

# Les outils numériques au service de l'école inclusive

André Tricot



# Introduction : les outils numériques au service de l'école inclusive ?

- Compenser : alléger l'effet du handicap ou du trouble, parfois de façon importante
- Contourner : permettre l'apprentissage ou la réalisation de la tâche scolaires en faisant autrement
- Apprendre : contribuer à une stratégie plus globale de réduction ou de « rééducation » du handicap ou du trouble

# Sommaire

1. Handicaps visuels
2. Handicaps moteurs
3. Dyslexie
4. Troubles du spectre de l'autisme
5. Conclusion sur les approches spécifiques
6. Approche universelle des apprentissages
7. Conclusion générale

# Handicap visuel

- Synthèse Hasselbring et Glaser (2000) élèves malvoyants ou aveugles
  - Grossissement des caractères
  - Colorisation des lettres
  - Changement de luminosité pour les élèves avec vision préservée
  - Audio-descriptions de vidéos
  - Synthèses vocales, couplées ou pas avec des logiciels de reconnaissance de caractères
  - Génération de textes (ou autres contenus) en Braille
  - Prise de notes en Braille

# Handicap visuel

- Sonorisation des images (Banf & Blanz, 2013)
- Amélioration de l'accès aux formations en ligne (Cooper, 2013; Yusop et al., 2012)
- Réalité augmentée (Fitzgerald et al., 2012)
  - Permet à un individu de se mouvoir et d'agir dans un environnement où différents aspects sont augmentés d'informations (auditives ici) qui sont jugées utiles
  - L'individu interagit avec un environnement enrichi, où il peut apprendre bien plus que s'il interagissait avec ce même environnement « naturel »

# Handicap visuel

- La connaissance limitée des enseignants sur les technologies d'assistance pour les élèves produit des résultats négatifs (Wong & Cohen, 2011, à Singapour)
- Ces technologies, quand elles sont bien maîtrisées par leurs usagers, sont bien acceptées par eux parce qu'elles sont utiles (Aziz, Roseli & Mutalib, 2011, en Malaisie). Les élèves plébiscitent
  - Grossissement des caractères
  - Audio-description
  - Synthèses vocales
  - Interaction directe (écran tactile et souris)
- Aider les élèves qui ne lisent pas le braille, en générant automatiquement des documents verbaux sonores à partir de documents écrits (Tang, 2013). Résultats extrêmement prometteurs.

# Sommaire

1. Handicaps visuels
2. Handicaps moteurs
3. Dyslexie
4. Troubles du spectre de l'autisme
5. Conclusion sur les approches spécifiques
6. Approche universelle des apprentissages
7. Conclusion générale

# Exemple de compensation : adapter les claviers pour des personnes en situation de handicap moteur

- Un projet pour les personnes myopathes avec l'équipe de Nadine Vigouroux à Toulouse
- Saisie dépendante non seulement du clavier comme objet physique (inaccessible à certaines personnes), mais de la configuration AZERTY
- Une réduction de la fatigue est corrélée à la minimisation de la distance à parcourir par le curseur dans une tâche de saisie de texte
- Mais problème d'acceptabilité

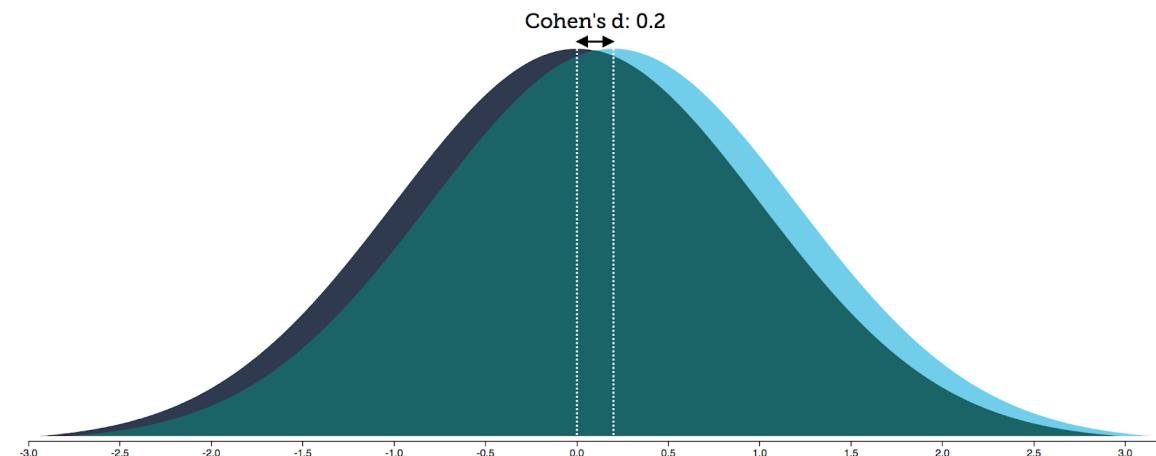
# Un exemple : WTS

- **Un outil pour l'apprentissage de l'écriture, déjà utilisé par les psychomotriciens et les orthophonistes**
  - Analyse de la trace écrite (selon 5 variables)
  - Banque d'exercices
  - Retour pour l'élève et pour le rééducateur
- **Projet de développement vers les enseignants**
  - Gros problème de compatibilité avec l'organisation des tâches d'apprentissage de l'écriture

# Sommaire

1. Handicaps visuels
2. Handicaps moteurs
3. **Dyslexie**
4. Troubles du spectre de l'autisme
5. Conclusion sur les approches spécifiques
6. Approche universelle des apprentissages
7. Conclusion générale

# Pour comprendre la suite

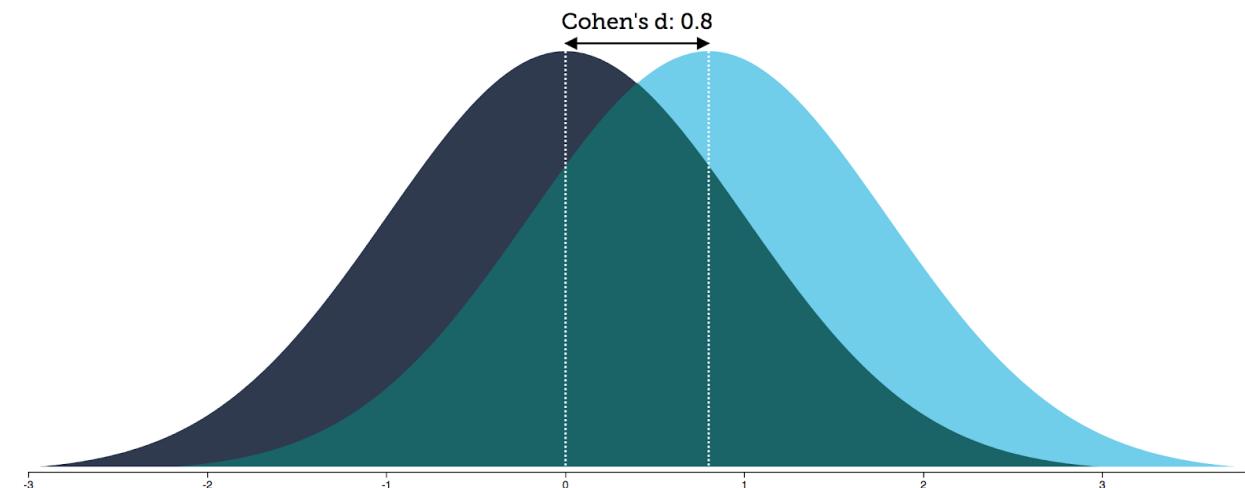
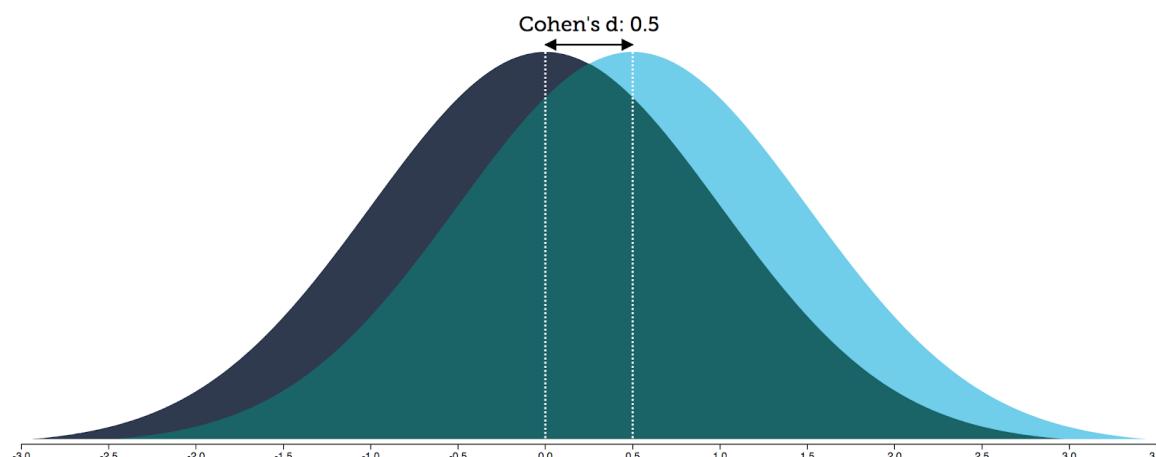


valeur  $d$  interprétation grossière

0,2 Petit effet

0,5 Effet modéré

0,8 Grand effet



# Un exemple de contournement : sonoriser des textes pour des élèves dyslexiques

- Hypothèse : sonorisation écrits => diminue les exigences de la lecture => libère des ressources pour la compréhension (Olson, 2000)
- Méta-analyse de Wood et al. (2018) sur les effets de la sonorisation de textes sur la compréhension en lecture chez les élèves dyslexiques
- Impact sur la compréhension en lecture, taille d'effet faible ( $d = 0,35$ )
  - Pour les plans d'expérience inter-sujets  $d = 0,61$
  - Pour les études intra-sujet  $d = 0,15$
- Mais Wood et al. ne considèrent pas le temps et les pauses pendant l'écoute
  - Meloy, Deville et Frisbie (2002) ont obtenu une taille d'effet forte ( $d = 1,10$ ), les textes ont été présentés « plusieurs fois »

# Une série d'expériences selon une approche de compensation

Travaux avec Geneviève Vandenbroucke

Vandenbroucke, G. (2016). *Améliorer la compréhension de textes narratifs chez les élèves dyslexiques de CM2: le rôle des modalités de présentation* (thèse, université de Toulouse).

Tricot, A., Vandenbroucke, G., & Sweller, J. (2020). Using cognitive load theory to improve text comprehension for students with dyslexia. In A.J. Martin, R.A. Sperling, & K.J. Newton (Eds.), *Handbook of educational psychology and students with special needs*. (pp. 339-362). Routledge

# Expériences 2 et 3

- Même nombre de participants pour chaque expérience, appariés en âge et en niveau scolaire (20 dyslexiques et 20 NM)
- Questions surface, base de texte et inférences (+ rappel libre expérience 2)
- Procédures
  - Expérience 2 : la moitié des élèves lit le texte ; l'autre moitié l'écoute (=>comparaison inter-groupes)
  - Expérience 3 : chaque élève est soumis aux deux conditions (lecture d'un texte et écoute de l'autre texte (=>comparaison intra-groupes)

# Résultats et discussion

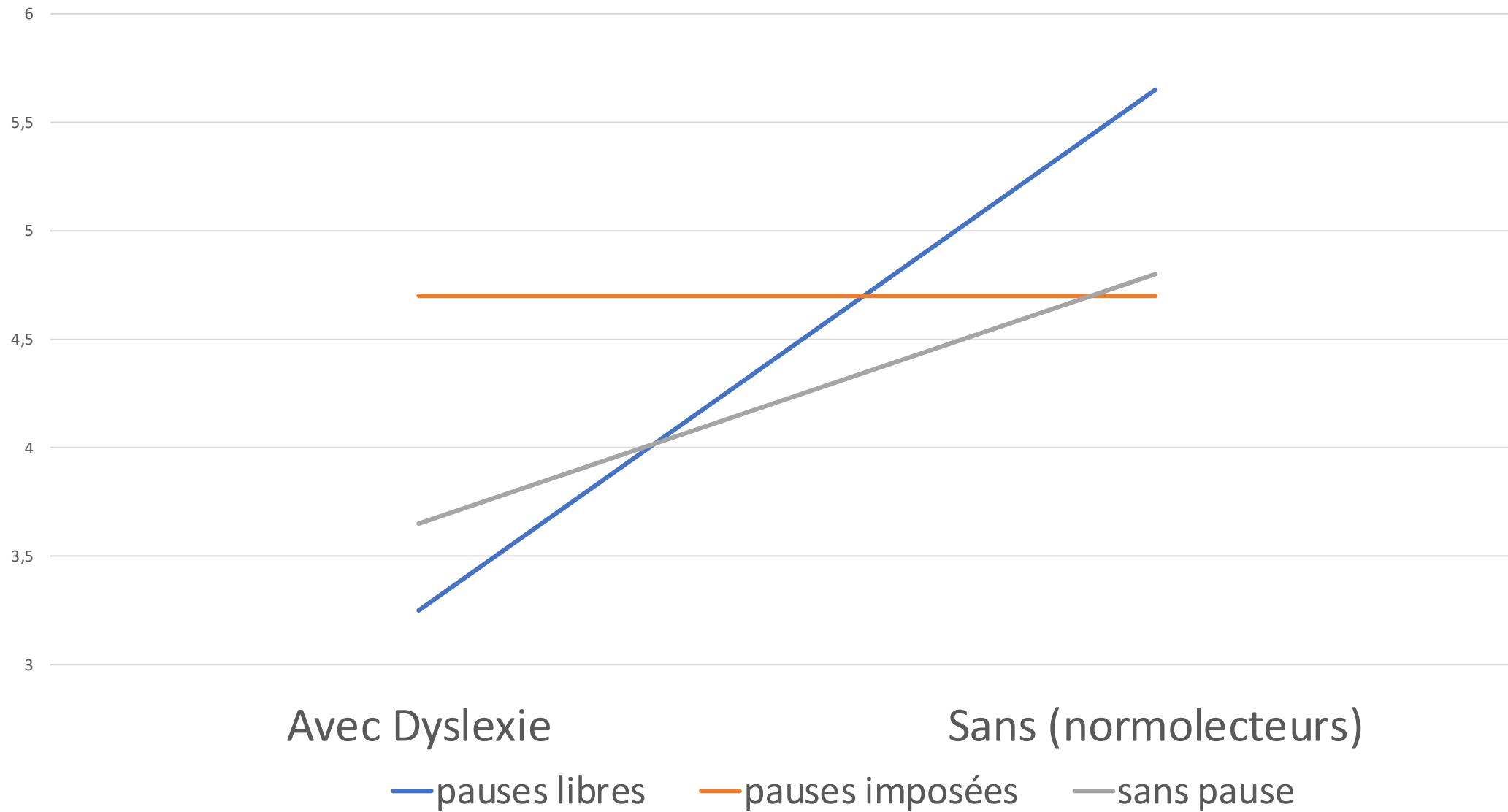
- Aucun effet significatif de la modalité de présentation sur les scores en compréhension des élèves avec dyslexie
- Mêmes résultats pour le groupe contrôle
- Discussion : malgré la prise en compte des limites de la première expérience, le passage par l'oral n'améliore pas la compréhension : effet de l'information transitoire

# Expérience 4

- Matériel, recrutement et mesures : identiques à l'expérience 3
- Procédure : chaque élève est soumis à deux conditions de présentation du texte
  - Ecoute du document sonore en version continue
  - Ecoute du document sonore en version avec pauses libres ou imposées

Vandenbroucke, G., & Tricot, A., (2018). La présentation orale de textes narratifs améliore-t-elle la compréhension d'élèves dyslexiques de CM2 ? *Analyse Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 152, 111-121

# Résultats compréhension



# Discussion

- Le recours aux pauses imposées dans la bande son améliore le score des élèves avec dyslexie : l'effet de la segmentation de l'information est positif.
- Le recours aux pauses imposées nuit aux élèves ordinaires : l'effet de l'expertise
- Les élèves ordinaires savent gérer leur écoute : des stratégies métacognitives mises en place contrairement aux élèves avec dyslexie

# En résumé, les exigences de la compréhension de textes pour des élèves avec dyslexie

- L'exigence de la lecture (reconnaissance des mots écrits)
  - L'exigence de l'information transitoire (quand le texte est sonorisé)
  - L'exigence de la redondance (quand le texte est lu et sonorisé)
  - L'exigence de la régulation (en partie automatisée en lecture, moins en écoute)
  - Et peut-être : l'épuisement progressif des ressources (fatigue)
- 
- Tricot, A., Vandenbroucke, G., & Sweller, J. (2020). Using cognitive load theory to improve text comprehension for students with dyslexia. In A.J. Martin, R.A. Sperling, & K.J. Newton (Eds.), *Handbook of educational psychology and students with special needs*. (pp. 339-362). New York: Routledge

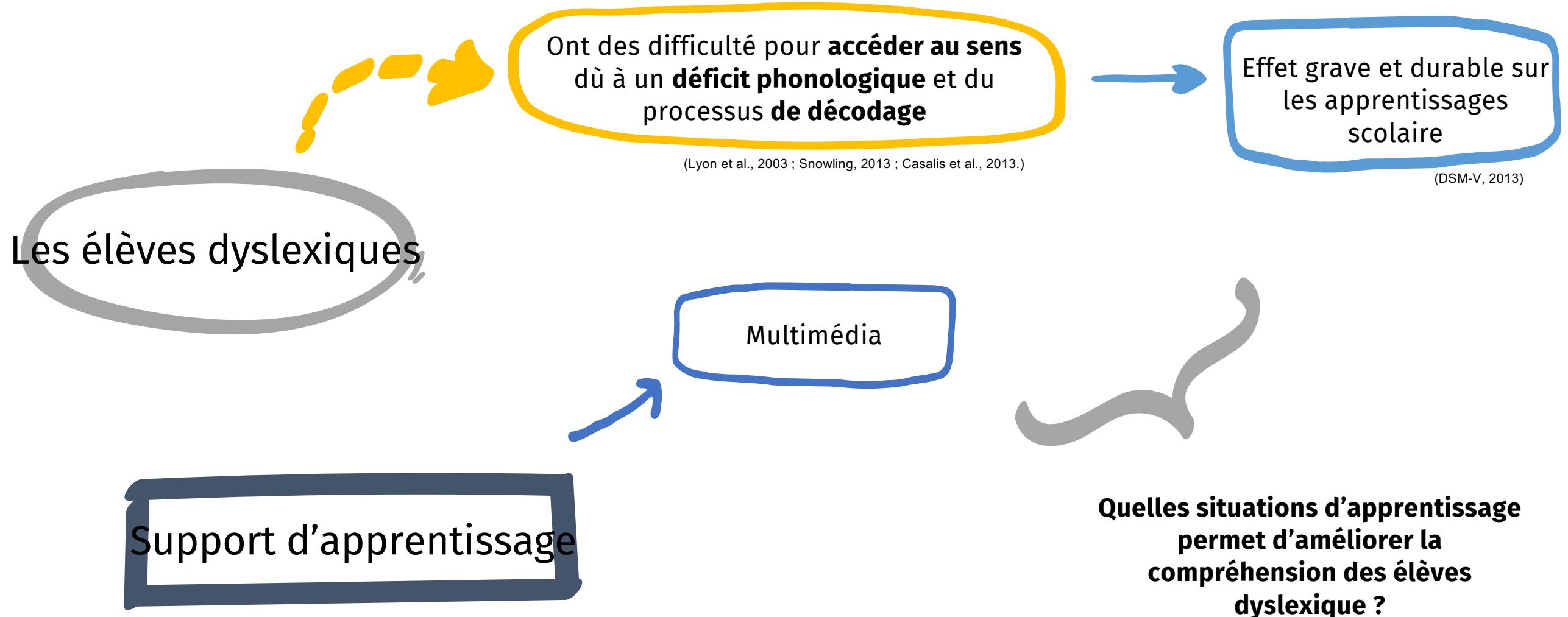
# Thèse en cours d'Emma Foulon (CIFRE – Cantoo)

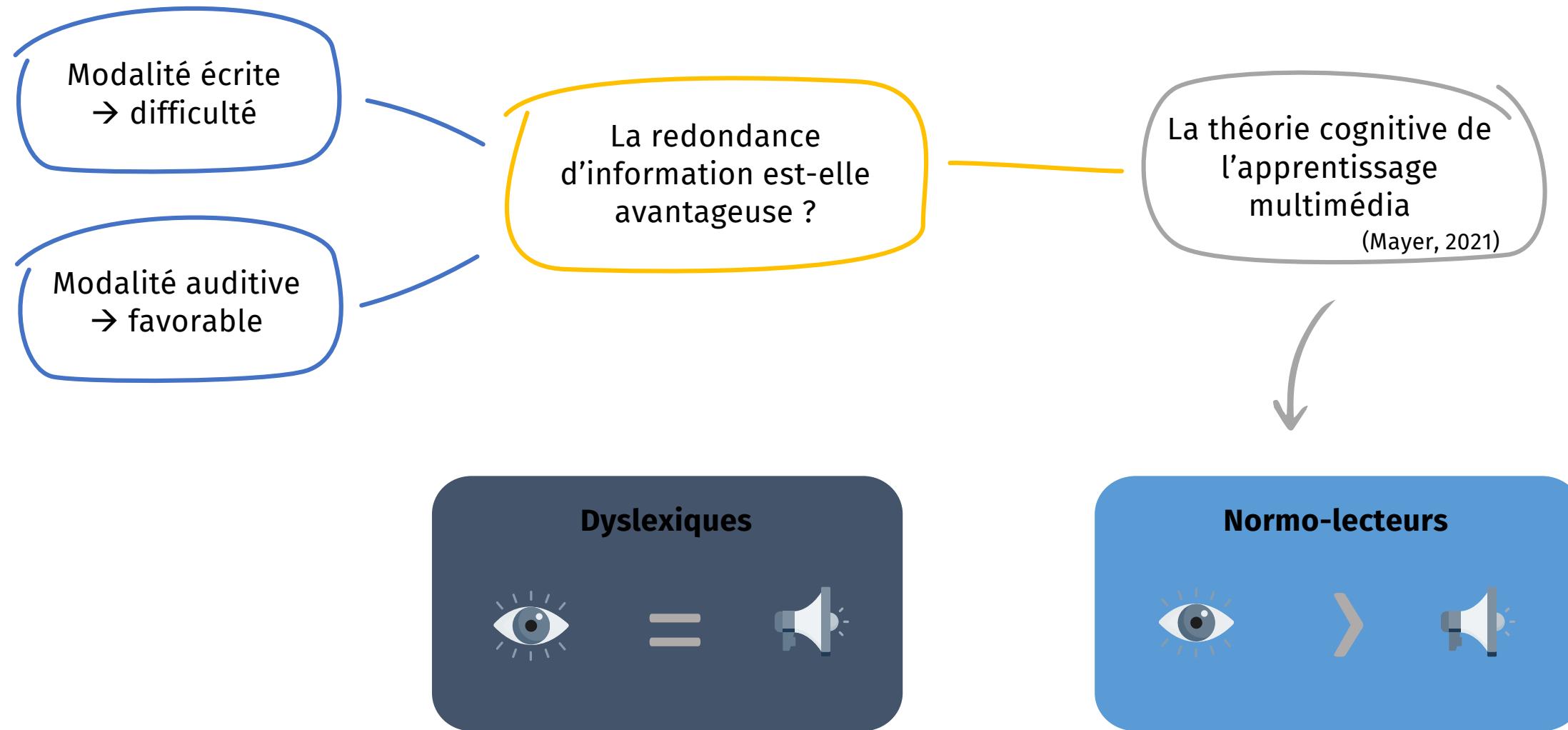
Écouter et lire un texte simultanément peut-il améliorer la compréhension de texte d'élèves faibles lecteurs ?

Étude du principe de redondance

---

# Le constat





# Principe CTLM

## Normo-lecteur

Principe de modalité

Utiliser les modalités visuelle et auditive pour présenter **des infos complémentaires**

Réduit la charge cognitive  
=

**Augmentation** des performances

Principe de redondance

Utiliser les modalités visuelle et auditive pour présenter **exactement la même info**

Augmente la charge cognitive  
=

**Diminution** des performances

# Principe CTLM

## Faible lecteur

### Principe de modalité



Utiliser les modalités visuelle et auditive pour présenter des infos complémentaires

?

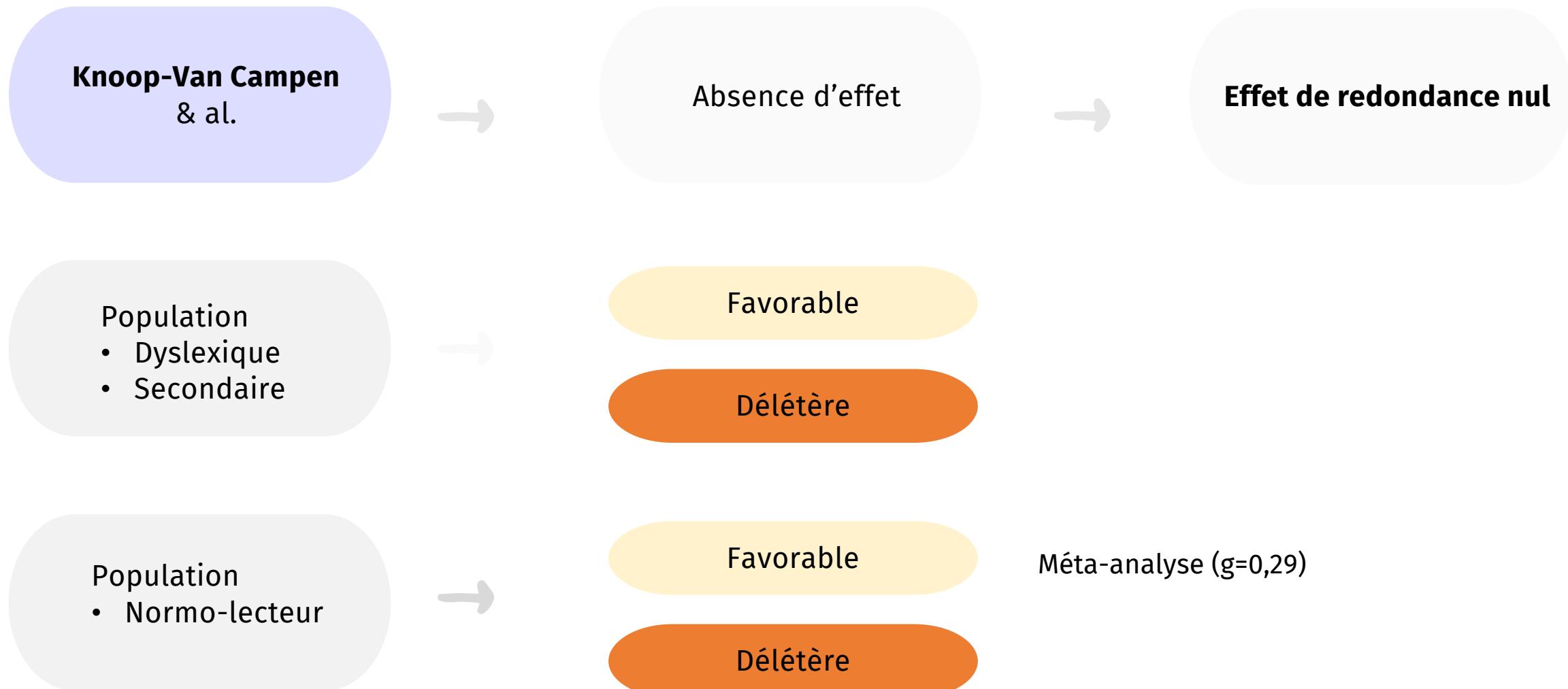
### Principe de redondance



Utiliser les modalités visuelle et auditive pour présenter exactement la même info

Compense le déficit de reconnaissance du mot écrit

# Du points de vue de la recherche



# Modérateur de l'effet de redondance

## Niveau d'expertise

Faible ( $g=0.29$ )  
Lecteur non fluent ( $g=0,82$ )

## Rythme de présentation

Au rythme du système  
( $g=0,25$ )

## Segmentation du texte

Non segmentée ( $g=0,53$ )

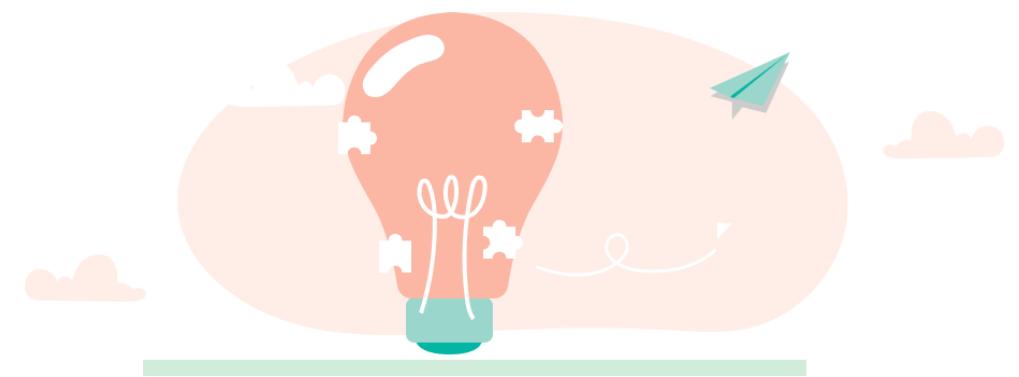
## Vitesse de lecture du narrateur

Aucune données

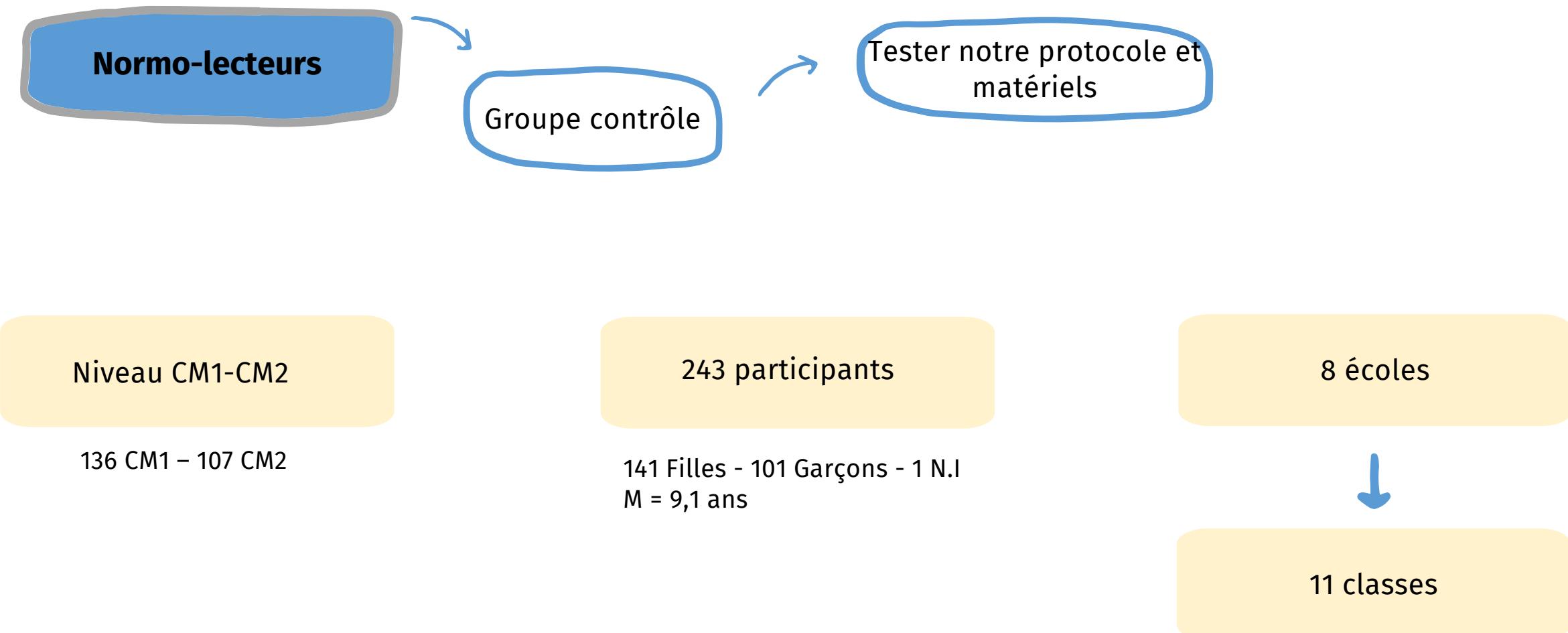
## Nombre de mots à lire

Aucune données

# Méthode



# Etude 1



# Matériels

## « Le Petit Nicolas s'invite à l'école ! »

- expérience réalisée par Blanc (2018)
- Même population
- Comprend 3 textes narratifs



## Textes écrits

- 1524 mots en moyenne
- Support papier
- Toutes les informations présenté en une seule fois

## Questionnaires

- 16 questions de compréhension ( implicite / explicite)
- Réponse bi-modale → vrais ou faux

## Bande-son

- Durée moyenne de 8 minutes
- Sans possibilité de contrôle

# Procédure

- **Passation collective**
- Dans les salles de classe
- **Unique séance**
- Pause de 2 minutes entre chaque session

# Procédure

01

## **PASSATION DU TEST STANDARDISE « LA PIPE ET LE RAT »**

- Vitesse de lecture
- Automatisation lecture

Répartir les élèves en groupe de niveau de lecture : rang percentile

- Faibles lecteurs = en dessous du 25-ième percentile (indice  $< 0.807$ )
- Normaux lecteurs = entre le 25-ième et le 75-ième percentile ( $0.807 \leq$  indice  $\leq 0.911$ )
- Experts en lecture = au-dessus du 75-ième percentile (indice  $> 0.911$ )

# Procédure

02

- **Répartition aléatoire** des participants dans un des 2 groupes expérimentaux
- Soumis à une modalité de présentation de texte

03

## Condition texte audio

- Contraint par le temps  
(durée de la bande-son)

## Condition redondante

- Contraint par le temps  
(durée de la bande-son)



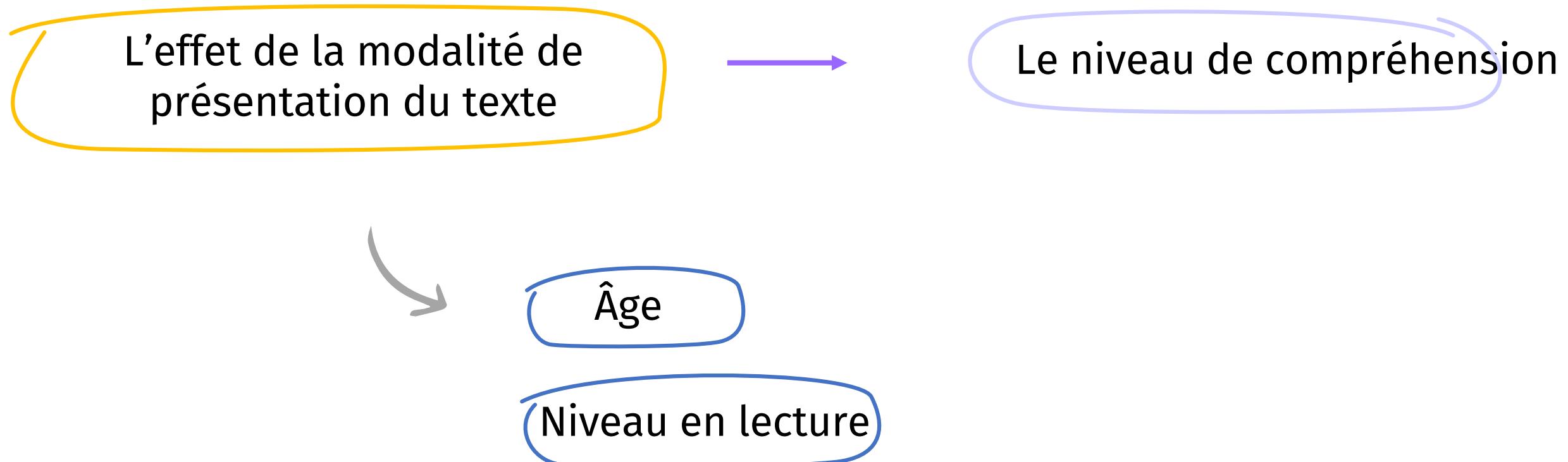
possibilité de continuer la lecture

# Procédure

## Questionnaire de compréhension

- Consignes et questions énoncées à l'oral et fournies à l'écrit en parallèle
  - Possibilité de demander une reformulation
- Faciliter la compréhension de la population des faibles lecteurs

# Résultats



# Résultats

**CM2 + – Faible lecteurs**

Condition redondance

meilleure compréhension

**CM2 + – Lecteurs experts**

Condition unimodale

*Faibles lecteurs* : condition redondante > condition texte audio  $p = 0.010$

*Lecteurs experts* : condition texte audio > condition redondante  $p = 0.026$

\* CM2 + = élèves à +/- 1-écart-type

# Dyslexie : autres exemples

- Morphorem (Colé, Casalis & Dufayard, 2012)
  - les élèves améliorent leurs performances : analyse morphologique, compréhension des mots suffixes et décodage
- L'entraînement des compétences en décodage
  - résultats positifs auprès de lecteurs en difficulté pour le décodage et la conscience phonémique (McCandliss, Beck, Sandak & Perfetti, 2003 ; Torgesen et al., 2001). Une méta-analyse confirme ces résultats (Ehri et al., 2001)
- L'entraînement des compétences en compréhension via des supports non écrits (Kendeou, van den Broek, Helder, & Karlsson 2014)
- La simplification des textes, aux plans lexical, syntaxique et discursif, par exemple avec la détection d'anaphores (projet ALECTOR; Gala, 2016; Gala & Ziegler, 2016)

# Dyslexie : autres exemples

- Technology-based Interventions for Dyslexic Children: A Systematic Literature Review (2022), H. Yaacob, N. Z. Zakariya, S. M. M. Rashid.
- Les jeux sérieux tels que DysPReX ou Puzzle Pieces, ont, d'après les auteurs, permis d 'augmenter l'attention des élèves dyslexiques et des progrès en lecture
- Intérêts des audiobooks également : améliore la compréhension de la lecture

# Sommaire

1. Handicaps visuels
2. Handicaps moteurs
3. Dyslexie
4. Troubles du spectre de l'autisme
5. Conclusion sur les approches spécifiques
6. Approche universelle des apprentissages
7. Conclusion générale

# TSA : formation à la reconnaissance des émotions

- Effet simple : enfants TSA formés = niveau des enfants typiques > enfants TSA non formés (Baron-Cohen et al., 2009)
- Avec des visages « virtuels » (caractéristiques manipulées) : amélioration hors contexte d'apprentissage (Bekele et al., 2014 ; Hopkins et al., 2011)
- Effet simple obtenu avec « JeStiMuE » (CRA PACA Nice; Serret et al., 2012) évalué auprès de 40 enfants et adolescents TSA.
  - Intervention 4 semaines, 2 x 1 h par semaine
  - Reconnaissance des émotions au niveau des visages, des gestes et lors de situations sociales
  - Amélioration significative + Adaptabilité selon le niveau d'atteinte des patients
- Travaux actuels avec robots
- Autres objectifs d'apprentissage (ex. dév. psychomoteur)

# TSA : formation à la reconnaissance des émotions

- Mobile Application to identify and recognize emotions for children with autism: A systematic review, A. Al-Saadi, D. Al-Thani (2023)
- Revue systématique sur les applications mobiles développées pour identifier les émotions pour les enfants avec TSA (serious game).
- 659 articles analysés.
- La plupart des articles ont un faible échantillon, souvent plus de qualitatif que de quantitatif
- Résultats
  - souvent positifs
  - satisfaction élevée des utilisateurs et parents
  - peut être utilisé à l'école mais aussi à la maison

# TSA : apports des IA

- Exploring the application of AI in the education of children with autism: a public health perspective, Liu Lan , Ke Li and Diao Li (2025)
- Les chercheurs testent sur un groupe de 30 enfants avec TSA sur une période de 8 semaines l'efficacité du modèle PHDT
  - IA pour interagir avec chaque enfant en proposant des scénarios sociaux simulés, avec un feedback en temps réel et en adaptant l'apprentissage selon la progression individuelle de chaque enfant.
  - reconnaissance des signaux sociaux, pratique du contact visuel, réponse aux stimuli sociaux et gestion des réponses émotionnelles.
- Résultats : +23,4% de reconnaissance des signaux sociaux après l'intervention et réduction de la latence de réponse (-15,7%) mais manque de détail sur les analyses statistiques

# Sommaire

1. Handicaps visuels
2. Handicaps moteurs
3. Dyslexie
4. Troubles du spectre de l'autisme
5. Conclusion sur les approches spécifiques
6. Approche universelle des apprentissages
7. Conclusion générale

# Quels sont les apports spécifiques du numérique ?

- Accessibilité
- Des effets positifs obtenus en compensation, contournement et rééducation
- Des questions anciennes qu'on a oublié de se poser
- Efficacité des outils liée à la formation aux outils
- Enormément reste à faire en éducation, en ergonomie et en IHM
  - notamment sortir des approches entraînement - répétition

# Sommaire

1. Handicaps visuels
2. Handicaps moteurs
3. Dyslexie
4. Troubles du spectre de l'autisme
5. Conclusion sur les approches spécifiques
6. **Approche universelle des apprentissages**
7. Conclusion générale

# Le scénario pédagogique : 4 apports du numérique

- Un but d'apprentissage atteignable et perçu comme utile
  - ce qui implique un contenu clairement analysé et structuré
- Une progression pour aller du point de départ au but
- Des tâches
  - faisables,
  - perçues comme utiles,
  - pour que les élèves apprennent les connaissances, i.e. qui mettent en œuvre les processus d'apprentissage visés
- **Un engagement dans les tâches**
- **Des supports pour les tâches**
- **Un dispositif de régulation des apprentissages**
- **Un dispositif d'évaluation des apprentissages**

# Des supports pour les tâches : principes fondés sur des preuves (Puma & Tricot, 2021, ANAE)

Multimédia	Présenter un texte illustré par une image pertinente plutôt qu'un texte seul ( $g = 0,39$ )
Contiguïté	Quand deux sources d'information doivent être présentées à un.e élève, intégrer les deux sources, dans l'espace et dans le temps ( $d = 0,85$ )
Modalité	Utiliser les modalités visuelle et auditive plutôt qu'une seule pour présenter deux informations complémentaires ( $d = 0,72$ )
Redondance	Chez les novices ou élèves en difficultés, on peut utiliser les modalités visuelle et auditive pour présenter deux fois la même information ( $d = 0,29$ )
Cohérence	Éliminer toutes les informations inutiles ou décoratives ( $g = 0,33$ ), notamment statiques ( $g = 0,43$ ), et encore plus les multimédia ( $g = 0,87$ )
Segmentation	Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie ( $d = 0,42$ )
Variabilité	Ne pas utiliser une série de tâches ayant des caractéristiques de surface similaires, mais plutôt une série de tâches qui diffèrent les unes des autres

# Des supports pour les tâches : principes fondés sur des preuves (Puma & Tricot, 2021, ANAE)

---

Problème résolu	En début d'apprentissage, donner des problèmes résolus à étudier plutôt que des problèmes à résoudre ( $d = 0,57$ )
Pré-apprentissage	Définir, expliquer ou rappeler les mots, les notions et les objets qui vont être évoqués lors de l'apprentissage ( $d = 0,75$ )
Signalement	Guider l'attention des élèves vers l'endroit pertinent au moment pertinent ; synchroniser ce que l'on dit et ce que l'on montre ( $d = 0,38$ )
Rythme de présentation	Ralentir le rythme de présentation ou mieux encore introduire des pauses ( $g = 0,31$ ) ; réserver le contrôle du défilement aux élèves les plus avancés
Information transitoire	Pour une présentation longue, privilégier l'information statique (texte écrit, image fixe) plutôt que transitoire (fichier son ou vidéo sans pause)
Animation	Pour apprendre une notion, même dynamique, l'animation n'est pas toujours plus efficace que la succession d'images fixes ( $d = 0,37$ )
Mouvement humain	Pour apprendre un geste, ne pas montrer des images statiques ou irréalistes ; présenter plutôt des vidéos montrant des mouvements humains ( $d = 1,06$ )

## Une présentation différentiée (théorie de la charge cognitive, Tricot, 2025)

---

**1. Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé on peut faire baisser la charge liée à la tâche et ainsi libérer des ressources cognitives pour apprendre**

**Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé on peut laisser une charge plus importante car ces élèves disposent de plus de ressources cognitives**

---

2. Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il ou elle doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il ou elle sait faire      Spécifier le but du (même) problème

---

3. Donner à l'élève le problème résolu et lui demander d'étudier attentivement la solution (d = 0,57 ; Barbieri et al., 2023)

Donner le (même) problème à résoudre

4. Alterner les problèmes résolus et les problèmes à résoudre

5. Donner le problème avec une solution partielle

6. Intégrer physiquement les informations que l'élève devra mettre en relation mentalement pour rendre cette information intelligible (d = 0,85 ; Ginns, 2006)

7. Éliminer toutes les informations inutiles ou décoratives (d = 0,30 sur la rétention et d = 0,48 sur le transfert ; Rey, 2012. La méta-analyse de Sundararajan & Adesope (2020) montre un effet particulièrement délétère pour les informations décoratives multimédia).

Éviter la redondance : ne pas répéter inutilement ce qui peut être présenté une seule fois d'une seule manière (d = 0,29 ; Adesope & Nesbit, 2012).

8. Présenter les sources d'information que l'élève devra mettre en relation dans des modalités différentes (auditive et visuelle) (d = 0,72 ; Ginns, 2005).

9. Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie (d = 0,42)

Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections

10. Varier les exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage

Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et lesquelles ne le sont pas

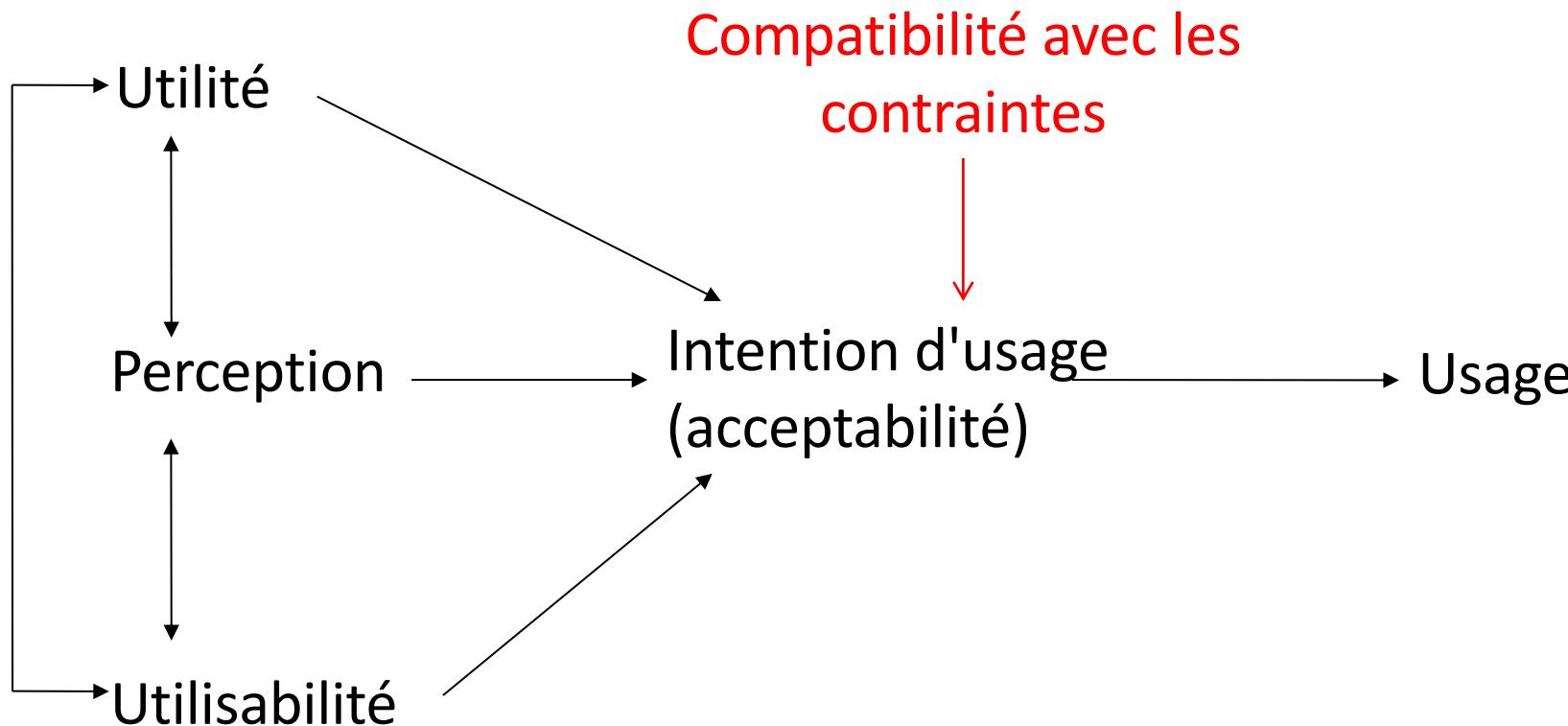
## Une présentation différenciée (théorie de la charge cognitive, Tricot, 2025)

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé	Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage
11. Faire disparaître le guidage progressivement	D'emblée, ne pas guider et laisser l'élève explorer librement
12. Demander à l'élève de mémoriser les relations les plus importantes	Demander à l'élève de s'auto-expliquer les relations les plus importantes ( $g = 0,55$ ; Bisra et al., 2018)
13. Ne pas présenter d'information transitoire continue (oral, vidéo) ; présenter plutôt des informations statiques, faire des pauses aux moments pertinents ( $d = 0,32$ sur la rétention ; $d = 0,36$ sur le transfert ; Rey et al., 2019).	Présenter de l'information transitoire continue (oral, vidéo), laisser les élèves décider quand ils font des pauses
14. Proposer du travail en groupe (selon un scénario précis : ( $g = 0,24$ sur l'apprentissage ; $g = 0,72$ sur les compétences à coopérer ; Radkowitsch et al., 2020) quand l'apprentissage visé est éloigné des élèves ; sinon, le travail peut être réalisé seul	Si l'accès aux connaissances d'autrui est nécessaire, alors le travail en groupe est utile. Sinon, le travail individuel peut être mis en œuvre.
15. Mettre en exergue ce qui est important. Expliquer les liens entre les différentes parties d'un tout ( $g = 0,53$ sur la rétention $g = 0,33$ ; Schneider et al. 2018).	Ne pas tout expliquer : engager les élèves dans des activités de production d'inférences, d'hypothèses, de conjectures
16. Faire des pauses pendant l'apprentissage ( $g = 0,74$ ; Latimier et al., 2021) ; selon la théorie de la charge cognitive, les pauses pourraient restaurer les ressources en mémoire de travail épuisées en raison de périodes prolongées de tâches exigeantes cognitivement.	Ne pas faire de pause
17. Effet du mouvement humain : pour apprendre un geste ou un mouvement, remplacer les visualisations statiques ou irréalistes par des visualisations montrant des mouvements humains ( $g = 0,72$ ; Lyu & Deng, 2024).	Une représentation abstraite fonctionne en général plus efficacement avec des experts
18. Éviter toute source de charge extrinsèque	Les effets de charge cognitive observés pour les supports pédagogiques mal conçus ne sont pas observés lorsque les élèves apprennent explicitement à réduire la charge extrinsèque.

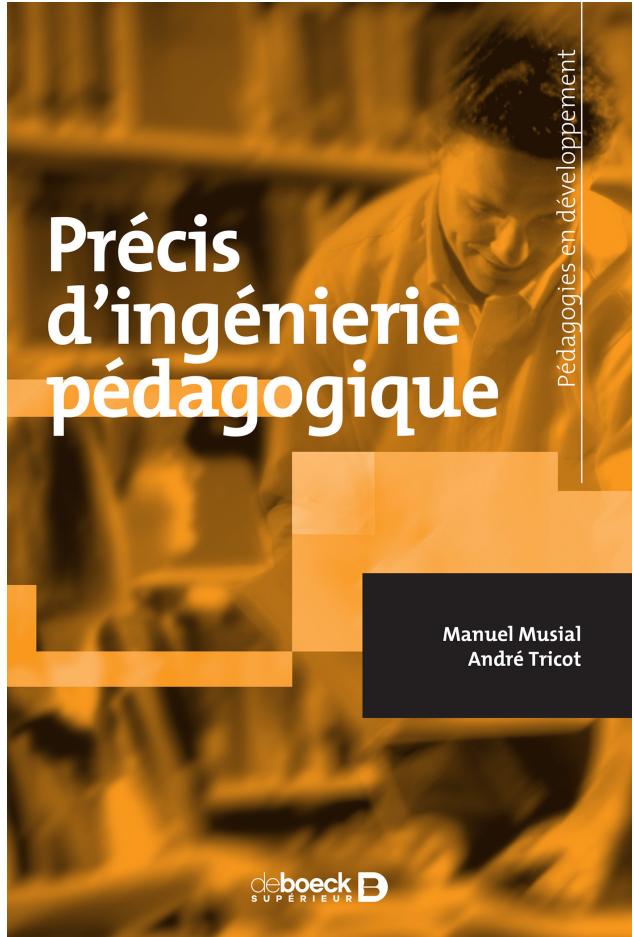
# Sommaire

1. Handicaps visuels
2. Handicaps moteurs
3. Dyslexie
4. Troubles du spectre de l'autisme
5. Conclusion sur les approches spécifiques
6. Approche universelle des apprentissages
7. Conclusion générale

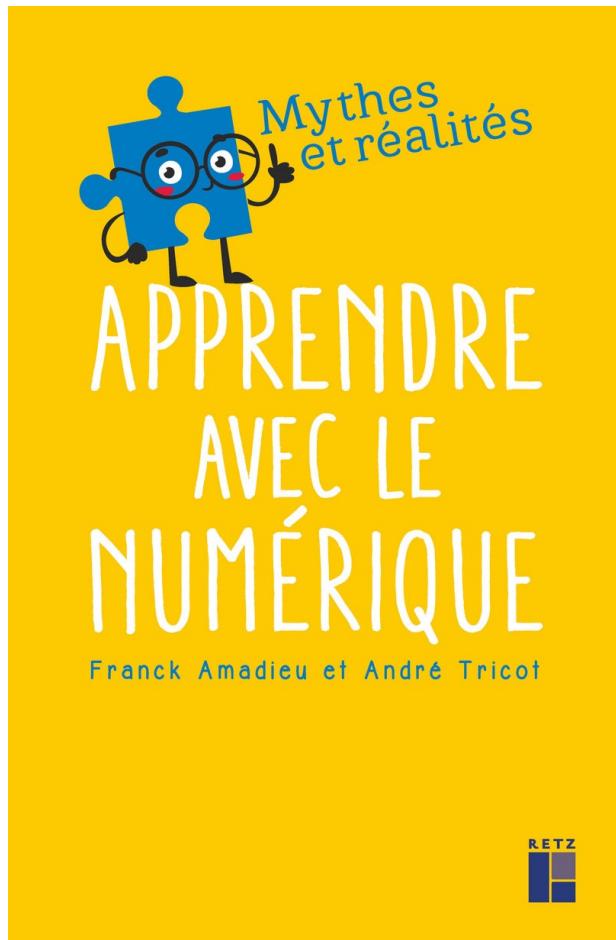
# Modèle intégratif



- Handicaps sensoriels et moteurs
  - outils numériques au service de stratégies de compensation / de contournement depuis longtemps
  - amélioration de l'accès aux formations en ligne (mais beaucoup reste à faire !)
- Travaux prometteurs pour TSLA et TSA
  - outils numériques au service de stratégies de compensation, de contournement et rééducation
  - l'impression d'en être au début
- Mais
  - l'utilité ne suffit pas
  - effets négatifs de la méconnaissance techno par les enseignants et les élèves
  - quand connaissance ↗ : acceptabilité & utilité ↗



# Merci !



**NUMÉRIQUE A L'ÉCOLE**

QUELLES FONCTIONS PÉDAGOGIQUES  
BÉNÉFICIENT DES APPORTS DU NUMÉRIQUE ?

André TRICOT

Université Paul Valéry Montpellier 3

Octobre 2020

le **cnam**  
Cnesco

Centre national d'étude des systèmes scolaires

# Références

- Adesope, O. O., & Nesbit, J. C. (2012). Verbal redundancy in multimedia learning environments: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology, 104*(1), 250.
- Ahmad, M., Nabhan, R., Semaan, S., & Khoueiry, J. (2025). Supporting a graphic design dyslexic student: Utilizing multimedia tools and design applications. *Edelweiss Applied Science and Technology, 9*(10), 21-31.
- Al-Saadi, A. M., & Al-Thani, D. (2023). Mobile Application to identify and recognize emotions for children with autism: A systematic review. *Frontiers in Child and Adolescent Psychiatry, 2*, 1118665.
- Aziz, N., Roseli, N. H., & Mutalib, A. A. (2011). Visually impaired children's acceptances on assistive courseware. *American Journal of Applied Sciences, 8*(10), 1019.
- Banf, M., & Blanz, V. (2013, March). Sonification of images for the visually impaired using a multi-level approach. In Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference (pp. 162-169). ACM.
- Barbieri, C. A., Miller-Cotto, D., Clerjuste, S. N., & Chawla, K. (2023). A meta-analysis of the worked examples effect on mathematics performance. *Educational Psychology Review, 35*(1), 11.
- Baron-Cohen, S., Golan, O., & Ashwin, E. (2009). Can emotion recognition be taught to children with autism spectrum conditions? *Philosophical Transaction Royal Society. Biological Science, 364*, 3567-3574.
- Bekele, E., Crittendon, J., Zheng, Z., Swanson, A., Weitlauf, A., Warren, Z., & Sarkar, N. (2014). Assessing the utility of a virtual environment for enhancing facial affect recognition in adolescents with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 44*, 1641-1650.
- Colé, P., Casalis, S., & Dufayard, C. (2012). MORPHOREM. [www.orthoedition.com/evaluations/morphorem-705.html](http://www.orthoedition.com/evaluations/morphorem-705.html)
- Cooper, M. (2013). Making online learning accessible to disabled students: an institutional case study. *Approaches to Developing Accessible Learning Experiences: Conceptualising Best Practice, 103*.
- Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., & Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. *Educational research review, 25*, 23-38.
- Ecale, J., Kleinsz, N., & Magnan, A. (2013). Computer-assisted learning in young poor readers: The effect of grapho-syllabic training on the development of word reading and reading comprehension.
- Ehri, L.C., Nunes, S.R., Willows, D.M., Schuster, B.V., Yaghoub-Zadeh, Z. & Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading research quarterly, 36*(3), 250-287.
- FitzGerald, E., Adams, A., Ferguson, R., Gaved, M., Mor, Y., & Thomas, R. (2012). Augmented reality and mobile learning: the state of the art. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 955, pp. 62-69).
- Gala, N. (2016). ALECTOR project. Retrieved from <https://www.researchgate.net/project/Reading-Aids-to-leverage-Document-Accessibility-for-Children-with-Dyslexia-ANR-project-2016-2020>
- Gala, N., & Ziegler, J. (2016) Reducing lexical complexity as a tool to increase text accessibility for children with dyslexia. *Proceedings of the Workshop Computational Linguistics for Linguistic Complexity (LC4LC) at the 26th International Conference on Computational Linguistics (COLING-2016)*. Osaka, Japan.
- Ginns, P. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction, 15*, 313-331.
- Ginns, P. (2006). Integrating information: Meta-analyses of the spatial contiguity and temporal contiguity effects. *Learning and Instruction, 16*, 511-525.
- Hasselbring, T. S., & Glaser, C. H. W. (2000). Use of computer technology to help students with special needs. *Future of children, 10*(2), 102-122.
- Hopkins, I. M., Gower, M. W., Perez, T. A., Smith, D. S., Amthor, F. R., Wimsatt, F. C. & Biasini, F. J. (2011). Avatar assistant: Improving social skills in students with an ASD through a computer-based intervention. *Journal of autism and developmental disorders, 41*, 1543-1555.
- Kendeou, P., Van Den Broek, P., Helder, A., & Karlsson, J. (2014). A cognitive view of reading comprehension: Implications for reading difficulties. *Learning disabilities research & practice, 29*(1), 10-16.
- Lan, L., Li, K., & Li, D. (2025). Exploring the application of AI in the education of children with autism: a public health perspective. *Frontiers in Psychiatry, 15*, 1521926.
- Latimier, A., Peyre, H., & Ramus, F. (2021). A meta-analytic review of the benefit of spacing out retrieval practice episodes on retention. *Educational Psychology Review, 33*(3), 959-987.
- Lyu, C., & Deng, S. (2024). Effectiveness of embodied learning on learning performance: A meta-analysis based on the cognitive load theory perspective. *Learning and Individual Differences, 116*, 102564.
- Mayer, R. E. (Ed.). (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press (2nd Ed.)

# Références

- McCandliss, B., Beck, I.L., Sandak, R. & Perfetti, C. (2003). Focusing attention on decoding for children with poor reading skills: Design and preliminary tests of the word building intervention. *Scientific studies of reading*, 7(1), 75-104.
- Meloy, L.L., Deville, C. & Frisbie, D.A. (2002). The effect of a read aloud accommodation on test scores of students with and without a learning disability in reading. *Remedial and Special Education*, 23(4), 248-255.
- Olson, R. K. (2000). Individual differences in gains from computer assisted remedial reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(3), 197–235.
- Potocki, A., Magnan, A. & Ecale, J. (2015). Computerized trainings in four groups of struggling readers: Specific effects on word reading and comprehension. *Research in developmental disabilities*, 45, 83-92
- Puma, S., & Tricot, A. (2021). Prendre en compte la mémoire de travail lors de la conception de situations d'apprentissage scolaire. *Analyse Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 171, 217-225.
- Radkowitsch, A., Vogel, F., & Fischer, F. (2020). Good for learning, bad for motivation? A meta-analysis on the effects of computer-supported collaboration scripts. *International journal of computer-supported collaborative learning*, 15(1), 5-47.
- Rey, G. D., Beege, M., Nebel, S., Wirzberger, M., Schmitt, T. H., & Schneider, S. (2019). A meta-analysis of the segmenting effect. *Educational Psychology Review*, 31(2), 389-419.
- Schneider, S., Beege, M., Nebel, S., & Rey, G. D. (2018). A meta-analysis of how signaling affects learning with media. *Educational Research Review*, 23, 1-24.
- Serret, S., Hun, S., Iakimova, G., Lozada, J., Anastassova, M. & Askenazy, F. (2012). Présentation d'un « serious game » : « JeStiMule » visant à améliorer la cognition sociale des personnes avec un trouble envahissant du développement. *Le Bulletin scientifique de l'ARAPI*, 30, 18-22
- Sundararajan, N., & Adesope, O. (2020). Keep it coherent: A meta-analysis of the seductive details effect. *Educational Psychology Review*, 32(3), 707-734.
- Tang, J. (2013). Using ontology and RFID to develop a new Chinese Braille learning platform for blind students. *Expert Systems with Applications*, 40(8), 2817-2827.
- Torgesen, J.K., Alexander, A.W., Wagner, R.K., Rashotte, C.A., Voeller, K.K. & Conway, T. (2001). Intensive remedial instruction for children with severe reading disabilities: Immediate and long-term outcomes from two instructional approaches. *Journal of learning disabilities*, 34(1), 33-58.
- Wong, M. E., & Cohen, L. (2011). School, family and other influences on assistive technology use Access and challenges for students with visual impairment in Singapore. *British Journal of Visual Impairment*, 29(2), 130-144.
- Wood, S. G., Moxley, J. H., Tighe, E. L. & Wagner, R. K. (2017). Does use of text-to-speech and related read-aloud tools improve reading comprehension for students with reading disabilities? A meta-analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 51(1) 73-84.
- Yaacob, H., Zakariya, N. Z., & Mohd Rashid, S. M. (2024). Technology-based interventions for dyslexic children: A systematic literature review (SLR). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(2), 574-595.
- Yusop, F. D., Cheong, L. S., Abdullah, H. S. L., Muhamad, A. S., Tsuey, C. S., & Wei, C. S. (2012). Challenges among individuals with visual impairment in an institution of higher learning in Malaysia. *European Journal of Special Needs Education*, 2, 99-107.