

Les rétroactions dans l'enseignement et l'apprentissage et leur automatisatisation

Philippe Dessus

LaRAC, Inspé, Univ. Grenoble Alpes

Journée doctorale “L'impact de la rétroaction sur l'agir de l'enseignant et/ou de l'élève”

Aix-en-Provence : GCAF-ADEF

6 avril 2022



Introduction

0.0 Présentation

- ▶  Présentation très bientôt disponible à : <http://pdessus.fr/talk/aix-22.pdf> et sur le site de la conférence
- ▶  Références en bas de page citées en fin de présentation
- ▶ Les mots soulignés sont des liens hypertextes vers des pages-ressources d'internet

0.1 Propos et plan de la présentation

🎯 Montrer quelques pas, quelques étapes de mes recherches sur les rétroactions informatisées, principalement lors de **productions écrites**

0. **Introduction** sur les rétroactions

1. Les moyens d'automatiser les rétroactions, vers l'**analyse sémantique**

2. **Boucles, écarts et contradictions**, trois objets pour penser les rétroactions

3. Rétroactions en **contexte** de classe

4. **Discussion** : éthique et pistes de recherche



**Éviter de
mauvaises
évaluations
ou rétroactions**



**Éviter
un
mauvais cours**

 **McDonald et al. 2000**

0.2 Des rétroactions omniprésentes...

- ▶ Dans la vie courante, on reçoit des **rétroactions** de manière **permanente** :
 - ▶ avis sur notre façon de cuisiner, de nous comporter
 - ▶ réponse à une candidature
 - ▶ réaction de notre animal de compagnie
 - ▶ informations de divers objets informatisés



0.3 ... qui nous permettent d'apprendre (parfois)

- ▶ Si ces rétroactions ne sont pas trop **éloignées** du moment de la performance (*cf.* le radar)
- ▶ Si elles sont suffisamment **informantes**
- ▶ Si elles sont centrées sur le **cognitif** plutôt que sur le motivationnel ou le comportemental
- ▶ Si on arrive à les **comprendre** (parfois même, à les déchiffrer)

 Goetz 2011 ; Wisniewski et al. 2020

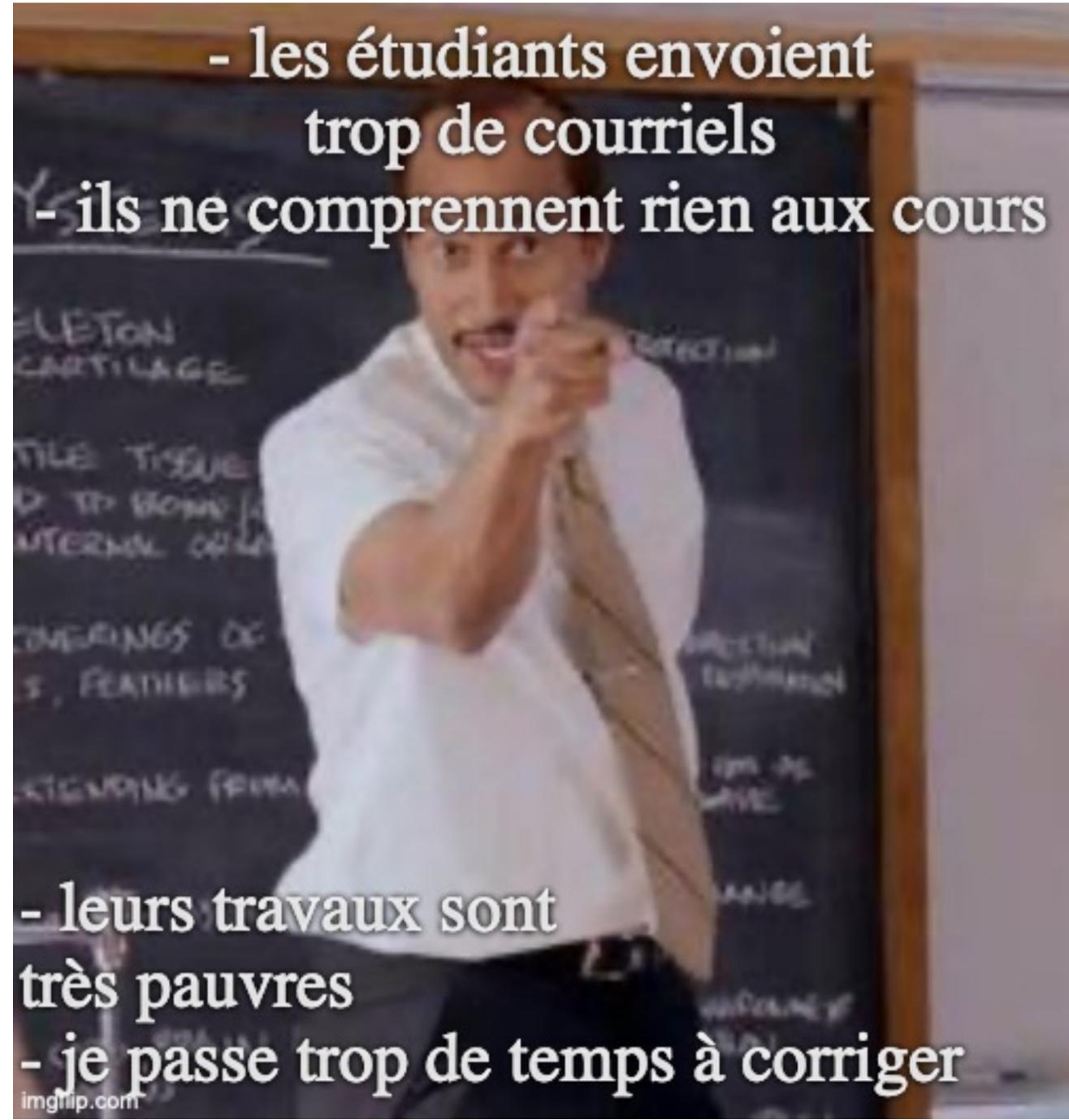
0.4 Rétroactions plus ou moins utiles pour l'action

- ▶ des rétroactions informant sur la vraisemblance de la réponse (**vérification**)
- ▶ des rétroactions plus élaborées (**indication**, Hattie & Timperley 2007)
- ▶ des rétroactions de type “**déctective**” (Wiliam 2016), donnant des pistes d'enquête, pour une analyse du travail
- ▶ des rétroactions de type “**étayage**”, montrant la bonne direction (voir exemples résolus)

0.5

Insatissfaits

à propos des
rétroactions ?



**On ne comprend rien aux cours
On ne passe que des QCM
On attend trop longtemps les notes**



0.6 Les rétroactions peuvent arriver trop tard et véhiculer peu d'information

- ▶ le **décal de livraison** des informations a un impact sur l'apprentissage
 - ▶ dans un contexte scolaire, ce délai peut être **important** (temps de correction)
- ▶ les rétroactions peuvent être **peu informantes** pour l'élève
 - ▶ ce qui gêne l'auto-régulation, la **compréhension**

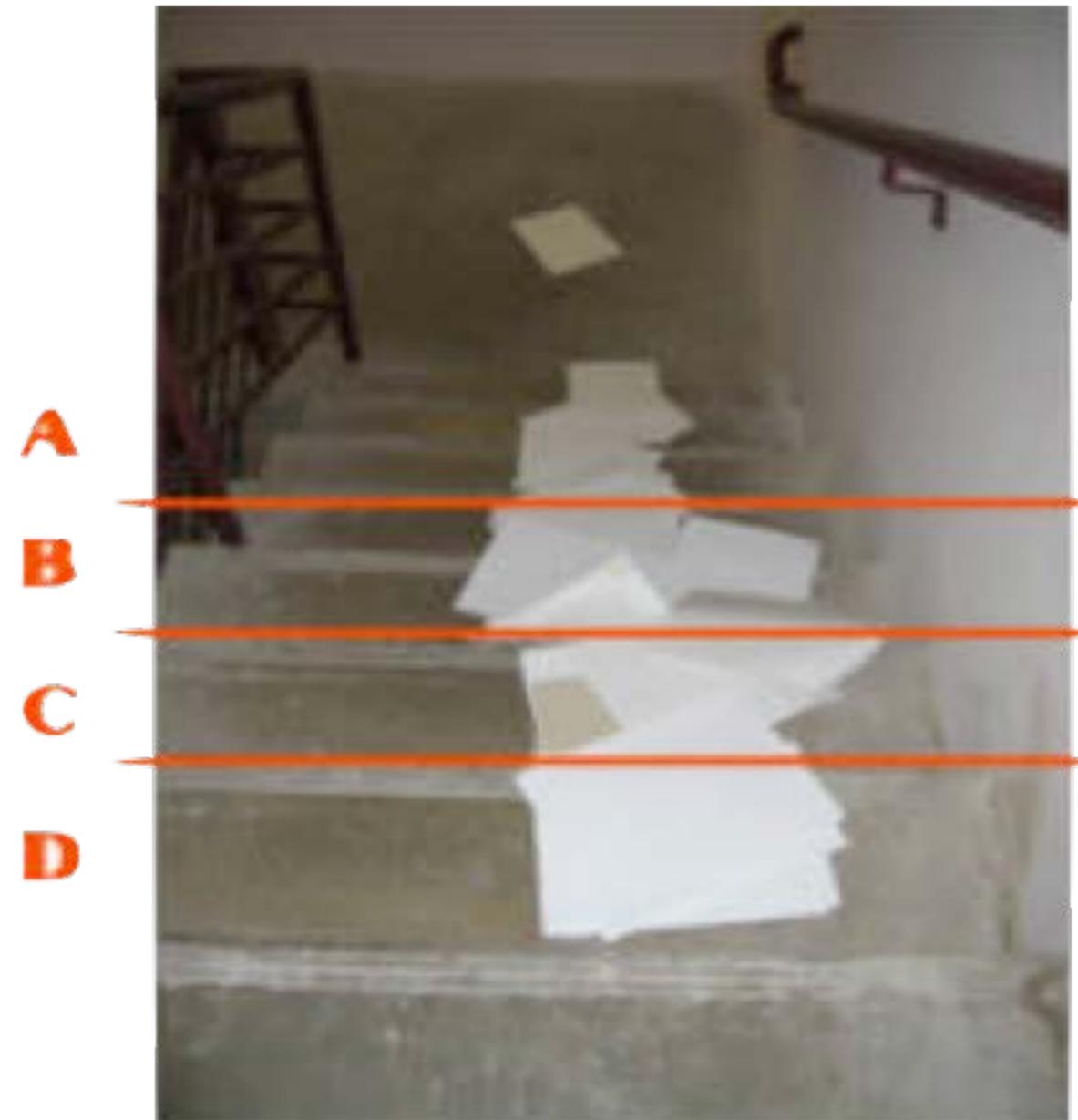
0.7 L'informatique pour automatiser une partie des rétroactions ?





Comment automatiser les rétroactions ?

1.1 Temps de traitement très court, mais mauvaise idée...



1.2 Comment automatiser les rétroactions ?

- ▶ Créer des **environnements** où les élèves pourront avoir des rétroactions (même moins parfaites que celles de l'enseignant), mais plus **immédiates**

1.3 Ancêtres (1/2) : QCM

- ▶ **1915** Premiers **tests QCM** apparaissent (Frederick J. Kelly, de l'Institut de formation des enseignants du Kansas)
- ▶ **1921** 2 millions de soldats américains et 3 millions d'élèves passent des QCM
- ▶ **1926** QCM intégrés au **SAT** (*Scholastic Aptitude Test*, évaluation étasunienne des connaissances des élèves, de l'école primaire au lycée)

 Monahan 1998 ; Les QCM, bref historique

1.4 Ancêtres (2/2) : machines à enseigner

- ▶ **Peu d'évolution en 100 ans**
- ▶ **1924 Pressey** : QCM linéaires, score calculé automatiquement
- ▶ **1953 Skinner** : programmes de questions avec réponses construites, vérifiées par l'apprenant
- ▶ **1958 Crowder** : programmes de questions-réponses à embranchements

📖 Bruillard 1997; Skinner 1958;
Watters 2021



[Source : Wikipedia](#)

1.5 Les questionnaires à choix multiple

- ▶ Technologie éprouvée... La première solution à laquelle on pense
- ▶ 👍 **Aisé à faire passer**, “passe à l'échelle”, effet de test profitable, systèmes de codage pouvant accélérer l'écriture (GIFT de Moodle)
- ▶ 👎 **Difficile à réaliser** : les rétroactions, les réponses possibles, "devinabilité" ; concerne plutôt les habiletés comme la reconnaissance

 Les QCM, définitions et critiques

1.6 Ce qu'on recherche

- ▶ Outil informatisé
- ▶ Fournissant des rétroactions **rapides et informantes**
- ▶ Sur des productions écrites “**libres**”, ou ouvertes
- ▶ Sans oublier les aspects **éthiques** (à qui appartiennent les copies ?
quid de la surveillance ?)

1.7 Les rétroactions (semi-)automatiques

- ▶ **1966 Page** : l'évaluation de la qualité d'un essai par des analyses lexicométriques (nombre de noms, de prépositions, etc.)
- ▶ **1998 Burstein et al.** : informatisant les idées de Page (*E-rater*)
- ▶ Corrèlent déjà bien avec les notes données par les enseignants

 Burstein et al. 1998; Dessus et al. 2011; Page 1966

1.8 Premier pas : franchir le niveau sémantique



Source : [A. Koul](#)

Psychological Review
1997, Vol. 104, No. 2, 211-240

Copyright 1997 by the American Psychological Association, Inc.
0033-295X/97/\$3.00

A Solution to Plato's Problem: The Latent Semantic Analysis Theory of Acquisition, Induction, and Representation of Knowledge

Thomas K Landauer
University of Colorado at Boulder

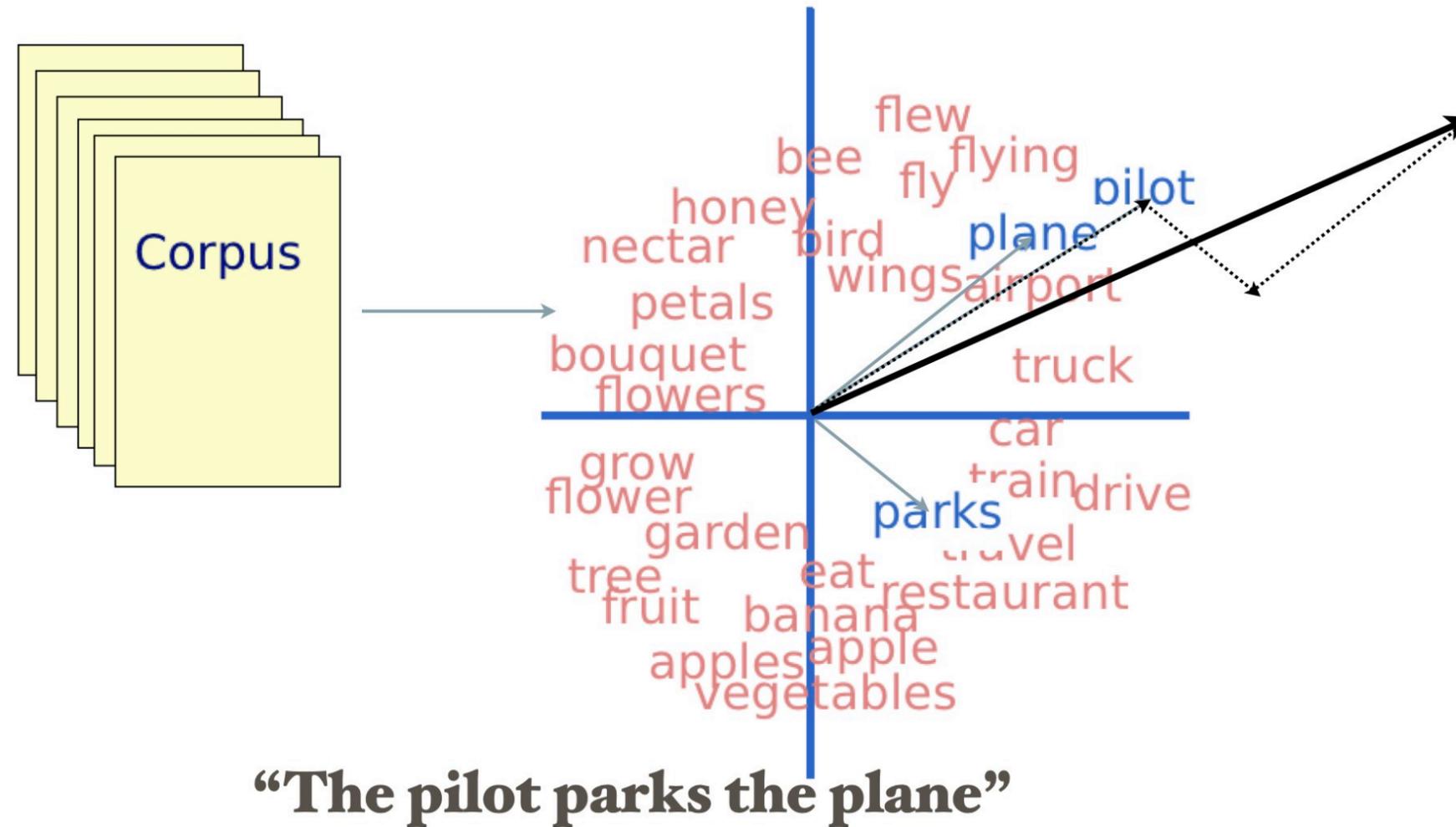
Susan T. Dumais
Bellcore

1.9 *Latent Semantic Analysis* : analyse sémantique latente

- ▶ Méthode d'analyse statistique de grands corpus textuels (type d'analyse factorielle). Part du principe que :
 - ▶ deux **mots** ont un **sens similaire** s'ils apparaissent dans des **contextes similaires**
 - ▶ deux **contextes** (paragrapes, phrases) ont un sens similaire (contiennent des informations similaires) s'ils contiennent des **mots** de sens **similaire**
- ▶ Maintenant couramment utilisée dans les moteurs de recherche (sur ordinateur ou internet)

 Landauer & Dumais 1997

1.10 Latent Semantic Analysis : Approche vectorielle



 Lemaire & Denhière 2005

1.11 *Latent Semantic Analysis* : application

- ▶ **Validité psychologique** intéressante malgré une non prise en compte de la syntaxe
- ▶ Méthode **générique** : prédiction de compréhension de textes, de métaphores, d'attribution d'experts, de raisonnements de jeux, de traduction.
- ▶ En **éducation**, notation d'essais, résumés, réponse à des QCM, analyse de verbalisations, détection de plagiat...

 Landauer et al., 2007; Wild 2016 ; Lemaire & Dessus, 2003

1.12 Écrire pour apprendre, apprendre pour écrire (1/2)

- ▶ Lien entre écriture et apprentissage (ou créativité)
- ▶ Écriture et apprentissage, deux activités qui :
 - ▶ émergent de processus cognitifs **symboliques**
 - ▶ utilisent ou procurent des **connexions** entre les concepts en jeu
 - ▶ sont efficaces si elles sont délibérées et **autorégulées**
 - ▶ sont permises et favorisées par les **feedback auto-évaluatifs**

 Bangert-Drowns et al. 2004 ; Emig 1977

1.13 Écrire pour apprendre, apprendre pour écrire (2/2)

- ▶ Écrire permet la **révision** du contenu ; autorise une compréhension plus approfondie ; entraîne un monitoring réflexif ➡ Apprentissage
- ▶ Production écrite : Une **source** et un **indicateur** du processus d'apprentissage ou de **construction de connaissances**

 Bangert-Drowns et al. 2004 ; Bereiter 2002 ; Emig 1977

Pour les mathématiques, il semble bien que l'écriture de tout temps a été un moyen indispensable, quelle que soit la personne qui « fait des maths » : faire des mathématiques c'est avant tout **écrire.**”

— Grothendieck 2021 p. 310



Boucles, écarts et contradictions

2.1 Trois objets pour penser les rétroactions dans un flux d'activités

- ▶ Les rétroactions (*via* humains ou machines) guident l'apprenant dans son **flux d'activités**, et favorisent son **auto-régulation** (de la même manière que l'affichage instantané de la consommation aide la conduite automobile).
- ▶ Le flux est composé de
 - ▶ **boucles** de différentes activités (e.g., lire, écrire, corriger), qu'on peut entamer ou reprendre librement
 - ▶ pour combler des **écarts** entre ce qu'on a déjà fait et ce qu'on projette en tant que résultat
 - ▶ aiguillé par des **contradictions** pouvant apparaître au fur et à mesure de la production

2.2 Plus de précisions

- ▶ **Boucles** : Engagement libre dans l'activité, passage à une autre activité à tout moment (Boud & Molloy 2013 ; Carver & Scheier 2011 ; Goetz 2011)
- ▶ pour combler des **Écarts** : Entre novices/experts, entre pairs, au sein du matériel à apprendre, entre matériel appris et à apprendre (Hattie & Timperley 2007)
- ▶ aiguillé par des **contradictions** : connaissance **dialogique**, si erreur, pas de vue alternative sans contradiction, aide à comprendre le point de vue de l'autre, aide à la construction de connaissances par le débat (Linell 2009 ; Stahl 2006)

2.3 Un exemple de boucle lecture-écriture (*Pensum*)

 Villiot-Leclercq et al. 2010

COURSE

AJAX

JavaScript and XML have been around nearly as long as HTML and many sites have been using both to good effect. As Paul Graham said, "Basically, what 'Ajax' means is 'Javascript now works.'" This means that Web applications can now be created that interact with the users the way we have become accustomed with desktop applications. **The lag and delay caused by server calls is mitigated by a lot of that information being sent asynchronously through JavaScript calls.**

Democracy and Community

These have both been around in limited formats for a long time on the Web. **What makes them exciting is when they are combined with the applications that are possible with AJAX and more modern browsers. Web pages gave people the ability to express themselves like no other time in history. And Weblogs made an easy thing even easier.** When Blogger was first set up, they thought of themselves as just an easy-to-use FTP client for Web pages. Now they allow many many people to get online and express their views.

But it's more than just getting content on-line. With Web 2.0 type sites, it is possible to combine data from various sources, even sources that you don't own control or even exist, and turn that into data that people can use. For example, an idea for a Web 2.0 site might be to combine a Flickr tagged gallery of restaurants with actual reviews that people have written about those restaurants and a connection to Google Maps to find the restaurants in your area. The Web site which put this up might not have any of the data for the reviews, none of the photos from Flickr, and only an interface to allow people to pinpoint where they are or where they are going and either read reviews of local restaurants

SYNTHESIS

Composition mode

Feedback mode

Launch feedback

- Feedback tolerance +

If you surf the Web design sites these days, you can't help but find references to Web 2.0. **Ergonomics, also known as human factors, is the scientific discipline that seeks to understand and improve human interactions with products, equipment, environments and systems. Drawing upon human biology, psychology, engineering and design, ergonomics aims to develop and apply knowledge and techniques to optimise system performance, whilst protecting the health, safety and well-being of individuals involved. The attention of ergonomics extends across work, leisure and other aspects of our daily lives.**

This is the new and revolutionary change that is sweeping the Web and allowing users to interact with the data available there in ways we never dreamed possible 10 years ago.

Web 2.0 was previously used as a synonym for Semantic Web, but that is a mistake...

 Villiot-Leclercq et al. 2010

2.4 Les écarts de cohésion comme indices de non-compréhension (*Pensum*)

 Tapiero 2007; Villiot-Leclercq et al. 2010

COURSE

AJAX

JavaScript and XML have been around nearly as long as HTML and many sites have been using both to good effect. As Paul Graham said, "Basically, what 'Ajax' means is 'Javascript now works.'" This means that Web applications can now be created that interact with the users the way we have become accustomed with desktop applications. **The lag and delay caused by server calls is mitigated by a lot of that information being sent asynchronously through JavaScript calls.**

Democracy and Community

These have both been around in limited formats for a long time on the Web. **What makes them exciting is when they are combined with the applications that are possible with AJAX and more modern browsers. Web pages gave people the ability to express themselves like no other time in history. And Weblogs made an easy thing even easier.** When Blogger was first set up, they thought of themselves as just an easy-to-use FTP client for Web pages. Now they allow many many people to get online and express their views.

But it's more than just getting content on-line. With Web 2.0 type sites, it is possible to combine data from various sources, even sources that you don't own control or even exist, and turn that into data that people can use. For example, an idea for a Web 2.0 site might be to combine a Flickr tagged gallery of restaurants with actual reviews that people have written about those restaurants and a connection to Google Maps to find the restaurants in your area. The Web site which put this up might not have any of the data for the reviews, none of the photos from Flickr, and only an interface to allow people to pinpoint where they are or where they are going and either read reviews of local restaurants.

SYNTHESIS

Composition mode

Feedback mode

If you surf the Web design sites these days, you can't help but find references to Web 2.0. **Ergonomics, also known as human factors, is the scientific discipline that seeks to understand and improve human interactions with products, equipment, environments and systems. Drawing upon human biology, psychology, engineering and design, ergonomics aims to develop and apply knowledge and techniques to optimise system performance, whilst protecting the health, safety and well-being of individuals involved. The attention of ergonomics extends across work, leisure and other aspects of our daily lives.**

This is the new and revolutionary change that is sweeping the Web and allowing users to interact with the data available there in ways we never dreamed possible 10 years ago.

Web 2.0 was previously used as a synonym for Semantic Web, but that is a mistake...

Getting beyond the hype of Web 2.0 (27)

Launch feedback

- Feedback tolerance +

2.5 Les contradictions (*Résum'Web*)

 Mandin 2009

Courrier :: LTFLL : Re: dias m... Tuteur

entaires sur ton travail

quelques incohérences que j'ai remarquées dans ton travail...

Tu estimes que la phrase 2 de ton résumé est une Copie. Il me semble qu'elle reprend la (les) phrase(s) 10 du texte, phrase(s) que tu considères secondaire(s). Si tu as raison, ne serait-il pas plus judicieux de supprimer cette phrase ou de la regrouper avec une autre ?

La phrase 5 du texte ne me semble pas reprise dans le résumé. Pourtant tu classes cette phrase parmi les plus importantes.

La phrase 8 du texte ne me semble pas reprise dans le résumé. Pourtant tu classes cette phrase parmi les plus importantes.

La phrase 13 du texte ne me semble pas reprise dans le résumé. Pourtant tu classes cette phrase parmi les plus importantes.

La phrase 15 du texte ne me semble pas reprise dans le résumé. Pourtant tu classes cette phrase parmi les plus importantes.

La phrase 17 du texte ne me semble pas reprise dans le résumé. Pourtant tu classes cette phrase parmi les plus importantes.

rs Résumer Aide Bilan Déconnexion

Résumés validés : 0
Résumés restants : 10

R'OW

2.6 Deuxième pas : vers le contexte



Source : [Silvana Carlos, Unsplash](#)

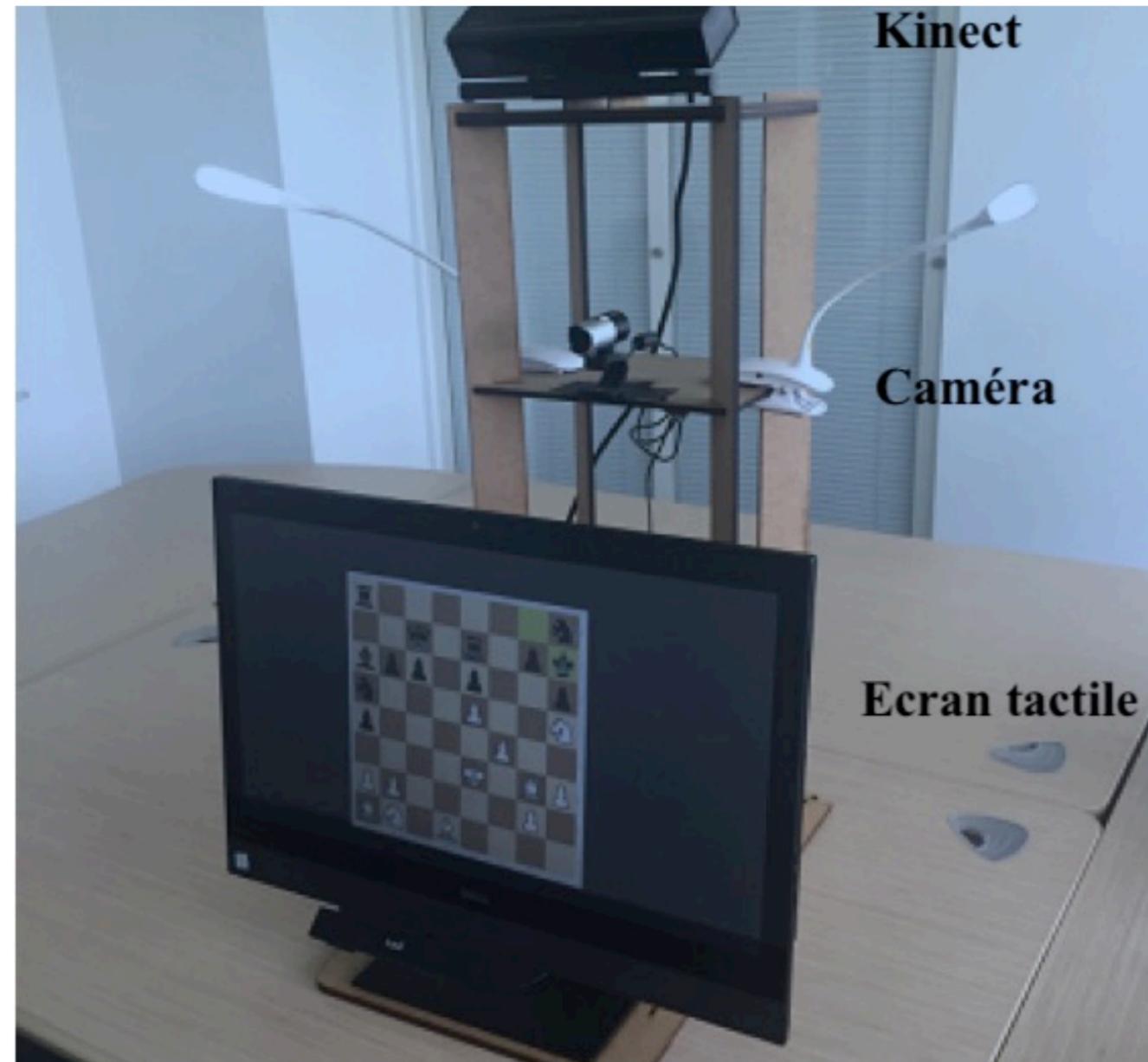
2.6 Deuxième pas : vers le contexte

- ▶ Les *learning analytics* prélèvent **beaucoup de données** des machines, sur le comportement des élèves
 - ▶ Alimentant des concepts tels que **l'engagement** des étudiants (dans les MOOC), très loin de ce qu'est ce construit en présence (nombre de clics, nombre de tours de parole dans les forums)
 - ▶ Ces données sont souvent **difficiles** à interpréter
- ➡ Ajouter des informations sur ce qu'il se passe dans la salle (contexte) aiderait beaucoup

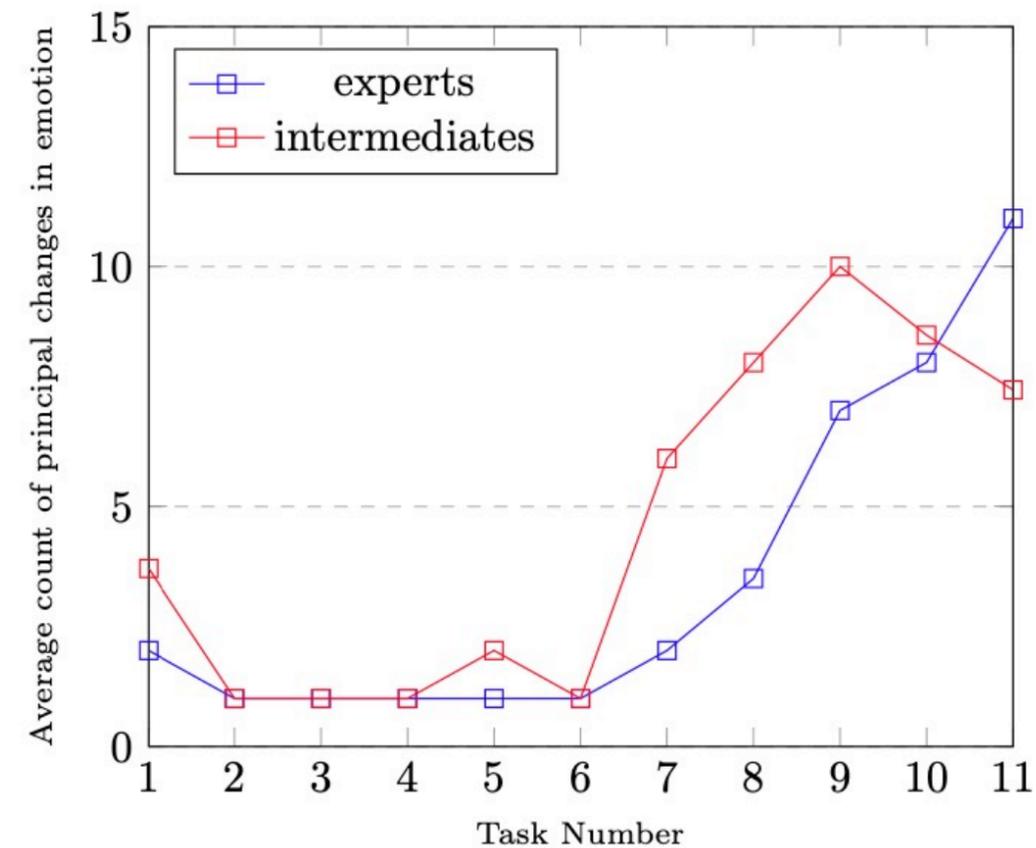
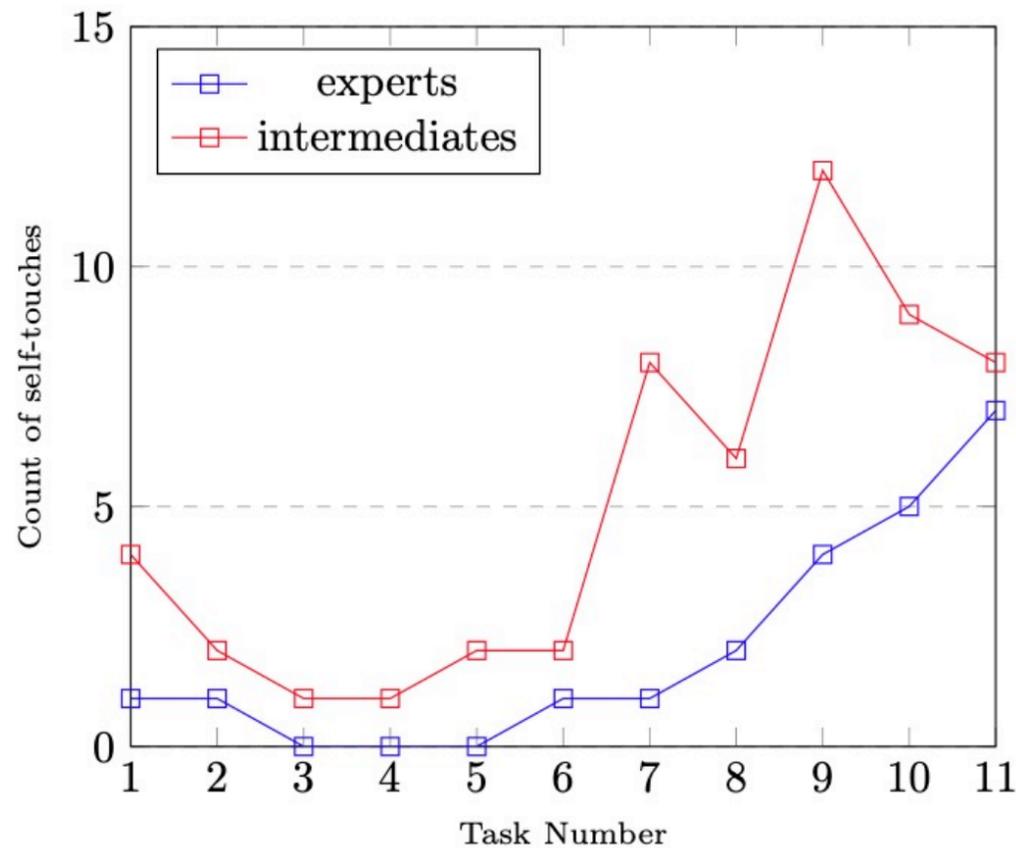


Rétroactions en contexte

3. Une pas intermédiaire, de labo (Guntz et al. 2018)



3. Occurrences de “contact main-tête” & changements d'expressions faciales en fct de la difficulté des tâches et du niveau d'expertise



 Guntz et al. 2018

3. Trois types de salles sensibles au contexte

- ▶ **salle-outil** : la salle “répond” en temps réel à des actions élémentaires de l'enseignant ou des élèves, à des fins d'**assistance**
- ▶ **salle-tableau de bord** : la salle collecte et affiche en temps réel des informations sur les élèves, à des fins de **supervision ou d'auto-régulation**
- ▶ **salle-thermomètre** : la salle analyse **en temps différé** divers paramètres du contexte à des fins réflexives (pour l'enseignant ou les étudiants)

Les deux dernières peuvent délivrer des rétroactions informatives

 Laurent et al. 2021

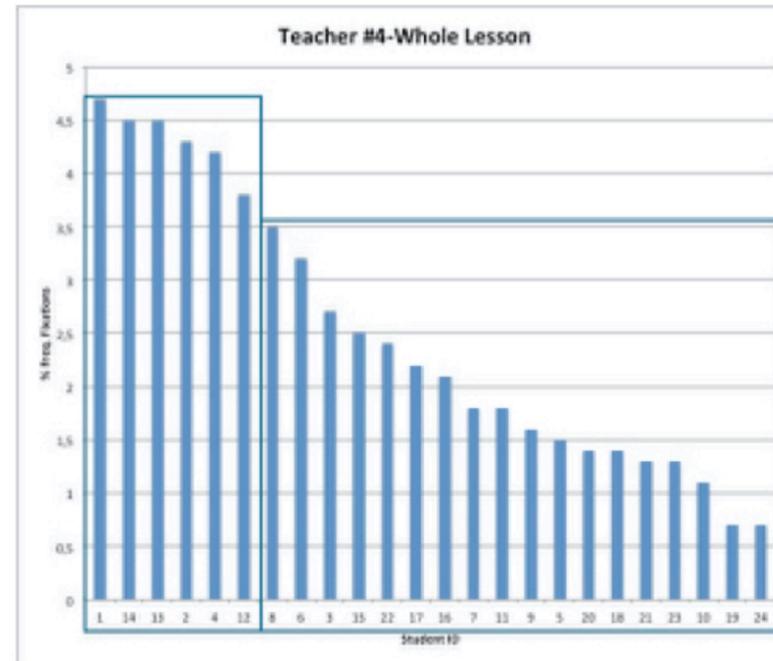
3. Rétroactions pour enseignants

- ▶ **Groupe de pilotage** (Lundgren 1972) : sous-groupe d'élèves à partir desquels l'enseignant adapte sa progression du travail (voir diapo suivante : Dessus et al. 2016)
- ▶ **Hypersensibilité** (*withitness*) (Kounin 1970) : capacité de l'enseignant à maintenir un flux d'attention sur ce qui se passe en classe, et à le faire savoir aux élèves
- ▶ **Temps sur la tâche** (Stallings 1977) : temps passé par les élèves à un travail effectif, en lien avec la tâche en cours

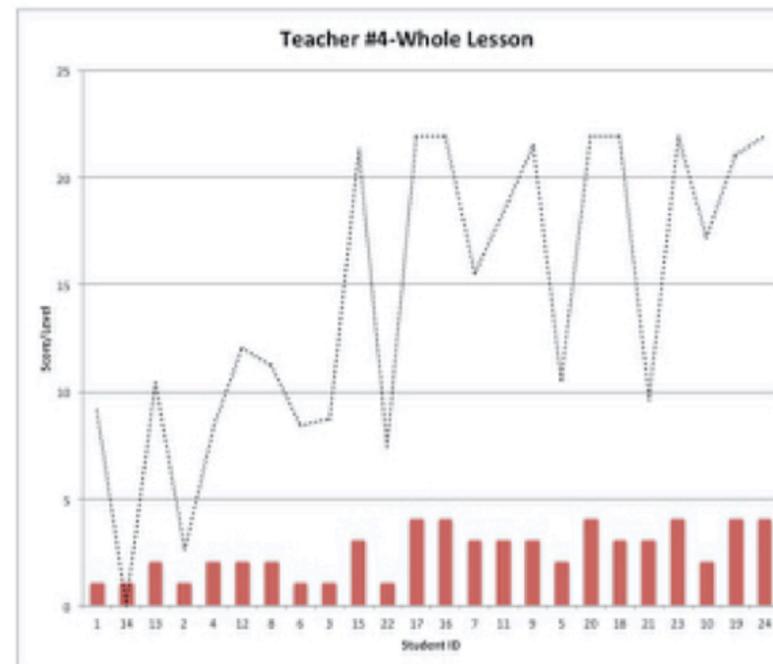
 Laurent et al. 2022

ENSEIGNANT #4: EXPÉRIMENTÉ

**% regards
aux élèves**



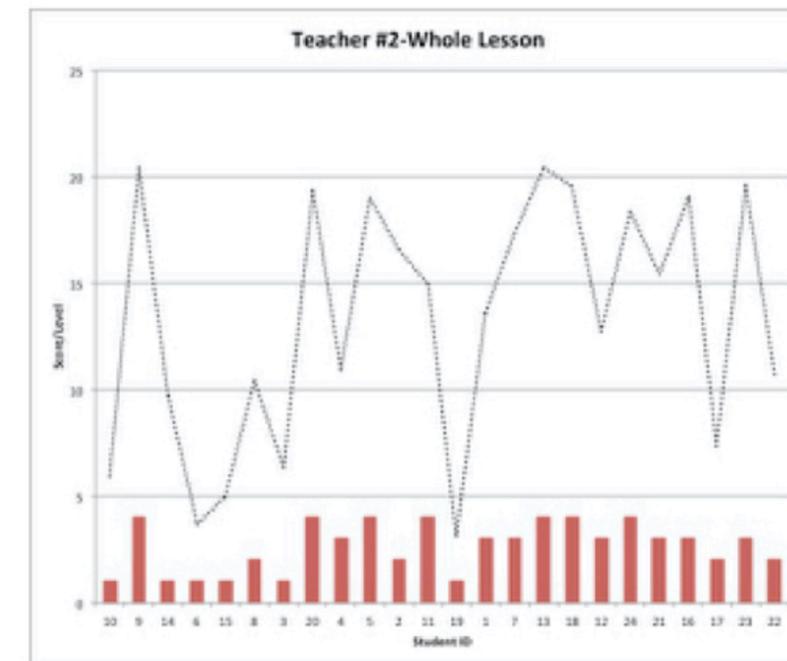
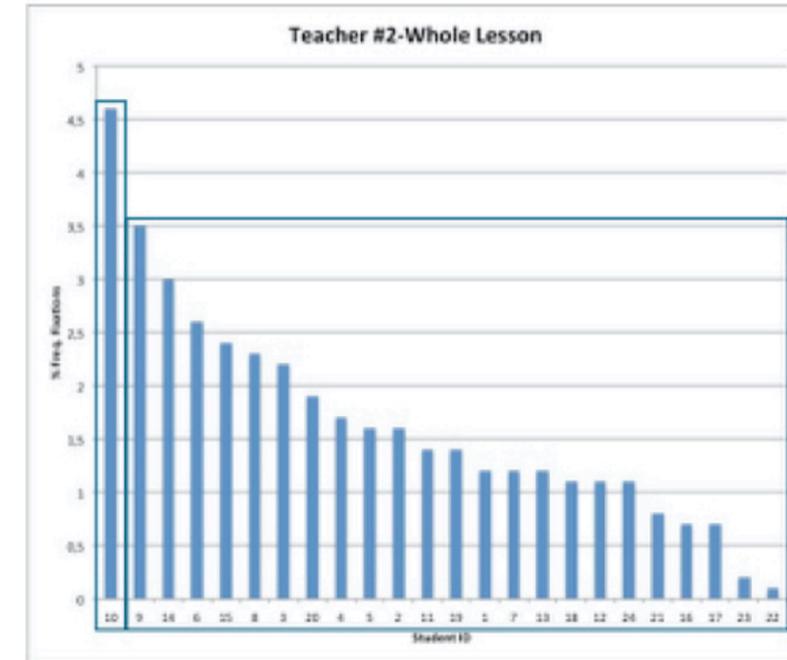
**% regards
par type
d'élève**



Comportement

Performance

ENSEIGNANT #2: NOVICE



4

Discussion :
éthique et

■
pistes

1960

THESE GRADES
ARE TERRIBLE!!



2010

jokeOverflow.com

THESE GRADES
ARE TERRIBLE!!



JARVIS CAGLE jokeoverflow.com THANKS U2!

4.1 Questions d'éthique

- ▶ **consentement éclairé** des personnes dont l'activité est tracée ?
- ▶ recueille-t-on juste les données **nécessaires** (ni trop, ni trop peu) ?
- ▶ à qui **appartiennent** les données recueillies ?
- ▶ quels sont les groupes de personnes qui vont être impactés (en +/-) ? *quid* des minorités ou élèves empêchés ?
- ▶ les systèmes de rétroactions contribuent-ils à la **surveillance** des enseignants ou des élèves ?
- ▶ les utilisateurs peuvent-ils **comprendre** leur fonctionnement ?
- ▶ peut-on concevoir des systèmes analysant **collectivement** (plutôt qu'individuellement) le comportement des élèves sans perdre d'informations importantes ?

 Déclaration de Montréal sur l'IA responsable

4.2 Pistes de recherche (1/4)

- ▶ Changer le **contexte** d'apprentissage
 - ▶ climat de l'erreur positif (Soncini et al. 2020)
- ▶ Mieux **armer l'apprenant**
 - ▶ mieux considérer son rôle (Van der Kleij 2019)
 - ▶ analyser le processus de ses réponses (Lui & Andrade 2022)
 - ▶ engagement agentique, contribution constructive à l'enseignement (Reeve & Tseng 2011)
- ▶ Analyser automatiquement
 - ▶ les types de feedback (Osakwe et al. 2022)
 - ▶ les productions en les sonifiant (Calinescu & Trausan-Matu 2013)

4.2 Pistes de recherche (2/4)

- ▶ Des **analyses** de plus en plus sophistiquées pour
 - ▶ le rôle des émotions (Ryan & Henderson 2018)
 - ▶ les rétroactions dialogiques (Dascalu et al. 2015 ; ReaderBench)
 - ▶ produire des exemples résolus (voir GPT-2 et GPT-3 d'open.ai)

4.2 Pistes de recherche : GPT-2 (3/4)

Feedback for learning: a definition

Feedback for learning is information given to a learner which is intended to help them to improve their performance. It can be given in various forms, including verbal comments, written comments, or numerical grades.

Different forms of feedback for learning

There are various forms of feedback for learning, including:

Verbal comments: these can be made in person or via technology such as video conferencing.

Written comments: these can be made on assignments, tests, or other forms of assessment.

Numerical grades: these can be given on assignments, tests, or other forms of assessment.

Why is feedback for learning important?

Feedback for learning is important because it can help learners to improve their performance. It can also help to motivate learners and to provide them with a sense of progress.

Computer-based feedback for learning

Computer-based feedback for learning is feedback that is given to a learner via a computer. This can include feedback on assignments, tests, or other forms of assessment. It can also include feedback on activities such as online quizzes or games.

 Warning: Your text ends in a trailing space, which causes worse performance due to how the API splits text into tokens.

238

Engine

text-davinci-002

Temperature 0

Maximum length 435

Stop sequences

Enter sequence and press Tab

Top P 1

Frequency penalty 0

Presence penalty 0

Best of 1

Inject start text

Inject restart text

Show probabilities

Off

4.2 Pistes de recherche : GPT-2 (3/4)

Feedback for learning : a definition

 Feedback for learning is information given to a learner which is intended to help them to improve their performance. It can be given in various forms, including verbal comments, written comments, or numerical grades.

Different forms of feedback for learning

 There are various forms of feedback for learning, including:

Verbal comments: these can be made in person or via technology such as video conferencing.

Written comments: these can be made on assignments, tests, or other forms of assessment.

Numerical grades: these can be given on assignments, tests, or other forms of assessment.

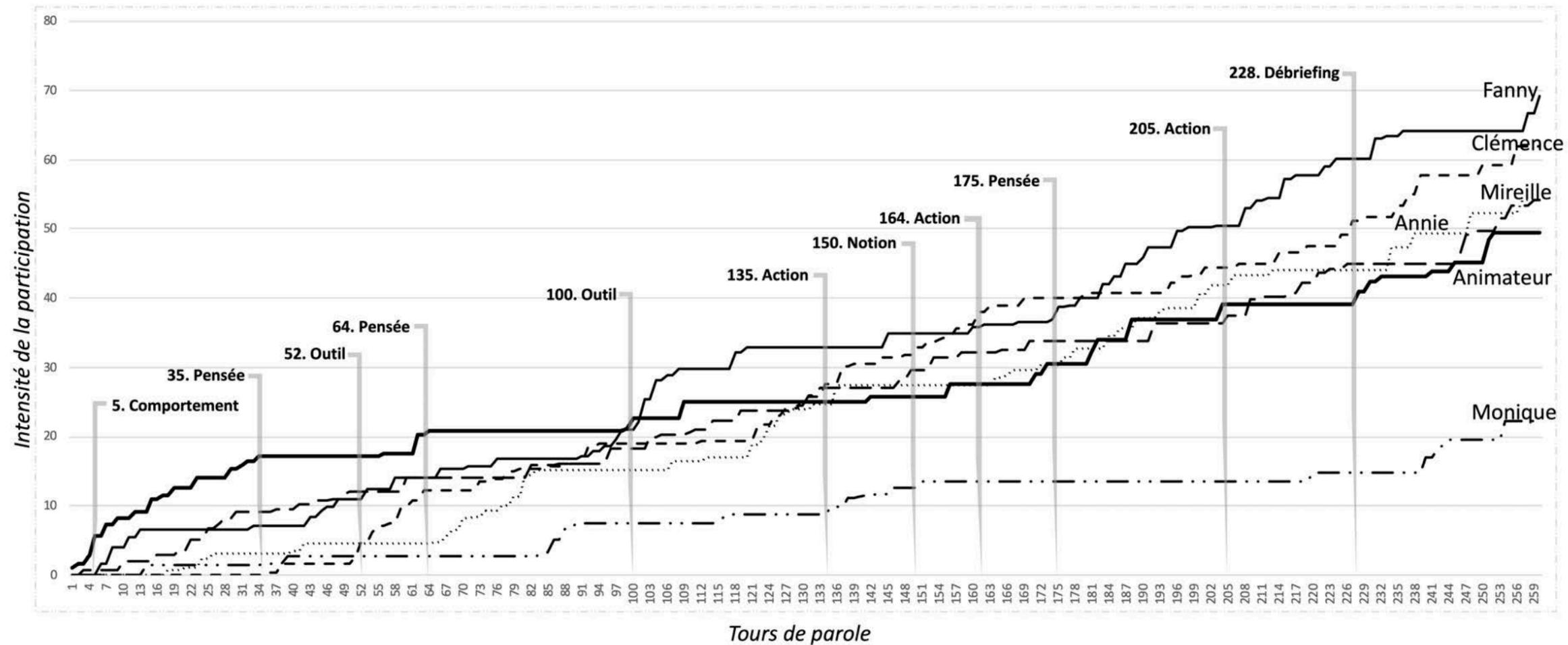
Why is feedback for learning important?

Feedback for learning is important because it can help learners to improve their performance. It can also help to motivate learners and to provide them with a sense of progress.

Computer-based feedback for learning

Computer-based feedback for learning is feedback that is given to a learner via a computer. This can include feedback on assignments, tests, or other forms of assessment. It can also include feedback on activities such as online quizzes or games.

4.2 Pistes de recherche : ReaderBench (4/4)



 Dessus et al. sous presse

4.3 Discussion

- ▶ Intérêt de la recherche **interdisciplinaire** (éducation, informatique, linguistique, psychologie) pour des apports *récioproques et simultanés* à la compréhension des processus étudiés
- ▶ Intérêt de **fonder théoriquement** l'étude des rétroactions : moins de 40 % des articles sur les rétroactions dans l'ens. sup. publiés en 2020 avaient une référence à la théorie (Nieminen et al. 2022)
- ▶ Aller vers la **modélisation** de rétroactions humaines (*cf.* qualité des rétroactions, Pianta et al. 2008)
- ▶ Tester les systèmes en **vraie grandeur** pour étudier leur utilité, acceptabilité, utilisabilité (Tricot et al. 2003)
- ▶ ⚠ **éthique et la vie privée** des participants

Merci de votre attention ! Des questions ?

- ▶  philippe.dessus[at]univ-grenoble-alpes.fr
- ▶  @pdessus
- ▶ **Merci** à Raffaella Balzarini, Jim Crowley, Mihai Dascalu, Guy Denhière, Damien Dupré, Thomas Guntz, Romain Laurent, Benoît Lemaire, Mathieu Loiseau, Sonia Mandin, Stefan Trausan-Matu, Dominique Vaufreydaz, Emmanuelle Villiot-Leclercq, qui ont participé aux travaux cités dans cette présentation
- ▶ **Travaux partiellement financés** par le MENRT, l'ANR, la Communauté européenne (LTfLL, ICT-STREP, 7^e PCRD) & le Pôle Grenoble Cognition de l'Univ. Grenoble Alpes
- ▶ Présentation conçue avec , Multimarkdown Composer et Deckset

Références (1/5)

- ▶ Calinescu, A., & Trausan-Matu, S. (2013). A system for sonification of chat conversations. *Annals of the Academy of Romanian Scientists (STI Series)*, 6(2), 23–22.
- ▶ Bangert-Drowns, R. L., Hurley, M. M., & Wilkinson, B. (2004). The effects of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 74(1), 29–58.
- ▶ Bereiter, C. (2002). *Education and mind in the knowledge age*. Erlbaum.
- ▶ Boud, D., & Molloy, E. (2013). Rethinking models of feedback for learning: the challenge of design. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 38(6), 698–712.
- ▶ Bruillard, E. (1997). *Les machines à enseigner*. Hermès.
- ▶ Burstein, J., Kukich, K., Wolff, S., Lu, C., & Chodorow, M. (1998). Computer Analysis of Essays. NCME Symposium on Automated Scoring, Montréal.
- ▶ Carver, C. S., & Scheier, M. F. (2011). Self-regulation of action and affect. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of self-regulation. Research, theory, and applications* (2nd ed., pp. 3–21). Guilford.
- ▶ Dascalu, M., Trausan-Matu, S., McNamara, D. S., & Dessus, P. (2015). ReaderBench - Automated evaluation of collaboration based on cohesion and dialogism. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(4), 395–423. <https://doi.org/10.1007/s11412-015-9226-y>
- ▶ Dessus, P., Cosnefroy, O., & Luengo, V. (2016). “Keep your eyes on ‘em all!”: A mobile eye-tracking analysis of teachers' sensitivity to students. In K. Verbert, M. Sharples & T. Klobučar (Eds.), *Adaptive and adaptable learning*. Proc. 11th European Conf. on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2016) (pp. 72–84). New York: Springer.

Références (2/5)

- ▶ Dessus, P., Dascalu, M., Mandran, N., Gutu-Robu, G., Dormoy-Fournier, C., & Ruseti, S. (sous presse). L'analyse sémantique automatique pour étudier les discussions visant la construction collaborative de connaissances. In B. Albero & J. Thievenaz (Eds.), *Traité de méthodologie de la recherche en sciences de l'éducation et de la formation*. Raison & passions.
- ▶ Dessus, P., Lemaire, B., Loiseau, M., Mandin, S., Villiot-Leclercq, E., & Zampa, V. (2011). Automated free-text assessment: Some lessons learned. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 21(2/3), 140—154. <https://doi.org/10.1504/ijceell.2011.040195>
- ▶ Emig, J. (1977). Writing as a mode of learning. *College composition and communication*, 28(2), 122—128.
- ▶ Goetz, T. (2011, 19 June). Harnessing the power of feedback loops. *Wired Magazine*. <https://www.wired.com/2011/06/ff-feedbackloop/>
- ▶ Grothendieck, A. (2021). *Récoltes et semailles*. Gallimard.
- ▶ Guntz, T., Crowley, J., Vaufreydaz, D., Balzarini, R., & Dessus, P., Oct. 16-20, 2018). The role of emotion in problem solving: First results from observing chess. Workshop on Modeling Cognitive Processes from Multimodal Data (MCPMD 2018), Joint to the 20th ACM Int. Conf. on Multimodal Interaction (ICMI 2018), Boulder.
- ▶ Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81—112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

Références (3/5)

- ▶ Kounin, J. S. (1970). *Discipline and group management in classrooms*. Holt, Rinehart & Winston.
- ▶ Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: the Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104(2), 211—240.
- ▶ Laurent, R., Dessus, P., & Vaufreydaz, D. (2021). Apprendre en toute éthique dans les salles de classe intelligentes. *Que dit la recherche*. Canopé.
- ▶ Laurent, R., Dessus, P., & Vaufreydaz, D. (2022). Analyser automatiquement les signaux de l'enseignement : Une approche d'apprentissage social fondée sur les preuves. *A.N.A.E. Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, 176, 29—36.
- ▶ Lemaire, B., & Denhière, G. (2005). Latent Semantic Analysis. Tutorial given at the 27th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Stresa (Italy).
- ▶ Lemaire, B., & Dessus, P. (2003). Modèles cognitifs issus de l'Analyse de la sémantique latente. *Cahiers Romans de Sciences Cognitives*, 1(1), 55—74.
- ▶ Linell, P. (2009). *Rethinking language, mind, and world dialogically*. Information Age Publications.
- ▶ Lui, A. M., & Andrade, H. L. (2022). The Next Black Box of Formative Assessment: A Model of the Internal Mechanisms of Feedback Processing. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.751548>
- ▶ Lundgren, U. P. (1972). *Frame factors and the teaching process*. Almqvist & Wiksell.

Références (4/5)

- ▶ Mandin, S. (2009). *Modèles cognitifs computationnels de l'activité de résumer : Expérimentation d'un EIAH auprès d'élèves de lycée* [Université Pierre-Mendès-France]. Grenoble.
- ▶ McDonald, R., Boud, D., Francis, J., & Gonczi, A. (2000). *New perspectives on assessment* (Vol. 4). UNESCO.
- ▶ Monahan, T. (1998). *The rise of standardized educational testing in the U.S.: A bibliographic overview*.
- ▶ Nieminen, J. H., Bearman, M., & Tai, J. (2022). How is theory used in assessment and feedback research? A critical review. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/02602938.2022.2047154>
- ▶ Osakwe, I., Chen, G., Whitelock-Wainwright, A., Gašević, D., Pinheiro Cavalcanti, A., & Ferreira Mello, R. (2022). Towards automated content analysis of educational feedback: A multi-language study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100059>
- ▶ Page, E. B. (1966). The imminence of... grading essays by computer. *Phi Delta Kappan*, 47, 238–243.
- ▶ Pianta, R. C., La Paro, K. M., & Hamre, B. K. (2008). *Classroom assessment scoring system: Manual K-3*. Brookes.
- ▶ Reeve, J., & Tseng, C.-M. (2011). Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4), 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.05.002>
- ▶ Soncini, A., Matteucci, M. C., & Butera, F. (2020). Error handling in the classroom: an experimental study of teachers' strategies to foster positive error climate. *European Journal of Psychology of Education*, 36(3), 719–738. doi: 10.1007/s10212-020-00494-1

Références (5/5)

- ▶ Skinner, B. F. (1958). Teaching machines. *Science*, 128, 969—977.
- ▶ Stahl, G. (2006). *Group cognition. Computer support for building collaborative knowledge*. The MIT Press.
- ▶ Stallings, J. A. (1977). *Learning to look. A handbook on classroom observation and teaching models*. Wadsworth.
- ▶ Tapiero, I. (2007). *Situation models and levels of coherence: Toward a definition of comprehension*. Taylor & Francis.
- ▶ Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., J-F., C., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, G. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. In C. Desmoulins, P. Marquet, & D. Bouhineau (Eds.), *Actes de la conférence EIAH 2003* (pp. 391—402). INRP/ATIEF.
- ▶ Van der Kleij, F. M., Adie, L. E., & Cumming, J. J. (2019). A meta-review of the student role in feedback. *International Journal of Educational Research*, 98, 303—323. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.09.005>
- ▶ Villiot-Leclercq, E., Mandin, S., Dessus, P., & Zampa, V. (2010). Helping students understand courses through written syntheses. An LSA-based online advisor. Tenth IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT 2010), Sousse (Tunisia).
- ▶ Watters, A. (2021). *Teaching machines*. MIT Press.
- ▶ Wild, F. (2016). *Learning Analytics in R with SNA, LSA, and MPIA*. Springer.
- ▶ Wiliam, D. (2016). The secret of effective feedback. *Educational Leadership*, 73(7), 10—15.
- ▶ Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J. (2020). The Power of Feedback Revisited: A Meta-Analysis of Educational Feedback Research. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087>