



PLATEAU EXPÉRIMENTAL JACQUES GINESTIÉ

PÔLE PILOTE AMPIRIC INSPÉ AIX - MARSEILLE



ÉDITO

Ampiric (Aix-Marseille – Pôle d’Innovation, de Recherche, d’enseignement pour l’éduCation) est un pôle pilote visant à améliorer durablement l’apprentissage des savoirs fondamentaux des élèves tout au long de leur parcours scolaire, notamment de ceux qui sont en difficulté.

Ampiric se fonde sur le développement de travaux de recherche innovants, pour mieux informer l’évolution de la formation initiale et continue des enseignants, et développer, expérimenter, diffuser de nouvelles approches pédagogiques.

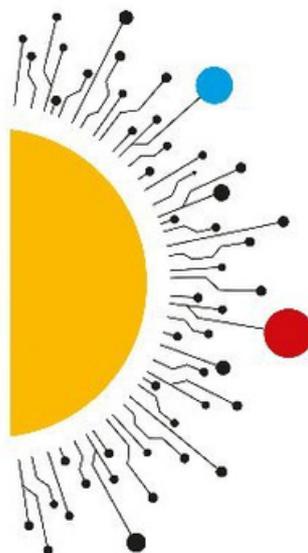
L’écosystème Ampiric s’articule entre la recherche, la formation et le terrain, afin de faire émerger des productions et des transferts de connaissances pour l’amélioration des apprentissages pour tous

5 objectifs stratégiques :

- Transformer la formation et l’accompagnement des enseignants pour faire évoluer leurs pratiques face aux défis liés aux apprentissages fondamentaux ;
 - Favoriser les coopérations recherche-terrain en soutenant les recherches-actions et en faisant vivre des communautés de pratiques ;
 - Améliorer la compréhension des processus d’enseignement-apprentissage des savoirs fondamentaux en soutenant des recherches fondamentales, finalisées par les besoins de l’éducation et de la formation ;
 - Coproduire des outils et des applications au service des apprentissages fondamentaux au sein d’un CréativLab ;
 - Diffuser et valoriser les ressources pédagogiques sur les apprentissages fondamentaux.

Ampiric est porté par Aix-Marseille Université (amU) en partenariat avec l’Académie d’Aix-Marseille, Avignon Université (AU) et l’Université de Nice Sophia Antipolis (UNS), le CNRS, l’Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (ANRT), le Réseau Canopé, et la Région Sud.

Le projet est lauréat de l’appel à projet «Pôle Pilote de formation et de recherche en éducation» du volet Territoires d’Innovation Pédagogique du PIA3 / France 2030. Il est financé par la Caisse des dépôts et des Consignations (Banque des Territoires) pour une durée de 10 ans (2020-2030).



LE PLATEAU EXPÉRIMENTAL

JACQUES GINESTIÉ

Un hommage à Jacques Ginestié

Chercheur engagé et exerçant de multiples responsabilités depuis 1991, Jacques Ginestié nous a quittés le 29 septembre 2020. Il a consacré toute sa carrière à promouvoir la recherche en éducation et à faire de la formation des enseignants une formation professionnelle de haut niveau en lien avec la recherche en éducation.

Il a notamment initié le pôle Ampiric (Aix-Marseille – Pôle d'Innovation, de Recherche, d'enseignement pour l'éducation).

Ce document est une ressource permettant de mieux connaître les différents types d'expérimentations scientifiques réalisées et réalisables au sein du plateau expérimental.

Les instigateurs de projets issus de la Recherche appliquée ou fondamentale, du monde de l'Enseignement et de l'Éducation peuvent être concernés et intéressés par l'ensemble du matériel et les nombreuses méthodologies expérimentales que propose ce site unique.

Dans un premier temps, nous nous focaliserons sur ce lieu d'expérimentation et sur sa composition pour ensuite aborder les différentes technologies et méthodologies expérimentales disponibles pour comprendre leur intérêt dans des projets modernes et novateurs impliquant les Chercheurs, les Enseignants et les Formateurs.

SOMMAIRE

Le plateau expérimental, qu'est-ce que c'est ?p4

Les différentes méthodologies expérimentalesp7

1- Tablettes numériquesp8

2- Robots éducatifsp9

3-Collecte de données physiologiques & comportementales.....p10

4- Audiop11

5- Vidéop12

6- Réalité Virtuellep13

7- Centre de calculp14

8- Conception & Impression 3Dp14

Sources.....p15



LE PLATEAU EXPÉRIMENTAL

Qu'est-ce que c'est ?



Le plateau expérimental est situé au cœur du bâtiment INSPÉ sur le campus Saint-Jérôme d'Aix-Marseille Université à Marseille. Aménagé en 2021 avec des technologies récentes, cet espace expérimental unique, répondant aux normes RIPH3 comporte différentes salles distinctes pour mener une multitude d'expérimentations liées à l'Éducation et à la Cognition.

Les différentes salles sont réservables en ligne sur demande.

**1 salle de classe
modulable**

**1 salle expérimentale
"physio"**

**1 salle expérimentale
"réalité virtuelle"**

1 salle d'observation

LA SALLE DE CLASSE MODULABLE

Cet espace de 67m² est spécialement dédié à l'expérimentation (Figure 1). Il a la spécificité de pouvoir être modulable, c'est-à-dire que le mobilier sur roulettes peut être aménagé librement afin de coller à différentes dispositions. Cette modularité est d'autant plus intéressante pour des études en milieu écologique qui veulent reproduire le plus fidèlement possible les conditions de classe des élèves.

De plus, cette salle dispose d'une réserve de mobilier pouvant s'adapter aux plus jeunes (classes de Maternelle et de Primaire) ainsi qu'aux collégiens et lycéens.

Enfin, une salle d'observation pouvant accueillir jusqu'à cinq personnes derrière des vitres sans tain permet à des chercheurs et des observateurs d'assister aux expérimentations sans les déranger / les biaiser par leur présence.



Figure 1 : La salle modulable de 67m² avec une partie du mobilier.

LA SALLE EXPÉRIMENTALE "PHYSIO"

Cette deuxième salle de 14m² est quant à elle spécialement conçue pour la collecte de données individuelles au niveau comportemental et physiologique (Figure 2). Elle dispose d'appareils pouvant suivre le regard (oculométrie) et de capteurs cérébraux (électroencéphalographie) utilisables autant avec les adultes qu'avec les enfants.



Figure 2. La salle expérimentale "physio".

LA SALLE EXPÉRIMENTALE "RÉALITÉ VIRTUELLE"

Cette dernière salle de 9m² permet de réaliser des études en réalité virtuelle en milieu immersif (Figure 3). Elle dispose de différents types de casques (e.g., avec oculomètre intégré, avec manettes, pouvant faire de la réalité augmentée).

Les deux salles expérimentales ont également pour vocation d'être des espaces dédiés pour réaliser des entrevues filmées et des séances d'auto-confrontations (qui consistent à présenter un retour audiovisuel à un enseignant ou un formateur sur son enseignement).

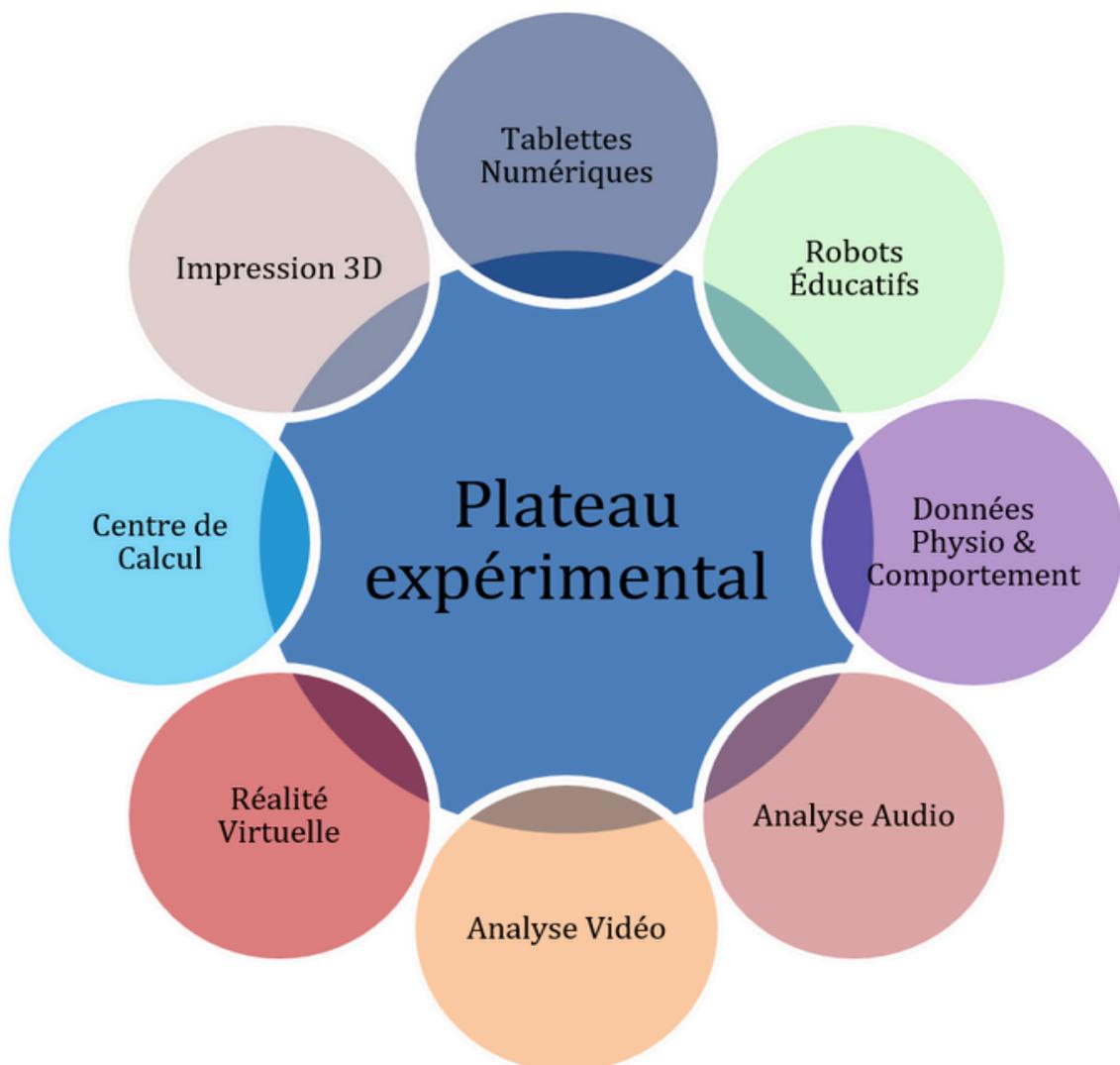
Elles disposent elles aussi de vitres sans tain pour que des observateurs externes puissent assister aux expérimentations.



Figure 3. La salle expérimentale "réalité virtuelle".



LE MATÉRIEL ET LES MÉTHODOLOGIES EXPÉRIMENTALES



LES TABLETTES NUMÉRIQUES

Compactes, légères et puissantes, les tablettes numériques ont rapidement trouvé leur place dans le monde de la recherche et de l'enseignement. Elles offrent aux élèves et aux enseignants un outil polyvalent et interactif afin d'appréhender une multitude de domaines. Enfin, leurs connectivités Bluetooth et Wi-Fi permettent à ces tablettes d'élargir encore les champs d'étude en apportant accessoires et informations en ligne.

Le plateau expérimental est équipé de tablettes SQOOL (Figure 4) particulièrement connues et appréciées dans le monde scolaire grâce à leur ergonomie, leur puissance et la sécurité de navigation qu'elles offrent.

Dans le cadre de déploiements expérimentaux importants dans les établissements scolaires, les tablettes peuvent servir à étudier l'impact de jeux sérieux (e.g., le jeu sérieux «GraphoGame» qui permet de renforcer les correspondances graphèmes-phonèmes ; voir Lassault et al. (2022). Testing the Effects of GraphoGame Against a Computer-Assisted Math Intervention in Primary School), d'outils pédagogiques pouvant aider les enfants dans leur scolarité (e.g., le livre interactif «HIBOU» qui propose des activités ludiques autour de la lecture et des dispositifs d'adaptation pour les enfants dyslexiques ; voir Javourey-Drevet et al. (2022). HIBOU : an eBook to improve Text Comprehension and Reading Fluency for Beginning Readers of French.) ou encore de base d'apprentissage et de formation aux nouvelles technologies comme par exemple la découverte de la programmation avec le langage «Scratch» (voir Tchounikine (2017). Initier les élèves à la pensée informatique et à la programmation avec Scratch).



Figure 4. Une tablette SQOOL.

Grâce à leur interface tactile, les tablettes numériques permettent aussi de mener des études sur la graphologie (voir l'intervention de Jean-Luc Velay «Enseigner l'écriture avec des tablettes numériques» lors du séminaire Ampiric du 12.01.22). Elles sont également équipées de caméra à l'arrière, ce qui les rend idéalement compatibles avec des systèmes de réalité augmentée où une information digitale vient se superposer à l'environnement de l'élève (Figure 5).



Figure 5. Une représentation des différentes couches terrestres en réalité augmentée via l'application Foxar.

Enfin, les tablettes numériques restent un excellent moyen de réaliser des tests d'évaluation de connaissances ou de mesure de comportement ainsi que des questionnaires (quantitatifs ou qualitatifs) dans le cadre d'expérimentations scientifiques.

LES ROBOTS ÉDUCATIFS

Depuis les récits d'Asimov dans les années 50, la robotique a toujours été un formidable terrain de discussion quant à son implication dans nos mœurs, nos métiers et notre éducation. C'est en gardant à l'esprit l'incroyable outil qu'il représente et en insistant sur le fait qu'il ne remplace en rien ce que peut apporter un enseignant, que le robot éducatif trouve sa place avec aisance dans le panel des moyens mis à disposition pour transmettre et faire comprendre des notions abstraites ou complexes.

Extrêmement bien expliqués et détaillés sur le site Canopé de l'Académie de Besançon, des fiches pédagogiques, des articles et des webinars présentent les rôles que peuvent jouer des robots de type «Bee-bot» ou «Blue-bot» (Figure 6) au sein des écoles (voir <https://canope.ac-besancon.fr/codeetrobots/>).

Tout un ensemble de compétences dont les capacités de raisonnement avec les approches inductives et déductives, mais aussi le Français, l'Anglais et les Mathématiques sont touchées par l'emploi de ces robots.



Figure 6. Un robot « Bee-bot » utilisé en classe.

De très nombreuses initiatives liées au Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse (e.g., «Prim à bord», <https://primabord.eduscol.education.fr/robot>) abordent ce sujet et les enjeux qu'il représente dans le cadre de l'Éducation.

Aussi, pour les élèves plus grands et avec des bases stables, des kits de robotique (Figure 7) permettent d'approfondir des notions techniques et technologiques.

Ces aspects s'hybrident parfaitement bien avec la découverte et l'apprentissage de programmes informatiques avec les tablettes (cf. chapitre précédent).

Le plateau expérimental dispose de ces deux types de robot et propose des solutions ingénieuses pour étudier le comportement des utilisateurs.



Figure 7. Des robots à assembler et à programmer de ez-robot.

LA COLLECTE DE DONNÉES PHYSIOLOGIQUES & COMPORTEMENTALES

Pouvoir quantifier ou qualifier le comportement des enseignants et des élèves est le défi que s'est lancé le plateau expérimental.

En complément de l'ensemble des méthodes expérimentales présentées dans ce livret, la salle modulable dispose d'un système de localisation ("Indoor Positioning System" en anglais) qui permet de suivre les coordonnées d'un traceur sans fil. Ce traceur peut être installé sur une personne, un objet ou du mobilier afin de pouvoir étudier les déplacements au cours du temps (voir Martinez-Maldonado (2019) pour un article sur le déplacement des enseignants).

Pour compléter ces mesures comportementales, le plateau expérimental permet également d'obtenir de nombreuses mesures physiologiques.

Les principaux outils à disposition sont les bracelets connectés (e.g., Empatica E4). Placés comme des montres au poignet gauche, ces bracelets permettent d'acquérir en temps réel un ensemble de mesures liées au corps grâce à de nombreux capteurs :

- i) capteur d'activité électrodermale
- ii) photopléthysmographe
- iii) capteur accélérométrique à 3 axes
- iv) temps entre les battements cardiaques
- v) la fréquence cardiaque moyenne



Figure 8. Tobii Glasses 3.

Pour la plupart d'entre elles, ces mesures restent très fortement corrélées à l'activité cognitive car elles ne sont pas contrôlables volontairement. Ces mesures peuvent donc être un excellent indicateur d'états physiologiques et émotionnels.

Enfin, les principales sources d'information concernant l'activité cognitive des élèves et des enseignants dont dispose le plateau expérimental se fondent sur l'activité musculaire des yeux (oculomotricité ou "eyetracking" en anglais) et sur l'activité électrique du cortex (la partie la plus externe du cerveau) que l'on appelle électroencéphalographie (EEG).

Les oculomètres peuvent être fixes et reliés à un écran d'ordinateur sur lequel on présente des images, des textes, des sons ou d'autres types de stimulus ou bien directement déportés sur le participant via des «lunettes» (Figure 8) : on peut ainsi suivre le déplacement du regard dans une scène naturelle comme par exemple une salle de classe.

En ce qui concerne l'EEG, il peut être utilisé de différentes manières afin d'étudier des aspects attentionnels ou neuro-anatomiques avec des dynamiques spatiales et temporelles.

Le plateau expérimental dispose de casques EEG sans fils pour les études dans les classes (8 et 12 électrodes) mais aussi de systèmes fixes plus imposants installés dans la salle «physio» (32, 64 et 128 électrodes).

L'AUDIO



L'analyse de discours -parlés- peut être un très bon moyen de mieux appréhender et de mieux comprendre le comportement de la personne qui le prononce.

Dans le cadre du plateau expérimental, les murs sont équipés de revêtements spécifiques permettant une excellente isolation des bruits externes pour une captation audio optimale.

Ces enregistrements peuvent être réalisés avec des microphones unidirectionnels (i.e., interview) ou multi directionnels (i.e., échanges de paroles ; Figure 9).

Fini le temps où les transcriptions se faisaient uniquement à la main, en réécoutant plusieurs fois les enregistrements ; désormais de nombreux algorithmes automatisés (e.g., machine learning, deep learning, artificial intelligence, etc.) permettent de gagner du temps et de la précision quant à la détection et à la reconnaissance des mots.

De nombreuses analyses sont réalisables, que ce soit au niveau de l'enregistrement «brut» avec des études liées à la fluence, à la prosodie ou encore en lien avec le nombre d'erreurs, de lapsus et d'hésitations mais également au niveau de l'enregistrement «transposé» avec des scripts d'analyse textuelle pouvant se baser sur des composantes lexicales, syntaxiques ou encore sémantiques.

Les micros constituent également un très bon moyen d'obtenir des informations qualitatives et des «feedbacks» sur différents types d'interventions expérimentales.



Figure 9. Un microphone enregistreur Zoom H2n.

LA VIDÉO

En ce qui concerne le traitement des données vidéo, de nombreuses méthodes basées sur des algorithmes de machine learning ont vu le jour récemment pour faciliter l'analyse et accroître les champs d'étude.

Dans le cadre des projets menées dans les écoles, des mini caméras (pouvant filmer jusqu'en 4K ou encore jusqu'à 120 images par seconde) sont facilement déployables avec l'avantage de ne pas être trop intrusives et de venir perturber le comportement des élèves et du corps enseignant.

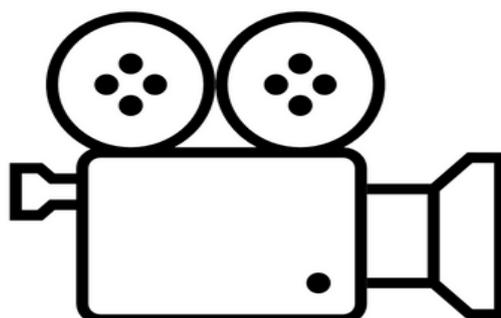
En revanche, au sein du plateau expérimental, un ensemble de 16 caméras sont réparties au plafond de la salle modulable afin de pouvoir obtenir des enregistrements sous tous les angles. Ces caméras sont pilotables depuis le poste de régie et peuvent être contrôlées horizontalement et verticalement. Une fonction de zoom permet aussi de se focaliser sur un groupe (grand angle) ou sur un individu en particulier.

A noter qu'il y a aussi 2 caméras par salle expérimentale sur le plateau afin de réaliser des auto-confrontations pour compléter les méthodologies d'apport d'informations aux acteurs du monde éducatif (voir Muller, C. (2015). L'entretien d'auto-confrontation, un révélateur de normes interactionnelles intériorisées par l'enseignant de langue).

Toutes ces caméras ne sont en aucun cas là pour «traquer» les moindres faits et gestes des participants aux expériences !

En fonction des différents designs expérimentaux, elles vont permettre de pouvoir étudier les émotions (pour évaluer le niveau de stress ou de bien-être d'élèves en fonction des notions abordés pendant un cours par exemple), de suivre l'évolution de l'attention en classe (e.g., études des interactions sociales) ou encore de quantifier les différentes postures adoptées par un enseignant ou un formateur (voir Hernández Correa et al. (2020). An Application of Machine Learning and Image Processing to Automatically Detect Teachers' Gestures).

Ces mesures peuvent bien sûr être couplées avec d'autres outils de mesure pour obtenir une meilleure vue d'ensemble du comportement des élèves (voir Mirault (2021). L'attention et l'inattention en classe : approche synchrone multimodale comportementale et physiologique).



LA RÉALITÉ VIRTUELLE

La réalité virtuelle est une technologie innovante dont les utilisations sont indénombrables !

En plus des aspects ludiques et divertissants pour lesquels elle est originellement utilisée, cette technologie permet l'étude de nombreux comportements en présentant des situations et des environnements parfaitement contrôlés.

Ainsi, elle peut être facilement utilisée dans les écoles pour aider les enfants à appréhender des notions complexes ou abstraites avec des espaces virtuels développés spécifiquement dans ce but qu'il serait impossible de construire dans la réalité « non-virtuelle » de la classe.

La réalité virtuelle peut ouvrir aussi tout un champ de possibilité autour de l'étude des langues (voir Mirault (2022). L'Apport de la Réalité Virtuelle pour les Recherches sur la Lecture) mais peut aussi se révéler être un excellent outil de mesure pour évaluer des capacités à l'école comme la fluence en lecture par exemple (voir Mirault et al. (2021). Using virtual reality to assess reading fluency in children).



Figure 11. Le casque Fove 0 avec oculomètre intégré.

Les différentes sortes de casque de réalité virtuelle présents dans la salle « réalité virtuelle » du plateau expérimental permettent une multitude d'expériences, allant de la préhension d'objets 3D grâce à des manettes (comme avec le casque HTC Vive Pro, Figure 10) et même la manipulation de lettres ou de mots afin de mieux comprendre la morphologie des caractères, mais aussi l'orthographe et la lexicalité des mots et la syntaxe des phrases.

On pourra aussi avoir recours à des casques qui intègrent des oculomètres (pour pouvoir étudier la position du regard au sein même des environnements virtuels, Figure 11).



Figure 10. Le casque HTC Vive Pro.

LE CENTRE DE CALCUL

Afin de pouvoir réaliser des calculs complexes sur de grandes bases de données telles des cohortes régionales ou nationales, ou pour faire des études longitudinales sur plusieurs années basées sur des services comme ceux de la DEPP (<https://archives-statistiques-depp.education.gouv.fr/>), les centres de calcul sont désormais des centres vitaux pour nombre de chercheurs.

Notons aussi que de plus en plus de modélisations sont également réalisées dans les études récentes pour tenter de comprendre l'ensemble des phénomènes liés à l'Éducation.

Pour répondre à ces défis actuels, le plateau expérimental dispose d'ordinateurs dédiés au traitement des données imposantes et complexes (Figure 12).



Figure 12. Un ordinateur doté d'une grande puissance de calcul dédié aux Mathématiques et à l'Informatique.



Figure 13. Une imprimante 3D Ender 3 S1 dont dispose la plateau expérimental.

CONCEPTION & IMPRESSION 3D

Les imprimantes 3D sont de plus en plus présentes dans nos vies de tous les jours et jouent un rôle important dans la conception et la réalisation d'objets à visée pédagogique (Figure 13).

La conception d'objets via différents outils (logiciels, tablettes, environnements virtuels) est aussi un excellent moyen de développer des capacités cognitives tout en s'amusant.

SOURCES

Figures 1 à 3 : Jonathan Mirault
Figure 4 : <https://www.sqool.com>
Figure 5 : <https://foxar.fr>
Figure 6 : <https://www.robot-advance.com>
Figure 7 : <https://www.ez-robot.com>
Figure 8 : <https://www.tobii.com>
Figure 9 : <https://zoomcorp.com>
Figure 10 : <https://www.vive.com>
Figure 11 : <https://fove-inc.com>
Figure 12 : <https://www.dell.com>
Figure 13 : <https://www.creality3dofficial.eu>

RÉFÉRENCES

Hernández Correa, J., Farsani, D., & Araya, R. (2020). An Application of Machine Learning and Image Processing to Automatically Detect Teachers' Gestures. *International Conference on Computational Collective Intelligence*, 516-528.

Javourey-Drevet, L., Dufau, S., Ziegler, J. C., & Gala, N. (2022). HIBOU: an eBook to improve Text Comprehension and Reading Fluency for Beginning Readers of French.

Lassault, J., Sprenger-Charolles, L., Albrand, J. P., Alavoine, E., Richardson, U., Lyytinen, H., & Ziegler, J. C. (2022). Testing the Effects of GraphoGame Against a Computer-Assisted Math Intervention in Primary School. *Scientific Studies of Reading*, 1-20.

Martinez-Maldonado, R. (2019). "I Spent More Time with that Team" Making Spatial Pedagogy Visible Using Positioning Sensors. *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, 21-25.

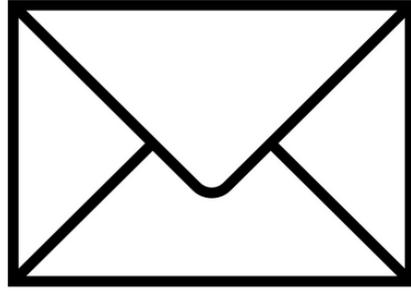
Mirault, J. (2021). L'attention et l'inattention en classe : approche synchrone multimodale comportementale et physiologique. *Journée Scientifique de SFERE-Provence*.

Mirault, J. (2022). L'apport de la réalité virtuelle pour les recherches sur la lecture. *L'Année psychologique*, 122, 687-702.

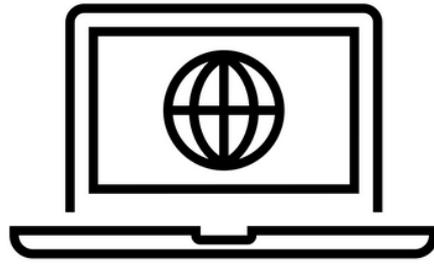
Mirault, J., Albrand, J. P., Lassault, J., Grainger, J., & Ziegler, J. C. (2021). Using Virtual Reality to Assess Reading Fluency in Children. *Frontiers in Education*, 214.

Muller, C. (2015). L'entretien d'auto-confrontation, un révélateur de normes interactionnelles intériorisées par l'enseignant de langue. *Bulletin VALS-ASLA*, 303-319.

Tchounikine, P. (2017). Initier les élèves à la pensée informatique et à la programmation avec Scratch. Laboratoire d'informatique de Grenoble.



contact@ampiric.fr



<https://ampiric.fr>

<https://www.linkedin.com/company/ampiric/>