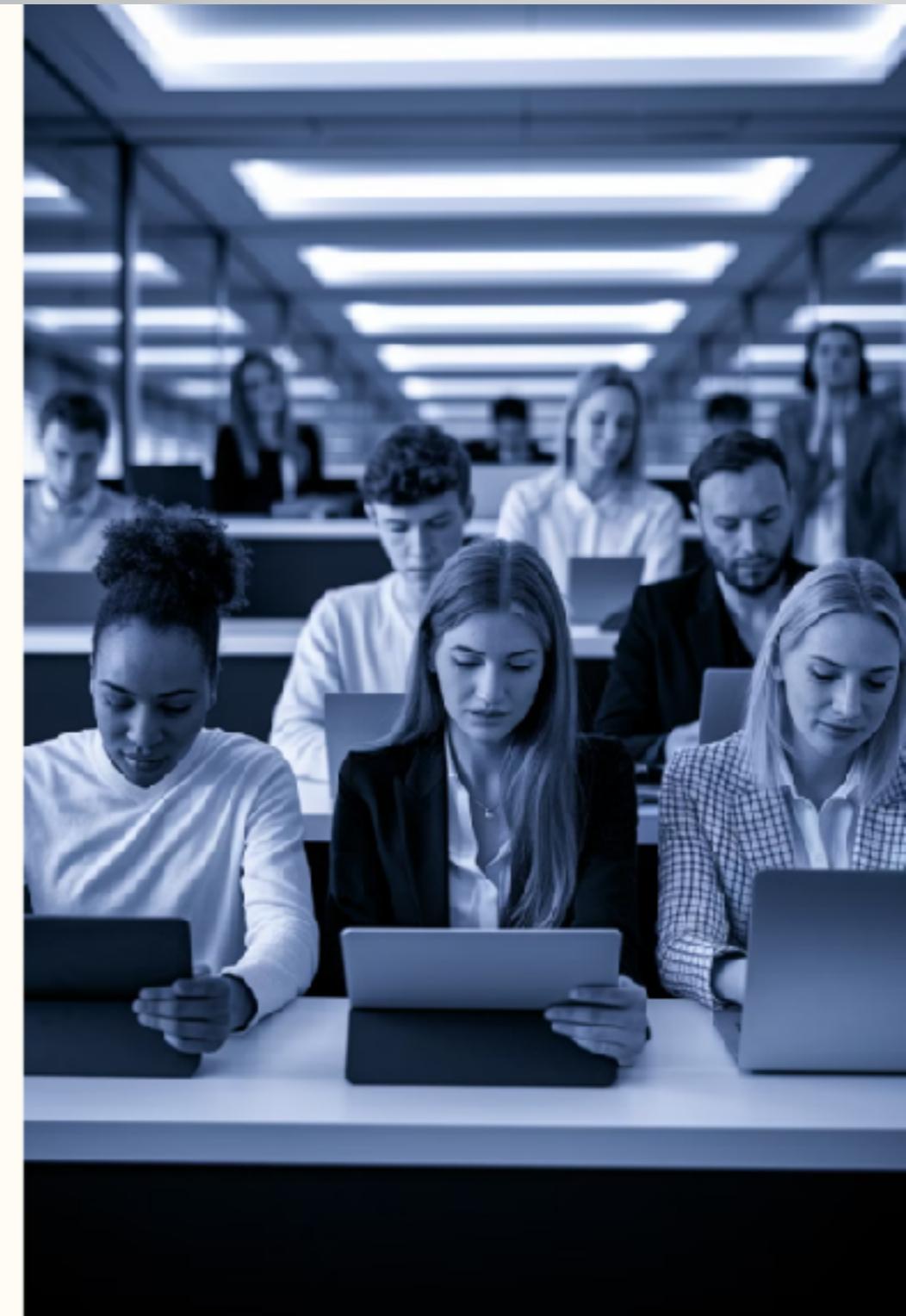
Trois outils numériques essentiels pour développer la métacognition

e-Portfolios

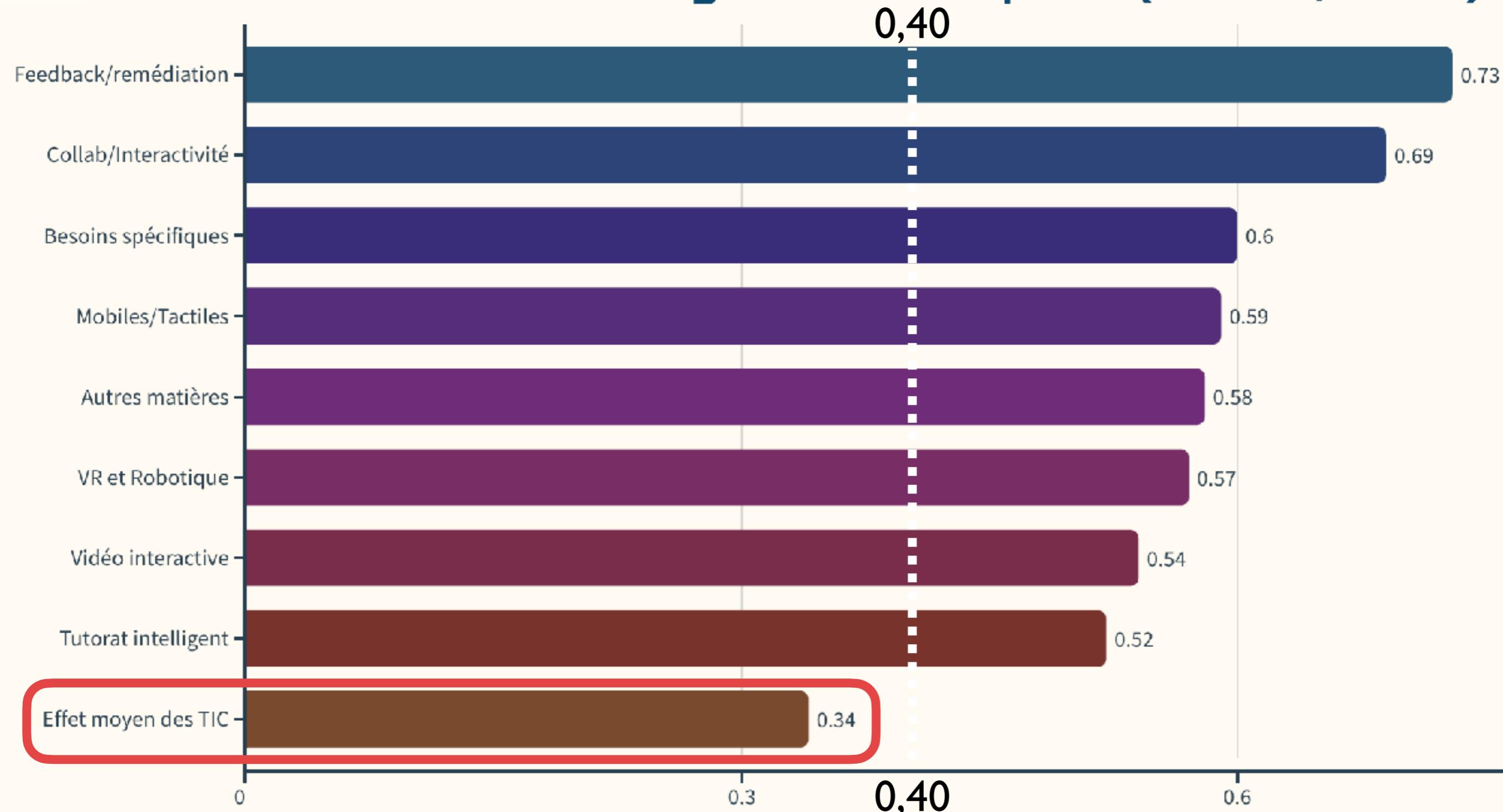
Suivi du progrès personnel

Journaux de bord

Padlet ou blog pour la réflexion



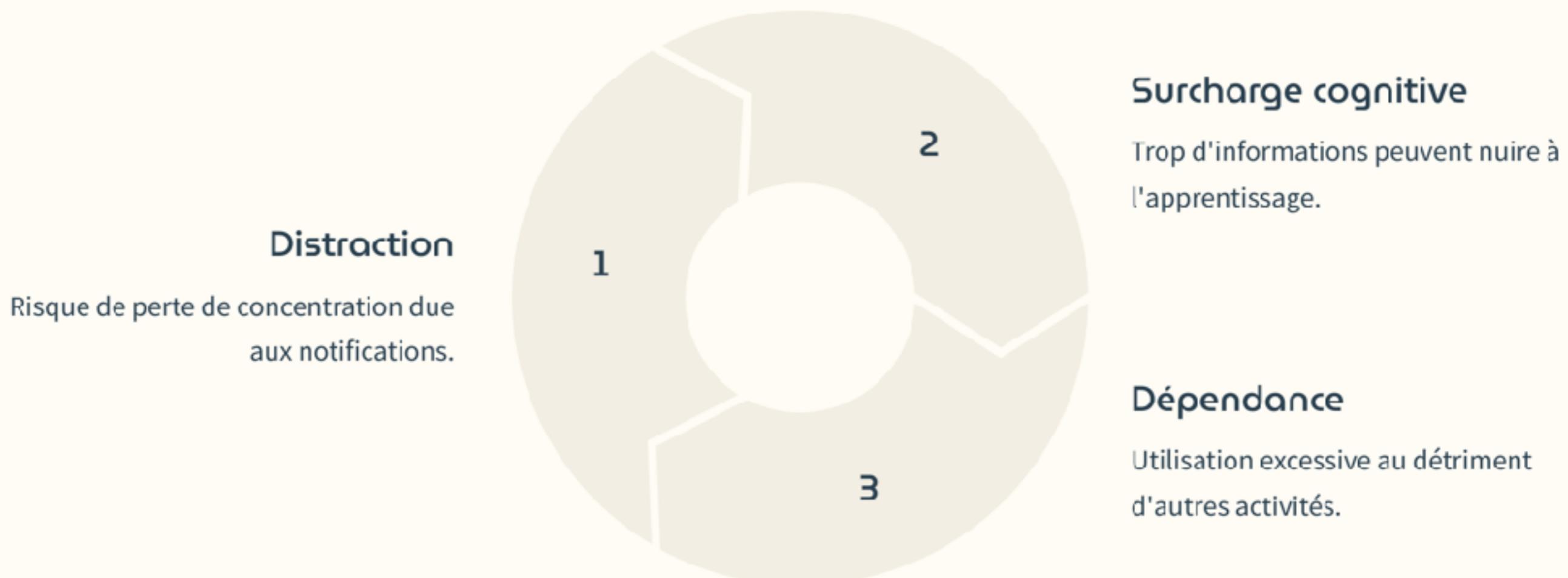
Efficacité des technologies numériques (Hattie, 2023)



5

Attention aux risques

Risques liés aux usages du numérique





Risques du numérique : Usages (suite)



Dépendance

Usage excessif, fatigue numérique.



Cyberharcèlement

Violence en ligne.



Désinformation

Fake news, bulles de filtres.

Enjeux éthiques du numérique en éducation

1 Protection des données

Garantir la confidentialité des informations des élèves.

2 Équité d'accès

Assurer que tous les élèves ont un accès égal aux ressources numériques.

3 Biais algorithmiques

Être vigilant quant aux biais potentiels dans les systèmes d'IA éducatifs.



1 L'Emprise massive de la "Big Tech"

Influence croissante sur nos vies quotidiennes

2 La menace de la "tyrannie algorithmique"

Notre dépendance grandissante au "tout-numérique"

3 La captation systématique de l'attention

L'exploitation intensive de nos données personnelles



Risques : Valeurs et éthique

Enjeux éthiques

Les mythes sur l'efficacité du numérique soulèvent des questions éthiques et politiques majeures.

Questionnement nécessaire

Il est essentiel d'évaluer la valeur éducative des outils, leur modèle économique et de préserver notre liberté pédagogique.





6

Conclusions et Recommandations

Efficace si moyen au service des principes pédagogiques



**L'Efficacité du numérique
pour l'Apprentissage**

**Pas d'efficacité !! INTRINSEQUE
Pas de la MAGIE !!**

Conclusion : Une Intégration Réfléchie pour une Éducation Transformée



L'Alignement Pédagogique : La Clé de l'Efficacité

1 Primordial pour l'efficacité

L'efficacité ne réside pas dans la technologie elle-même, mais dans son utilisation pour soutenir l'enseignement et l'apprentissage, en accord avec les objectifs pédagogiques.

2 Principe pédagogique

Conception pédagogique rigoureuse, où la technologie sert les objectifs d'apprentissage. Cuban (2003) souligne que la technologie ne transformera pas l'enseignement sans un changement des méthodes pédagogiques.

3 Exemple concret

Utiliser une application de simulation en sciences pour permettre aux étudiants d'expérimenter des concepts difficiles à observer directement, en alignant l'activité sur les objectifs du curriculum scientifique.





Le rôle des enseignants

Utilisateurs principaux

Les enseignants pilotent la technologie

Maintien du rythme

Les outils optimisent le rythme des cours

Constance

Les objectifs et l'organisation restent constants

Les Enseignants : Acteurs Clés de l'Innovation Pédagogique

Formation essentielle

La formation des enseignants à l'utilisation pédagogique des technologies est essentielle.

Principe pédagogique

Rôle central de l'enseignant en tant que concepteur pédagogique, facilitateur et guide. Abrami et al. (2006) soulignent que de nombreux enseignants doivent encore apprendre à concevoir des cours pour maximiser le potentiel de la technologie.

Ateliers de formation

Exemple concret : Organiser des ateliers de formation continue pour les enseignants, axés sur l'intégration des outils numériques dans leurs pratiques pédagogiques.

La Consolidation de l'Apprentissage : Un Atout Majeur

1 Aide au rythme

Les technologies aident les élèves à suivre le rythme et à maîtriser les connaissances.

2 Principe pédagogique

Structuration de l'apprentissage et répétition espacée pour renforcer les compétences.

Les jeux et simulations rendent cette pratique plus attrayante.

3 Quiz adaptatifs

Exemple concret : Utiliser des plateformes de quiz adaptatifs pour aider les élèves à réviser et à renforcer leurs connaissances en mathématiques, en ajustant la difficulté des questions en fonction de leurs performances.



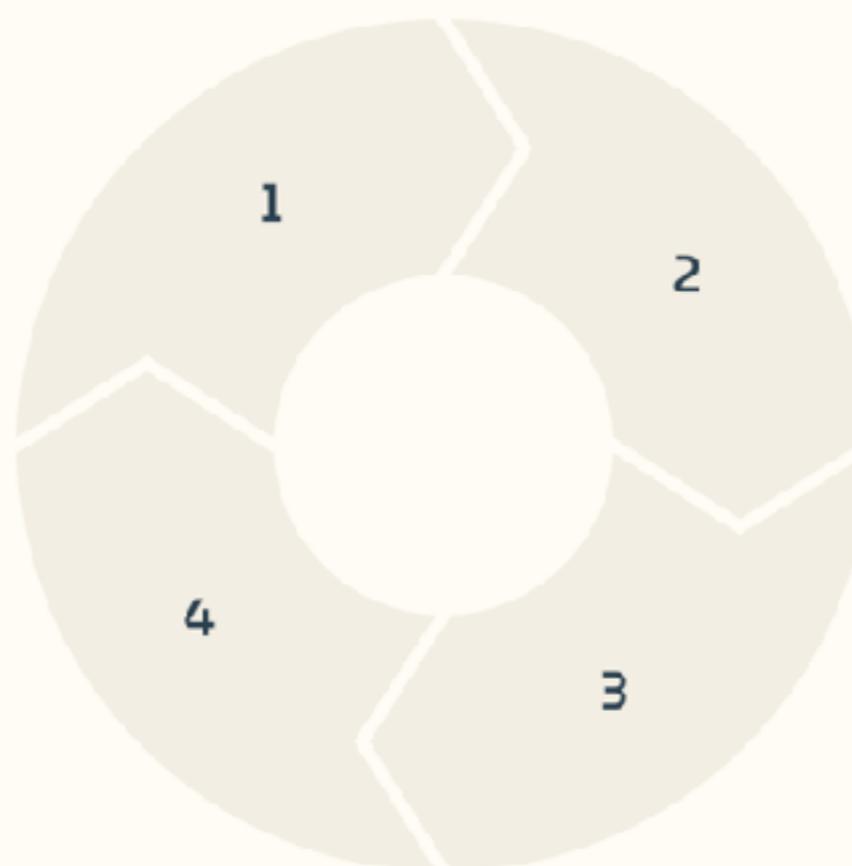
L'Interaction et la Collaboration entre Pairs

Apprentissage en groupe

L'apprentissage en **binôme ou en petits groupes**, facilité par la technologie, est **plus efficace** que l'apprentissage **individuel**.

Forums de discussion

Exemple concret : Mettre en place des forums de discussion en ligne où les étudiants peuvent collaborer, poser des questions et s'entraider.



Médias sociaux

Les médias sociaux peuvent **encourager les discussions** et l'expression des difficultés.

Principe pédagogique.

Apprentissage social et **constructivisme** : les élèves construisent leur compréhension par l'interaction, le partage d'idées.

La rétroaction, le feedback optimisés => Progrès

1

Personnalisation

La technologie peut offrir un retour d'information personnalisé et immédiat, en se concentrant sur les erreurs et en offrant des explications détaillées.

2

Principe pédagogique

Évaluation formative et rétroaction pour aider les élèves à comprendre leurs erreurs et à progresser.

3

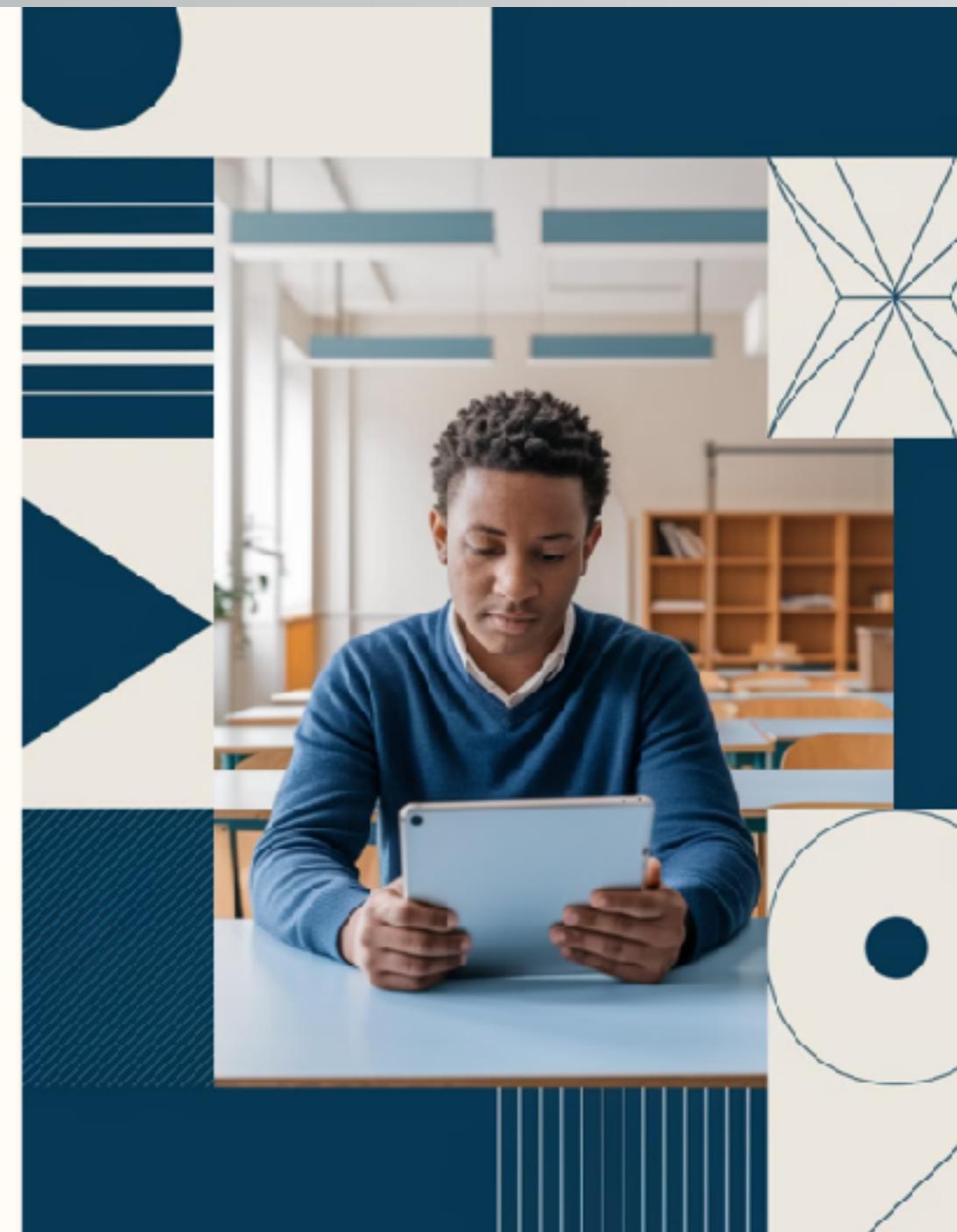
Feedback informatif

Timmerman et Kruepke (2006) ont montré que les explications et la remédiation sont plus efficaces que la simple fourniture de la bonne réponse.

4

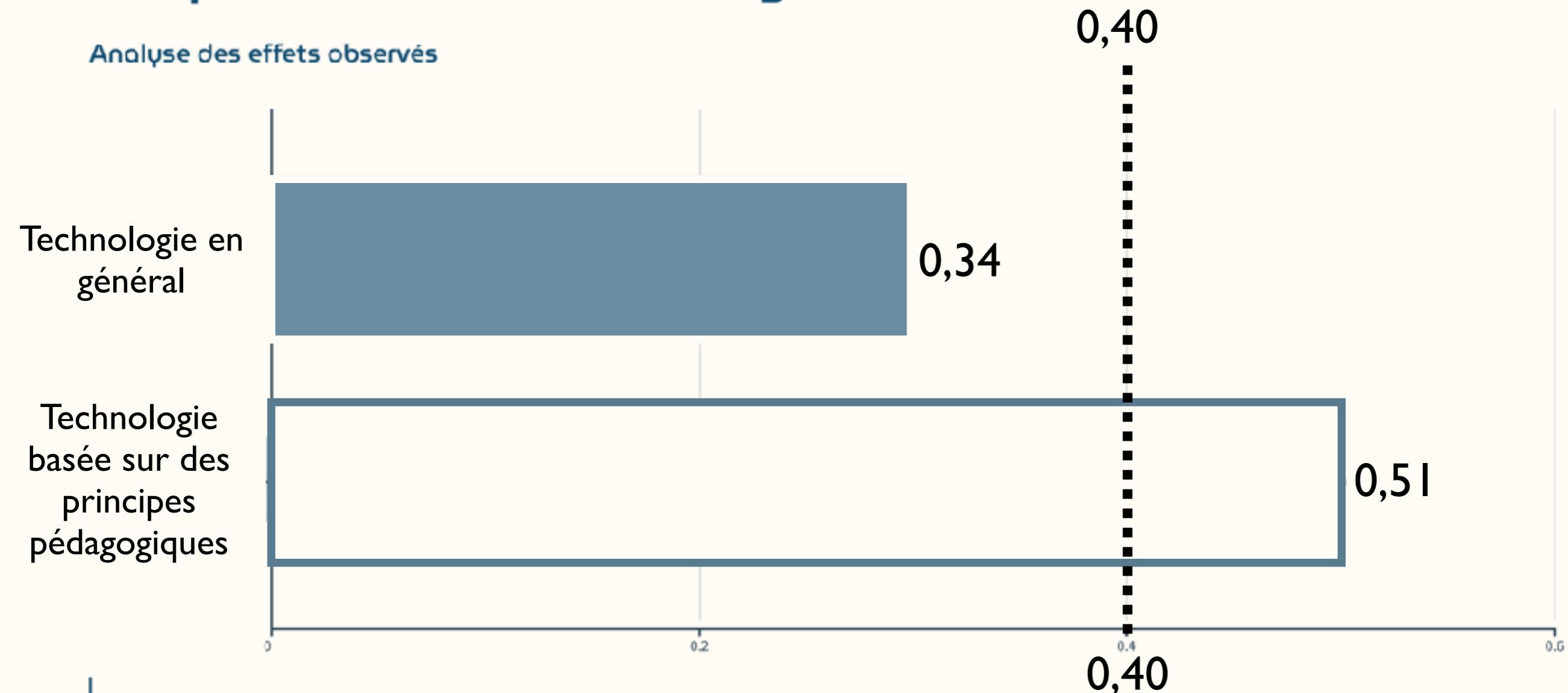
Logiciels d'évaluation

Exemple concret : Utiliser des logiciels d'évaluation automatique qui fournissent un retour d'information instantané sur les exercices de grammaire, avec des explications et des exercices de remédiation ciblés.



L'impact réel de la technologie

Analysé des effets observés



Hattie (2023)

Conclusion : ITT - C'est l'enseignement



Recommandations : Esprit critique et valeurs

Démystifier

Expliquer les limites et les biais du numérique aux élèves.

Éduquer

Conscience des mécanismes de captation et de marchandisation.

Préparer

Former des acteurs et non de simples "utilisateurs passifs".



Recommandations pour les enseignants

Évaluation critique

Analyser l'utilité pédagogique avant d'adopter un outil.

1

Formation continue

Se tenir informé des dernières avancées en technologie éducative.

2

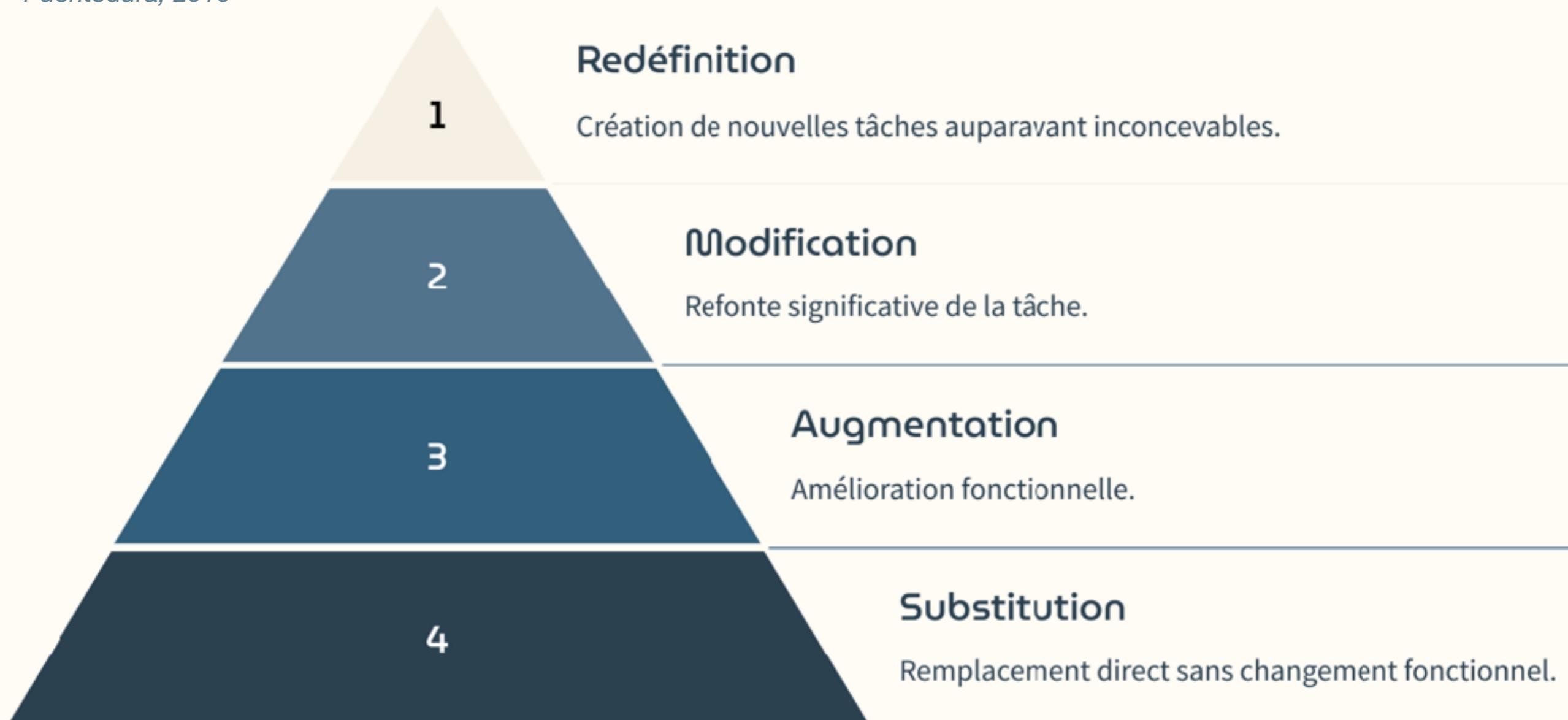
Intégration réfléchie

Aligner l'utilisation du numérique avec les objectifs pédagogiques.

3

Le modèle SAMR

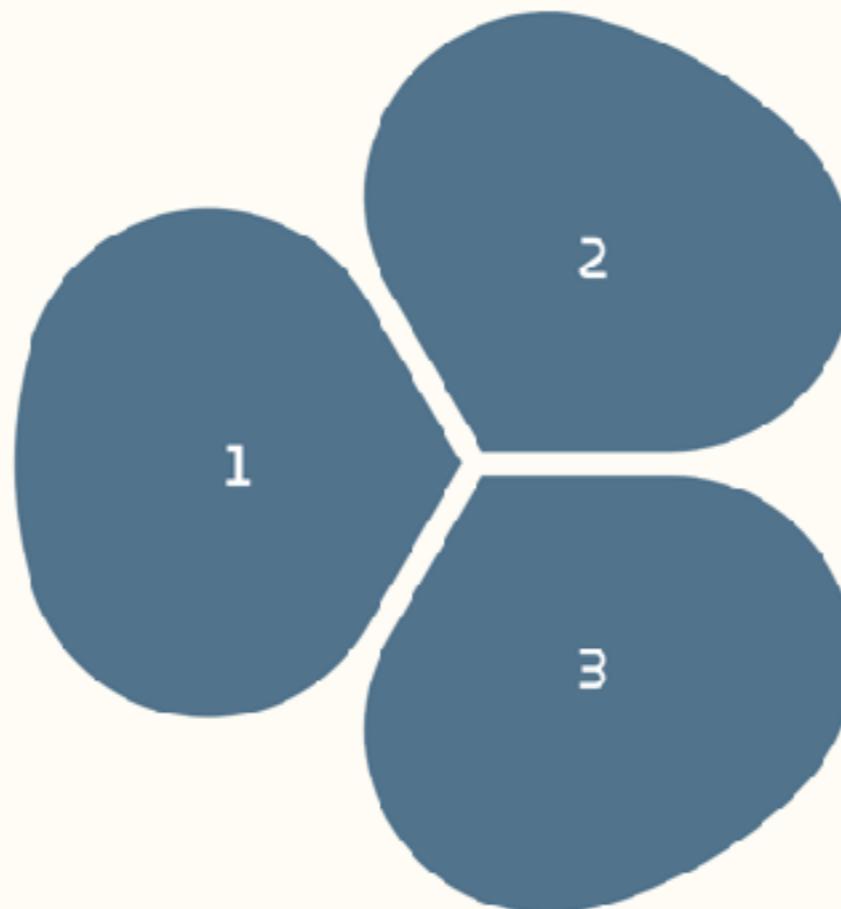
Puentedura, 2010



Le modèle TPACK

Mishra & Koehler 2006

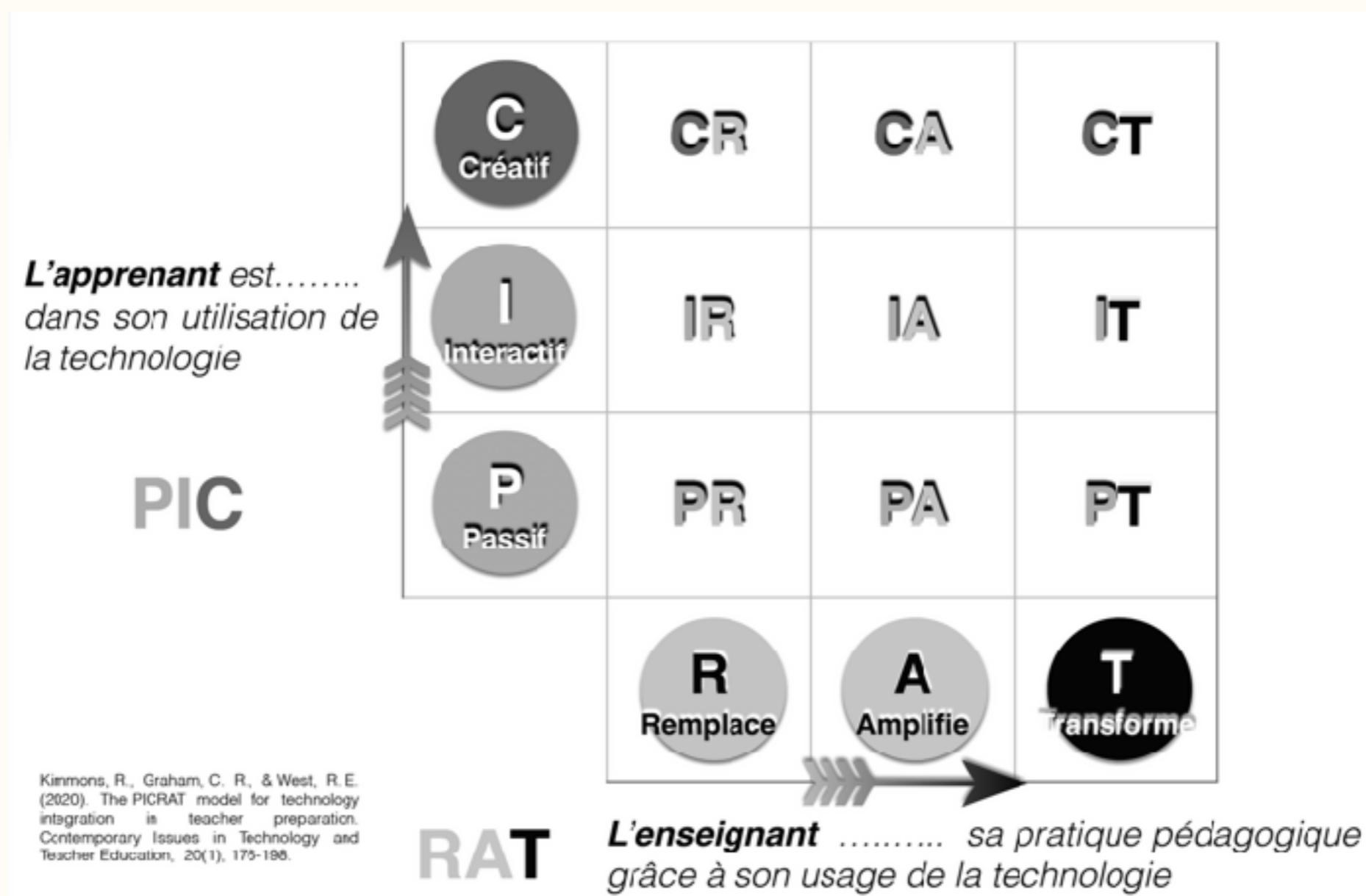
Connaissances technologiques
Maîtrise des outils numériques.



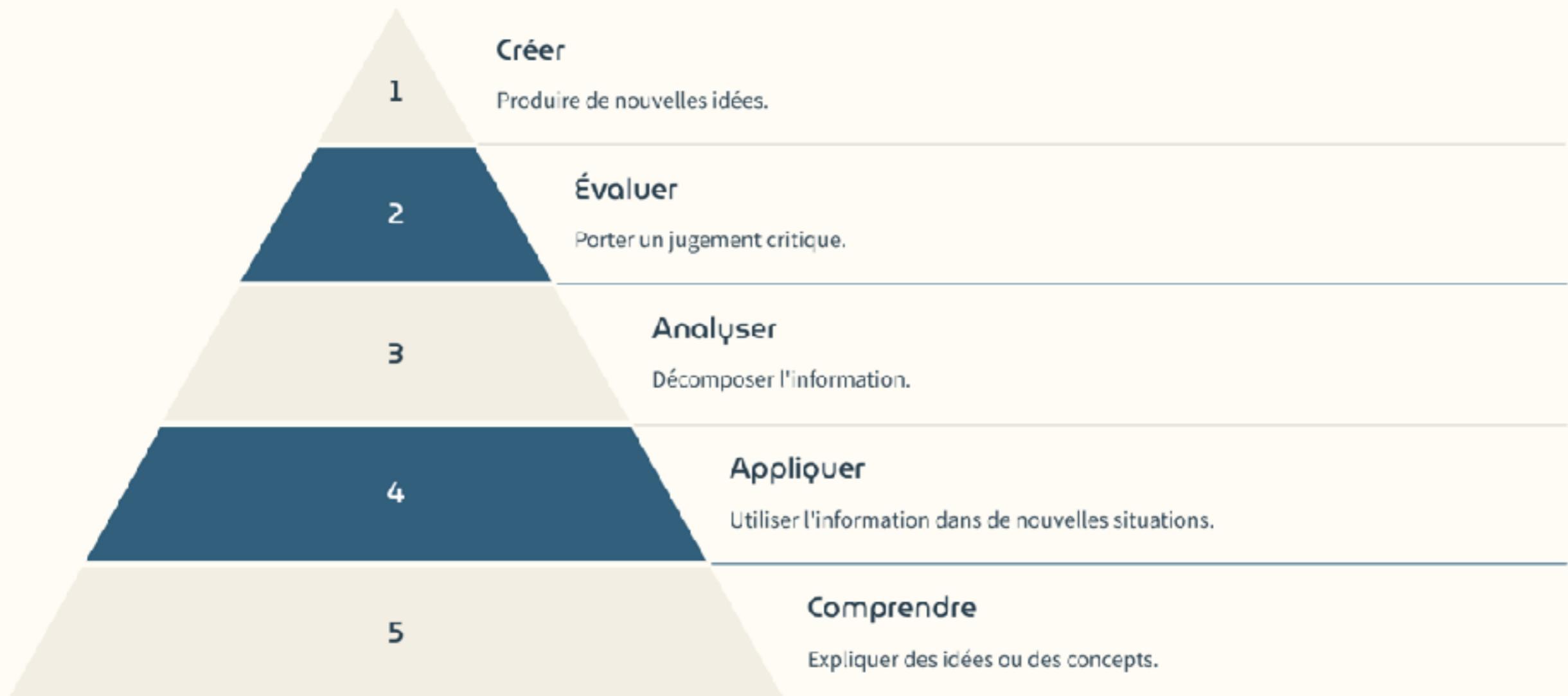
Connaissances pédagogiques
Compréhension des méthodes d'enseignement.

Connaissances du contenu
Expertise dans la matière enseignée.

Le modèle PICRAT



La Taxonomie de Bloom révisée



La taxonomie de Bloom à l'ère de l'intelligence artificielle

Regard sur les activités classiques d'apprentissage et d'évaluation

À revoir

À modifier



CRÉER



ÉVALUER



ANALYSER



APPLIQUER



COMPRENDRE



MÉMORISER



Adaptation

Fcampus de l'Université d'Oregon State (2023)

Capacités de l'IA générative

Suggérer une gamme d'alternatives, énumérer les inconvénients et avantages potentiels, décrire des cas réels.

Compétences humaines distinctives

Formuler des **solutions originales** intégrant le jugement humain, collaborer spontanément.

Identifier les avantages et les inconvénients des différentes possibilités d'action, développer des grilles d'évaluation.

S'engager dans une **réflexion métacognitive**, évaluer de manière holistique les conséquences éthiques des différentes possibilités d'action.

Comparer et différencier les données, déduire les tendances et les thèmes, calculer, prédire.

Penser et raisonner de manière **critique** dans les domaines cognitif et affectif, interpréter et rapporter des problèmes, prendre des décisions et faire des choix.

Utiliser un processus, un modèle ou une méthode pour illustrer comment résoudre un problème de nature quantitatif.

Opérer, mettre en œuvre, conduire, exécuter, expérimenter et tester dans le monde réel ; mettre en œuvre la **créativité** et l'**imagination** pour le développement d'idées et de solutions.

Décrire un concept avec d'autres mots, reconnaître un exemple lié, traduire.

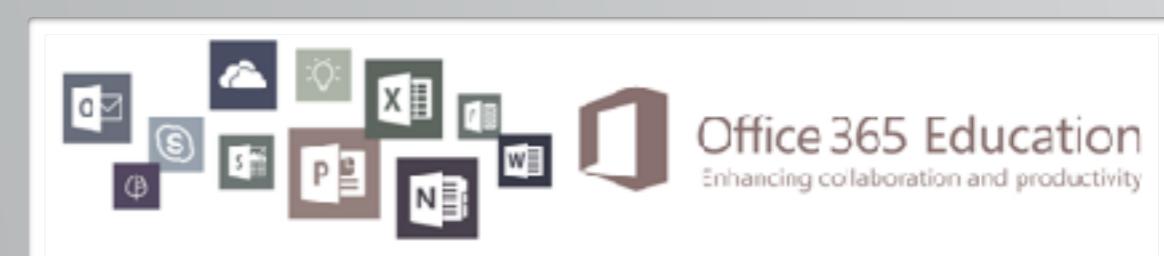
Contextualiser les réponses en tenant compte des considérations émotionnelles, morales ou éthiques.

Rappeler une information factuelle, énumérer les réponses possibles, définir un terme, construire une chronologie.

Se rappeler de l'information dans des situations où la technologie n'est pas facilement accessible.

L'Education **DOIT** s'emparer de la question du numérique

Si le monde de l'éducation ne s'empare pas de la question, d'autres le feront (l'ont déjà fait ;-)





Le modèle OPC

1

2

3

Objectifs

Définir clairement les buts
d'apprentissage.

Pédagogie

Choisir les méthodes d'enseignement
appropriées.

Contenu

Sélectionner et organiser le matériel
d'apprentissage.

The End



Merci