



**Les apports du  
*Multimodal Learning  
Analytics* pour  
l'analyse de séances  
d'enseignement**

Philippe Dessus, LaRAC, LIG, &  
Inspé, Univ. Grenoble Alpes

Conférence invitée au Séminaire  
ANR DEEC, Rennes, 19 mai 2026

## 0 1. Introduction

- De nombreux cadres théoriques et outils méthodologiques pour **analyser l'enseignement** (e.g., Evertson & Green 2006)
- Ils reposent principalement sur des outils **non (ou partiellement) automatisés** : questionnaires ou observations humaines. Des traitements informatisés permettraient – une première analyse rapide et sur de plus grands corpus de données que les analyses humaines – une anonymisation des données (vidéo)
- Un champ de recherche récent, le *Multimodal Learning Analytics* propose des outils pouvant être utiles pour l'analyse de situations d'enseignement-apprentissage
- Nous allons en présenter deux, emboîtés l'un dans l'autre avec un premier essai d'analyse d'une vidéo de DEEC, à titre de *démo* 🧪

## 0 2. Plan de la présentation

1. Présentation rapide du champ du MMLA
2. Présentation du *Teaching Lab* (salle de cours "ambiante")
3. Analyse automatique de la séance "**La taille de Maria**" (CE1)
4. Présentation de *ReaderBench*
5. Analyse automatique de la séance "**La taille de Maria**" (CE1)
6. Aspects éthiques
7. Pistes pour aller plus loin (dans DEEC ?)

## 0 3. Cette présentation...

- Cette présentation est disponible ici : <https://link.infini.fr/deec-dessus>
- ou [ici](#), ou à <http://pdessus.fr>, et les références citées sont en fin de présentation



## 1. Le *Multimodal Learning Analytics* (MMLA)

- Plutôt que de se centrer uniquement sur des analyses des traces des apprenant·es/enseignant·es dans des EIAH (*Learning Analytics, e.g., Wong & Li 2019*), on utilise aussi d'autres informations (**sonores, visuelles, oculométriques**, etc.)
- Données "**en utilisation**", "en action" ou "en pratique", prise en compte de la temporalité des interactions entre participant·es, matériels et lieux (Worsley *et al.* 2021)
- Donne un aperçu "**distant**" (Floridi 2025) et intègre de nombreuses variables, pouvant rendre compte de construits étudiés en SdEF (*e.g., l'engagement, l'attention, les relations, cf. § 7*)
- Leurs traitement et analyse conjoints peuvent apporter une **vue complémentaire** à ceux déjà existants (fondés sur la perception/analyse humaines), si l'on vérifie leur validité

## 1 2. ⚠ MMLA

- Multiples modules de traitement souvent validés sur des **situations non scolaires**, donc potentiellement non valides ou insuffisamment sensibles (e.g., la reconnaissance globale d'émotions)
- À cause du "*function creep*" (ou "*dual use*") peut favoriser (intentionnellement ou non) une **surveillance accrue** (dataveillance, Andrejevic & Selwyn, 2019)...
- ... pouvant en retour rendre la situation étudiée **non écologique**, car les participants peuvent "jouer" pour déjouer les analyses (Crooks 2019)

## 2 3. *Teaching Lab*

- **Infrastructure de recherche** permettant de capter et d'analyser des séances d'enseignement et de formation, en situation écologique
- **Stockage des données sécurisé**, traitement des données collectif, garantissant l'intégrité et la vie privée des participants. Avis favorable du Comité d'éthique de l'UGA
- **Réseau de capteurs**. Caméras fixées au mur, microphones. Bouton "vie privée" pour stopper l'enregistrement en cours, qui est de plus effacé depuis le début. Possibilité d'utiliser des oculomètres mobiles et fixes et des capteurs domotiques pour des paramètres sur l'ambiance physique de la salle

## **2** 4. Traitements intraséances disponibles

- **Diarisation** (durée de parole de l'enseignant, des élèves, silences)
- **Détection** :
  - d'objets ; des visages (expressions faciales, orientation des visages) ; de la posture ; des mains levées
- Suivi du **déplacement** des participant·es intra-cours
- **Indices agrégés** : d'ambiance émotionnelle collective ; d'agitation
- Floutage ou carrés noirs pour **anonymisation** de l'image

## 2 5. Traitement futurs

- Anonymisation de la parole et de l'image (*deep fakes*, façon [thispersondoesntexist](#)), pour diffusion et utilisation de vidéos pour la formation des enseignant·es
- et de nombreux autres en cours de test

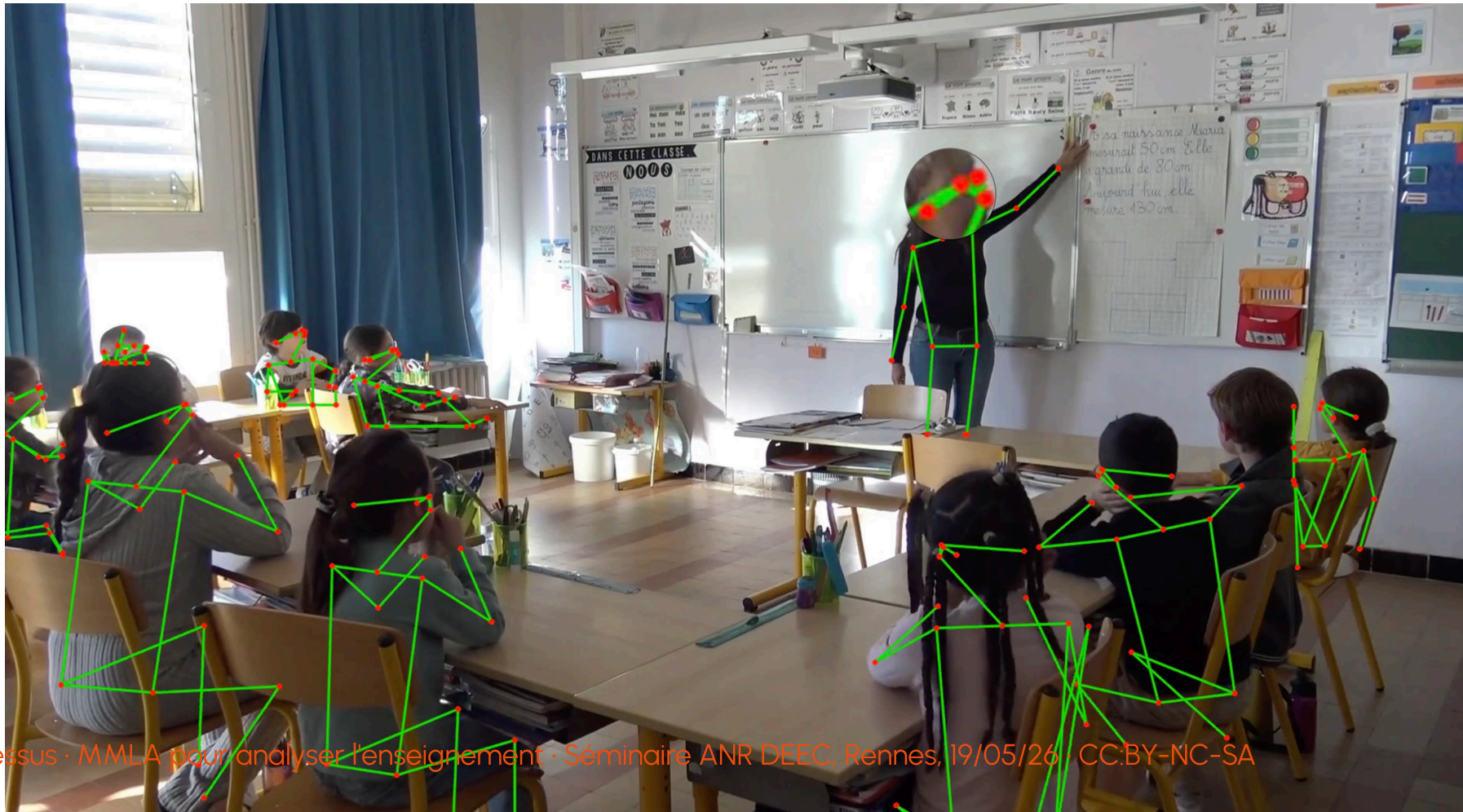
## 2 6. *Teaching Lab, une "Context-aware Classroom"*

- De très nombreuses "**classes ambiantes**" créées depuis env. 30 ans, pour analyser les événements survenant en classe, selon 3 catégories (Laurent *et al.* 2021)
  - **Outils** : pour déclencher des actions à la place des enseignant·es (allumer/éteindre un appareil quand une condition est remplie)
  - **Instruments** : capturer et analyser quelques variables (*e.g.*, attention des élèves) qui sont transmises aux enseignant·es pour des actions/décisions immédiates ou à court terme
  - **Thermomètres** : *idem* instruments, mais les résultats sont transmis ultérieurement à des fins de développement professionnel ou de recherche (décisions à plus long terme sur le **climat de la classe**)

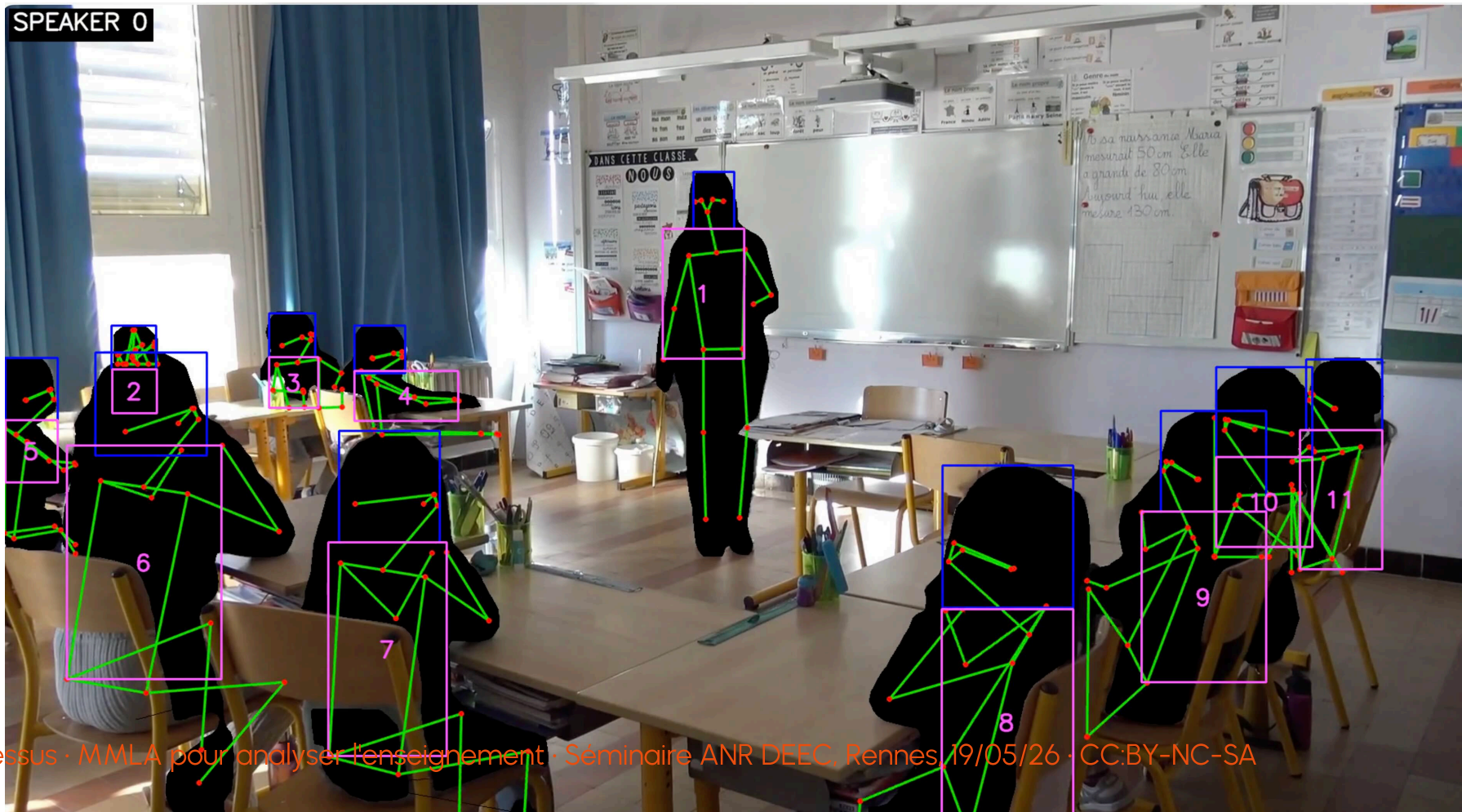
## 2 7. Diffusion de *Teaching Lab*

- Système de traitement **libre et gratuit**, utilisant des logiciels libres et gratuits
- Peut s'installer dans des salles de cours ordinaires. Création et test en cours d'un **kit autonome** (projet [IDEE](#))

### 3 1. Traitements de *Teaching Lab* (1/2) : squelettes sans anonymisation



## 3 2. Traitements de *Teaching Lab* (2/2) : squelettes avec anonymisation



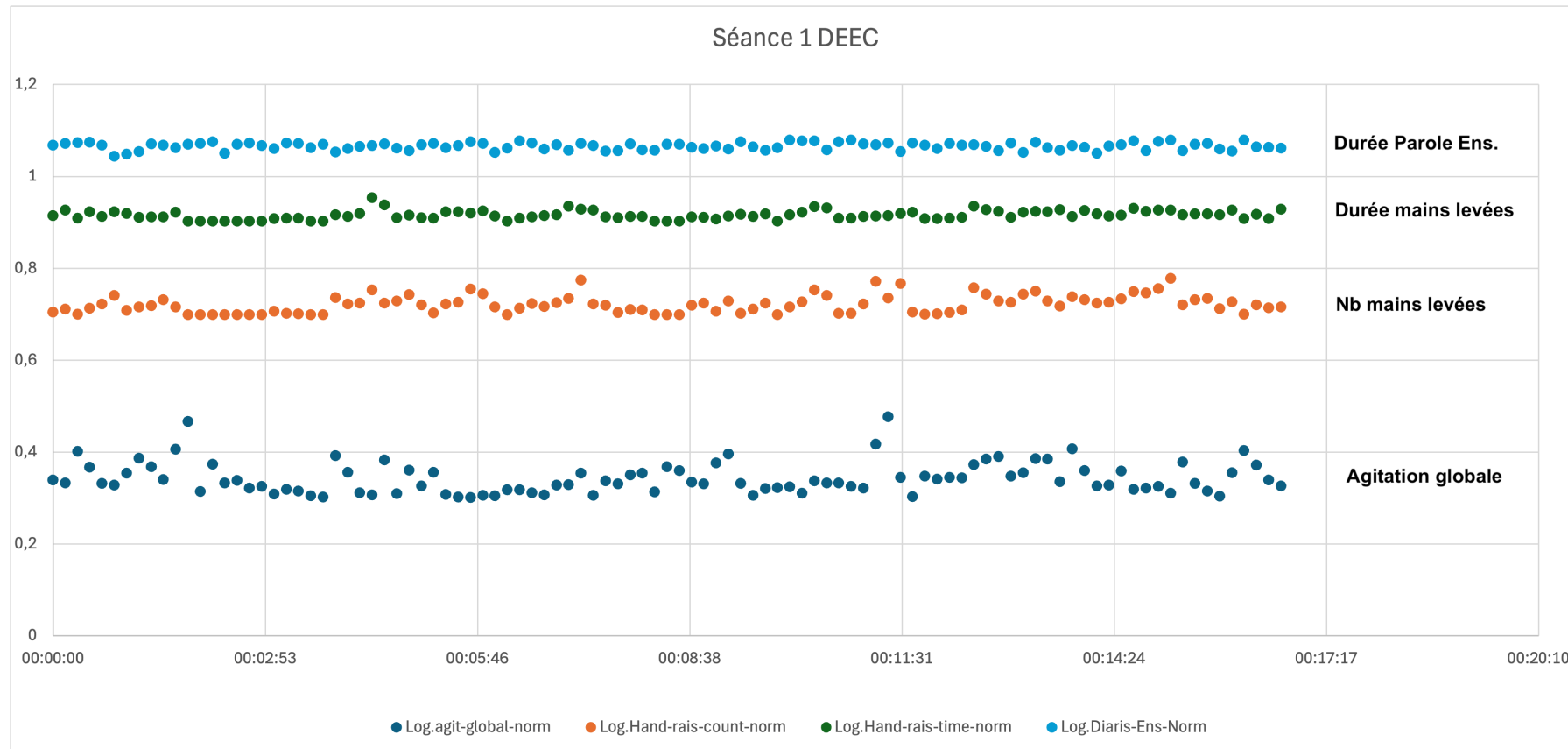
## **3** 3. Démonos des vidéos

- Durée : 1 min. Il sera aisé de traiter ultérieurement des vidéos entières en *deep fake* pour anonymisation, et présentation en formation

## 3 4. Traitements séance “La taille de Maria” (1/2)

- Calcul d'un indice d'**agitation globale** (calculée par apprentissage profond) à partir de la somme des déplacements de chaque point du squelette (agitation moyenne individuelle possible)
- Calcul, toujours avec les squelettes, **du nombre de mains levées et de leur durée**
- Suivi des personnes (numéro attribué pendant la séance)
- Calcul du **temps de parole de l'enseignante** (élèves ensemble possible)
- Pas temporel de 10 s (nativement : 2 s)
- Normalisées et mises sur échelle  $\log_{10}$

# 3 5. Traitements séance "La taille de Maria" (1/2)



## **3** 6. Episodes particuliers

- d'agitation globale : 20-30 s ; 1:40-1:50 ; 3:50-4:00 ; 4:30-4:50 ; 9:00-9:10 ; 11:10-11:20 ; 16:00-16:10
- de nb de mains levées : 3:50-4:40 ; 5:30-5:50 ; 10:20-10:40 ; 11:00-11:20 ; 12:40-13:40
- durée de mains levées : 4:10-4:30 ; 7:10-7:20 ; 12:30-12:40
- Phase de parole des élèves : 10:00-10:30 ; 15:00-15:20

## 4 1. De *Teaching Lab* à *ReaderBench*

- La capture de ce qui se dit en salle de classe peut être **transcrite** par des moyens informatisés (systèmes de reconnaissance automatique de la parole)
- Cette transcription une fois "nettoyée" peut être analysée par un autre outil, *ReaderBench*
- ⚠ Cette phase doit être anonymisée "à la main"

## 4 2. *ReaderBench*

- Un module (CSCL, *computer-supported collaborative learning*) pour analyser automatiquement les traces dialogiques de collaboration et d'apprentissage
- Fait partie d'un plus grand ensemble d'outils multilingues, libres et gratuits, tous disponibles sur [ReaderBench](#), tous en lien avec la **représentation de l'information et des connaissances** (analyse de docs en réseaux, complexité textuelle, sentiments, mots-clés, compréhension)
- Pour répliquer cette étude, suivre ce [tutoriel](#)
- Logiciel **libre et gratuit**, en Python [[Code](#)] ⚠ Nécessite des compétences en informatique

## 4 3. Traitements de *ReaderBench* : CSCL

- Le module CSCL de *ReaderBench* réalise des **analyses en réseaux sociaux des discussions** : chaque locuteur est représenté par un nœud dans un réseau, les sommets représentant les liens sémantiques entre les tours de parole des locuteurs (séparément et rapport à la discussion complète)
- ⚠ Il est nécessaire d'avoir des discussions assez longues, et avec des tours de paroles consistants
- 📖 Dascalu *et al.* (2015) ; Ye & Pennisi (2022)

## 4 Scores calculés par *ReaderBench* (1/2)

- **Score d'importance des tours de parole** : Score d'autant plus élevé que ce tour de parole est sémantiquement relié à d'autres tours de parole (indépendamment des participant·es), et donc à la discussion entière
- **Score de construction sociale de connaissances (*social KB*)** : Score d'autant plus élevé que le tour de parole est sémantiquement relié à des tours de parole d'autres participant·es
- **Scores de centralité avec liens entrants/sortants (*in/out-degree*)** : Somme des valeurs entrants/sortants pour chaque tour et par participant·e. Un tour de parole (ou un locuteur) avec des scores entrants élevés montrent que les idées de ce tour (locuteur·trice) ont été discutées plus tôt ; un score sortant élevé d'un tour (locuteur·trice) montre que son contenu sera repris ultérieurement

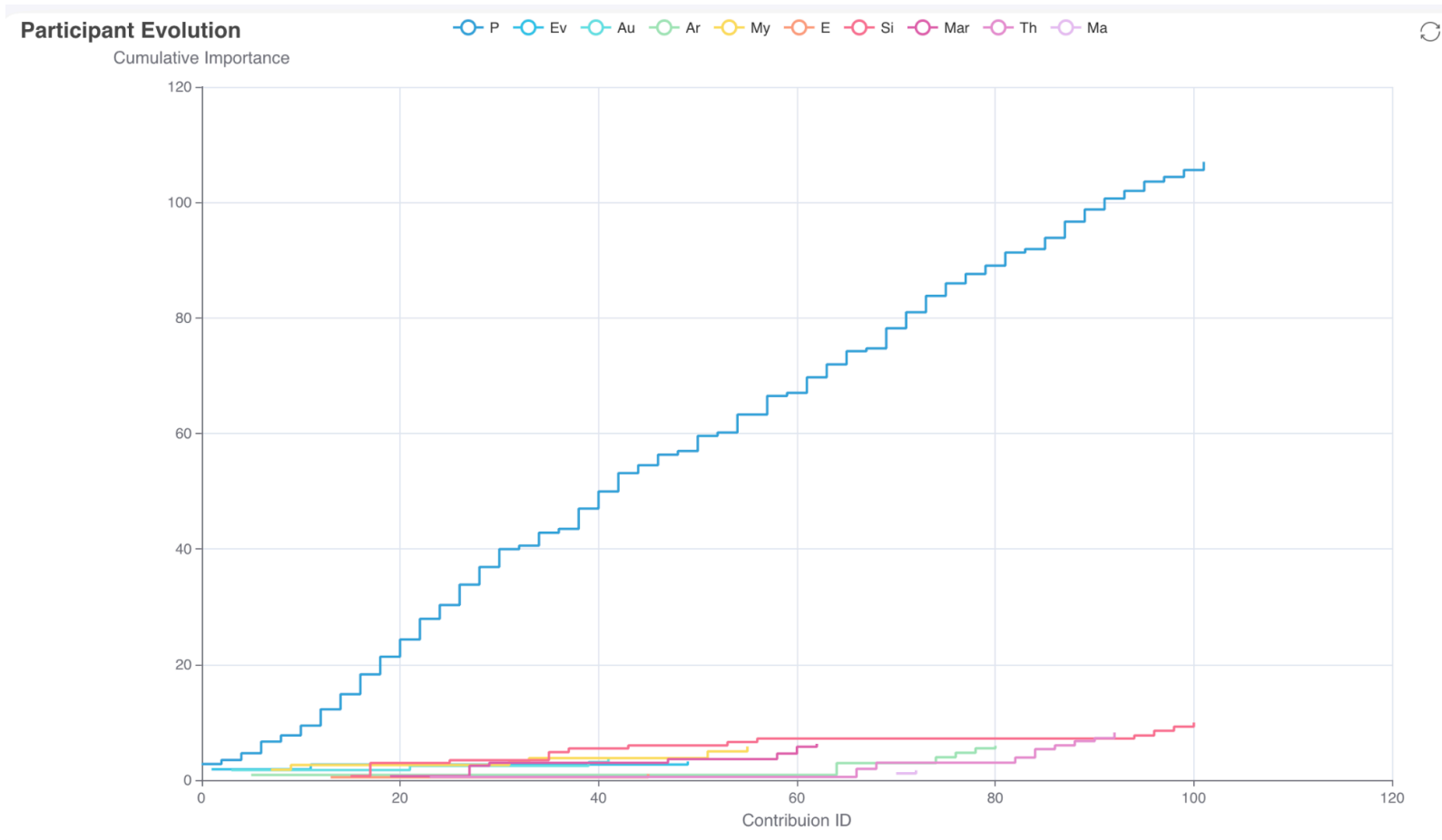
## 4 5. Autres scores de centralité calculés par *ReaderBench* (2/2)

- **Score d'intermédiarité** (*betwenness*) : Un score d'intermédiarité élevé chez un·e locuteur·trice montre qu'il a un meilleur accès ou contrôle de l'information de la discussion
- **Score de proximité** (*closeness*) : Un score de proximité élevé chez un·e locuteur·trice montre qu'il a une grande influence dans la discussion

## **5** 1. *ReaderBench* — Séance sur “La taille de Maria”

-  Démo rapide de l'interface

## 5 2. Tours de parole : importance cumulée



## 5 3. Autres scores par participant·e

- Les participant·es les plus influent·es dans la discussion (*closeness*), par ordre décroissant : (P) = 1 ; (Si) = 0,75 ; (Th) = 0,69 ; (My) = 0,64 ; (Ma) = 0,64...
- Les participant·es ayant le meilleur contrôle de l'information (*betweenness*), par ordre décroissant : (P) = 0,57 ; (Si) = 0,08...
- Les élèves qui reprennent le plus le contenu de la prof. (P->Elève) : (Si) = 19,89 ; (Mar) = 12,16 ; (My) = 9,49 ; (Ar) = 9,25...
- Les élèves dont le contenu est le plus repris par la prof. (Elève->P) : (Si) = 20,15 ; (My) = 14,69 ; (Ar) = 13,18 ; (Th) = 11,75...

## 5 4. Score de construction de connaissances

- Relation avec les tours de parole des autres, 3 tours dominant
  - 17: (P) *Bravo Si. C'était, comme tu as dit, le début de sa vie, sa naissance, Maria mesurait 50 centimètres Donc cette partie-là, c'est la taille de Maria à sa naissance, d'accord ? Et ensuite, Maria a ?*
  - 27: (P) *Très bien, je vais mettre la taille de Maria à sa naissance On a dit à sa naissance, au début d'sa vie. Et donc tu me rappelles combien elle mesurait Mar ?*
  - 64: (P) *Ici ? Donc elle grandit de 80 centimètres et du coup sa taille aujourd'hui ?*

## 5. ⚠ Attention ⚠

- Nécessite une **validation humain-machine**, sur plus de données
- Outre l'équipe roumaine, qui travaille intensivement à tester *ReaderBench* depuis une douzaine d'années, voir les travaux de Housni *et al.* (2025) qui l'ont utilisé pour analyser les échanges dans une communauté de pratique en ligne

## 6 1. RGPD Traitement des données personnelles

- *Teaching Lab*, contrairement à *ReaderBench*, fait un usage intensif de **données personnelles** permettant, directement ou indirectement, d'identifier les protagonistes d'une séance filmée
- Accord éclairé des participant·es pour pouvoir démarrer l'enregistrement ; qui peut être **à tout moment stoppé et supprimé**, sans justification, par tout·e participant·e. Données brutes pouvant être aussi supprimées *a posteriori* sur simple demande
- La vidéo (identifiante) peut être traitée, **anonymisée et supprimée** du serveur dès la fin du traitement. Ne sont ensuite diffusés : des données agrégées et les vidéos anonymisées, donc non soumis au RGPD

## 6 2. *Teaching Lab* : Position éthique

1. *TL masque* l'identité de tous les participant·es, tout en se concentrant **globalement** sur des événements et des concepts significatifs (regard, posture, micro-expressions faciales, appareils non personnels, activité vocale et chevauchements, prosodie)
2. Analyse **globale** plutôt qu'individuelle : les comportements des élèves ne seront jamais identifiables individuellement ; l'apprentissage automatique se limitant à restituer une image globale de la survenue des comportements
3. L'apprentissage automatique sera intentionnellement limité à un **retour d'information différé**, filtré par l'équipe de recherche, excluant tout suivi en temps réel ou tout rapport *ad hominem*
4. *TL ne sera pas utilisé pour prendre des décisions à enjeux élevés*, surveiller les performances du personnel ou l'isolement des élèves (bien qu'il soit difficile

## 7 1. 🚧 Pistes pour aller plus loin (1/2) 🚧

- **Engagement des élèves** (comportemental/émotionnel, dans/hors tâche, en fonction de la position de l'enseignant) (Huret *et al.* accepté, 2025 ; Keller *et al.* 2020 ; Lermigeaux-Sarrade 2018)
- **Synchronie des mouvements** des élèves ou enseignant/élèves (indices de collaboration ou d'engagement conjoint)(Goldberg *et al.* 2021)
- **Charge cognitive** de l'enseignant (Prieto *et al.* 2015)
- Distribution de l'**attention** de l'enseignant/des étudiants (pour communiquer ou récupérer des informations) (Sümer *et al.* 2018; Zaletelj & Košir 2017)
- **Gestes déictiques** des enseignants et leur relation avec la parole (Barmaki 2016)

## 7 2. 🚧 Pistes pour aller plus loin (2/2) 🚧

- Indices émotionnels fondés sur les micro-expressions du visage, en lien avec le climat de la classe (Augusma *et al.* 2023 ; Petrova *et al.* 2020 ; Zhou *et al.* 2023)
- Groupes de pilotage (*steering groups*) (Dessus *et al.* 2016 ; Lundgren 1972)
- Imitation, attention partagée pendant l'enseignement (Gergely & Csibra 2006)
- Acceptabilité éthique des CAC (Laurent *et al.* 2020)

## 7 3. Discussion (1/2)

- Vers des **sciences sociales computationnelles** (Edelmann *et al.* 2020 ; Lazer *et al.* 2009), analysant des données massives, contextuelles, et de grain temporel fin pour modéliser la cognition
- Écosystème pour des collaborations interdisciplinaires (**sciences cognitives** : SdEF, psychologie, informatique, sciences du langage, de l'info. et de la comm., maths appliquées...)

## 7 4. Discussion (2/2)

- ⚠ Ces analyses ne remplacent pas une analyse précise mais réalise une **“lecture distante”** (Floridi 2025), ou un **“point de vue global”** (Ertzscheid 2026), pouvant être utile à des phases initiales d'une recherche, ou si on passe à l'échelle
- ⚠ Il faut **éprouver** la validité des mesures automatiques (comparaison humain/machine)
- ⚠ Systèmes pouvant poser des **problèmes éthiques importants** ; nécessité d'un consentement éclairé ; ne pas les utiliser pour des décisions à fort enjeu

# Merci de votre attention !

## !? Des questions !?

## Remerciements

- Cette présentation n'aurait pu se faire sans les contributions de Mihai Dascalu, Aurélie Huret, et Dominique Vaufreydaz dans la capture et le traitement des données présentées ici 🙏
- Les travaux présentés ici ont été en partie financés par l'ANR DEVCOMP (ANR-10-blanc-1907-01), l'Univ. Grenoble Alpes (IDEX formation, IA-15-IDEX-0002), l'ANR TALISMAN (ANR-22-CE38-0007), et le LabEx Persyval

# Références (1/5)

- Andrejevic, M., & Selwyn, N. (2019). Facial recognition technology in schools: critical questions and concerns. *Learning, Media and Technology*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1686014>
- Augusma, A., Vaufreydaz, D., & Letué, F. (2023). Multimodal Group Emotion Recognition In-the-wild Using Privacy-Compliant Features. In E. André et al. (Eds.), *Int. Conf. ICMI 2023* (pp. 750–754). ACM. <https://doi.org/10.1145/3577190.3616546>
- Barmaki, R. (2016). *Gesture Assessment of Teachers in an Immersive Rehearsal Environment*. University of Central Florida. Orlando. [PDF]
- 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. <http://dx.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 et al. (Eds.), *Adaptive and adaptable learning. Proc. 11th European Conf. on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2016)* (pp. 72–84). Springer. [PDF]
- Edelmann, A., Wolff, T., Montagne, D., & Bail, C. A. (2020). Computational Social Science and Sociology. *Ann. Rev. Sociol.*, 46(1). <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-121919-054621>
- Ertzscheid, O. (2026). [L'overview effect de l'IA](#). Billet de blog.
- Evertson, C. M., & Weinstein, C. S. (Eds.). (2006). *Handbook of classroom management*. Routledge.

## Références (2/5)

- Floridi, L. (2025). Distant Writing: Literary Production in the Age of Artificial Intelligence. *Minds and Machines*, 35. <https://doi.org/10.1007/s11023-025-09732-1>
- Gergely, G., & Csibra, G. (2006). Sylvia's recipe: The role of imitation and pedagogy in the transmission of cultural knowledge. In N. J. Enfield & S. C. Levenson (Eds.), *Roots of human sociality: Culture, cognition, and human interaction* (pp. 229–255). Berg. [PDF]
- Goldberg, P., Sümer, Ö., Stürmer, K., Wagner, W., Göllner, R., Gerjets, P., Kasneci, E., & Trautwein, U. (2021). Attentive or Not? Toward a Machine Learning Approach to Assessing Students' Visible Engagement in Classroom Instruction. *Educational Psychology Review*, 33(1), 27–49. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09514-z>
- Housni, S., Kumps, A., Pissens, C., Boumazguida, K., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2025). Analyse semi-automatique des interactions dans une communauté de pratique : influence du type de rencontre sur la dynamique collective. In É. Lavoué et al. (Eds.), *12<sup>e</sup> Conf. EIAH*. Lille. [PDF]

## Références (3/5)

- Huret, A., Cojean, S., Dessus, P., Lardy, L., & Vaufreydaz, D. (accepté). Apport des classes sensibles au contexte dans la compréhension des déterminants de l'engagement des étudiants In V. Duvivier, & M. Dave (Eds.), *La technologie au service de la formation professionnelle : enjeux, applications et perspectives*. Presses de l'ADMEE.
- Huret, A., Lardy, L., Dessus, P., & Cojean, S. (2025, Aug. 25-29). Factors influencing students' cognitive, behavioral, and emotional engagement. *Poster presented at the 21<sup>th</sup> Biennial EARLI Conf.* Graz. [PDF]
- Laurent, R., Vaufreydaz, D., & Dessus, P. (2020). Ethical teaching analytics in a Context-Aware Classroom: A manifesto. *ERCIM News*, 120, 39–40. [PDF]
- Laurent, R., Dessus, P., & Vaufreydaz, D. (2021). Apprendre en toute éthique dans les salles de classe intelligentes. *Que dit la recherche*. Poitiers : Canopé, Agence des usages. [PDF]
- Lazer, D., et al. (2009). Computational social science. *Science*, 323, 721–723. <https://doi.org/10.1126/science.1167742>

## Références (4/5)

- Lermigeaux-Sarrade, I. (2018). Rôle de l'organisation de l'espace de travail dans les activités effectives et empêchées des enseignants [PhD Thesis in education, Univ. Grenoble Alpes]. Grenoble. [PDF]
- Lundgren, U. P. (1972). *Frame factors and the teaching process*. Almqvist & Wiksell.
- Petrova, A., Vaufreydaz, D., & Dessus, P. (2020). Group-level emotion recognition using a unimodal privacy-safe non-individual approach. *8th Emotion Recognition in the Wild Challenge (EmotiW). Int. Conf., Joint to the ACM Int. Conf. on Multimodal Interaction (ICMI 2020)*, Utrecht. <https://doi.org/10.1145/3382507.3417969>
- Prieto, L. P., Sharma, K., Wen, Y., & Dillenbourg, P. (2015). The burden of facilitating collaboration: Towards estimation of teacher orchestration load using eye-tracking measures. *11<sup>th</sup> Int. Conf. on CSCW 2015*, Gothenburg.
- Sümer, Ö., Goldberg, P., Stürmer, K., Seidel, T., Gerjets, P., Trautwein, U., & Kasneci, E. (2018). Teachers' perception in the classroom. *2<sup>nd</sup> Workshop on Computational Models Learning Systems and Educational Assessment (CMLA 2018)*, in conjunction with CVPR 2018, Salt Lake City. [PDF]
- Wong, B. T.-m., & Li, K. C. (2019). A review of learning analytics intervention in higher education (2011–2018). *Journal of Computers in Education*, 7(1), 7-28. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00143-7>

## Références (5/5)

- Worsley, M., Martinez-Maldonado, R., & D'Angelo, C. (2021). A New Era in Multimodal Learning Analytics: Twelve Core Commitments to Ground and Grow MMLA. *Journal of Learning Analytics*, 1–18. <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7361>
- Ye, D., & Pennisi, S. (2022). Analysing interactions in online discussions through social network analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 784–796. <https://doi.org/10.1111/jcal.12648>
- Zaletelj, J., & Košir, A. (2017). Predicting students' attention in the classroom from Kinect facial and body features. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2017(1). <https://doi.org/10.1186/s13640-017-0228-8>
- Zhou, H., Jiang, F., Si, J., Xiong, L., & Lu, H. (2023). StuArt: Individualized classroom observation of students with automatic behavior recognition and tracking. *IEEE ICASSP 2023 Conf.* Rhodes Island <https://doi.org/arXiv:2211.03127v1>