



Rapport synthétique de recherche

Mai 2022

Coordonné par Anne Lehmans



Liste des chercheurs, collaborateurs, contributeurs au rapport final du projet PERSEVERONS

	INSPE Bordeaux	
Référente PERSEVERONS		Anne LEHMANS
Chercheuse et collaborateur		Estelle BLANQUET, LACES
		Eric TATTEVIN, ingénieur INSPE, équipe PI
2	IREM, Université Paris-Descartes	
Réfèrent PERSEVERONS		Fabrice VANDEBROUCK
Chercheur		Grégory TRAIN, LabE3D
3	IMS	
Référente PERSEVERONS		Anne LEHMANS
Chercheurs		Vincent LIQUETE
		Camille CAPELLE
		Anne CORDIER, CREM
		Mohamed COULIBALY
		Clément DUSSARPS
		Franc MORANDI
		Karel SOUMAGNAC
4	LaBRI	
Réfèrent PERSEVERONS		Olivier LY
Chercheurs		Patxi LABORDE-ZUBIETA
		Grégoire PASSAULT
5	INRIA	
Réfèrent PERSEVERONS		Pierre-Yves OUDEYER
Chercheurs et collaborateurs		Benjamin CLEMENT
		Thibault DESPREZ
		Stéphanie NOIRPOUDRE
		Didier ROY
6	LIUPPA	
Réfèrent PERSEVERONS		Laurent GALLON
Chercheurs et Collaborateurs		Angel ABENIA
		Philippe ANIORTE
		Samia BACHIR
		Vanea CHIPRIANOV
		Françoise DUBERGEY
		Timothée DURON
		Laetitia LARRIEU
		Manuel MUNIER
		Carine SORT

7	Coh@bit-IUT	
Référente PERSEVERONS		Valérie MARTY
Chercheurs et Collaborateurs		Jean-Baptiste BONNEMAISON
		Thierry BOMBARDIER
		Pierre GRANGE-PRADERAS
		Estelle JOUISON-LAFFITTE
		Sandrine MERIGEAULT
		Charlotte PREVOST
		Claire RIVENC
8	CAP SCIENCES	
Référente PERSEVERONS		Marianne POUGET
Collaborateurs techniques		Alexia SONNOIS
9	DANE	
Référent PERSEVERONS		Sébastien GOULEAU
Collaborateurs		Virginie MERLE
		Lionel DELSAUX
		Christophe DEJOUY
		Christophe LEFRAIS
		Emmanuel PAGE
		Julien SAGNE
10	CANOPE	
Référent PERSEVERONS		Emmanuel PAGE
Collaborateurs		Isabelle DEPAIRE
		Philippe GUILLEM
		Audrey HOARAU
		Jean-Denis POIGNET
		Caroline SULEK
		Aude THEPAULT
11	AQUITAINE ROBOTICS	
Référent PERSEVERONS		Denis LAPOIRE
Collaborateurs		Laurène BONESSEUR
12	EIRLAB - Bordeaux INP	
Référent PERSEVERONS		Julien ALLALI
Collaborateurs		Rémi FABRE
		Yoan MOLLARD

Résumé synthétique

L'objectif du projet PERSEVERONS, qui a réuni les équipes de Aquitaine Robotics, Cap Sciences, DANE de l'académie de Bordeaux, EirLab (Enseirb Mathméca), IMS, INRIA, IREM, LaBRI, LACES, LIUPPA, Maisons pour la science, Réseau CANOPE, avec la coordination de l'INSPE de l'académie de Bordeaux (université de Bordeaux) était la création d'un réseau de recherche et de formation à partir de l'analyse des effets des usages d'objets numériques tangibles sur la motivation et la persévérance scolaires. Les usages de trois dispositifs et outils différents étaient particulièrement visés :

- les robots en tant que supports et vecteurs d'apprentissages,
- les tablettes numériques en tant qu'outils pour les apprentissages scientifiques,
- les FabLabs en tant que « tiers-lieux » pour développer ou retrouver le goût des apprentissages.

Les niveaux d'enseignements concernent l'école des cycles 1 à 3, le collège, le lycée, l'université. Ce projet, qui continue de se déployer, est transversal et construit sur de nombreuses disciplines de référence. Il s'appuie sur une collaboration suivie et soutenue entre les enseignants de terrain accompagnés par les services académiques, les acteurs de la formation et la recherche.

Table des matières

Présentation générale	5
Objectifs généraux.....	5
Expérimenter des actions autour d'objets numériques tangibles	5
Créer un réseau territorial solide	7
Rappel du calendrier	7
Partie 1 Cadre épistémique : la question de la persévérance et ses indicateurs	11
Définitions	11
Les facteurs de persévérance scolaire	15
Pistes méthodologiques pour le recueil de données sur la persévérance.....	18
Bibliographie	20
Partie 2 Tablettes numériques et analyse de la persévérance.....	25
Projet 1 Analyse des usages et conception de ressources pour l'apprentissage avec des tablettes en mathématiques.	25
Résultats obtenus : description des livrables.....	26
Diffusion et valorisation des résultats.....	48
Indicateurs.....	49
Projet 2 Évaluation de l'intégration de tablettes et des tableaux interactifs dans des enseignements disciplinaires à l'école maternelle.....	52
Résultats obtenus : description des livrables.....	55
Diffusion et valorisation des résultats.....	57
Indicateurs.....	59
Partie 3 Projet Robotique	63
Projet 1 / Robotique éducative : équipe Flowers (INRIA)	64
Résultats obtenus : description des livrables.....	65
Expérimentation :.....	66
Diffusion et valorisation des résultats.....	69
Indicateurs.....	71
Projet 2 / Robotique éducative : équipe LIUPPA	77
Résultats obtenus : description des livrables.....	79
Diffusion et valorisation des résultats.....	94
Indicateurs.....	98
Projet 3 / Robotique éducative : équipe Rhoban du LABRI pour le projet Holobot et la Robocup	102
Résultats obtenus : description des livrables.....	103
Diffusion et valorisation des résultats.....	107
Indicateurs.....	108
Projet 4 / Aquitaine Robotics et l'organisation de la Robocup	112
Résultats obtenus : description des livrables.....	115
Diffusion et valorisation des résultats.....	116
Indicateurs.....	118
Diffusion des résultats de la recherche sur la robotique dans la communauté éducative.....	121
Implication de la DANE.....	121
Formations par le réseau CANOPE.....	130
MOOC.....	136



Partie 4 FabLabs	149
Projet 1 EirLab et les compétitions en robotique	151
Résultats obtenus : description des livrables	152
Diffusion et valorisation des résultats	153
Indicateurs	154
Projet 2 Coh@bit et le FabLab 121 °de Cap Sciences.....	155
Résultats obtenus : description des livrables	163
Diffusion et valorisation des résultats	190
Indicateurs	190
Conclusion synthétique.....	193
Indicateurs	196
Annexe : communications scientifiques.....	201
Chapitres d’ouvrages scientifiques	201
Articles dans des revues internationales ou nationales avec comité de lecture	202
Communications avec actes dans un congrès international.....	204
Conférences invitées.....	208
Séminaires, ateliers, conférences, presse, posters.....	209
Rapports, thèses	210

PRESENTATION GENERALE

Le projet E-Fran Persévérans (PERSEVERance scolaire avec/par les Objets Numériques), porté par l'université (Institut national supérieure du professorat et de l'éducation de l'académie de Bordeaux), et le Rectorat de Bordeaux (DANE), avait pour objectif d'évaluer l'efficacité réelle des technologies numériques dans l'enseignement pour améliorer la motivation et la persévérance scolaires, et, à long terme, diminuer le décrochage. Il a réuni plusieurs équipes de chercheurs et de nombreux enseignants avec leurs élèves dans des écoles, collèges et lycées de toute la région aquitaine pour expérimenter et évaluer les effets réels des usages numériques à l'école. Le projet portait sur les usages :

- des robots pour développer la maîtrise de la programmation informatique et la créativité,
- des tablettes pour améliorer les pratiques expérimentales et les performances en mathématiques dès l'école maternelle,
- des FabLabs pour apprendre à gérer des projets de fabrication d'objets.

Objectifs généraux

Le constat de l'ampleur des phénomènes de décrochage scolaire¹, de plus en plus préoccupante à tous les niveaux, de l'enseignement primaire au supérieur, a été à l'origine de la proposition de projet E-Fran PERSEVERONS avec deux objectifs essentiels : expérimenter des actions autour d'objets numériques tangibles pour en examiner les effets sur la persévérance, et installer un réseau territorial solide autour du numérique éducatif, principalement autour de la robotique éducative.

Expérimenter des actions autour d'objets numériques tangibles

Le projet se donnait comme premier objectif d'expérimenter la mise en place d'actions dans l'école autour d'objets numériques tangibles susceptibles d'avoir un effet positif sur la persévérance scolaire et dans les apprentissages, avec des perspectives de changements significatifs si le levier de la motivation est activé. Le numérique est

¹ L'un des indicateurs du décrochage scolaire est le taux de sorties précoces du système scolaire sans diplôme pour les jeunes entre 18 et 24 ans, qui est de 8% selon les statistiques de l'INSEE en France en 2020, un chiffre en baisse par rapport à 2010 (10,9%), plus important pour les garçons que pour les filles, et dans la moyenne des pays de l'Union Européenne.

souvent considéré comme un élément déterminant de ce levier, non pas tant à cause de la fascination pour l'objet technologique², ni du point de vue des potentialités de l'intelligence artificielle dans ce projet précis, mais plutôt dans ses potentialités pédagogiques et dans les perspectives de renouvellement des pratiques enseignantes³. Cependant, les recherches des dernières années ont montré que l'usage d'artefacts et de dispositifs numériques n'est pas une garantie de l'amélioration des apprentissages chez les élèves⁴. La piste de recherche proposée est celle de l'exploration des potentialités de l'usage de « duos d'artefacts »⁵, et de situations d'apprentissage dans lesquelles la manipulation d'une interface ou d'un environnement numérique est combinée avec celle d'objets tangibles, voire d'espaces physiques dans lesquels ils s'inscrivent. Très rapidement, il est apparu que la question de la persévérance des élèves devait être considérée, dans le contexte particulier des environnements numériques pour l'apprentissage, au regard de la persévérance des enseignants eux-mêmes et de leur sentiment de compétence pour explorer ces environnements. Une approche simplement quantitative par la mise en œuvre de méthodes statistiques était donc inadaptée, compte tenu de la complexité des écosystèmes à prendre en considération.

La mesure de l'efficacité réelle des technologies numériques dans l'enseignement reste encore une question à laquelle ce projet a tenté de proposer des pistes de réponses, dans des domaines qui sont en construction, donc dans une démarche exploratoire autour de plusieurs expérimentations. La prise en compte centrale de l'expertise enseignante associée à la recherche, à travers la construction d'un écosystème territorial robuste articulé autour de la DANE et d'acteurs centraux de la robotique, et le recours à des méthodologies mixtes mais non centrées sur des mesures purement quantitatives, caractérisent les choix initiaux. Les pratiques, la recherche et la formation s'appuient sur les connaissances construites sur les environnements technologiques, et questionnent les pratiques enseignantes, les modalités d'apprentissage, les systèmes d'interaction dans un contexte d'usage de technologies numériques. Ce projet avait pour vocation initiale d'analyser les effets réels de l'usage de deux types d'objets tangibles, les robots -et l'alliance de créativité et de maîtrise des algorithmes-, les tablettes -et les potentialités de développement de pratiques expérimentales et réticulaires-, en comparant les contextes scolaires et non scolaires des FabLabs, et la co-création dans la réflexion collective et de la production collaborative.

² Voir par exemple Amadiou, F., Tricot, A. (2014). *Apprendre avec le numérique. Mythes et réalités*. Paris, Retz.

³ Voir Leroux, G., Monteil, J.-M. et Huguet, P. (2017). Apprentissages scolaires et technologies numériques : une revue critique des méta-analyses, *L'Année psychologique*, vol. 117, no. 4, p. 433-465.

⁴ Voir par exemple le rapport du CNET : Mons, N., Tricot, A., Chesné, J.-F., Botton, H. (2020). *Numérique et apprentissages scolaires : dossier de synthèse*. Rapport de recherche du Centre national d'étude des systèmes scolaires (Cnesco); Conservatoire national des arts et métiers (Cnam). ([hal-03234543](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03234543))

⁵ Voir par exemple Soury-Lavergne, S. (2017). *Duos d'artefacts tangibles et numériques et objets connectés pour apprendre et faire apprendre les mathématiques*. HDR Ecole Normale Supérieure de Lyon - ENS LYON, Institut Français de l'Éducation. ([tel-01610658](https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01610658))

Créer un réseau territorial solide

Le projet reposait dès le départ, dans la logique de la création de territoires, et à partir de l'analyse des usages, sur la construction d'un réseau de recherche et de formation sur la base d'échanges de données, de méthodes, d'expériences et de ressources pédagogiques, dans des espaces collaboratifs ouverts, avec la particularité d'associer la recherche en informatique appliquée et pas seulement des disciplines nativement centrées sur les questions d'apprentissage (psychologie cognitive, neurosciences, sciences de l'éducation, didactiques des disciplines scolaires...). Autour de partenaires privilégiés, la DANE, l'Inria, le Labri, l'IMS, le LACES, le LIUPPA, CANOPE, Aquitaine Robotics, Cap Sciences, Coh@bit, Eirlab, l'université Paris Diderot ont travaillé en lien direct et constant avec des équipes enseignantes, des collectivités, des entreprises et des associations, dans un territoire particulièrement dynamique sur le terrain de l'informatique, de la robotique et de la cognitique, qui a vu se renforcer l'implantation de nombreuses expériences pédagogiques autour de la robotique et augmenter l'équipe avec des partenaires qui ont participé aux actions de formation (Maison pour la science, École nationale supérieure de cognitique, notamment). Les équipes ont pu déployer et améliorer leurs actions de formation et d'éducation tout en considérant les représentations, les imaginaires, les perceptions et les pratiques réelles. Le projet a largement contribué à créer un écosystème très cohérent et solide autour du numérique en permettant, par exemple, le renforcement des compétences des enseignants des premier et second degrés pour l'éducation au numérique avec l'accompagnement des chercheurs. Les élèves concernés ont bénéficié, dans la plupart des cas, d'équipements spécifiques et de l'accompagnement de leurs enseignants formés aux usages de ces équipements qu'ils ont conservés à l'issue du projet. La recherche s'est appuyée sur la captation de données (enregistrements sonores, vidéos, photographiques, à partir d'observation des activités et d'interviews notamment, données de navigation, données physiologiques) anonymes et strictement réservées à la recherche, dans le respect du RGPD.

Rappel du calendrier

Les résultats attendus concernaient aussi bien la production de ressources pédagogiques que l'évaluation des usages réels des objets numériques. Il s'agissait d'abord de mettre en place des stratégies d'analyse des pratiques et d'évaluation des usages à l'aide d'outils d'observation et d'enquête qui permettent une approche fine et profonde des impacts des objets numériques sur les apprentissages et la motivation.

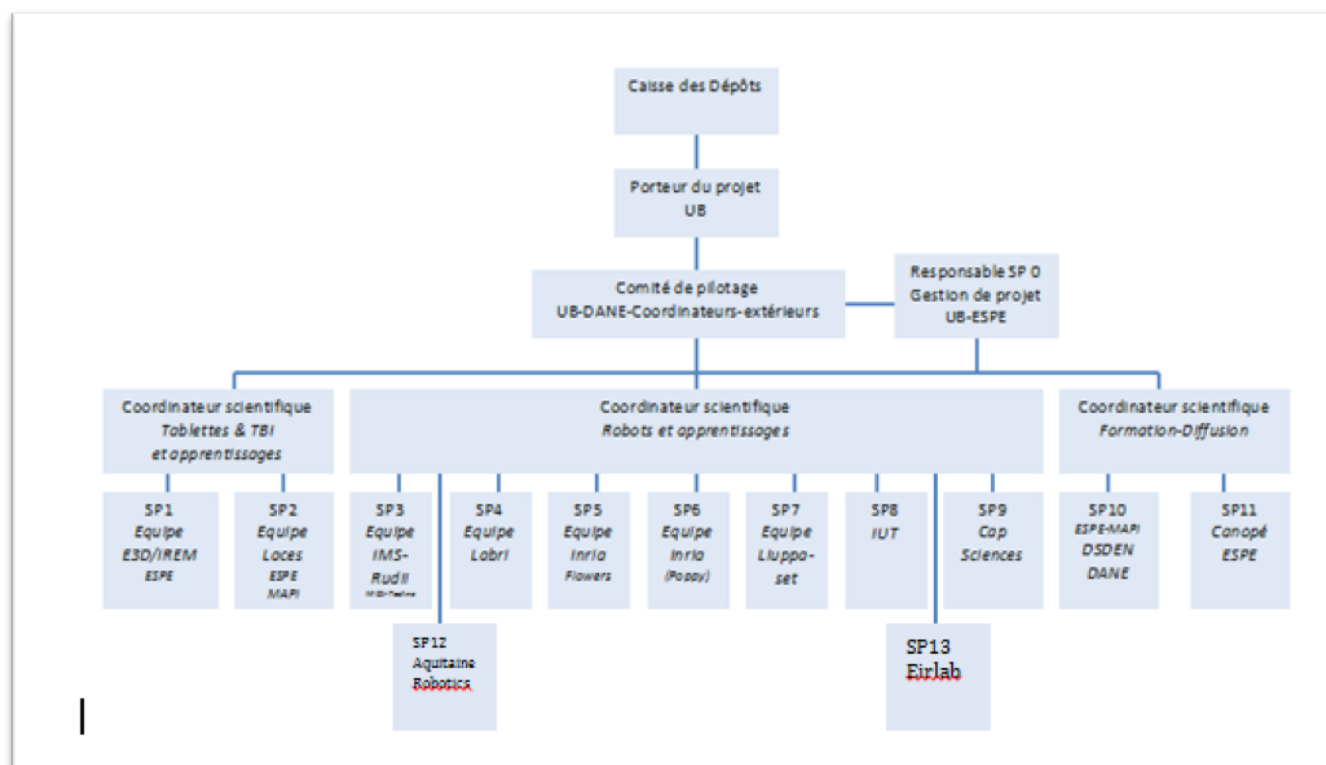
- 1- Élaboration d'indicateurs d'évaluation, de méthodologies d'analyse reproductibles et de dispositifs mobiles d'observation des pratiques pédagogiques avec des objets numériques

- 2- Élaboration d'outils et de kits pédagogiques
- 3- Élaboration de modules de formation initiale et continue, en présentiel et à distance
- 4- Élaboration d'une plateforme d'échange et de cartographie de ressources

La calendrier initial était organisé en sous-projets par équipes. Certaines catégories ont été regroupées. La pandémie de Covid 19 a considérablement bouleversé le calendrier en interdisant toute expérimentation entre mars 2020 et septembre 2021, puis en ralentissant les activités. Les actions se sont donc poursuivies jusqu'en juin 2022. Certains évènements n'ont pu être menés dans le cadre du projet pour les mêmes raisons (Robocup au niveau international dans le temps du projet, mais reportée). Plus globalement, de nombreuses activités engagées se poursuivent au-delà du projet, et tous les objectifs ont été atteints.



Activités	SP	2016	année 2016-2017				année 2017-2018				année 2018-2019				année 2019-2020			
		juin-16	sept-16	déc-16	mars-17	juin-17	sept-17	déc-17	mars-18	juin-18	sept-18	déc-18	mars-19	juin-19	sept-19	déc-19	mars-20	juin-20
A1 : Elaboration des protocoles de recherche / cahiers des charges	SP0																	
	SP1																	
	SP2																	
	SP3																	
	SP4																	
	SP5																	
	SP6																	
	SP7																	
	SP8																	
	SP9																	
	SP10																	
	SP11																	
A2 : Conception et réalisation	SP1																	
	SP2																	
	SP3																	
	SP4																	
	SP5																	
	SP6																	
	SP7																	
	SP8																	
	SP9																	
	SP10																	
	SP11																	
A3 : Productions des données d'analyse	SP1																	
	SP2																	
	SP3																	
	SP4																	
	SP5																	
	SP6																	
	SP7																	
	SP8																	
	SP9																	
	SP10																	
	SP11																	
A4 : Analyse et comptes-rendus	SP1																	
	SP2																	
	SP3																	
	SP4																	
	SP5																	
	SP6																	
	SP7																	
	SP8																	
	SP9																	
	SP10																	
	SP11																	
A5 : Diffusion et communication	SP1																	
	SP2																	
	SP3																	
	SP4																	
	SP5																	
	SP6																	
	SP7																	
	SP8																	
	SP9																	
	SP10																	
	SP11																	
A5 : Formation	SP1																	
	SP2																	
	SP3																	
	SP4																	
	SP5																	
	SP6																	
	SP7																	
	SP8																	
	SP9																	
	SP10																	
	SP11																	



Ce rapport présente l'ensemble des résultats scientifiques et la description des livrables à partir des trois grands domaines identifiés au départ, la robotique, qui a réuni le plus grand nombre de chercheurs, d'élèves et d'enseignants, autour de plusieurs projets qui sont déclinés par équipe et par thématique, les tablettes, avec deux équipes, et les FabLabs, autour d'une équipe de chercheurs et de deux structures de FabLabs principalement, la troisième ayant été positionnée essentiellement sur la robotique. Le projet initial a connu des adaptations et des enrichissements, en fonction des blocages rencontrés et des opportunités, qui sont décrits dans le présent rapport. Pour chaque thématique, les actions de formation et de diffusion sont décrites et synthétisées dans un tableau, le tout sous la responsabilité de chaque équipe. Le rapport n'entre pas dans les détails des productions pédagogiques et scientifiques, qui font l'objet de publications auxquelles se référer. La temporalité du projet ayant été profondément bouleversée par deux années de paralysie totale ou partielle, les publications se poursuivront au-delà de la fin du projet, notamment la publication de deux ouvrages aux éditions ISTE et celle de nouveaux articles.

PARTIE 1

CADRE EPISTEMIQUE : LA QUESTION DE LA PERSEVERANCE ET SES INDICATEURS

Définitions

La persévérance est définie dans Le Petit Robert en ligne⁶ « *comme l'action de persévérer* » et persévérer comme « *continuer de faire ce qu'on a résolu, par un acte de volonté renouvelé* » ; un exemple donné est « *persévérer dans l'effort* ». Le CNRTL⁷ définit « persévérer » comme « *mettre en œuvre sa volonté, user de patience pour poursuivre une action malgré les difficultés, pour rester ferme dans une résolution, une opinion, une attitude* ». Cette définition propose ainsi que la persévérance soit la mise en action d'une volonté répondant à un but que l'on s'est fixé (par exemple, obtenir un diplôme) ou la constance dans ses opinions, ses valeurs, son comportement. On peut aisément inscrire cette définition dans un temps long : l'atteinte d'un objectif peut être considérée à plus ou moins long terme et la constance dans une attitude ou des idées n'a de sens également que sur un temps long. Cette inscription dans le temps renvoie à deux autres définitions. Le Petit Robert en ligne fournit ainsi une définition du mot au dix-septième siècle : « *Vertu Chrestienne qui donne la force de se maintenir dans la voye de salut, dans la foy, dans la charité, dans l'observation d'une Regle Monastique.* », et sur le CNRTL de façon secondaire comme « *demeurer constant dans la fidélité à la foi et à la vertu chrétienne* ». La persévérance dans la résolution que l'on a prise n'a de sens que si l'on garde confiance en sa capacité à atteindre cet objectif. Bien entendu, il n'est pas question de foi religieuse dans le cadre de la persévérance scolaire, mais la croyance en sa capacité à réussir reste essentielle pour être motivé et persévérer, comme l'a explicité Bandura (Bandura, 1986 ; Dussarps, 2014 : 60). En effet, l'individu n'agit que s'il considère qu'il pourra atteindre son but (*ibid.*), sauf dans le cas où il serait contraint.

On peut considérer que la persévérance consiste en « un effort plus ou moins soutenu pour atteindre son but, et donc ne pas abandonner, et cela en dépit des éventuelles difficultés rencontrées. » (Dussarps, 2014 : 92). Dans cette définition, l'action implique un effort dynamique (variable dans le temps). En effet, toute action nécessite un effort, même mineur, qu'il soit physique ou psychique. L'engagement dans un cursus est une prise de risque qui nécessite d'y réfléchir, même brièvement. Tous ces efforts, pas

⁶ Le Petit Robert en ligne, « Persévérer », <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/perseverer> consulté le 06/04/2022.

⁷ CNRTL, « Persévérer » <https://www.cnrtl.fr/definition/pers%C3%A9v%C3%A9rer> consulté le 06/04/2022.

seulement cognitifs, permettront les apprentissages. C'est ce que montre André Tricot (2017) en soulignant que ce qui caractérise les apprentissages scolaires est qu'ils nécessitent des efforts de la part de l'élève, attention, travail, temps, et motivation, celle-ci étant nécessaire mais les actions sur la tâche et le support risquant d'augmenter l'exigence attentionnelle et donc la qualité des apprentissages. En somme, les efforts mis en œuvre sont les témoins d'une persévérance plus ou moins élevée.

La notion d'effort n'est pas toujours présente dans la définition de la persévérance dans les études s'y rapportant (voir notamment Parent, 2017 : 44) et, le plus souvent, la persévérance est caractérisée par son résultat qui, de façon non explicite mais évidente, a résulté d'un effort. Par exemple, pour Legendre (2005 : 980), elle est « *le fait, pour un élève ou une élève, de poursuivre ses études en passant à la classe suivante d'un programme d'études* », comme c'est le cas pour Papi et Sauvé (2021 : 2). Pour Gendron, Melançon et al. (2015), elle « *concerne la poursuite d'un programme d'études en vue d'obtenir la reconnaissance de ses acquis (diplôme, certificat, attestation d'études, promotion au niveau scolaire suivant, etc.)*. Lorsque l'élève complète avec succès son parcours scolaire, il est alors question de réussite scolaire, soit l'aboutissement de la persévérance scolaire ». Si le but est bien présent et que l'on imagine dans ces définitions que la persévérance s'inscrit dans le temps et résulte d'un effort, elle est considérée dans le résultat de son action. L'échec (et pas seulement l'abandon) est considéré comme résultant d'une absence de persévérance. Sauvé et al. (2020 : 16) font état de quelques recherches sur la persévérance, et confirment qu'elle est généralement caractérisée par les inscriptions et/ou l'obtention de diplômes. Elle est donc considérée par une sorte « d'état » administratif (de non sortie du système éducatif), et peu de recherches semblent la considérer sous l'angle de la décision individuelle ou de la position sociale. C'est plutôt sa caractérisation qui offre un peu de complexité et de subjectivité, mais elle est faite avec un angle académique : pour Tinto (1975 ; 2005), elle est un processus longitudinal d'interactions entre l'étudiant et son environnement de formation, en particulier de son intégration académique et sociale. Cela met en avant les preuves de la persévérance, ses facteurs d'évolution, mais ne la définit pas en tant que concept. Finalement, il semble que le concept de persévérance ne soit pas difficile à définir, mais plutôt difficile à mesurer.

On peut ainsi définir la persévérance scolaire comme un comportement (un ensemble d'actions et réactions) mis en place afin d'atteindre un objectif que l'on s'est fixé ou qui a été fixé dans le cadre d'un cursus scolaire. Ce comportement se traduit par des efforts, qui continuent à être déployés autant de temps que nécessaire et avec une intensité plus ou moins stable, en dépit des difficultés rencontrées et jusqu'à ce que le but soit atteint (celui-ci pouvant être renégocié éventuellement) ou que l'on y renonce. L'objectif principal consiste généralement en le passage en année supérieure ou l'obtention d'un diplôme, mais peut être plus modeste et se situer à une échelle

temporelle très restreinte, celle d'un exercice par exemple dans une activité scolaire. S'il y a renonciation et qu'elle est ferme et définitive, on est dans une situation d'abandon scolaire ou d'abandon de la tâche ; en revanche, la réussite ou l'échec aux examens ou dans un exercice n'impliquent pas forcément un renoncement, et l'apprenant peut continuer à persévérer. Enfin, il faut différencier la persévérance du sentiment de persévérance (se sentir persévérant) ou de la représentation que l'on a de sa propre persévérance (se représenter comme quelqu'un de persévérant, déterminé, etc.). On ne considère en effet que le comportement lorsqu'on parle de persévérance. Aussi, le terme de « persévérance effective » est-il préférable, en ce sens qu'elle est plus aisée à mesurer par des marqueurs des activités qu'un sentiment ou une représentation.

Du point de vue de l'approche socio-cognitive, la persévérance est une des manifestations de la motivation (Viau, 2009) et traduit la persistance de l'engagement dans le temps pour les élèves motivés. La question de la motivation dans les apprentissages et la formation a été largement traitée par la littérature en psychologie cognitive. Définie de façon plurale dans les travaux académiques et dans les rapports, on peut retenir qu'il s'agit de l'ensemble des facteurs qui concernent la volonté, l'engagement, le désir d'accomplir correctement son travail d'apprenant, et qui se traduisent par la satisfaction dans les tâches, le sentiment de réussite personnelle et scolaire. Ces facteurs sont d'ordre cognitif, social et émotionnel. Edwin A. Locke et Kaspar Schattke (2019) proposent de distinguer trois types de motivation : intrinsèque, désignant le plaisir pris dans l'activité, de réussite, liée à la recherche de l'excellence par rapport à soi ou aux autres, et extrinsèque, liée à des récompenses à venir. Une telle perspective s'inscrit dans la prise en compte des besoins de l'individu considérés dans leur complexité. Une dimension essentielle pour les apprentissages, et en particulier la persévérance scolaire, est ainsi le niveau de motivation « intrinsèque » ressenti par les apprenants et les enseignants qui les accompagnent. Le rôle et l'importance des motivations dites « intrinsèques » a été le sujet de plusieurs études depuis les années 1950 en psychologie et en pédagogie (White 1959, Berlyne 1960, Gibson 1998, Wong et Csikszentmihalyi 1991). La motivation intrinsèque s'oppose à la motivation extrinsèque dans la mesure où son objet n'est pas la satisfaction de besoins liés à des stimuli extérieurs spécifiques, comme la recherche de rétribution ou de contact social, mais l'attrait de certaines activités pour « elles-mêmes ». Les comportements que l'on attribue d'ordinaire à la curiosité, à la recherche de la nouveauté ou au plaisir de l'exploration seraient le résultat de ce type de motivation. La relation entre la motivation intrinsèque et l'efficacité des apprentissages à l'école a été montrée de nombreuses fois dans la littérature, et plusieurs méthodes ont été développées pour la mesurer expérimentalement, notamment sur la base de questionnaires (Deci et Ryan, 2000) mais aussi par le biais de l'analyse comportementale, et en particulier les mouvements oculaires (Baranes, Oudeyer and Gottlieb, 2015).

La motivation, pour Ryan et Deci (2000), repose essentiellement sur le concept d'autodétermination qui est à rapprocher du sentiment d'auto-efficacité développé par Albert Bandura (2019). La théorie de l'autodétermination part du constat que le sujet est proactif, orienté vers l'avenir et animé de trois besoins fondamentaux : se sentir compétent, autonome et socialement intégré. Le sentiment d'auto-efficacité ou de compétence, suppose à la fois des actions de formation et de valorisation de la qualité du travail accompli. Il donne aux individus le sentiment d'avoir une prise sur la situation d'apprentissage et confiance dans son utilité, ce que l'on désigne par l'agentivité (capacité d'intervention sur soi et le monde), d'un point de vue socio-cognitif qui prend en compte l'interaction entre la personne, son environnement et son comportement, ainsi que des situations formelles ou informelles (discussions avec les pairs, loisirs...). Le sentiment d'auto-efficacité se nourrit de l'expérience active et positive, de l'observation des autres (expérience vicariante), du dialogue avec d'autres personnes, et des émotions, de l'estime de soi. D'un point de vue communicationnel, la valorisation des expériences positives et la facilitation des échanges sont importantes favorisent le sentiment d'auto-efficacité qui suppose que dans le processus pédagogique, le référentiel de compétences soit connu (les élèves ont compris ce qu'ils doivent savoir faire pour atteindre l'objectif du projet). La réflexion doit donc porter sur ces pratiques réelles, la façon dont elles sont décrites, analysées et partagées par les apprenants de façon formelle et de façon informelle entre eux. Au niveau du groupe de travail et de la classe, voire à un niveau plus large, la fluidité de la communication sur les pratiques est importante et permet de prendre conscience de ses propres qualifications en les valorisant.

D'autres éléments sont importants dans les déterminants de la motivation et la persévérance.

La proximité sociale, le besoin d'affiliation et le sentiment d'appartenir à une communauté sociale, notamment de pratique, participent à la motivation intrinsèque. Ce sentiment est favorisé par le travail de groupe, les moments de partage autour du travail ou de convivialité voire de solidarité. Cette dimension sociale gagne à être construite avec des activités collaboratives et le développement d'un sentiment d'appartenance. La résilience et des dimensions émotionnelles dans l'établissement d'une image positive de soi, c'est à dire la reconnaissance des difficultés réelles qui existent dans les apprentissages, la possibilité de les exprimer et de les partager, peuvent être contrebalancées par la valorisation d'éléments positifs : des expériences positives sur des points précis, l'engagement dans des activités constructives et altruistes, notamment collectives, le guidage de membres du groupe sur un point particulier, le soin et l'attention portés aux autres, qui permettent d'établir une attitude positive, créative, multitâche et orientée vers les pairs. La valorisation de ces éléments permet de surmonter tout ce qui peut être interprété comme échec ou erreur et d'en

faire des éléments positifs. La possibilité de s'engager dans une activité, de l'inscrire dans un collectif à travers des pratiques de communication partagée ou de participation est également un facteur de motivation et d'"empowerment". On la retrouve dans la notion de communauté de pratique qui suppose entreprise conjointe, engagement mutuel et répertoire partagé. Du point de vue communicationnel, l'engagement peut se traduire, par exemple, par la prise de parole, la participation à la production de contenus à communiquer. Chi et Wylie (2014) proposent de distinguer plusieurs niveaux d'engagement dans la tâche dans les activités scolaires

- Passif (recevoir) : les élèves accordent de l'attention aux explications et sont focalisés
- Actif (sélectionner) : les élèves manipulent les supports d'apprentissage
- Constructif (générer) : les élèves fabriquent des informations nouvelles au-delà de ce qui leur est proposé ou expliqué
- Interactif (collaborer) : les élèves collaborent et dialoguent.

Dans les activités scolaires, l'engagement qui traduit la motivation se manifeste par la qualité du temps passé et les stratégies d'apprentissage. Ces stratégies peuvent être observées par des métriques appliquées à des tâches simples et des indicateurs comportementaux (pauses, retours en arrière, abandons), ou par des observations ou des entretiens d'explicitation ou des enregistrements en cours d'activité pour les tâches complexes. L'analyse et l'encodage des verbalisations permet alors de mesurer l'engagement à travers les interactions et leurs liens avec des unités cognitives, ou les stratégies métacognitives de planification, auto-contrôle ou auto-régulation. La motivation est déterminée par le sentiment d'utilité et l'accomplissement ressenti dans l'investissement dans une activité, le sentiment d'auto-efficacité, la perception de la contrôlabilité de l'activité (Weiner, 1985), au-delà de la performance. Il est également possible d'établir un « niveau de persévérance » à partir de critères qui restent à débattre, niveau évolutif au fil du temps, l'inverse de la persévérance n'étant pas l'abandon des études ou de la tâche. En effet, relier la persévérance à l'abandon des études ou de la tâche reviendrait à la considérer comme un état administratif ou pédagogique, ou un résultat, et non comme un comportement. En outre, il est possible de mesurer la persévérance tout au long de la formation des apprenants afin de mieux identifier les facteurs de persévérance associés.

Les facteurs de persévérance scolaire

Les travaux sur la persévérance scolaire et universitaire montrent que les facteurs de persévérance scolaire sont, comme c'est d'ailleurs le cas dans les recherches sur l'ensemble de la dimension conative des apprentissages (cf. notamment Dussarps, 2014), pluriels, souvent indifférenciés en ce qui concerne leur effet sur la persévérance

et relatifs à des éléments individuels ou non. Ces facteurs peuvent être regroupés en plusieurs « grandes familles », selon qu'ils sont internes ou externes à l'apprenant (Dussarps et Varichon, 2022).

Familles de facteurs	Facteur
Profil socio-démographique et socio-économique <i>Facteurs internes</i>	- Age - Genre - Niveau socio-économique de la famille
Profil scolaire <i>Facteurs internes</i>	- Coursus / formation suivie - Besoins éducatifs particuliers, handicap
Psychologie <i>Facteurs internes</i>	- Caractéristiques (rigueur curiosité, autonomie, capacité à se concentrer, autonomie, plaisir d'apprendre en général, confiance en soi, estime de soi, anxiété) - <i>Idem</i> en situation de formation - Ennui - Difficultés à rentrer dans le cadre scolaire - Motivation (à suivre la formation) : extrinsèque, intrinsèque - Préférences en termes de disciplines scolaires - Clarté et priorité du projet d'études - Intérêt pour les apprentissages - Plaisir d'apprendre - Difficultés à se mettre au travail, procrastination... - Attribution causale des évaluations - Sentiment d'auto-efficacité - Sentiment de satisfaction - Attitude positive face aux exigences scolaires - Stress (dans les études)
Loisirs / sports <i>Facteurs internes</i>	- Pratique d'une activité physique - Pratique de loisirs
Compétences et expérience scolaire <i>Facteurs internes</i>	- Résultats scolaires - Compétences et connaissances préalables - Connaissances des TIC (aisance numérique) - Compétences en écriture lecture - Résultats scolaires - Connaissances dans les disciplines - Expériences scolaires passées
Stratégies d'apprentissage <i>Facteurs internes</i>	- Organisation (planification) - Gestion du temps - Rendement scolaire (efficacité)

	- Stratégie d'adaptation (à un imprévu, un échec) - Utilisation d'outils divers - Capacité d'autogestion importante - Capacité d'auto administration - Capacité d'autorégulation - Capacité à organiser son temps de travail, ses tâches, surcharge de travail
Environnement d'apprentissage <i>Facteurs externes</i> Ressources matérielles <i>Facteurs externes</i>	- Environnement scolaire - Matériel didactique - Matériel numérique
Environnement familial <i>Facteurs externes</i>	- Situation familiale - Schéma familial (organisation pour un mineur) - CSP des parents - Valorisation de l'école/des études par les parents - Stabilité familiale - Soutien familial important - Cadre structuré
Interactions avec les enseignants/tuteurs <i>Facteurs externes</i>	- Feed-Back important - Valorisation de l'enseignant - Communication importante - Soutien - Bonne relation avec les enseignants
Interactions avec les pairs <i>Facteurs externes</i>	- Affiliations dans le groupe classe - Échanges fréquents - Sentiment d'appartenance à une communauté - Isolement social - Affiliation à des pairs dits « déviants »
Positionnement pédagogique des enseignants <i>Facteurs externes</i>	- Sentiment d'autocompétence de l'enseignant avec l'outil - Encadrement - Nature et diversité des tâches proposées - Capacité d'adaptation - Autonomie - Préoccupation de justice scolaire - Utilisation des méthodes actives - Créativité dans l'enseignement

Tableau 1 – Facteurs de persévérance identifiés dans notre revue de littérature.

Pistes méthodologiques pour le recueil de données sur la persévérance

La plupart des études sur la persévérance la mesurent de façon verticale, en fin d'année ou en fin d'activité, lorsqu'on sait si l'apprenant est allé au terme de sa formation ou non en se présentant aux examens lorsqu'il y en a (Brevet, Baccalauréat, partiels) et/ou en achevant les tâches demandées. Le conseil de classe, dans le cas des études au 1^{er} ou au 2nd degré, relève également le nombre d'absences : l'absence en classe constitue également un témoin souvent fort, mais pas toujours suffisant, comme les choix d'orientation. Évaluer la persévérance de façon longitudinale représente un défi, à la fois sur un plan méthodologique et parce que les moyens nécessaires pour recueillir et traiter des résultats sur une longue période peuvent être hors d'atteinte. Cependant, la mesure « verticale » de la persévérance ne permet pas toujours de comprendre les raisons de l'abandon, car les apprenants ayant quitté leur formation ou leur activité ne sont pas toujours disponibles ou volontaires pour répondre à une étude, et il faudra alors se baser sur des recueils précédents l'abandon (Dussarps, 2014, 2015). En outre, nous n'avons aucune idée, dans cette approche, de la dynamique de la persévérance. L'on sait si l'individu « a persévéré » *in fine* mais pas quelles fluctuations ont eu lieu.

Dans le but d'analyser la persévérance dans une grande diversité de situations, et devant la difficulté conceptuelle et organisationnelle de le faire par la création d'une situation artificielle et contrôlée sur un temps court, avec un groupe expérimental et un groupe contrôle, ou une enquête expérimentale sur le long terme qui nécessite plusieurs milliers de participants, plusieurs choix méthodologiques ont été faits par les équipes, mobilisant des méthodes quantitatives ou qualitatives adaptées aux environnements et aux situations :

- Enquêtes par questionnaires mesurant essentiellement la motivation sur la base de questionnaires validés ;
- Entretiens semi-directifs menés auprès des enseignants et des élèves, afin de recueillir le ressenti sur l'ensemble du projet, et d'identifier des événements expliquant la persévérance ou le décrochage ;
- Focus-groupes menés auprès des élèves à l'issue des activités ;
- Observations en situation à partir de grilles d'observation partagées ;
- Captation et analyse des traces d'activités.

L'objectif principal est d'identifier les facteurs et les indicateurs de persévérance, leur importance relative en fonction des contextes, des situations, des types d'apprentissage visés et des objets utilisés comme supports aux apprentissages. L'ensemble de ces données recueillies et croisées à la persévérance effective en fin d'activité, fin d'année

ou après plusieurs années, permet de mieux comprendre les facteurs de persévérance, et en particulier d'identifier :

- ceux sur lesquels l'institution, l'enseignant ou la machine peut agir et ceux sur lesquels elle ne le peut pas ;
- des profils d'apprenants « à risque » de décrochage ;
- des causes de décrochage ;
- des remédiations possibles.

Nous avons testé ces méthodes dans le projet et continuons de le faire dans programmes de recherche complémentaires à celui de Persévérons, qui a permis de mettre en place et d'analyser une grande diversité de situations.

Bibliographie

- Baranes, A., Oudeyer, P. Y., & Gottlieb, J. (2015). Eye movements reveal epistemic curiosity in human observers. *Vision research*, 117, p. 81-90.
- Barbeau, D. (1993). La motivation scolaire. *Pédagogie collégiale*, Vol.7, n°1, octobre 1993.
- Bernard, P. (2021). Ce que le décrochage nous dit des parcours scolaires. *Revue française de pédagogie*, 211, p. 5-10.
- Bergamaschi, A. (2014). Chapitre 4. Le processus d'accrochage-décrochage scolaire au prisme de la dispense en EPS. Dans : Eric Flavier éd., *Répondre au décrochage scolaire : Expériences de terrain* (pp. 65-78). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.
- Bourdages, L., & Delmotte, C. (2007). La persistance aux études universitaires à distance. *International Journal of E-Learning & Distance Education*, Revue Internationale Du E-Learning Et La Formation à Distance, 16(2), p. 23-36.
- Bran Lopez, G. & André, M. (2021). Pratiques et initiatives pour la persévérance scolaire : L'exemple de Fusion Jeunesse. *Administration & Éducation*, 171, p. 133-137.
- Bruno, F. (2014). Chapitre 6. La conception et l'évolution d'un dispositif local de prévention du décrochage en classe de 3e PPRE. Dans : Eric Flavier éd., *Répondre au décrochage scolaire : Expériences de terrain* (p. 99-112). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.
- Bruno, F., Félix, C. & Saujat, F. (2017). L'évolution des approches du décrochage scolaire. *Carrefours de l'éducation*, 43, p. 246-271.
- Cece, V. (2020). Enseignement à distance et autodétermination. La distance : Frein ou levier à la motivation des élèves ? *Education physique en mouvement* (L'), 4, p. 6-8.
- Desmarais, L. (2000). La persévérance dans l'enseignement à distance - Une étude de cas. *Alsic*, Vol. 3, n° 1, p. 49-59.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4), p. 227-268.
- Dussarps, C. & Paquelin, D. (2015). Pratiques sociales en formation à distance. *Netcom*, 28-3/4, p. 257-268.
- Dussarps, C. (2014). *Dimension socio-affective et abandon en formation ouverte et à distance*. Thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication. Université Bordeaux-Montaigne.
- Dussarps, C. (2015). L'abandon en formation à distance. *Distances et médiations des savoirs*, 10.

- Fortin, L. & Picard, Y. (1999). Les élèves à risque de décrochage scolaire : facteurs discriminants entre décrocheurs et persévérants. *Revue des sciences de l'éducation*, 25(2), p. 359–374.
- Gaudreault, M., Morin, I., Simard, J., Perron, M. & Veillette, S. (2018). Les facteurs territoriaux de persévérance et de réussite scolaires au Québec. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 51, p. 37-60.
- Gendron, M., Mélançon, J., Hébert, M.H., Frenette, E., & Simard, D. (2015). Persévérance scolaire au Québec : les déterminants du rapport à l'école selon des jeunes de 10 à 17 ans. *International Journal of Violence and Schools*, 16, p. 147-173.
- Gibson, J. D. (1998). Enhancing the motivation of African-American middle school adolescents. The University of Akron.
- Hernandez, L., Oubrayrie-Roussel, N. & Prêteur, Y. (2014). De l'affirmation de soi dans le groupe de pairs à la démobilisation scolaire. *Enfance*, 2, p. 135-157.
- Hugon, M. & Toubert-Duffort, D. (2011). Adolescence et décrochage : prévenir et répondre : Présentation du dossier. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 56, p. 7-12.
- Legendre R. (2005) *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3^e éd.). Montréal : Guérin.
- Kaplan, F., & Oudeyer, P. Y. (2007). Un robot motivé pour apprendre : le rôle des motivations intrinsèques dans le développement sensorimoteur. *Enfance*, 59(1), p. 46-58.
- Maillard, D. (2018). La catégorie de « prévention » du décrochage scolaire dans trois systèmes éducatifs différenciés. De la question de l'élève à la gestion des personnels. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 51, p. 11-36.
- Méard, J. (2014). Chapitre 2. La co-construction de sens dans les interactions entre l'enseignant et les élèves à risque de décrochage. Dans : Eric Flavier éd., *Répondre au décrochage scolaire: Expériences de terrain* (p. 39-50). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.
- Parent, S. (2017). *L'engagement d'enseignants, la variation de l'engagement d'étudiants sur une base trimestrielle et la présence de conditions d'innovation en situation d'enseigner et d'apprendre avec le numérique au collégial*. Thèse de doctorat en technologie éducative. Université Laval. Repérée à : <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/28027/1/33337.pdf>
- Parent, S. (2018). « Favoriser la motivation et l'engagement des étudiants... tout au long de la session », *Pédagogie collégiale*, 31(4), p. 3-8.
- Papi, C., Sauvé, L., Desjardins, G. & Gérin-Lajoie, S. (2022). De la multiplicité des facteurs à prendre en compte pour mieux comprendre l'abandon en formation à distance. *Distances et médiations des savoirs*, 37
- Papi, C., Sauvé, L. (2021). *Persévérance et abandon en formation à distance*. PUQ.

- Poellhuber, B., Chomienne, M. & Karsenti, T. (2011). L'effet du tutorat individuel sur le sentiment d'auto-efficacité et la persévérance en formation à distance. *Revue des sciences de l'éducation*, 37(3), 569–593.
- Perron, M., & Veillette, S. (2002). Éducation, mobilisation des acteurs et persévérance scolaire : une affaire de société. *Le Point en administration de l'éducation*, Vol. 14, 1.
- Potvin, P. (2015). Décrochage scolaire : dépistage et intervention. *Les Cahiers Dynamiques*, 63, p. 50-57.
- Racette, N. (2010). Augmenter la persévérance et la réussite en formation à distance à l'aide d'un programme motivationnel. *Revue des sciences de l'éducation*, 36(2), p. 421–443.
- Robertson, A. & Collerette, P. (2005). L'abandon scolaire au secondaire : prévention et interventions. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(3), p. 687–707.
- Roland, N., De Clercq, M, Dupont, S., Parmentier, P., & Frenay, M. (2015). Vers une meilleure compréhension de la persévérance et de la réussite académique : analyse critique de ces concepts adaptée au contexte belge francophone. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 31 (3).
- Sauvé, L. et Viau, R. (2003). *L'abandon et la persévérance à l'université : l'importance de la relation enseignement-apprentissage*. Québec : Télé-Université.
- Sauvé, L., Papi, C., Gérin-Lajoie, S. et Desjardins, G. (2020). Regard des apprenant.es universitaires sur les modes d'organisation et d'encadrement pédagogique en formation à distance et en ligne - Rapport de recherche scientifique (avec la collaboration de Marineau, Sophie et Louis, Natacha) (Rapport scientifique). Fonds de recherche du Québec - Société et culture (FRQSC).
- Sauvé, L., Debeurne, G., Martel, V. Wright, A., & Hanca, G. (2007). Soutenir la persévérance des étudiants (sur campus et à distance) dans leur première session d'études universitaires : constats de recherche et recommandations. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 4(3).
- Sauvé, L., Debeurne, G., Fournier, J., Fontaine, É. & Wright, A. (2006). Comprendre le phénomène de l'abandon et de la persévérance pour mieux intervenir. *Revue des sciences de l'éducation*, 32(3), 783–805.
- Tinto, V. (1975). Epilogue: Moving from theory to action. Dans A. Seidman (dir.), *College student retention : Formula for student success*. Westport, CT : ACE/Praeger.
- Tinto, V. (2005). Epilogue: Moving from theory to action. Dans A. Seidman (dir.), *College student retention : Formula for student success*. Westport, CT : ACE/Praeger.
- Tricot, A. (2017). Les contraintes spécifiques des apprentissages scolaires. *Psychologie et Education*. hal-01628833

- Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2e éd.). Bruxelles: De Boeck.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological review*, 92(4), p. 548.
- White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: the concept of competence. *Psychological review*, 66(5), p. 297.
- Wong, M. M., & Csikszentmihalyi, M. (1991). Motivation and academic achievement: The effects of personality traits and the duality of experience. *Journal of Personality*, 59(3), p. 539-574.
- Zaouani-Denoux, S. (2014). La formation générale des adultes non bacheliers à l'université : déterminants de l'engagement et de la persévérance. *Revue des sciences de l'éducation*, 40(2), p. 419–438.

PARTIE 2

TABLETTES NUMERIQUES ET ANALYSE DE LA PERSEVERANCE

Projet 1 / Analyse des usages et conception de ressources pour l'apprentissage avec des tablettes en mathématiques.

Équipe projet

Fabrice VANDEBROUCK (PU 26), Grégory TRAIN (MC 26)

Rappel des objectifs du projet

Le sous-projet IREM porte sur l'usage des tablettes en classe de mathématiques. Il s'agit d'analyser les phénomènes d'appropriation chez les enseignants de mathématiques et chez les élèves des tablettes tactiles pour l'enseignement et l'apprentissage de contenus mathématiques. Dans ce sous projet l'IREM de Paris est en partenariat avec la Commission inter IREM TICE (et les crédits du projet sont utilisés pour financer le travail des collègues de la C2I). Le sous projet est soutenu également par l'ADIREM (Assemblée des directeurs d'IREM).

Rappel du calendrier

Le projet était structuré en quatre axes (livrables)

- 1) Une enquête quantitative à destination des enseignants utilisateurs et non utilisateurs des tablettes tactiles dans leurs classes, effectuée au niveau national à partir de 2017 ;
- 2) Des observations de classes, directes ou par vidéos de classes, auprès des enseignants de la C2I TICE, réalisées sur les années 2018 à 2020 ;
- 3) La réalisation de ressources par les enseignants de la C2I TICE, en appui sur l'axe 2, et mises à disposition sur un site internet qui a été alimenté à partir de 2019 ;
- 4) Une synthèse autour de la persévérance et l'usage des tablettes tactiles dans la classe de mathématique en fin de projet.

Résultats obtenus : description des livrables

Axe n°1

Cet axe a été piloté par l'INSPE de Bordeaux, sous forme d'une enquête conduite en 2017-2018 par voie de questionnaires en ligne, sous couvert des inspections pédagogiques régionales de mathématiques d'un ensemble de neuf académies. Il a capitalisé 2429 répondants, ce qui, sans plan d'échantillonnage spécifique, permet de broser différentes dynamiques sans en viser la représentativité. Les données ont été traitées statistiquement et ont fait ressortir des profils d'usagers et de non usagers des tablettes dans les classes de mathématiques. Deux publics cibles sont donc distingués : les utilisateurs des « tablettes » en classe de mathématiques (307 répondants) et les enseignants non utilisateurs (2132 répondants). Cela a permis d'accéder à une meilleure connaissance des usagers mais également d'accéder aux attentes des enseignants non utilisateurs afin d'examiner la possible adéquation/distance entre ces représentations projetées de l'outil et la réalité des pratiques déclarées des usagers.

Du point de vue théorique et méthodologique, nous nous sommes appuyés essentiellement sur le modèle de la structuration des pratiques enseignantes selon les 5 composantes de Robert et Rogalski (2002). Ces auteurs postulent en particulier une forme de complexité des pratiques enseignantes et l'existence de cinq types de déterminants organisateurs des pratiques : aux côtés de deux premières composantes (cognitive et médiative) relatives aux choix de l'enseignant des contenus, des tâches et leur organisation, à l'enrôlement et l'accompagnement des élèves dans la réalisation de ces tâches, viennent s'ajouter trois composantes supplémentaires associées plus globalement au contexte dans lequel s'exercent les pratiques : une composante personnelle traduisant les représentations du professeur en lien avec son expérience, les risques qu'il consent ou encore le confort dont il a besoin – une composante institutionnelle liée à l'existence d'une administration et à ses prescriptions – une composante sociale correspondant au fait que l'enseignant exerce son métier en interaction avec d'autres acteurs, leurs spécificités, attentes et autres exigences (élèves, parents, hiérarchie...). Les questions ont donc visé à renseigner les différentes composantes des pratiques des enseignants utilisateurs et non utilisateurs, dans la mesure de ce qu'il est possible de faire à travers une étude par questionnaire, en privilégiant une approche globale de l'étude des pratiques enseignantes, de leur complexité et de leur cohérence.

Ainsi, une majorité de questions a documenté les composantes cognitives et médiatives des pratiques (domaines de savoirs, les moments de l'étude privilégiés dans l'usage de l'outil, partage des responsabilités...). D'autres questions (types d'établissement, rapport aux technologies, suivi de formation...) ont quant à elles renseigné plus

largement les composantes personnelle, institutionnelle et sociale des pratiques. Le traitement statistique principal des données a consisté en une analyse des correspondances multiples augmentée d'une analyse hiérarchique des correspondances permettant notamment la construction de profils de répondants. Un premier traitement à plat des données a permis une première description des deux populations (usagers et non usagers).

À propos des enseignants non utilisateurs (2132 répondants)

Plus de 50% des répondants cumulent au moins 11 années d'exercice du métier d'enseignant de mathématiques. Uniquement 20% des établissements des répondants disposent de tablettes dédiées à l'enseignement des mathématiques. En très grande majorité (90%), les enseignants interrogés n'ont pas suivi de formation spécifique à l'utilisation des tablettes. L'usage des technologies dans leurs pratiques est par ailleurs largement installé, avec seulement moins de 10% déclarant ne jamais y avoir recours. L'arrivée des tablettes en classe n'est pas synonyme d'une révolution dans les pratiques pour 75% des enseignants sondés. La perspective d'intégrer cet outil dans la classe apparaît mitigée, 60% des répondants se déclarant non opposés à l'intégration de cet outil. Cette non-opposition à l'intégration de cet outil n'est pas majoritairement liée au caractère de nouveauté de cette technologie puisque parmi les enseignants favorables à l'entrée des tablettes en classe, plus de 80% d'entre eux disent ne pas voir en les tablettes un outil révolutionnaire). En revanche, un usage clairement installé dans les pratiques des technologies semble participer à un avis favorable d'entrée des tablettes en classe. On note par ailleurs que le suivi d'une formation à l'usage des tablettes n'oriente pas significativement une telle décision.

Profils des enseignants non utilisateurs des tablettes

Quatre profils ressortent de l'analyse. Dans un premier profil, on retrouve des enseignants qui se déclarent prêts à envisager l'arrivée des tablettes dans leurs classes (95% d'entre eux), arrivée qu'ils entendent comme une révolution dans les pratiques. Ils n'ont pour 98% d'entre eux pas suivi de formation. L'usage déjà construit des technologies en classe de mathématiques est certes installé mais multiforme (42% des répondants déclarant utiliser régulièrement les technologies appartiennent à ce premier profil). À la question « à quelle(s) condition(s) utiliserez-vous les tablettes en classe », peu de réserve sont émises : « aucune condition » - « je suis demandeur d'utiliser les tablettes » - « pas de messagerie en Bluetooth » - « remplacer la calculatrice, très chère pour des fonctionnalités limitées. Une tablette Android est à peine plus chère, possède un vrai écran... ». Enfin, les enseignants de ce profil exercent majoritairement dans des établissements non équipés en tablettes (79%). Il semble donc, pour ce profil, que l'absence des tablettes dans les pratiques du point de vue des composantes

institutionnelles et sociales (pas de suivi de formation sur les tablettes, pas de tablettes disponibles dans l'établissement) puisse expliquer cet engouement supposé pour cet outil (au niveau de la composante personnelle uniquement), dans une population où des technologies multiformes vivent déjà au sein des pratiques selon la composante médiative (si ce n'est cognitive aussi).

En opposition, un second profil se caractérise par des enseignants réfractaires à l'entrée des tablettes dans la classe (91%). 88% d'entre eux ne considèrent pas cet outil comme révolutionnaire. Ils sont également sceptiques quant à la sa plus-value et s'interrogent sur la nécessité de faire entrer cette technologie en classe au regard de potentiels dangers (77% des répondants déclarant des dangers liés à l'arrivée de nouveaux écrans en classe appartiennent à ce profil). Des avis tranchés sont clairement explicités : « *j'y suis farouchement opposé (impact écologique, élèves déjà déconcentrés et focalisés sur les écrans à l'extérieur de l'école, coût financier et de maintenance...)* ». La moitié des sondés déclarant ne pas avoir recours aux technologies dans leur enseignement font partie de ce profil. Pour ce profil, il semble plutôt qu'une absence des usages des technologies en général dans les pratiques, aussi bien au niveau cognitif que médiatif, aille de pair avec un scepticisme vis-à-vis des tablettes au niveau de la composante personnelle. Il s'agit ici possiblement d'un profil d'enseignants réfractaires aux technologies, quel que soit l'outil.

Une autre catégorie constitue un troisième profil de répondants. Si ces derniers ne semblent pas s'opposer fermement à l'utilisation des tablettes en classe (70% d'entre eux), l'arrivée possible de cette technologie est sujette à interrogation relativement à ses apports potentiels (« *qu'on me montre des usages propres à mobiliser les élèves dans les apprentissages des maths* » - « *intérêt pédagogique* »). En tout état de cause, ils n'entrevoient pas l'arrivée des tablettes comme une révolution. On note que 20% d'entre eux enseignent dans des établissements équipés de tablettes, ce qui est comparable de ce point de vue au premier profil. Ce sont donc des enseignants qui sont plus critiques vis-à-vis des tablettes et plus généralement des écrans dans la classe (caractéristique de la composante personnelle). Ils seraient peut-être moins enclins à piloter leurs pratiques par les composantes institutionnelles et sociales que les enseignants du premier profil, qui sont de leur côté enthousiastes bien que n'ayant jamais fréquenté les tablettes.

Un dernier profil se dégage de l'analyse, plus minoritaire. Les enseignants de ce profil ont majoritairement suivi une formation à l'usage des tablettes en classe et officient pour 68% d'entre eux dans des établissements disposant de tablettes, ce qui de ces points de vue s'oppose aux caractéristiques du premier profil. Si l'utilisation des tablettes en classe de mathématiques est majoritairement projetée (76% d'entre eux), elle ne constitue pas une révolution dans les pratiques. Aussi, les potentiels dangers (écrans, etc.) liés à l'arrivée des tablettes sont plus volontiers minorés (37% d'entre eux

sont en parfait désaccord avec l'idée d'un quelconque danger dans l'arrivée de nouveaux écrans en classe). Dans ce profil, on pourrait dire que les tablettes vivent quelque part dans la composante personnelle des pratiques (ne serait-ce que par le suivi de formation à l'usage de tablettes) et ces enseignants seraient sans doute prêts à intégrer les tablettes dans leurs pratiques effectives au niveau des composantes cognitives et médiatives, avec peut-être un meilleur accompagnement institutionnel (accès à de meilleures ressources peut-être).

À propos des enseignants utilisateurs (307 répondants)

Plus de 60% des répondants cumulent au moins 6 années d'exercice du métier d'enseignant de mathématiques. Près de la moitié des répondants ont suivi une formation à l'outil ce qui contraste d'ores et déjà avec les répondants non utilisateurs qui très majoritairement n'avaient jamais suivi de formation. Seulement 10% des répondants cumule plus de 4 années d'utilisation des tablettes en classe. Ce sont encore des populations jeunes du point de vue de l'usage des tablettes. Enseignant majoritairement en collège (plus de 80%), la fréquence d'utilisation des tablettes en classe n'excède pas deux fois par semaine pour plus de 60% des sondés. Concernant l'équipement, l'usage d'une connexion à internet des tablettes, quand bien même cette dernière est effective, n'apparaît pas une solution retenue pour plus de 70% des répondants. Ce ne semble donc pas un critère déterminant pour l'usage ou non des tablettes avec les élèves. Par contre, l'écosystème numérique de la classe décrit majoritairement par les sondés (45% des répondants) relève du couplage des tablettes à un système de vidéo-projection collectif. Enfin, la disponibilité des tablettes apparaît contrastée et non déterminante : quand 33% des répondants déclarent des tablettes laissées pleinement à la charge des élèves (dans l'établissement et à la maison), ils sont 42% à déclarer une disponibilité circonscrite à certains enseignements, et 25% pour l'ensemble des enseignements dans l'établissement.

Il est intéressant de noter que la perspective de revenir à un enseignement sans tablettes apparaît non problématique pour plus de la moitié des sondés (seulement 15% des répondants déclare ce retour en arrière problématique). Si la fréquence d'utilisation des tablettes en classe apparaît assez naturellement liée à la décision d'envisager un avenir sans tablettes (ie plus la fréquence d'utilisation des tablettes est grande, plus la décision de se séparer de cet outil apparaît douloureuse), en revanche, le nombre d'années d'utilisation de cette technologie en classe ne semble que faiblement lié à une telle décision : 56% des enseignants cumulant plus de quatre années d'usage des tablettes en classe déclarent un retour certes délicat mais tout à fait envisageable à une pratique enseignante sans cet outil. On a donc une population d'enseignants, qu'elle soit jeune ou non dans les usages de ce nouvel outil, qui n'a pas développé des pratiques

dépendantes de cet outil tablette. Ce faisant, il y a une forme de complexité qui semble apparaître dans les trajectoires d'appropriation de l'outil.

Profils des enseignants usagers des tablettes

Deux premiers profils apparaissent minoritaires dans l'enquête et contrastés. Le premier profil est caractérisé par des enseignants ayant pleinement intégré l'outil dans leur pratiques (45% d'entre eux jugent impossible leurs enseignements sans l'outil tablette). L'utilisation des tablettes, particulièrement fréquente (presque à chaque cours pour plus de 78% d'entre eux) irrigue tous les moments d'enseignement et au service de l'enseignement/apprentissage de tous les domaines de savoirs. L'outil tablette est pensé (pour 74% de ce profil) comme un outil partagé entre l'enseignant et ses élèves. L'usage de fonctionnalités tel que l'échange de fichiers entre pairs est envisagé pour plus de 70% des répondants. On note que les élèves (pour 64% des enseignants de ce profil) disposent des tablettes dans l'ensemble des disciplines et à la maison et que 66% des enseignants de ce profil exercent dans des établissements confortablement dotés en tablettes (+ de 100). L'intégration des tablettes dans les pratiques effectives, au niveau des composantes cognitives et médiatives (sur tous les domaines de savoirs et pour toutes les formes d'enseignement) semble donc corrélée à des caractéristiques spécifiques et favorables des composantes institutionnelle et sociale (contexte avec intégration des tablettes dans les pratiques des élèves au-delà des mathématiques et accès facile aux tablettes).

Le second profil se caractérise par des enseignants qui envisagent l'outil tablette avant tout pour l'enseignant (46% des répondants ayant déclarés un tel usage appartiennent à ce profil). Son usage par les élèves semble rejeté et ce rejet semble transcender l'ensemble des domaines et des moments de l'étude. Pour ces enseignants, la place faite à cet outil demeure instable (73% déclarent envisager sans problème un enseignement sans le recours à cet outil). Dans le cadre d'une utilisation de l'outil envisagé par l'enseignant, une connexion à internet de l'outil est la règle pour 53% des répondants. Dans ce profil la tablette apparaît donc de façon partielle dans la pratique effective des enseignants, au moins au niveau de la composante médiative, avec une composante personnelle qui pilote plutôt l'usage de la tablette par le seul enseignant et pas par des élèves.

Deux autres profils, majoritaires dans l'enquête se dessinent également. Une troisième catégorie de répondants regroupe des enseignants qui actent un usage peu fréquent des tablettes en classe (90% d'entre eux). Seuls les domaines géométrique et algorithmique semblent trouver une bonne place dans l'utilisation des tablettes, domaines classiquement irrigués par l'usage des technologies. De la même manière, les tablettes semblent prioritairement dévolues aux moments d'introduction d'un nouveau

savoir en classe. Pour les enseignants de ce profil, l'outil est pensé avant tout pour les élèves (89% d'entre eux). Ces mêmes élèves, pour moitié, ne disposent des tablettes que dans certaines disciplines dans des établissements également pour moitié faiblement dotés (entre 10 et 30 tablettes). Envisager d'enseigner sans son recours apparaît peu problématique (65%). Dans ce profil, la tablette est marginale dans la pratique effective, en lien avec la composante cognitive (surtout liée aux domaines géométriques et algorithmiques) et en lien avec la composante médiative (pour favoriser les moments d'introduction des nouveaux savoirs, pour un usage des tablettes par tous les élèves). Cela ne semble pas dépendant de caractéristiques spécialement favorables au niveau des composantes institutionnelles et sociales (établissements pas nécessairement bien dotés, élèves pas usagés dans toutes les disciplines).

Dans un dernier profil sont regroupés des enseignants pour lesquels l'usage des tablettes ne semble pas être privilégié dans un domaine d'étude donné ni même dans un moment de l'étude. Ce faisant, si la fréquence d'utilisation des tablettes en classe apparaît plus marqué que les enseignants du profil précédent, la question de la plus-value et des apports potentiels de l'utilisation des tablettes dans les tâches proposées aux élèves (et conduites dans cet environnement spécifique) semble être une préoccupation pour les enseignants de ce profil. Le fait d'envisager d'abandonner les tablettes dans leurs pratiques apparaît possible même s'il est délicat. Dans ce profil, la tablette semble donc moins marginale dans les pratiques effectives que pour le profil précédent et le lien avec la composante cognitive est plus ténue : c'est l'intérêt de la tablette vis-à-vis des tâches à proposer aux élèves qui conditionne leur usage, plus qu'un pilotage par les usages traditionnels des technologies en géométrie ou algorithmique.

Synthèse

À noter qu'un tel fait distingue les tablettes du TBI (enquête plus ancienne) où l'expérience dans l'usage des technologies jouait un rôle plus mitigé sur l'adoption du TBI dans les classes. Surement à creuser en terme de différence.... D'un côté des tablettes où l'on projette un média susceptible d'être un bon support pour accueillir l'existant (logiciels de géométrie, tableurs... dans une géographie de classe, de l'autre un TBI dont on s'interroge plus volontiers sur sa plus-value en termes de transfert de l'existant.

Axe n°2

Dans cet axe, les questions de recherche sont relatives à l'utilisation des tablettes en classe de mathématiques. C'est cet axe qui a été piloté par l'IREM de Paris avec l'appui de plusieurs animateurs de l'IREM utilisant les TICE et impliquant les membres de la C2I TICE. La collaboration avec les enseignants du projet a permis la récolte de nombreuses vidéos de situations de classes, dont quelques-unes seulement ont pu faire l'objet d'une analyse approfondie.

Les situations de classes sélectionnées pour l'étude varient selon les niveaux d'enseignement, les types de contenus mathématiques en jeu et les orchestrations des usages des tablettes en classe. Les résultats obtenus confirment ce qui a pu être déduit des questionnaires de renseignements des usages des tablettes renseignés au quotidien par les enseignants utilisateurs. Dans certains cas des vidéos des écrans des tablettes élèves ont pu être recueillies et mises en relation avec les vidéos de la classe au niveau collectif. Quelques exemples sont donnés ci-dessous.

Pseudo de l'enseignant	Niveau	Thème mathématique	Orchestration	Spécificités notables
Georges	6 ^{ième}	Réinvestissement de connaissances anciennes de géométrie dans un environnement dynamique	Travail par binômes sur une seule tablette. Classe en autobus. Alternance de phases individuelles et de phases collectives	Orchestration mettant en jeu un élève au tableau traditionnel et le partage et la projection de la tablette d'un autre élève
Raphael	5 ^{ième}	Révision de connaissances anciennes sur les quadrilatères	Travail individuel des élèves articulant activité papier-crayon et activité sur la tablette.	Une application dédiée « tablette » (utilisant du son) permet aux élèves de retrouver par catégorisation des propriétés des quadrilatères qu'ils doivent reconnaître
Arnaud	4 ^{ième}	Révisions générales avant un contrôle	Travail collectif de petits groupes avec mise en commun finale, 1 tablette par élève mais avec des rôles différents (division du travail)	Production de courtes vidéos par les élèves avec leur tablette, envoyée et utilisées pour la mise en commun finale

Cécile	4 ^{ième}	Introduction d'une connaissance nouvelle : le théorème de Pythagore	Travaux individuels au sein de petits groupes, 1 tablette par élève. Les élèves doivent conjecturer le théorème à partir d'un fichier de géométrie dynamique	Utilisation d'un fichier collaboratif commun projeté pour que les élèves transmettent leurs conjectures
Gaëlle	3 ^{ième}	Introduction de connaissances nouvelles sur les variations des fonctions numériques	Travail en binôme avec deux tablettes et des écouteurs. Les élèves regardent une vidéo avec une tablette et font une carte mentale avec l'autre	Les cartes mentales sont projetées pour organiser une mise en commun et faire un bilan collectif sur la connaissance nouvelle
Raphael	6 ^{ième}	Les monstres réinvestissement des connaissances anciennes sur les cercles et introduction d'une définition plus formelle marquant le passage du primaire à la 6 ^{ième}	Travail individuel alternant papier-crayon et support tablette. La tablette permet de simuler une réalité dans une fenêtre de géométrie	L'environnement tablette étend l'environnement papier-crayon en offrant (actions et rétroactions)

Nos cadres théoriques ont évolué grâce au travail sur les usages en classe des tablettes. Nous partions d'une approche juxtaposée selon la théorie de l'activité (apports de Vygotski notamment sur l'importance de l'accompagnement des élèves) et d'une approche plus cognitive provenant de Piaget et de l'approche instrumentale en didactique des mathématiques. La méthodologie a ainsi évolué et abouti à des études des situations de classes selon trois axes : cognitif – en relation avec les apprentissages mathématiques visés ; pragmatique – en lien avec l'environnement et l'orchestration de la situation - et temporel (suivant Abboud et Rogalski). Plus précisément, nous avons fait appel à la notion de ZPD de Vygotski (1986) auxquelles nous avons rajouté les zones de libre mouvement - zones d'action promue (ZFM/ZPA) de Valsiner (1987).

Du point de vue cognitif, la ZPD désigne une zone de connaissances de l'élève qui englobe celles qui lui permettent de réaliser des tâches sans aides et celles qu'il est capable d'acquérir avec l'aide de l'enseignant. La ZPD représente donc un ensemble de possibilités de développement des connaissances. D'un point de vue pragmatique, l'enseignant met en place un environnement numérique de travail qui intègre des instruments pour soutenir la compréhension des notions mathématiques à apprendre par les élèves. Cette mise en place fait apparaître deux zones :

- La zone de libre mouvement (ZFM), qui structure l'environnement numérique de travail et la manière dont les élèves accèdent aux différentes zones de cet environnement et interagissent avec les différents instruments de ces zones ;
- La zone d'action promue (ZPA), qui délimite l'ensemble des actions promues par l'enseignant et qui vise à permettre l'acquisition des nouvelles connaissances visées

Ces deux nouvelles zones ne sont pas stricto sensu de nature cognitive. Elles structurent pour la première l'environnement de travail de l'élève et pour l'autre l'ensemble des actions promues par l'enseignant dans cet environnement. Cependant, ce que l'enseignant fournit (dans la ZFM) et ce qu'il promeut (dans la ZPA) sont interdépendants et sont considérés simultanément, d'où la combinaison des deux en ZFM/ZPA dans les travaux qui y font appel (Blanton et al. 2005). Pour que l'apprentissage soit possible, la ZPA doit être compatible avec la capacité d'apprentissage de l'élève (ZPD), et pour que l'approche prévue de l'apprentissage ait une chance de réussir, la ZPA doit se situer dans une ZFM « efficace ».

En lien avec ces concepts de zones, nous avons développé également un concept introduit précédemment par Robert et Vandebrouck (2014) : les proximités cognitives discursives. Ce concept permet de traquer les moments où l'enseignant, dans son discours, tente d'opérer des rapprochements entre ce qui se fait ou a été fait en classe et ce qu'il veut introduire. Ce concept a été introduit pour étudier les interventions de l'enseignant dans des environnements papier-crayon. Dans notre travail actuel, nous l'étendons à des environnements enrichis par les technologies. En effet, les interventions de l'enseignant dans ces environnements ne se situent pas toujours ni au niveau des connaissances mathématiques (proximités cognitives) ni au niveau du discours (proximités discursives). Nous introduisons ainsi la notion de proximités pragmatiques qui peuvent être discursives ou non (actions au-delà des discours) et qui sont en particulier relatives à l'utilisation des instruments présents dans l'environnement. Les proximités pragmatiques renseignent sur les opportunités que les enseignants offrent à leurs élèves, sous la forme de la ZFM/ZPA mise en place pour les engager dans les apprentissages mathématiques.

Nous recherchons a priori des proximités cognitives entre les activités développées par les élèves sur les tablettes et les apprentissages mathématiques visés. Nous avons finalement trouvé des proximités et des tensions, selon les axes cognitifs mais aussi pragmatiques. Certaines proximités et tensions ont notamment pu être qualifiées d'instrumentales au sens où elles embarquent du cognitif mais sont liées aussi à l'outil tablette, c'est-à-dire à l'axe pragmatique.

De façon générale, la plus-value tablette n'apparaît qu'à la marge selon l'axe cognitif. C'est le cas lorsque des applications logicielles dédiées à la tablette sont utilisées par les

élèves pour des tâches qui ne peuvent donc être réalisées qu'avec les tablettes. En général, les aspects cognitifs de la situation d'apprentissage sont plutôt relayés ou facilités par les tablettes – aides à la résolution des tâches plus faciles d'accès ; feedback plus immédiats... mais ils n'en sont pas constitutifs. Les évolutions principales liées à l'introduction de la tablette dans la classe se trouvent suivant l'axe pragmatique. La tablette fait en général évoluer l'environnement des élèves pour résoudre des tâches qui peuvent être proposées en papier-crayon mais qui de fait leur sont proposées différemment via la tablette. Ces évolutions de l'environnement selon l'axe pragmatique entraînent des évolutions afférentes dans l'activité du professeur dans son rôle d'enseignant (individualisation, différenciation des activités des élèves...), mais aussi l'activité de classe au niveau global (articulations différentes des phases individuelles et collectives, mises en commun plus ou moins faciles...). Ces évolutions de l'environnement peuvent s'ériger aussi bien en proximités (pragmatiques et/ou cognitives) qu'en tensions au sein de la classe. Le professeur doit en avoir conscience et prendre en compte et piloter cette nouvelle complexité dans la classe.

Le nouveau média tablette s'articule aussi aisément avec des média préexistants, ce qui en fait une différence fondamentale avec l'ordinateur, tout en permettant de reprendre la majorité de ses fonctionnalités – notamment l'utilisation des logiciels traditionnels en classe. C'est une proximité pragmatique, voire instrumentale, qui rapproche la tablette des autres environnements, papier-crayon notamment. Ce média permet ainsi souvent une souplesse entre phases individuelles et phases collectives de l'activité de classe, favorisant une certaine dynamique qui contribue à ce que la classe tourne. Certaines spécificités de la tablette y contribuent spécifiquement (aspects tactiles, manipulation facile, visionnage ou création aisée de vidéos pendant le temps de la classe...). En principe l'enseignant en est tout à fait conscient et organise de telles proximités. Mais si on zoome sur certains exemples de situations étudiées, liées à des contenus mathématiques spécifiques, les stratégies offertes aux élèves grâce à la tablette peuvent être modifiées, favorisant de l'activité qui n'est pas nécessairement celle attendue par le professeur. La tablette s'érige donc en tension instrumentale au sein de la classe, tension entre l'activité réelle des élèves et celle attendue par le professeur comme dans l'exemple développé ci-dessous.

L'exemple détaillé

Dans l'exemple suivant, la tâche est proposée successivement en papier-crayon et en environnement tablette (classe de 6ième).



Élève :

Traversée de la pièce

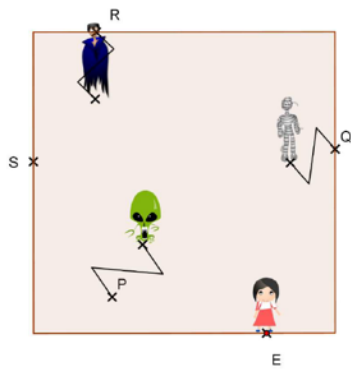
Fiche élève

6^e

Auteur : PETIT Raphaël © octobre 2019



Une petite fille vient d'entrer dans une pièce sombre par la porte E.
 La porte se referme violemment (clac !).
 Elle est verrouillée, impossible de l'ouvrir !
 Elle se retourne, ses yeux s'habituent à l'obscurité
 Ah ! Elle devine 3 monstres qui se réveillent !
 Vite ! Elle veut rejoindre la porte de sortie qu'elle aperçoit enfin en S ...



A toi de l'aider à traverser la pièce !
Dessine un chemin qu'elle pourra suivre sans se faire attraper.

Quelques informations utiles pour que tu puisses l'aider :

- la pièce est un carré de côté 8 m ;
- elle est représentée à l'échelle avec 1 cm pour 1 m en réalité ;
- un monstre est attaché au point P par une chaîne de 3,8 m de long ;
- un autre monstre est attaché au point Q par une chaîne de 3 m ;
- un dernier monstre est attaché au point R par une chaîne de 2,6 m.

Le professeur, Roger, a une vingtaine d'année d'ancienneté dans le métier. Il enseigne dans un collège de banlieue d'une grande ville du nord de la France ; le niveau des élèves est hétérogène. Il utilise les technologies depuis plus de 10 ans. Il est très familier de Géogébra et l'utilise régulièrement dans ses classes. Il est membre d'un groupe IREM et membre de la commission inter IREM sur les TICE. Son établissement est équipé en tablettes qu'il distribue aux élèves lorsqu'il les utilise pendant une séance. Selon lui, les élèves peuvent éprouver du plaisir à simuler des situations réelles grâce aux technologies et c'est avec cet esprit qu'il a conçu sa situation des « monstres » pour ses élèves de 6ième.

Dans cette situation, l'enjeu est de remobiliser les connaissances opératoires des élèves à propos du cercle afin d'en institutionnaliser une définition comme ensemble de points équidistants du centre. Les élèves ont déjà abordé la notion de cercle à l'école primaire mais en ont une connaissance plutôt opératoire liée à un enjeu de construction, identifiant centre et rayon et utilisant le compas. Avant la séance observée, les élèves

de Roger ont déjà manipulé GéoGébra pour construire sur une droite un point à une distance donnée d'un point fixe.

La séance est divisée en trois phases successives. Dans la première, la tâche est dévolue aux élèves. Le professeur s'aide avec sa tablette projetée au tableau montrant l'environnement numérique, alors que les élèves n'ont à ce moment-là à leur disposition que la fiche élève papier. Les élèves doivent développer un travail individuel sur cette fiche élève. Dans la phase 2, il y a un changement d'environnement : les élèves ont accès chacun à une tablette. La tâche est déclinée sur la tablette où des feedback « gagné / perdu » sont possibles, correspondants à la réussite ou l'échec du tracé d'un chemin de la petite fille pour atteindre le point S sans être mangée par un monstre (voir figures précédentes). Les élèves peuvent faire plusieurs essais. Un bilan intermédiaire est fait au tableau avec un élève et enfin, pendant la phase 3, les élèves font une production définitive sur leur fiche papier (les deux environnements coexistent) et doivent rédiger leur construction en utilisant un vocabulaire géométrique approprié.

La situation proposée et le relief sur l'enseignement de la notion en jeu

Il s'agit en fait d'une tâche papier-crayon que Roger a adapté pour l'environnement tablette. L'enjeu de la situation papier-crayon est de faire mobiliser la notion de cercle comme outil pour répondre à la question « aide la petite fille à traverser la pièce ». L'énoncé de la tâche pour l'environnement papier-crayon se trouve en figure 1.

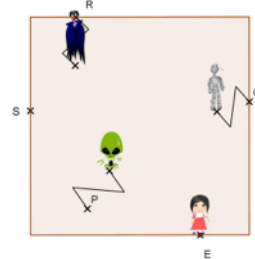
 Traversée de la pièce 6^e Fiche élève Auteur : PETIT Raphaël © octobre 2019 Elève : Une petite fille vient d'entrer dans une pièce sombre par la porte E. La porte se referme violemment (clac !). Elle est verrouillée, impossible de l'ouvrir ! Elle se retourne, ses yeux s'habituent à l'obscurité Ah ! Elle devine 3 monstres qui se réveillent ! Vite ! Elle veut rejoindre la porte de sortie qu'elle aperçoit enfin en S ... A toi de l'aider à traverser la pièce ! Dessine un chemin qu'elle pourra suivre sans se faire attraper. Quelques informations utiles pour que tu puisses l'aider : - la pièce est un carré de côté 8 m ; - elle est représentée à l'échelle avec 1 cm pour 1 m en réalité ; - un monstre est attaché au point P par une chaîne de 3,8 m de long ; - un autre monstre est attaché au point Q par une chaîne de 3 m ; - un dernier monstre est attaché au point R par une chaîne de 2,6 m.	
---	--

Figure 1. — Énoncé de la tâche proposée aux élèves (fiche élève).

L'enseignant part ici de l'hypothèse que les élèves ont une connaissance du cercle défini par son centre et son rayon. Ce qui est visé dans cette nouvelle situation, c'est le cercle comme objet géométrique, ensemble de points équidistants de son centre, la distance étant le rayon (programme de fin de cycle 3, classe de 6^{ième}). Il s'agit donc d'un changement de niveau de conceptualisation de la notion de cercle, d'une courbe produite par le compas à un ensemble de points constitutifs de cette courbe.

La notion de ZPD est ainsi cruciale dans notre analyse. L'apprentissage des élèves va supposer, non seulement des activités mathématiques de leur part sur la tâche proposée, mais aussi des proximités discursives à développer de la part du professeur (dans la ZPD) pour installer la connaissance nouvelle. Deux ZFM vont être en jeu, l'une liée à la fiche élève papier et l'autre liée à la même tâche dans l'environnement tablette. Roger a prévu une première proximité pragmatique, pour faciliter le passage d'un environnement à l'autre en fournissant sur papier la capture d'écran de la tablette (ZFM). Dans les deux environnements, la tâche porte sur la petite fille (« aide la petite fille à traverser la pièce ») et donc les actions promues (ZPA) concernent a priori la petite fille.

Analyse de la tâche en environnement papier-crayon

Pour résoudre la tâche dans l'environnement papier-crayon, les connaissances à mettre en fonctionnement concernent la mesure, les comparaisons de mesure et les cercles tracés avec un compas. Ce sont des connaissances anciennes, qui vont être mobilisées comme outil pour résoudre la tâche. Du côté des activités mathématiques attendues, il y a en premier lieu la reconnaissance du cercle comme outil puis le traitement lié aux constructions successives. Cette reconnaissance nécessite *un changement de point de vue* pour passer d'une centration sur la petite fille à une centration sur les monstres et leurs zones de prédation. Si les élèves ne font pas ce changement de point de vue ou ne reconnaissent pas que le cercle et le compas vont être outils, ils vont a minima procéder points par points en mesurant et comparant.

Nous avons déjà évoqué la ZPD plus haut. Si les élèves développent les activités mathématiques attendues, et dans la mesure où l'enseignant peut proposer des proximités discursives avec la notion de cercle, il peut y avoir un développement des connaissances des élèves. Mais du côté des ZFM/ZPA, on voit que les seules actions possibles des élèves concernent les essais de mesure de distance, les comparaisons, et des tracés de chemin de la petite fille. Seul le professeur peut valider ou invalider leurs constructions. Les monstres ne peuvent pas être déplacés sur la feuille et l'action de déplacer les monstres en « tirant » la corde pour délimiter des parties du plan qu'ils peuvent atteindre n'est pas dans la ZPA. Les élèves doivent donc dépasser cette ZPA restreinte et tracer d'eux-mêmes les parties du plan où les monstres peuvent agir en mobilisant la notion de cercle comme ligne frontière de ces parties de plan.

Analyse de la tâche en environnement tablette

Dans le nouvel environnement, les connaissances en jeu et les activités mathématiques attendues sont différentes (malgré la proximité pragmatique – instrumentale - prévue de garder le même visuel). La ZFM est enrichie par l'environnement tablette, avec la possibilité de déplacer les monstres et la petite fille, la possibilité de rétroaction et la possibilité de recommencer plusieurs fois. Cependant la ZPA est modifiée également et

de façon plus subtile. Les actions promues sont encore de déplacer la petite fille mais plutôt comme dans un jeu. Si elle rentre dans la zone d'un monstre, il y a une rétroaction immédiate « perdu » et le monstre capture instantanément la petite fille (figure 2a). Les élèves peuvent déplacer la petite fille et gagner (figure 2b) sans du tout mobiliser la notion de cercle et sans le changement de point de vue identifié dans la situation en papier-crayon.

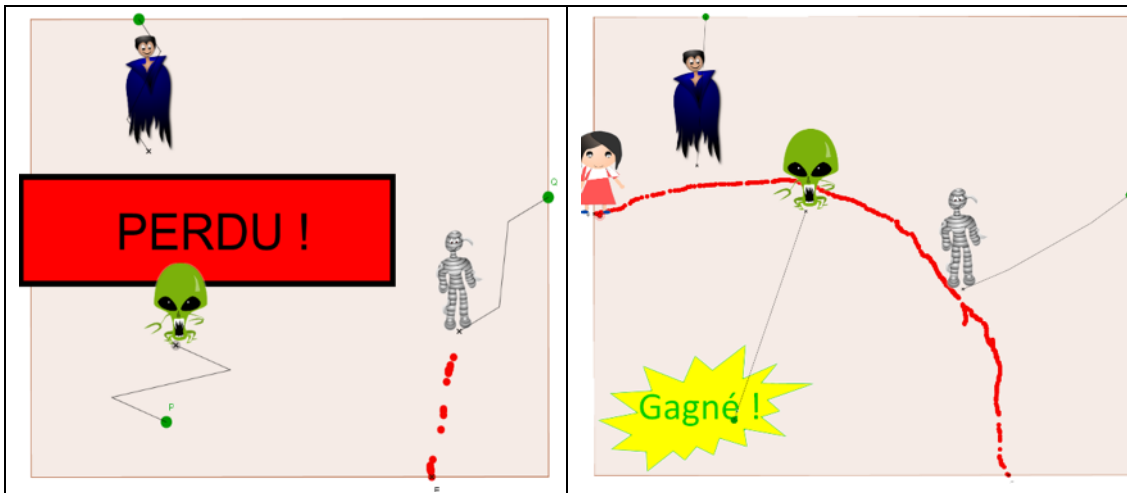


Figure 2a et 2b. – Environnement tablette.

Le complexe ZFM/ZPA ne favorise donc pas plus qu'en papier-crayon la mobilisation de la notion de cercle dans la ZPD des élèves, de sorte que le professeur puisse développer des proximités (cognitives ou pragmatiques). Pire encore, le complexe ZFM/ZPA, avec les feedbacks et l'aspect jeu, peut conforter les élèves dans les procédures du type essai/erreur. On peut ainsi prévoir une tension instrumentale (cognitive et pragmatique liée à la tablette) qui ne favorise pas la progression des élèves vers la connaissance visée.

Analyse de déroulement

Durant la phase 1, même avec des rétroactions du professeur qui pointe auprès des élèves les constructions fausses, ceux-ci n'ont pas développé les activités attendues (le changement de point de vue et la mobilisation du compas et des cercles). Comme on l'a vu dans l'analyse a priori, la ZPA ne favorise pas naturellement ces adaptations à la charge des élèves. Les figures 3a et 3b montrent des exemples emblématiques de productions d'élèves.

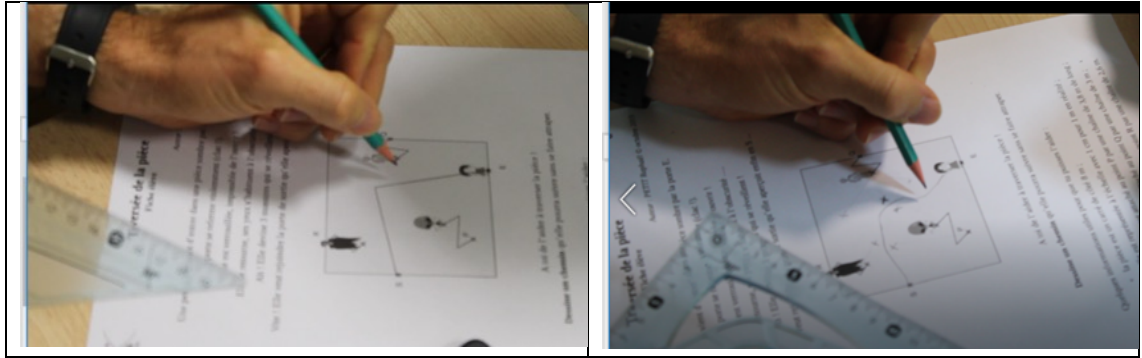


Figure 3a et 3b. – Productions d'élèves pendant la phase 1

On s'intéresse au passage de la phase 1 à la phase 2. Le professeur identifie que le changement de point de vue est une étape fondamentale dans l'activité des élèves et il change la tâche, d'abord inconsciemment, au moment du changement d'environnement (ZFM).

Moi je vous encourage à utiliser votre tablette pour bien comprendre comment ça se passe. Oui. Vous pouvez – non c'est mieux comme ça avec la tablette – vous pouvez prendre les points avec votre doigt (...) Vous allez déplacer votre... Vous allez pouvoir tester un petit peu. En déplaçant la petite fille. Et puis c'est ça qui m'intéresse aussi (...) Essayez de déplacer les monstres pour voir à quel endroit ils peuvent aller. D'accord ? Pour voir à quels endroits la petite fille n'a surtout pas le droit d'aller. Ça marche ? Aller essayez de tester un petit peu comme ça (...) Vous avez réussi à sortir d'accord. Alors maintenant essayez de dessiner sur le papier tous les endroits qui sont accessibles par l'un des monstres c'est-à-dire tous les endroits qui sont interdits d'accès à la petite fille.

Dans le changement de ZFM, le professeur joue donc également sur la ZPA : le déplacement des monstres et donc le changement de point de vue font maintenant partie de la ZPA. Devenant conscient de ce changement, le professeur va répéter cette nouvelle consigne plusieurs fois car la ZPA est sensiblement différente de ce qui était promu en environnement papier-crayon. Ce faisant, il suppose avoir opéré une proximité pragmatique permettant aux élèves de mobiliser leur connaissance sur les cercles. Toutefois, la trace des monstres n'est pas activée sur les tablettes des élèves donc même s'ils déplacent les monstres en « tirant » sur la corde, les élèves peuvent à nouveau ne pas visualiser des cercles. En outre, on peut « tirer » sur la corde sans décrire un rayon constant autour du monstre, comme l'illustre la fille au tableau dans la figure 4a (où la fonction trace est activée). L'activité sur la tablette peut donc encore éloigner les élèves de l'idée attendue de cercle. C'est une deuxième tension instrumentale. Le projet de l'enseignant de présenter le cercle comme outil géométrique permettant la résolution du problème, peut ne pas du tout être dans la ZPD de ces élèves-là. D'ailleurs, dans la phase 3 (figure 4b), de nombreuses constructions d'élèves sur leur feuille mettent bien en évidence que le changement de point de vue s'est produit mais ne

donnent pas du tout à voir des cercles. Beaucoup en restent à des prises de mesures discrètes autour de chacun des monstres pour identifier un chemin possible pour la petite fille.

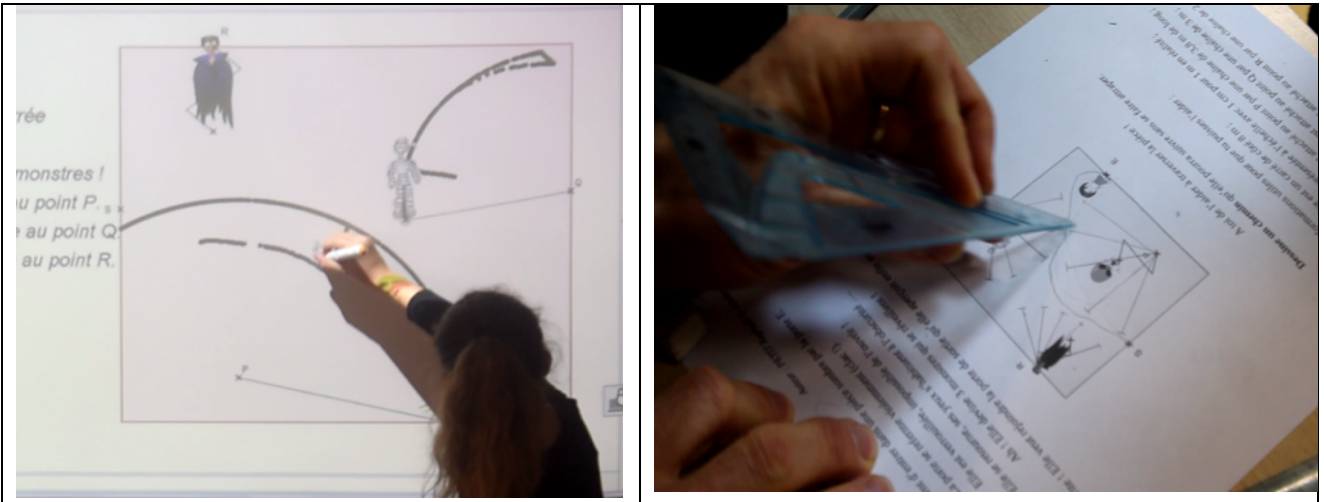


Figure 4a et 4b. – Synthèse et production d'un élève au moment du bilan

A la fin de la phase 3, même quand les élèves ont été mis sur la voie des cercles dans le bilan synthétique au tableau (en fin de phase 2), le professeur doit encore passer auprès de nombre d'entre eux pour s'assurer que ces derniers ont identifié l'utilité d'avoir recours à la notion de cercle et tracent effectivement des cercles, en opérant des proximités pragmatiques successives.

C'est quel objet mathématique tu as créé. D'accord ? Quel objet mathématique as-tu construit. Est-ce que ce sont des segments que tu as construits ? (...) Bien bah là t'as compris t'as réussi. Tu as relié tous les autres points que tu m'as montré tout à l'heure (...) T'as utilisé quel outil toi ? T'as utilisé quoi comme outil pour tracer tes limites ? Le crayon et puis c'est tout. Quel outil permet de tracer un cercle ? (compas) Et alors ? Pourquoi tu ne l'utilises pas ton compas ? Ah bah voilà si tu sais qu'il faut utiliser un compas il faut l'utiliser hein. Là est ce que ce dessin là il est précis ? Il est précis ton dessin ? Moi je veux un précis hein ? N'oublie pas que c'est la vie de la petite fille qui est en jeu. On ne prend pas de hein risque. Tu l'as ton compas ? Allez vas-y sors le.

Conclusion

Dans la migration de la situation papier-crayon à la situation tablette, le complexe ZFM/ZPA est modifié sensiblement et le professeur n'en est pas nécessairement conscient. Dans notre exemple, les feedbacks et l'aspect jeu confortent une ZPA au sein de laquelle la notion de cercle et l'idée du compas ne sont pas en jeu naturellement. Beaucoup d'élèves interagissent avec la tablette de façon perceptive, sans mettre en jeu des connaissances mathématiques (pas même la mesure et la comparaison qui étaient

a minima dans l'environnement papier-crayon). Du coup, il est compréhensible que les activités des élèves n'embarquent pas la notion de cercle pour la majorité d'entre eux. Les quelques élèves qui tracent spontanément des cercles dans la phase 3 sont déjà ceux qui les avaient identifiés dans la phase 1 (en « sortant » de la ZPA papier-crayon). On a donc un environnement qui favorise un complexe ZFM/ZPA qui conforte les élèves dans des procédures éloignées des connaissances en jeu (le cercle « outil » comme seule réponse pour le problème). Cela engendre une tension instrumentale dans l'activité de la classe dans la mesure où le professeur doit donner de nombreuses aides procédurales aux élèves pour installer la notion de cercle et pouvoir tenir ensuite son propos sur la définition nouvelle du cercle (avec des proximités discursives).

Axe n°3

Cet axe a été directement piloté par la C2I TICE. Dans le travail quotidien des équipes d'enseignants engagées dans le projet, la production de ressources pour la classe fait l'objet d'un archivage systématique. Ces ressources « vivantes » font l'objet d'un partage mutuel, d'expérimentations croisées, d'améliorations ponctuelles sur le site <https://tice.univ-irem.fr/>

DES OUTILS POUR L'ENSEIGNANT

Le mardi 18 février 2020

C2ITICE - SITE DE RESSOURCES NUMÉRIQUES ET PÉDAGOGIQUES

La commission inter-irem Tice met en ligne son site avec des ressources (geogebra, scratch, tablette,)

Publié le 18 févr. 2020

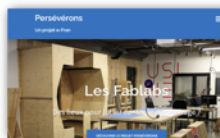
Écrire à l'auteur

CONTENU



Un site de ressources pour l'utilisation des tablettes en cours de mathématiques

L'impact de l'utilisation des tablettes sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques demeure un sujet encore peu exploré. Le projet de recherche Persévérans (PERSEVERance scolaire avec/par les Objets Numériques), porté par l'université via l'INSPE d'Aquitaine, et par le Rectorat de Bordeaux via la DANE, s'est donné comme enjeu de mieux comprendre l'engagement des enseignants et des élèves [...]



<http://perseverons.inspe-bordeaux.fr/>.

Le projet tablette a bénéficié d'un soutien dans le cadre du projet e-Fran "Persévérans".

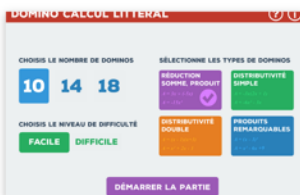
Les applications tablettes :



Symax

C2iT CA 18 avril 2020

Symax est un exerciceur permettant de travailler la symétrie axiale dès le cycle 2, sur un quadrillage de taille paramétrable. Il est possible de choisir différentes orientations pour l'axe : vertical,...



Domino CL

C2iT CA 11 novembre 2019

Domino CL est un exerciceur mathématique portant sur le calcul littéral en cycle 4 ou en seconde : Réduction simple et double distributivité, produits remarquables.



Domino Fractions

C2iT CA 11 novembre 2019

Domino Fractions est un exerciceur mathématique portant sur les opérations avec les fractions en cycle 4 ou en seconde.

Ce site utilise des cookies pour améliorer votre expérience. [Accepter](#) [Voir les utilisations](#)

Axe n°4

Notre étude a consisté en l'organisation du suivi d'une cohorte d'enseignants de mathématiques et l'appropriation de l'outil « tablettes » dans leurs pratiques professionnelles. En particulier, cette cohorte était constituée d'enseignants membres d'une communauté spécialiste des usages technologiques en classe (Commission Inter-IREM TICE – C2iTICE). En cela, l'enjeu de l'étude n'était pas tant d'examiner la diversité des trajectoires d'appropriation des tablettes (une telle diversité ne pouvant que faiblement s'exprimer dans une cohorte composée d'enseignants technophiles et donc, dans une certaine mesure, acquis à la cause technologique dans l'éducation) que de documenter à partir de l'étude de telles trajectoires pour partie très homogènes, les différents points de passage rencontrés dans le développement des usages.

De ce point de vue, le suivi de cette cohorte technophile, et persévérante de fait, a permis de montrer d'une part que des défis techniques avaient dû être relevés (mise en réseau des tablettes, communication entre tablettes, déploiement d'applications sur une flotte de tablettes, mise à jour de la flotte, etc...) exigeant de la part des enseignants une forme de grande créativité et des compétences techniques assises. D'autre part, ce même suivi longitudinal a permis de pointer la nécessité chez ces enseignants de penser, construire et développer de nouvelles formes d'orchestration du travail en classe en imaginant des dialectiques entre travail papier-crayon et travail dans l'environnement tablette. De la même manière, une forme de créativité a été à l'œuvre dans de nouveaux rôles et places de l'enseignant et des élèves dans cet espace reconfiguré de la classe.

Il ressort ainsi clairement de ce suivi que les trajectoires d'appropriation des tablettes chez des enseignants, par ailleurs disposant de compétences fines dans l'usage des technologies en classe, sont des trajectoires délicates à négocier, dans la mesure où elles restent balisées par de nombreux obstacles à lever, tant du point de vue technique que du point de vue de l'orchestration en classe. Un tel constat permet de questionner et d'entrevoir ce que pourrait recouvrir un déploiement des tablettes à une échelle plus grande. Un tel changement d'échelle pose notamment la question du nécessaire accompagnement des enseignants dans la construction de ces trajectoires d'usages des tablettes en classe, afin que de telles trajectoires n'avortent précocement (ou à tout le moins rencontrent des phénomènes de « plafond de verre » et restent sur des plateaux bas). Les conclusions que nous tirons ici de notre étude sont, in fine, proches d'autres études concernant le déploiement généralisé de technologies en classe, transcendant le type de technologie lui-même (Miller 2003, Glover et Miller 2007, Train 2013, Trouche 2003, Haspekian 2008). Au-delà donc de la seule persévérance, ces constats apparaissent d'autant plus cruciaux que l'enquête à grande échelle que nous avons conduite parallèlement dans le projet auprès d'enseignants utilisateurs des tablettes mais également auprès d'enseignants non-utilisateurs et possiblement intéressés par

cette technologie, montre, en ce qui concerne les utilisateurs, un éventail d'usages assez restreint. Concernant les non-utilisateurs, apparaît par ailleurs une sous-estimation et une faible prise en compte des besoins qu'engendre l'introduction des tablettes en classe de mathématiques.

Concernant les apprentissages mathématiques des élèves, notre étude faisait l'hypothèse d'un lien étroit entre nature de l'activité mathématique (instrumentée ou non) des élèves et effets sur les apprentissages. De ce point de vue, il s'agissait de ne pas dissocier la persévérance dans les tâches de la nature des tâches et des apprentissages, qu'ils soient visés ou effectivement construits. Une telle hypothèse largement assise en didactique des mathématiques est par ailleurs largement documentée dans différents travaux concernant l'usage des technologies en classe. Vandebrouck (2008, partie 3) montre par exemple, dans le cas de l'usage des bases d'exercices en ligne (BEL), la mise en place de stratégies d'élèves coûteuses en temps ou visant à avancer coûte que coûte dans les exercices (notamment des phénomènes de pêche), qui éloignent des apprentissages visés mais qui pour autant permettent de réussir la plupart du temps les tâches proposées. De la même manière, d'autres recherches (Lagrange, 2000) ont montré dans le cas des calculatrices symboliques des techniques mises en place par les élèves éloignées des techniques idoines. Ces différents travaux s'accordent en particulier sur le fait que si la valence pragmatique des techniques instrumentées à l'œuvre dans ces différents environnements est aisément investie, la valence épistémique de ces mêmes techniques demeure bien plus délicate à circonscrire.

D'autre part, des études longitudinales et à grande échelle (suivi d'une grande cohorte d'élèves sur un temps long) ont montré que le lien entre usage d'une technologie et effets sur les apprentissages était délicat à établir. Par exemple, Somekh et al. (2007) et Smith et al. (2006), dans leurs études respectives sur les TBI organisant le suivi de 2000 élèves sur plusieurs années, arrivent à la conclusion commune que si une amélioration de la motivation et du comportement des élèves est notée, cette dernière tend à s'amointrer et surtout que les effets sur les apprentissages des élèves ne tiennent pas tant à l'usage de la technologie qu'à la nature des tâches proposées. Dans notre travail, et en conformité avec le cadrage théorique retenu, l'examen de différentes études de cas ont bien montré l'existence de tels phénomènes. Par exemple, (voir notamment l'intervention au colloque LUDOVIA) dans le cas d'une séance sur le cercle en classe de sixième, si l'investissement des élèves dans la tâche a pu être constaté, l'activité instrumentée des élèves au sein de l'environnement tablette et en prise d'appui sur une ressource construite par l'équipe enseignante impliquée dans le projet a plus volontiers éloigné les élèves de la conceptualisation du cercle ici visée, malgré une forme de réussite apparente dans la tâche proposée. Du côté de l'action enseignante, ce sont plus

volontiers des aides procédurales⁸ (ie tournées vers l'accomplissement de la tâche) plutôt que des aides constructives (ie orientées vers la conceptualisation des objets mathématiques) qui sont à l'œuvre dans la conduite d'une telle séance. Plus encore, c'est possiblement des difficultés pour l'enseignant d'une réelle prise en compte d'un tel décalage entre l'activité mathématique des élèves et l'apprentissage effectif.

Au-delà de cet exemple, nous retenons de cette étude que, si nécessité il y a de disposer de la pleine adhésion des enseignants dans la construction de trajectoires d'appropriation de nouvelles technologies, il s'agit également pour la recherche de penser la construction d'ingénierie d'intégration de ces technologies prenant en compte la complexité des phénomènes à l'œuvre dans ce construit, qui relèvent à la fois de persévérance des différents acteurs –enseignants et élèves - mais tout autant de l'accompagnement technique, pédagogique et didactique des cohortes. En particulier, la persévérance chez les élèves ne peut être interrogée au mieux qu'à la lueur des relations entre activités et apprentissages. La seule prise en compte de la persévérance dans une tentative de mise en lien directe avec des apprentissages est vaine et risquerait de produire des résultats en « trompe l'œil ».

⁸ Même si nous n'excluons pas que des aides procédurales formulées par l'enseignant puissent parfois s'ériger en aides constructives pour le sujet élève lui-même...

Diffusion et valorisation des résultats

Communications

Articles scientifiques (avec comité de lecture)

- Abboud, M., Vandebrouck, F. (à paraître en 2022). Tensions and Proximities in teaching-learning activities: Case study of a teacher's implementation of tablet-based lessons, *The Mathematics Teacher in the Digital Era – Second edition*, éditeurs Alison Clark-Wilson, Ornella Robutti, Nathalie Sinclair
- Vandebrouck F. (2020) Proximities: mediations to foster mathematical students' activities towards the new knowledge – one example with video and tablets, *The 14th International Congress on Mathematical Education*, Shanghai, 12th –19th July, 2020 (annulé)
- Vandebrouck, F., Jaworski, B. (2019). Role of tablets in teaching and learning mathematics. In Jankvist, U. T., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Veldhuis, M. (Eds.). (2019). *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11, February 6 – 10, 2019)* (pp. 3001-3002). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME

Communications et ateliers proposées par les équipes d'enseignants

- Vandebrouck, F. (2021). Atelier associé au cours de Maha Abboud, 21^{ième} école d'été de didactique des mathématiques, 18-24 octobre 2021
- Le Beller C., Boudon R., Padilla P., Papineau G., Piques H. (2018). Utilisation de tablettes numériques en classe de mathématiques, colloque inter IREM de Lyon « Des mathématiques dans notre environnement », 21-22-23 juin 2019, IREM de Lyon
- Padilla P., Bourdon R. (2019). Exemple d'utilisation des tablettes, colloque du cinquantième des IREM, Besançon, 9, 10 et 11 mai 2019, IREM de Besançon



Indicateurs

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	0	
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	0	
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	12	Plus 2429 pour l'étude quantitative (questionnaire axe 1)
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	Mathématiques
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	12	
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1500 élèves environ	Une douzaine de professeurs avec chacun une classe équipée sur 4 années
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Rectorats, réseau des IREM, INSPE	
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	3	

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
Interventions dans des colloques scientifiques en France	3	
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger	1	
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	1	Une perspective est aujourd'hui envisagée dans le projet européen Enlight
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	1	Master Didactique Université de Paris
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ⁹	2	MEEF INSPE de Bordeaux et INSPE de Paris
Commentaire		

⁹ Indiquer le décompte des interventions et non le nombre d'heures par intervenant.

Bibliographie

- Blanton, M.L., Westbrook, S., & Carter, G. (2005). Using Valsiner's Zone Theory to Interpret Teaching Practices in Mathematics and Science Classroom. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 5–33.
- Glover, D. and D. Miller (2005). Leadership implications of using interactive whiteboards : linking technology and pedagogy in the management of change. *Management in Education* 18(5), 27–30.
- Haspekian, M. (2008). Une genèse des pratiques enseignantes en environnement instrumenté. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*.
- Lagrange, J-B. (2000). L'Integration d'Instruments Informatiques dans l'Enseignement: Une Approche par les Techniques (The Integration of technological Instruments in teaching/learning: An Approach from the techniques). *Educational Studies in Mathematics*, 43(1), 1-30
- Miller, D. (2003). Developing interactive whiteboard activity. *Micromath* 19(3), 33–35. Miller, D., D. Averis, V. Door, and D. Glover (2005). How can the use of an interactive whiteboard enhance the nature of teaching and learning in secondary mathematics and modern foreign languages: ICT Research Bursaries. Rapport proposé au Becta.
- Robert, A. & Vandebrouck, F. (2014). Proximités en acte mises en jeu en classe par les enseignants du secondaire et ZPD des élèves : analyses de séances sur des tâches complexes. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 34(2/3), 239–285.
- Train, G. (2013). *Le tableau blanc interactif, un outil pour la classe de mathématiques ?* Paris : Université Paris Diderot. Thèse de Doctorat en didactique des mathématiques.
- Trouche, L. (2003). Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. Document pour l'Habilitation à Diriger les Recherches, Université Montpellier II.
- Valsiner, J. (1987). *Culture and the development of children's actions: A cultural–historical theory of developmental psychology*. New York: John Wiley & Sons.
- Vandebrouck F. (2008). *La classe de mathématique : activité des élèves et pratiques des enseignants*, Ouvrage collectif, Edition Octarès, Collection Travail et Activité Humaine
- Vygotski, L.S. (1934/1986). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.

Projet 2 / Évaluation de l'intégration de tablettes et des tableaux interactifs dans des enseignements disciplinaires à l'école maternelle

Équipe projet

Estelle BLANQUET, MC 70

Rappel des objectifs du projet

L'objectif initial du sous-projet Persévérons « Tablettes » à l'école maternelle pour l'enseignement des sciences était de comparer l'appropriation par des élèves de maternelle d'éléments de méthode scientifique — plus particulièrement le test de la reproductibilité et de la robustesse d'une expérience — en présence ou non de tablettes.

Hypothèse

L'hypothèse de départ était que la réalisation de cahiers d'expériences numériques (utilisation du logiciel *bookcreator*) et l'utilisation libre des tablettes par les élèves faciliteraient l'accès et le retour sur les expériences réalisées en classe par petits groupes ainsi que la comparaison des résultats obtenus par les différents groupes d'élèves et donc l'appropriation par les élèves d'éléments de méthode scientifique, comme la nécessité de tester la reproductibilité et la robustesse d'une expérience pour en assurer sa fiabilité.

Méthodologie

Pour évaluer l'impact possible de l'outil numérique sur cette appropriation, un questionnaire (entretien guidé) a été conçu pour pouvoir comparer les réponses d'élèves de maternelle n'ayant pas bénéficié d'un enseignement explicite de ces éléments de scientificité à des élèves ayant bénéficié d'un enseignement explicite avec et sans tablettes. 149 élèves de grande section de maternelle (GS) n'ayant pas participé au projet ont été interrogés en juin 2016 (groupe témoin).

En complément des entretiens des élèves, l'enregistrement vidéo systématique des séquences réalisées en classe à l'aide de caméras à 360° devait permettre, d'une part, de s'assurer que les enseignants introduisaient effectivement les éléments de scientificité explicitement auprès de leurs élèves dans la mise en œuvre des séquences pour lesquelles ils recevaient formation et matériel pédagogique et, d'autre part, d'observer les réactions des élèves à cette enseignement explicite.

Rappel du calendrier

La première année, année test (2016/2017), consistait à former des enseignants de Gironde pour leur permettre de s'approprier le contenu épistémologique, les enjeux de la recherche et les séquences conçues pour un travail explicite sur les éléments de scientificité avec les élèves, les enseignants participant à l'adaptation des séquences au contexte de leur classe pendant la formation. Les premières séquences mises en œuvre en parallèle de la formation n'ont pu être filmées faute de matériel disponible. Une partie des enseignants a néanmoins réalisé des enregistrements sonores exploitables et 90 entretiens d'élèves de GS ont été menés en juin 2017.

La seconde année (2017/2018) a permis une première mise en œuvre enregistrée des séquences dans les classes. Une formation complémentaire des enseignants aux séquences a été menée. En parallèle, la transcription et l'analyse des premiers enregistrements ont révélé les difficultés des enseignants à modifier leur pratique, l'enseignement explicite était une nouveauté pour eux. Les vidéos des séquences et les entretiens réalisés en fin d'année scolaire (juin, 150 élèves de GS interrogés) ont fournies les premières données. Il est à noter que dès la seconde année les enseignants ont reçu une tablette par classe (sans formation spécifique) : aucun ne l'a utilisé spontanément pour faire des sciences.

La troisième année (2018/2019) visait :

- 1/ à former les enseignants à l'utilisation des tablettes (création de cahiers numériques et retour sur les expériences dans le cadre du projet)
- 2/ à ce que les enseignants mettent en œuvre des séquences incluant cette fois la réalisation de cahiers numériques
- 3/ à récupérer les données sur des élèves ayant bénéficié d'une formation introduisant explicitement des éléments de méthode scientifique pendant deux années consécutives au moins.

Suite à la suppression des formations par la DSDEN 33, les étapes 1 et 2 n'ont pu être réalisées mais une part importante des enseignants a décidé de poursuivre le projet sur la base du volontariat (formation sur leur temps libre, limitée à assurer la continuité du projet, uniquement sur les séquences à mener en classe). Les enregistrements vidéo des séquences menées par les enseignants volontaires ont donc été recueillis et 145 élèves de GS ont été interrogés en juin (étape 3). En accord avec le Rectorat et le DASEN des Pyrénées-Atlantiques, le projet a redémarré avec trois écoles à Pau (6 enseignants). Une formation des enseignants impliqués dans le projet sur leur temps de travail a été mise en place (dans le cadre de la formation continue) et ils ont bénéficié de l'expérience acquise avec les enseignants girondins, l'année 2018/2019 devenant la nouvelle année-test.

La quatrième année du projet (2019/2020) consistait côté girondin à faire vivre aux élèves des séquences déjà menées par les enseignants volontaires en 2016/2017 pour obtenir des données filmées sur ces séquences. La mise en œuvre devait avoir lieu de janvier à juin mais les conditions sanitaires ont conduit à un recueil trop parcellaire des données pour être exploitable et les entretiens des élèves n'ont pu être réalisés en juin. Côté palois, la première année de recueil des données n'a pu être réalisée et la formation des enseignants a été stoppée nette par les conditions sanitaires.

L'année 2020/2021 a permis en Gironde de recueillir auprès de six enseignants ayant décidé de prolonger le projet des données partielles (enregistrements vidéo des séquences et 130 entretiens d'élèves). Les conditions sanitaires n'ont en effet pas permis un déroulement satisfaisant : les enseignants sont tombés malades ou ont dû accueillir dans leurs classes les élèves d'enseignants malades ou se sont retrouvés sans ATSEM (agent territorial spécialisé des écoles maternelles). A Pau, les difficultés rencontrées ont été les mêmes et la formation des enseignants étant réalisées à distance, il n'a pas été possible de les former comme prévu à l'utilisation des tablettes.

Résultats obtenus : description des livrables

Le questionnaire conçu pour évaluer l'appropriation des éléments de scientificité testés (primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse) par des élèves de grande section de maternelle s'avère pertinent. Cette première étape a fait l'objet de publications et communications. La comparaison des résultats des élèves de 2016 (GS, hors projet) avec ceux des élèves 2018 et 2019 (GS, enseignement explicite) montre une augmentation significative des réponses incluant une justification pertinente (rédaction d'article en cours). L'analyse des vidéos réalisées montre que les enseignants se sont appropriés la nouvelle pratique à laquelle ils ont été formés et que l'explicitation des éléments de scientificité à leurs élèves est intégrée à leur pratique quoiqu'avec des disparités d'un enseignant à l'autre.

Les enseignants n'ayant pas encore mis en place de séquences intégrant systématiquement les tablettes numériques, il n'est cependant pas encore possible d'évaluer l'impact de cette approche sur les élèves. L'absence d'utilisation spontanée des tablettes pour la réalisation de cahiers numériques à l'école maternelle (tablettes ouvertes, avec possibilité d'y intégrer de nouvelles applications, sans limitation d'usage) fournit néanmoins des indications fortes d'une part sur la capacité des enseignants à gérer à la fois une mise en œuvre expérimentale et numérique et d'autre part sur leurs usages possibles en situation « normale » de classe. Si certains enseignants ont créé quelques cahiers numériques en 2020/2021, cette démarche nous semble en effet plus répondre aux sollicitations du chercheur qu'à une réelle motivation.

Alors qu'ils n'ont que très peu réalisé de cahiers numériques, certains ont en effet largement utilisé les tablettes pour réaliser des photos ou des petits films (activités sportives, sorties scolaires, etc.) ou y ont téléchargé des applications pour leurs élèves et les ont utilisées comme outil d'apprentissage individualisé. Dans le cadre des séquences de sciences, les enseignants en revanche ont très majoritairement utilisé le support « affiche » et les cahiers d'expériences « papier ». Le logiciel de bookcreator étant très intuitif, il nous semble y avoir dans cette quasi-absence de conception de cahiers numériques plus un choix délibéré des enseignants (en absence néanmoins de formation à la création/utilisation des cahiers numériques dans le cadre du projet) qu'une difficulté d'utilisation du logiciel.

De fait, l'absence dans les classes de tableaux numériques (aucune classe participante n'en bénéficiait) rend souvent plus facile pour les enseignants lors d'un regroupement de l'ensemble des élèves (28-30 élèves le plus souvent) la présentation à tous d'une affiche plutôt que de l'écran d'une tablette de taille bien plus limitée. Les affiches se révèlent par ailleurs souvent plus accessibles aux élèves que le contenu d'une tablette : en petit groupe, un enfant peut montrer un élément ou s'appuyer sur un dessin, ou une

photo présente sur une affiche pour se justifier auprès de ses camarades beaucoup plus facilement que sur une tablette. La construction d'un cahier numérique semble donc poser pour les enseignants plus de difficultés qu'elle n'en résout, ce qui pourrait expliquer leur manque de motivation à s'emparer de cette proposition alors qu'ils se sont emparés des autres dispositifs (comme l'analyse des vidéos l'atteste) et que certains d'entre eux ont utilisés les tablettes pour d'autres usages plus traditionnels.

En complément du projet, un entretien avec les enseignants engagés dans la recherche sera réalisé en 2022, une fois que les conditions sanitaires leur permettront d'être de nouveau disponibles, pour élucider les difficultés réelles et perçues pour l'utilisation initialement prévue et les usages pragmatiques des tablettes.

Diffusion et valorisation des résultats

Plusieurs communications et articles ont été réalisés.

Une diffusion plus large des résultats est prévue à partir de septembre 2022 avec le lancement du Plan Sciences en Formation continue (les priorités ministérielles n'ayant pas permis d'intervention en sciences en formation continue des enseignants du primaire ces quatre dernières années).

Chapitres d'ouvrage

- Blanquet, E. (2021). Contrarier l'intuition pour évaluer l'appropriation d'éléments de méthode scientifique à la maternelle ? in Frédéric Charles (dir.), *Pour une éducation scientifique et technologique pour les enfants de moins de 6 ans*. France : Presses Universitaires de Grenoble Alpes, col. *Enseigner les Sciences*
- Blanquet, E. & Picholle, É. (2019). "Science or Magic? Reactions of 5-Year-Old Pupils to a Counterintuitive Experiment". in McLoughlin, E., Finlayson, O.E., Erduran, S., Childs, P. (dir.), *Bridging Research and Practice in Science Education*, vol. 6. Pays-Bas : Springer Ed., col. *Contributions from Science Education Research*, pp. 191-206.
- Blanquet, E., Siry, C. & Picholle, É. (2019). De l'utilité d'une seconde analyse de vidéos : croiser les cadres théoriques pour favoriser l'identification de compétences (pré-)scientifiques chez des élèves d'école maternelle. in Verscheure, M., Ducrey Monnier, M., Pélissier, L. (dir.), *Contributions au comparatisme en didactique à l'intelligibilité des pratiques d'enseignement et de formation*. France : Presses universitaires du Midi, pp. 215-224.

Conférences invitées

- Blanquet, E. (2023). A bottom-up approach of the nature of (kindergarten) science: Elements of scientificity for early-years science education. *Science and STEM in the Early Years : setting the scene for innovation*. 7-11 juin 2023, Ottawa, Canada. SSEY 2022, <https://www.ssey.ca>
- Blanquet, E. (2021). Making elements of scientificity explicit for Kindergarten Teachers"
- Symposium invité *Early Years Science*, 14^{ème} conférence ESERA, 30 août-3 septembre 2021, en ligne.
- Blanquet, E (2020). Establecer una relacion saludable con la ciencia desde edducacion parvularia. Congreso nacional e interregional del programa de indagacion cientifica para ensenar ciencias (ICEC). Ministère de l'éducation du Chili, Université de Tarapaca, Université de O'Higgins. Chili, 5 octobre 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=vHpV5NmSokI>

Communications orales

- Blanquet, E. & Picholle, É. (2021). Quels critères de scientificité pour “l'exploration du monde” à l'école maternelle ? *Société de Philosophie des Sciences, Mons, Belgique, 7-11 septembre 2021*.
- Blanquet, E. & Javerzat, M.-C. (2018). La co-activité langagière en démarche d'investigation : contribution des sciences du langage à l'analyse d'une pratique d'enseignement des sciences à l'école maternelle. *Conférence ARCD, Bordeaux, 10-13 octobre 2018*.
- Blanquet, E. & Picholle, É. (2018). Une expérience contre-intuitive pour évaluer la compréhension de la reproductibilité. Cas d'élèves de grande section de maternelle. *Dixièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST, Saint-Malo, 27-30 mars 2018*.

Séminaire à l'étranger

- Elements of scientificity for early-years science education: a bottom-up approach of the nature of (kindergarten) science, *Séminaire pour l'université de Kristianstad, Suède, 20 avril 2021*.
- Teaching Nature of Science at Kindergarten level: a bottom-up approach of the nature of (kindergarten) science, *Séminaire pour l'université de Kalmar, Suède, 16 décembre 2021*.

Organisation de journées d'études incluant une présentation de Persévérans

- Premières journées internationales, ESERA SIG 1 Workshop : Current Trends in Early Years Science Education Research - *Tendances actuelles de la recherche sur l'école maternelle en didactique des sciences. Bordeaux, 8-10 avril 2019*.
<https://3-7yoscience19.sciencesconf.org/>

Mémoires Master / Prix La Main à la Pâte

- Quatre étudiants du Master MEEF premier degré, Florence Saumet-Cerf, Marie-Morgane Lacazette, Sarah Bardou, Franz-Heribert Debande ont été récompensés en janvier 2021 par l'Académie des Sciences avec le second prix de la Fondation La Main à la Pâte pour leur mémoire de recherche sur l'appropriation des critères de scientificité par les élèves de maternelle (juin 2020).
- Au total : 23 mémoires d'étudiants de Master MEEF réalisés sur le projet

Indicateurs

Indicateur	Nombre d'acteurs d'actions	ou Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	Isaac Henandez
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	35	
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Physique	
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	13	
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1700	
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	INSPE de Bordeaux	
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	3 Cf ci-dessous	
Interventions dans des colloques scientifiques en France	2 Cf ci-dessous	
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger	6 Cf ci-dessous	
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Robotique		
Tablettes		
Fablabs		
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Robotique : compétitions+ téléprésence		
Tablettes		
FabLabs		
Commentaire		

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	1	Projet BD Art et Sciences avec utilisation de tablettes pour créer des BD
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA		
Post-docs en emploi au terme du contrat financé par le PIA		(Préciser la destination des post-doc financés)
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation		
Commentaire		

Indicateur	Nombre	Précisions
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	5	Animations pédagogiques et dispositif FIL (Bordeaux, Agen, Pau)
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ¹⁰	20	Formations M1 et M2 MEEF premier degré
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN		
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux		Prix mémoire La Main à la Pâte obtenu en 2021 par 4 étudiants en Master MEEF premier degré
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN	En cours de création	Projet ERASMUS Early Years Science Partenariat avec la Suède
Commentaire		

PARTIE 3

PROJET ROBOTIQUE

Le potentiel des activités pédagogiques robotiques, et en particulier le rôle de l'instanciation physique de ces activités, dans lesquelles la manipulation d'objets numériques est centrale, semble prometteur. Cependant, les impacts pédagogiques et motivationnels ne dépendent que partiellement de l'outil technologique utilisé (la robotique), mais plutôt du contexte et de la manière dont il est utilisé dans le cadre éducatif. Dans le projet, les équipes concernées proposaient de réaliser des études sur le terrain permettant de caractériser précisément les impacts motivationnels de ces activités pédagogiques robotiques en fonction des contextes et des méthodes selon lesquelles elles sont mises en place. Ce type d'étude, par son ampleur, renouvelle les travaux existants au niveau international ¹¹, et est essentiel pour construire une vision à long terme permettant de disséminer de manière durable et impactante ces outils pédagogiques numériques, et en particulier pour contribuer à améliorer la persévérance scolaire. Ces études reposent en particulier sur une expertise scientifique des mécanismes de motivation, notamment intrinsèque, qui est une composante essentielle pour la persévérance scolaire, ainsi qu'un réseau d'expérimentations en robotique pédagogique qui s'est déployé sur les territoires de la région Aquitaine, de l'école primaire au lycée et jusqu'aux IUT, à partir de kits robotiques pédagogiques innovants (Inirobot, Poppy et Rhoban).

¹¹ Voir par exemple Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), p. 367-382 et Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), p. 978-988.

Projet 1 / Robotique éducative : équipe Flowers (INRIA)

Équipe :

Thibault DESPREZ (doctorant), Benjamin CLEMENT (doctorant), Stéphanie NOIRPOUDRE (ingénieure pédagogique), Théo SEGONDS (ingénieur roboticien), Damien CASELLI (développeur web), sous la direction de Didier ROY et Pierre-Yves OUDEYER (DR Informatique)

Rappel des objectifs du projet

Le projet Poppy Education (Feder/CRA/Inria, 2014-2017, 1 Meuros) vise à constituer une plateforme qui ait un impact sociétal majeur pour l'éducation au numérique, par le biais de kits robotiques pédagogiques motivants permettant de déclencher des vocations pour la création numérique. Ces kits sont open-source et documentés sur le web (www.poppy-project.org/education) et comprennent en particulier les plateformes robotiques imprimées en 3D Poppy Torso et Poppy ergo Jr. Accompagnés d'activités pédagogiques « clés en mains », ils sont accessibles pour des débutants, permettant en particulier de remotiver les élèves en difficulté par une approche pédagogique très originale du monde numérique. Ils sont également utilisés dans des contextes différents, allant de l'enseignement d'informatique en Terminale ISN, à l'enseignement des sciences de l'ingénieur en première STI2D, à l'enseignement de découverte de la culture numérique en seconde, à l'enseignement des arts et de la danse de l'école primaire à l'université. Le projet visait notamment à étudier et modéliser plusieurs facteurs de l'influence motivationnelle de ces kits pédagogiques, en particulier :

- 1) les profils motivationnels et émotionnels des sujets ;
- 2) les classes d'âge ;
- 3) les lieux où sont pratiquées les activités pédagogiques (scolaire ou extra-scolaire/FabLabs) ;
- 4) la méthode pédagogique utilisée (dirigée et individuelle ou basée sur l'investigation scientifique en groupe).

Résultats obtenus : description des livrables

La modélisation algorithmique des mécanismes de motivations intrinsèques, très liés au phénomène de la curiosité, est au centre des travaux de recherche de l'équipe Inria Flowers. En particulier, l'équipe a développé des modèles permettant de comprendre comment ces mécanismes interagissaient avec les mécanismes de l'apprentissage et de la mémorisation¹² et a montré comment ils pouvaient contribuer à l'auto-structuration des trajectoires du développement cognitif. Dans le contexte du projet, l'équipe proposait de mettre en place ces outils théoriques et expérimentaux afin de pouvoir étudier de manière systématique les impacts motivationnels des activités pédagogiques robotiques en fonction des contextes de leur mise en place. Dans un premier temps, il s'agissait de sélectionner et adapter des indicateurs permettant de quantifier et de suivre l'évolution dans le temps de la motivation intrinsèque des étudiants et des enseignants, et dans le contexte d'activités pédagogiques basées sur les kits et les territoires concernés. Étaient visés, en particulier, des indicateurs permettant de mesurer l'impact de ces contextes pédagogiques sur le développement de comportements d'investigation scientifique spontanée dirigée par la curiosité et le plaisir d'apprendre. Afin de pouvoir étudier et faire varier ces différents facteurs, un ensemble de kits pédagogiques robotiques (et de méthodes pédagogiques associées) développés récemment en Aquitaine et sur des territoires variés a fait l'objet d'une approche scientifique et systématique sur leur impact et leur appropriation.

Le dispositif Poppy Éducation, à travers le kit robotique Ergo Jr, a connu un retour plutôt positif de la part de la communauté scolaire. L'équipe Poppy Éducation a pu observer ces retours et les pratiques qui y ont mené, et cela tant qualitativement que quantitativement. Il a été montré que la plateforme Poppy, notamment le robot Ergo Jr, pouvait avoir une grande variété d'usages et que ceux-ci modifiaient significativement la perception qu'en ont les utilisateurs. Cependant, certains éléments du kit, atouts comme faiblesses, font l'unanimité chez ces utilisateurs, dressant ainsi une carte d'identité du kit. Cette photographie vient en complément de la liste des caractéristiques techniques, pour contribuer à une meilleure visibilité des différents dispositifs proposés aux enseignants dans le cadre de l'apprentissage des sciences du numérique. Cette évaluation permet également de poser les fondations d'études plus complexes, notamment sur les apprentissages réalisés par les élèves, leur motivation et leur engagement dans les activités, l'évolution de leur perception des robots, de l'intelligence artificielle, et plus généralement leur appropriation de la pensée informatique. Le projet a pu montrer que d'autres domaines pouvaient être analysés,

¹² Voir notamment Oudeyer, P. Y., Kaplan, F., & Hafner, V. V. (2007). Intrinsic motivation systems for autonomous mental development. *IEEE transactions on evolutionary computation*, 11(2), p. 265-286, Oudeyer, P. Y., & Kaplan, F. (2009). What is intrinsic motivation? A typology of computational approaches. *Frontiers in neurorobotics*, 1, p. 6, Oudeyer, P. Y., Gottlieb, J., & Lopes, M. (2016). Intrinsic motivation, curiosity, and learning: Theory and applications in educational technologies. *Progress in brain research*, 229, p. 257-284.

comme l'acquisition de connaissance, la motivation ou les représentations, en fonction de l'utilisation du kit Ergo Jr (et de plusieurs caractéristiques), que ce soit sur des activités ponctuelles hors cadre scolaire, ou sur des activités tout au long de l'année en classe.

Après une phase de développement, plusieurs études d'utilisabilité ont été menées. Après une mise en conformité selon les directives du COERLE et de la CNIL, nous avons défini des protocoles d'expérimentations ponctuelles. Le protocole écologique, qui avait également été validé par les comités, n'a lui pas pu être mis en œuvre cette année. Deux expérimentations se sont déroulées directement en classe, une troisième dans les locaux de Inria-BSO et une quatrième sur le web via un sondage en ligne.

Expérimentation :

Au long terme, certain élément sur l'acquisition des connaissances ont pu être testés (concours CASTOR), de nouvelles activités ont été créées en classe par les enseignants ; des activités spécifiques (ponctuelles) ont été testées.

Après une phase de développement, plusieurs études d'utilisabilité ont été menées. Après une mise en conformité selon les directives du COERLE et de la CNIL, nous avons défini des protocoles d'expérimentations ponctuelles. Le protocole écologique, qui avait également été validé par les comités, n'a lui pas pu être mis en œuvre en 2019. Deux expérimentations se sont déroulées directement en classe, une troisième dans les locaux de Inria-BSO et une quatrième sur le web via un sondage en ligne.

Expérimentations

- En extérieur

- Intervention dans 5 Lycées d'Aquitaine (passations expérimentales)

Programmation robotique, impact de la formulation d'un problème dans la perception de l'effort : faut-il proposer une description abstraite ou une démonstration tangible ?

Objet robotique, une version virtuelle est-elle suffisante ? Dans quels contextes ?

- Intervention dans un centre de formation externe (test d'utilisabilité Thymio/ErgoJr)

- *In situ*

Test d'utilisabilité du PoppyDragster et impact de la modularité des ressources pédagogiques sur la perception du choix pour l'élève.

2 classes de Terminale S + « éléments ponctuelles » (bêta testeurs)

- *sur le web*

Étude grand public sur l'impact de la dénomination d'un objet robotique sur son acceptation.

Encadrement de Projets

- PoppyDiplo

Nina Docteur, Alexis Juven, Vincent Leconte, ENSEIRB-MATMECA –ENSC, Troisième, année option Robotique, février 2019. Durée du projet : 2 mois

- PoppyDragster

Tallulah Gilliard, stage MASTER 2 Human Computer Interaction and Design (HCID) at Kungliga Tekniska Höskolan (royal institute of technology, Stockholm). Durée du projet : 2 mois.

Autres

- créations d'activités pédagogiques
- maintien et amélioration de la plateforme ErgoJr
- accompagnement technique et pédagogique des utilisateurs (enseignants)
- animation forum (tout public)
- activités d'enseignement (école d'ingénieurs)

Un partenariat avec l'association Poppy Station (Inria, Ligue de l'enseignement, HESAM, EPFL Lausanne, IFÉ-ENS Lyon, laboratoire LINE INSPÉ Nice, Réseau Canopé, CERN, ...), structure qui gère désormais l'écosystème Poppy, a permis à Thibault Desprez (docteur en informatique obtenu dans le cadre de Persévérans) et Yoan Mollard (société Aubrune, chargé de mission Poppy Station) de collaborer pour faire évoluer le robot Poppy Ergo Jr, utilisé dans Persévérans, en précisant les points d'amélioration identifiés lors des expérimentations menées dans les classes et de mettre en place les correctifs et développements nécessaires. Ainsi, les matériels et logiciels ont évolué vers une version plus aboutie et plus fiable, publiée à destination de la communauté éducative en juin 2020 (<https://poppy.discourse.group/t/poppy-ergo-jr-new-software-updates-are-available-in-alpha-version/4925/2>).

Le robot Poppy ergo Jr a également été rendu compatible avec le logiciel ROS (<https://poppy.discourse.group/t/support-of-ros-available-for-poppy-ergo-jr/4963>) qui est devenu incontournable ces 3 dernières années dans le milieu de la robotique dans l'enseignement supérieur, afin de permettre aux lycéens des options informatiques de s'y initier et d'accéder ainsi à un Poppy Ergo plus performant avec des possibilités permettant une plus grande richesse encore dans les activités pédagogique. Robot Operating System (ROS), est un ensemble d'outils informatiques open source pour la robotique. Son développement est mené par l'Open Robotics. ROS est officiellement supporté par plus de 75 robots. Le partenariat avec la structure Poppy Station a également permis d'optimiser les activités pédagogiques pour la classe. Ainsi, les ressources pédagogiques associées au robot ont été améliorées et augmentées, dans la

forme et dans la stratégie pédagogique. Elles sont disponibles en open source et accès libre sur (<http://poppy-education.org/>), sous-domaine de l'association Poppy Station.

Thibault Desprez et Yoan Mollard ont également pu tester un nouveau robot éducatif pour la classe, Poppy Rosa, robot à roues, complémentaire du Poppy ergo Jr et permettant d'envisager de nouvelles activités pédagogiques pour les élèves de primaire (simplicité de programmation d'un robot à roues) et également pour les élèves de collège et lycée en vue notamment d'une initiation à l'intelligence artificielle, Poppy Rosa intégrant nativement des algorithmes de machine learning¹³. Poppy Rosa est à ce jour le seul robot roulant à monter soi-même disposant d'une caméra et intégrant un logiciel de machine learning entraîné pour la classification de formes et de couleurs. Poppy Rosa¹⁴ est un robot à roues, complémentaire à Poppy Ergo Jr. 15 enseignants du cycle 4 et du lycée expérimentent actuellement ce robot dans leur classe et vont émettre des recommandations pour son usage pédagogique.

¹³ Voir <https://www.youtube.com/watch?v=BjSzU6EHspg>

¹⁴ <https://github.com/poppy-project/rosa#le-projet-rosa--un-robot-ramasseur-dobjets>

Diffusion et valorisation des résultats

Communications

Communications en colloques

- Noirpoudre, S., Roy, D., Desprez, T., et al. (2017). Poppy Education : un dispositif robotique open source pour l'enseignement de l'informatique et de la robotique. *EIAH 2017 - Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, Jun 2017, Strasbourg, France. pp.8, 2017. [〈hal-01517941v2〉](#)
- Desprez, T., Noirpoudre, S., Segonds, T. et al.. (2018). Conception et évaluation de kits robotiques pédagogiques : Analyse écologique et expérimentale des utilisations de la robotique à l'école en termes de connaissances et de représentations. *Journée de l'EDMI*, Mar 2018, Bordeaux, France. [〈hal-01780511〉](#)
- Desprez, T., Noirpoudre, S., Segonds, T. et al. (2018). Poppy Ergo Jr : un kit robotique au coeur du dispositif Poppy Éducation. *Didapro 7 2018 – DidaSTIC Colloque de didactique de l'informatique*, Feb 2018, Lausanne, Suisse. pp.1-6. [〈hal-01650253〉](#)
- Desprez, T., Roy, D., Oudeyer, P.-Y. (2019). Les kits pédagogiques Thymio et ErgoJr. Étude de cas lors d'une journée de formation pour un public adulte et novice en robotique. *EIAH'2019, Atelier IHM pour l'éducation*, Jun 2019, Paris, France. [〈hal-02120958〉](#)

Communications orales

- Desprez, T. (2018). Table ronde : Impact de la robotique éducative sur le métier d'enseignant : quelle intégration dans la classe et dans l'établissement, quels impacts sur les pratiques pédagogiques ?, *RNRE Rencontres Nationales de la Robotique Educative*, Ifé Institut Français de l'Éducation, ENC-Lyon les 3 et 4 octobre 2018.
- Desprez, T. (2019). Stand au salon Meet-up & Educate, Bordeaux INP ENSEIRB-MATMECA, le 4 octobre 2018.
- Desprez, T. (2019). MT180 Ma Thèse en 180 secondes. Finale Régionale. Avril 2019.
- Desprez, T. (2019). Pitch Salon Edtech, Juin 2019, Paris, France.
- Desprez, T. (2019). Table ronde : Blade Runner le Mythe du Cyborg - *Club Arthur Dent - BGF - Bordeaux Geek Festival*, Juin 2019.

Posters

- Desprez, T., Noirpoudre, S., Segonds, T. et al.. (2018). Conception et évaluation de kits robotiques pédagogiques : Analyse écologique et expérimentale des utilisations de la robotique à l'école en termes de connaissances et de représentations. *Colloque e-Fran, Territoires éducatifs d'innovation numérique*, Jan 2018, Paris, France. pp.1, 2018. <[hal-01688310](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01688310)>
- Gilliard, T. (2019). Conception and testing of modular robotic kits based on Poppy Ergo Jr for educational purposes. *Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives (CJC2019)*, Mar 2019, Paris, France. (hal-02154848)

Thèses

- Desprez, T. (2020) Conception & évaluation de kits robotiques pédagogiques. Études écologiques et expérimentales sur l'impact de l'intégration de la robotique dans le milieu scolaire, en matière d'acceptabilité, de motivation et de connaissances, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux.
- <https://thibaultdesprez.com/ma-these/presentation/>
- Clément, B. (2018). Adaptive Personalization of Pedagogical Sequences using Machine Learning. Artificial Intelligence [cs.AI]. Thèse de Doctorat de l'Université de Bordeaux.

Indicateurs

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	2	Thibault Desprez (doctorant), Benjamin Clément (doctorant)
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	Thibault Desprez (du 01/04/2020 au 14/06/2020)
Commentaire Un des deux doctorants était financé côté Inria (Benjamin Clément)		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Environ 40	Dont 10 ayant fait l'objet d'une "étude de cas" https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03003748v2/document#page=288 Et environ 20 en contact direct
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	3	Sections ICN et ISN (devenu NSI) au lycée Technologie au Collège
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	3 écoles sup 31 lycées 4 collèges http://u.osmf.org/m/156571/	Dont 9 lycées et 1 collège ont participé directement aux expérimentations https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03003748v2/document#page=194

Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Environ 200	Dont environ 100 ayant participé aux évaluations quantitatives https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03003748v2/document#page=304
Commentaire Voir rapport d'activité ci-dessous.		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	6	Rectorat de l'Académie de Bordeaux Poppy Station Réseau Canopé Ligue de l'enseignement ENSAM Talence ("fil rouge Poppy" dans le cursus Bachelor) Dassault Systèmes (en collaboration avec ENSAM) https://edu.3ds.com/en/hub/digital-twin-with-poppy
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	Poppy Station
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	Yoan Mollard qui a eu un peu de financement pour du prototypage Poppy et Poppy Rosa (quelques mois)
Commentaire Voir rapport d'activité ci-dessous.		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	6	
Interventions dans des colloques scientifiques en France	15	Voir les rapports d'activité de l'équipe Flowers en ligne 2020 : https://raweb.inria.fr/rapportsactivite/RA2020/flowers/index.html ; 2019 : https://raweb.inria.fr/rapportsactivite/RA2019/flowers/uid261.html , 2018 : https://raweb.inria.fr/rapportsactivite/RA2018/flowers/uid366.html)
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger	10	<i>Exemples :</i> <i>Thibault Desprez pour Ergo Jr : un kit robotique au coeur du dispositif Poppy Éducation. Didapro 7 2018 – DidaSTIC Feb 2018, Lausanne, Suisse</i> <i>Didier Roy - LEARN DAY 2019, Berne, Suisse</i>
Commentaire Références:		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Robotique		De nombreux outils, activités et pratiques pédagogiques ont été partagées en open-source sur https://www.poppy-education.org/

3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école

Robotique : compétitions+ téléprésence		Participation à la robocup junior mondiale, où 2 équipes Poppy Ergo sont arrivées 2e et 3e à la finale internationale dans la section "on stage" en 2018 Laurent Verdier du Lycée Saint-Cricq de Pau https://www.lycee-saint-cricq.org/les-projets-sesaa/ Sylvain Soulard, collège Anatole France de Cadillac http://www.afcadillac.net/index.php/projet-s-eleves/archives/65-projets-2017-2018/316-1ere-place-pour-le-college-a-france-a-la-robocup-junior-2018
--	--	---

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	3	Trois projets de recherche collaboratifs avec des entreprises dans le domaine des edTech : entreprises evidenceB pour le projet Adaptiv'Maths (https://www.adaptivmath.fr/), OnePoint et CATIE
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA	1	
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation	3	3 thèses CIFRES edTech (evidenceB, OnePoint, CATIE)
Commentaire		

2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces

Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	7	Poppy ErgoJr à la RoboCup 28 Novembre 2019 Ligue de l'enseignement Nouvelle Aquitaine, Bordeaux Formation - Algorithmique et robotique, la tour de Hanoï 23 et 24 Mai 2017 « La Main à la Pâte » CEA, Saclay Formation continue des enseignants partenaires (une vingtaine de jours de formation sur 3 ans) Intervention Colloque robotique et éducation 18/07/17 Inria, Talence Intervention Colloque robotique et éducation 22/06/16, Inria Talence Intervention Journées collège 30/03/16 SNCEEL, Paris Intervention Salon pour l'enseignant 22/09/15 CCSTI Cap Sciences, Bordeaux
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ^[1]	4	Formation Poppy Ergo, INSPE Aquitaine 2016 Séminaire de recherche Persévérans 11/10/17 Inauguration, espace PI de l'INSPE Mérignac 11/07/18 Séminaire de recherche Persévérans 27/06/19
Commentaire		

3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN		Une carte des utilisateurs recensés est disponible sur: http://u.osmfr.org/m/156571/
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux		
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN	1	Création de l'association Poppy Station. Poppy Station rassemble des acteurs du monde économique, de la recherche, de la formation, de la culture et de l'éducation qui partagent une vision commune : la robotique est une chance quand elle est maîtrisée et mise au service de l'homme. Poppy Station a pour objet le développement et la préservation des écosystèmes robotiques et des technologies associées open source ou libres, dans tous les domaines où leur usage peut permettre ce développement et cette préservation, dans un esprit de transparence et d'ouverture. L'association porte une attention particulière aux domaines de l'éducation, de la formation, des arts et de la recherche. Web : https://www.poppy-station.org/
Commentaire		

Projet 2 / Robotique éducative : équipe LIUPPA

Rappel des objectifs du projet

Le sous-projet s'est plus particulièrement intéressé à l'outil robotique, sous plusieurs formes :

- **Robot pédagogique**, initialement conçu pour apprendre les concepts fondamentaux de la robotique et de la programmation informatique ; ici, l'objectif était de déployer des kits pédagogiques de robotique dans les écoles, collèges et lycées landais, et d'observer l'impact sur la motivation et la persévérance scolaire induites par l'utilisation de ces kits. Nous avons eu un regard particulier sur la persévérance des enseignants dans le projet, ainsi que sur les possibilités de passage à l'échelle de notre expérimentation. Cette partie importante a été supervisée par la thèse financée par le projet (T. Duron).
- **Robot logiciel**, permettant de superviser les élèves dans leur travail sur un ordinateur et/ou tablette, pour détecter les moments de décrochage. L'objectif ici était de pouvoir détecter en temps réel, et de manière automatique, les signes précurseurs de décrochage des élèves, lors de l'utilisation d'une application informatique, afin de pouvoir adapter le plus rapidement possible l'activité en cours, et éviter le décrochage. Ce point est le cœur de la thèse financée par le projet (T. Duron), et a été complétée par une thèse financée hors projet (S. Bachir).
- **Robot de téléprésence**, permettant à des élèves atteints de maladies graves, et éloignés longuement de leur établissement scolaire, de conserver le lien avec l'école et par là même, de ne pas décrocher.

Ce bilan présente les principaux résultats obtenus, notamment grâce au soutien de deux thèses (Timothée DURON et Samia BACHIR). Il faut noter que seule la moitié de la thèse de Timothée Duron a été financée par le projet, l'autre moitié ainsi que la totalité de la thèse de Samia Bachir ont été financées par le Département des Landes (CD40), collectivité historiquement engagée dans l'usage des outils numériques pour tous les collégiens landais.

Rappel du calendrier

Le calendrier des travaux réalisés dans le cadre du sous-projet SP7 est le suivant :

	2017	2018	2019	2020	2021
Robotique pédagogique					
Développement des kits					
Formation des enseignants					
Accompagnement en classe					
Robotique logicielle					
Captation d'activités en classe					
Dév. du modèle informatique de la persévérance scolaire					
Robotique de téléprésence					
Expérimentations en classe					
Enquêtes et analyses					

Résultats obtenus : description des livrables

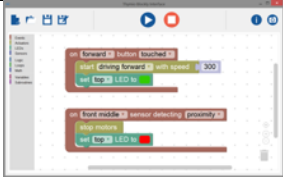
Zone d'expérimentation pour la robotique pédagogique

La zone d'expérimentation sur laquelle s'est appuyé le projet dans les Landes est constituée d'écoles maternelles, primaires et de collèges, regroupés en trois secteurs de collèges (voir figures ci-dessus) :

- Victor Duruy (Mont de Marsan) et les écoles primaires du Pégly et de Saint Jean d'Août
- Lubet Barbon (Saint Pierre du mont) et les écoles primaires Jules Ferry, du Biarnès, Frédéric Mistral et Bretagne du Marsan
- Jean Rostand (Capbreton) et les écoles primaires de Capbreton et Hossegor

Tout au long du projet, la zone a été équipée en matériel robotique, mais aussi en kits pédagogiques que nous avons mis au point. Le tableau ci-dessous récapitule ces éléments.

Niveau	Robot/Plateforme	#classes	#élèves	#enseignants
GS/CP	Bluebot 	35	771	19
CE1	Code.org 	13	337	7
CE2	Dash + code.org 	18	488	18
CM1	Dash avancé + code.org 	17	337	
CM2	Thymio 	26	666	15

6 ^{ème} – 5 ^{ème}	Thymio avancé 	3	72	12
4 ^{ème} – 3 ^{ème}	Thymio programmation blockly 	1	15	
TOTAL		113	2688	

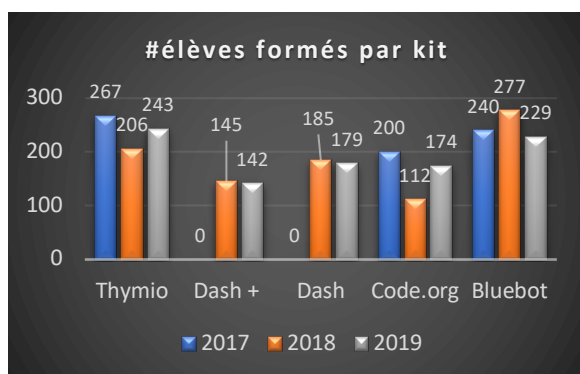
Certains enseignants (8) ont suivi plusieurs formations sur plusieurs robots, leur permettant ainsi de conserver l'activité robotique quand ils changent de niveau de classe, et aussi d'être « référents » pour toute l'école sur ces activités robotiques, quel que soit le kit robotique utilisé.

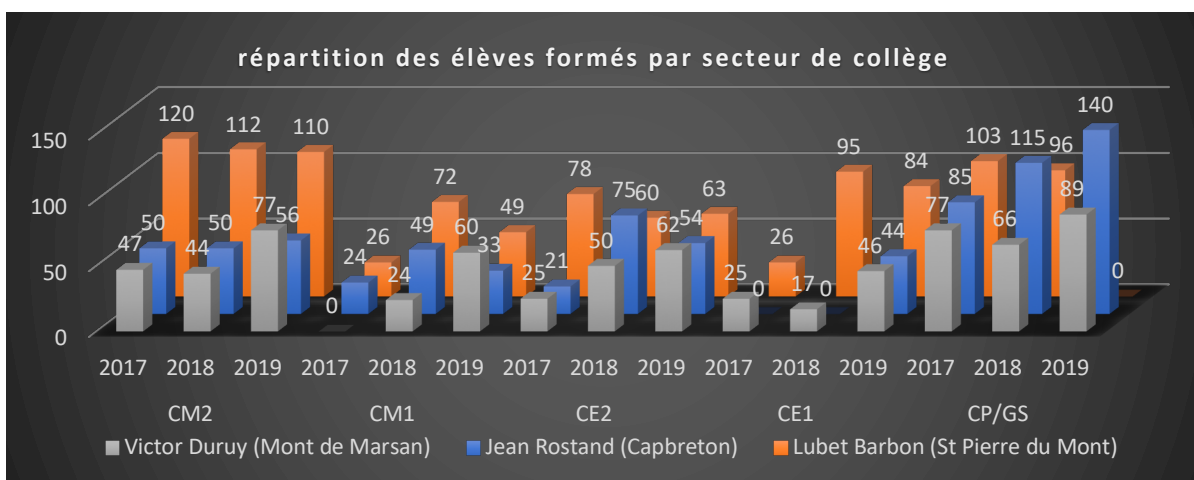
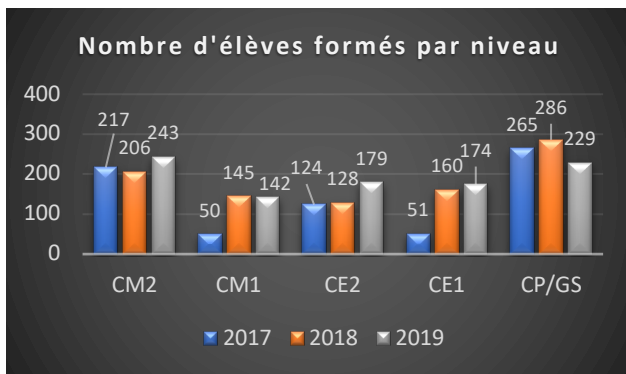
Nous avons été malheureusement très impactés par la Covid, en particulier pour les collèges. En effet, au début du projet, nous avons priorisé le développement et la mise en place de la zone d'expérimentations au niveau des écoles maternelles et primaire (2017 et 2018) ; Nous n'avons commencé à travailler sur les contenus avec les collèges qu'en septembre 2019. Le premier confinement de mars 2020 a arrêté nos collaborations avec les enseignants de tous les établissements, sans possibilité de reprise par la suite, d'où le peu d'élèves de collèges ayant finalement été formés sur nos kits.

L'ensemble des ressources pédagogiques (les kits) développées dans le cadre du projet sont disponibles pour tous à l'adresse

<http://ressources.perseverons.iutmdm.fr/>

Le bilan des utilisations des kits (maternelle + primaire) que nous avons développés est donné ci-dessous :





Passage à l'échelle

Un des objectifs principaux des projets E-FRAN était d'évaluer le passage à l'échelle des expérimentations réalisées. Aussi, dès le démarrage du projet, nous avons choisi de nous structurer en concertation avec les services départementaux de l'éducation nationale (DSDEN). Notre objectif commun était de pouvoir pérenniser les activités robotiques dans les classes, à la fin du projet. Pour ce faire, nous avons choisi une structuration pyramidale quant à la gestion des matériels robotiques. Cette structuration est représentée sur la figure 2. Les kits robotiques (1 kit Bluebot, 1 kit Dash, 1 kit Thymio) ont été affectés à chaque collège de secteur partenaire (3 collèges : Victor Duruy à Mont de Marsan, Lubet Barbon à Saint Pierre du Mont, Jean Rostand à Capbreton). Ainsi, chaque collège gérait le prêt des kits aux différentes écoles primaires de son secteur. Le transport des kits d'une école à une autre était effectué soit par les enseignants eux-mêmes (le choix de fonctionner par secteur de collège réduit les distances géographiques, et offre la possibilité aux enseignants de venir retirer/déposer les kits au collège ou dans des écoles voisines), soit par l'équipe des ERUN du département (les Erun ont été un rouage essentiel de notre organisation). La réservation des robots se faisait par semaine, pour éviter trop de déplacements : en début d'année,

les enseignants des écoles et ceux des collèges se mettaient d'accord sur le planning de partage des malles. Le passage par le collège a largement renforcé la relation collège-écoles, notamment le lien cycle 3, avec par exemple des démonstrations de programmation entre élèves de CM2 et de 6^{ème} lors des visites des écoles dans le collège de rattachement.

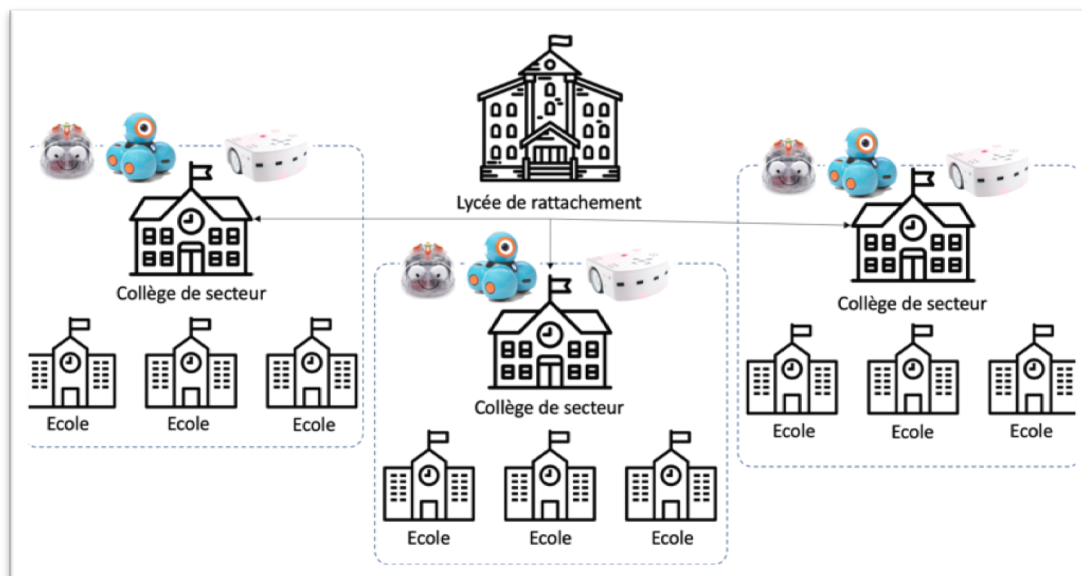


Figure 2 : structure pyramidale

Du point de vue de la formation, une séance de formation par kit était organisée a minima chaque année dans notre zone d'expérimentation. Elle permettait aux nouveaux enseignants entrants dans le projet d'être initiés au kit robotique, et aux ressources pédagogiques fournies (formation niveau 1). Elle permettait aussi aux enseignants partenaires du projet qui avait déjà effectué la formation, de faire un retour d'expérience et d'échanger avec les collègues (formation niveau 2). Ces formations ont été assurées au début par nos soins, en partenariat avec la Maison pour la Science (notamment pour les enseignants des collèges/lycées), puis par la DSDEN des Landes (Erun) pour les enseignants des écoles primaires (nous les avons assistés lors des premières formations, puis ils ont effectué les suivantes en autonomie). L'association, dès le début du projet, des tutelles des enseignants (DSDEN et rectorat d'académie) a permis de gérer facilement les missions et absences en classe des enseignants partenaires, et donc de réaliser ces formations.

En ce qui concerne, enfin, la mise en pratique des kits robotiques, nous avons choisi de faire un accompagnement des enseignants lors des séances réalisées en classe pour les rassurer et pour consolider le transfert de compétences initié lors des formations. Cet accompagnement a permis d'augmenter significativement le sentiment de compétences en robotique de nos collègues, et par là même d'augmenter leur motivation à utiliser les robots en classe. Ce facteur de motivation des enseignants a paru essentiel, car l'enseignant est le premier facteur motivationnel extrinsèque des

élèves. Si l'enseignant est lui-même motivé, alors on peut penser que cette motivation va se « transmettre » aux élèves lors des séances de robotique.

L'accompagnement avait pour but de soutenir l'enseignant jusqu'à ce qu'il devienne autonome dans la préparation et la gestion des séances en classe. Aussi, nous avons choisi de proposer à chacun un accompagnement complet (toutes les séances) la première année, un accompagnement réduit (50% des séances) la seconde année, et un accompagnement minimaliste (la ou les séances les plus complexes) la troisième et dernière année. Ainsi, chaque enseignant pouvait planifier son accompagnement, en choisissant de respecter le planning décrit précédemment, ou de le modifier en ne choisissant, par exemple, qu'un accompagnement réduit dès la première année puis de l'autonomie en 2ème année (en fonction de son sentiment initial de compétence après la formation). Cette planification à la carte a été fortement appréciée. L'accompagnement a été réalisé au début par nos soins, puis petit à petit, nous avons transféré nos compétences vers les Eruns du département, qui ont très rapidement réalisé l'ensemble des accompagnements, pérennisant ainsi les cycles de formations, et l'usage de la robotique dans les classes, certains ayant complété leur expérience par une certification CAFIPEMF, voire même l'entrée en thèse (Carine Sort en didactique des mathématiques).

Toutes les actions entreprises pour introduire la robotique pédagogique dans les classes ont été réalisées en coordination avec les institutions de l'éducation nationale. L'objectif de départ était, par ce moyen, de pérenniser nos actions dans le temps, et de permettre un passage à l'échelle grâce à une structuration efficace, testée et validée. Ce choix a été payant, puisque la robotique continue à être utilisée dans le département après l'arrêt du projet, voire à s'étendre (de nouveaux secteurs de collèges ont été formés). Le laboratoire LIUPPA a fait don de ses 104 robots pédagogiques et leurs équipements complémentaires utilisés pendant le projet, au bénéfice de la DSDEN40 (montant estimé à environ 24 000 €). Tous ces robots sont aujourd'hui à nouveau dans les classes, après deux années de repos dû à la période Covid.

Modélisation de la persévérance scolaire

La première partie de nos travaux a été consacrée à la caractérisation de la notion de persévérance scolaire. La définition académique, comme indiqué dans l'introduction de ce rapport, fait référence au maintien de l'élève dans le système scolaire, et à l'obtention des diplômes qu'il prépare. Les définitions usuelles (dictionnaires) ont quant à elles en commun trois éléments principaux : (i) la notion de motivation pour atteindre l'objectif pédagogique (ii) la notion de durée (persistance de la motivation dans le temps) (iii) le comportement persévérant, c'est-à-dire la(les) manifestation(s) physique(s) de la persévérance de l'élève.

Le premier point (motivation) a été étudié sous plusieurs aspects dans la littérature. On peut citer par exemple les travaux de Viau sur la motivation, la théorie de l'auto-détermination, le sentiment d'auto-efficacité, la théorie du Flow (Nakamura, Csikszentmihalyi, 2009) liée à l'état psychologique de l'apprenant quand il est plongé dans une activité et dans un état maximal de concentration, d'engagement et de satisfaction dans son accomplissement. Tous ces travaux ont été synthétisés et corrélés dans la thèse de Timothée Duron, pour donner lieu à la modélisation proposée sur la figure 1 : la partie de droite montre les sources de motivations avant la réalisation de l'activité pédagogique demandée (Viau, TAD), et les modifications motivationnelles induites par la réalisation de cette dernière (perceptions, attributions causales) ; la partie de gauche représente la régulation de la motivation pendant la réalisation de l'activité, tant sur le plan psychologique (Flow) que sur le plan de l'autorégulation ou la motivation externe. L'intérêt de cette proposition est de montrer à la fois les éléments de motivation pré et post activité, mais aussi la régulation en temps réel pendant la réalisation de cette dernière.

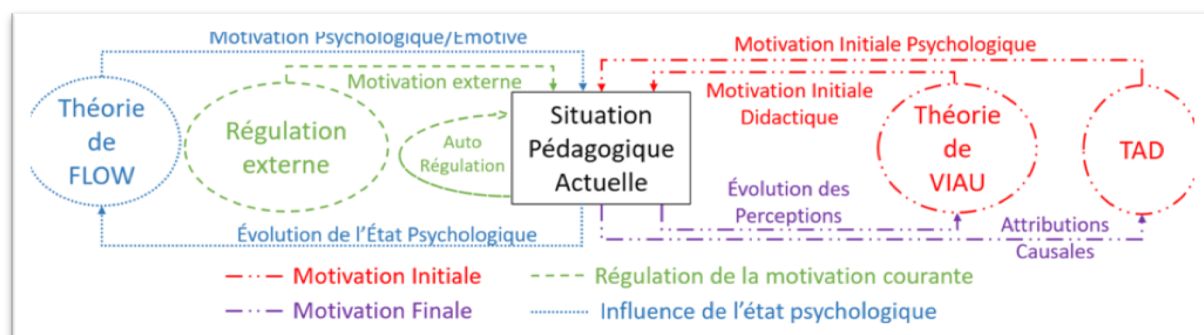


Figure 1 : vue fédératrice de la motivation scolaire

À partir de ces résultats, nous avons choisi de situer nos travaux par rapport à la définition suivante de la persévérance en milieu scolaire : « comportement manifestant dans le temps une motivation à accomplir l'objectif pédagogique ». La persévérance, ou encore le non-décrochage, n'est qu'un des nombreux indicateurs des apprentissages d'un élève et de la réussite de sa scolarité. L'accompagnement individualisé est fortement recommandé. Cependant, cet accompagnement n'est pas toujours facile à mettre en place dans les classes, de par l'augmentation croissante des effectifs, et le manque de temps à consacrer à la « supervision » de chaque élève. Sur ce point, l'informatique peut aider. La thèse de Samia Bachir, soutenue en janvier 2022, a défini le concept et l'architecture de l'Université du futur, que nous appelons Université 4.0. Dans ce paradigme, les processus d'apprentissages, comme le suivi et l'individualisation des parcours, sont automatisés, et des prises de décision peuvent être réalisées automatiquement. Il ne s'agit pas ici de remplacer l'enseignant, qui continue à enseigner

et à piloter sa classe, mais de le soulager du suivi individuel, et de l'alerter sur les obstacles rencontrés par les élèves quand le système cyber-physique ne peut pas les résoudre. L'architecture de l'Université 4.0 est basée sur la notion de « Educational Cyber Physical System » (ECPS). Un ECPS est basé sur le concept « d'Internet of Everything » (IoE), c'est-à-dire l'Internet des Objets (IoT) auquel on ajoute les interactions avec les humains, les données et les services disponibles (figure 3). Ici, les humains sont les étudiants, enseignants, ingénieurs, techniciens, gestionnaires, ... les objets sont les artefacts pédagogiques utilisés par les étudiants et enseignants. Les données sont les photocopies de cours, les sujets de TP, de TP, les notes ... et les services sont, par exemple, les emplois du temps des groupes d'étudiants, des salles, ..

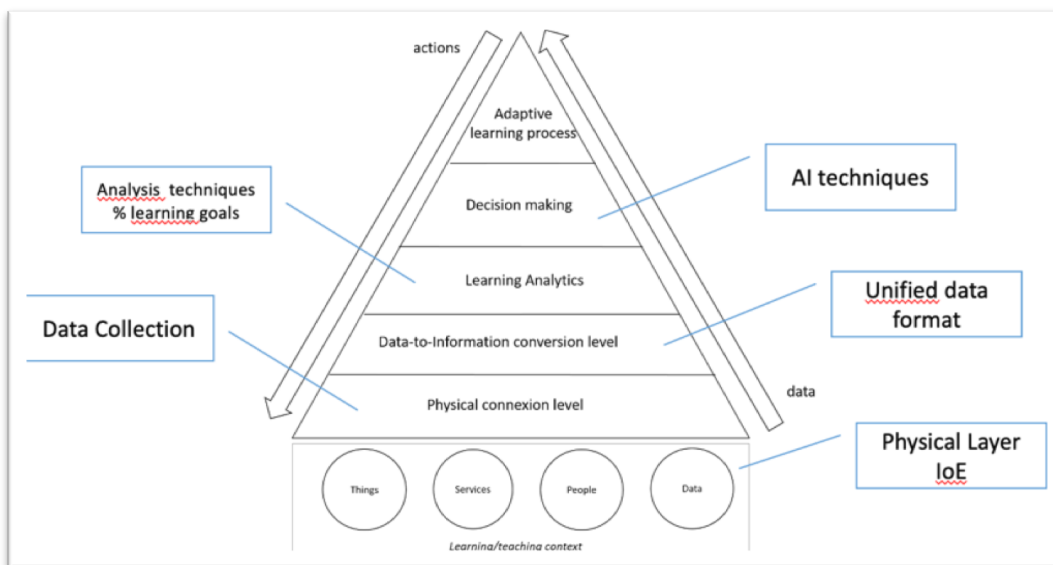


Figure 3 : ECPS

Chaque ECPS a pour objectif de superviser et (semi)automatiser une ou plusieurs fonctions pédagogiques. Pour cela, il va collecter des données auprès des objets, des humains, des services (Data collection). Puis il va homogénéiser leur représentation (Unified data format), afin de les analyser (learning analytics). Ces analyses vont permettre à l'ECPS de potentiellement prendre des décisions (decision making), qui peuvent aller jusqu'à une modification ou réorganisation de la session pédagogique supervisée (adaptative learning process).

Les processus pédagogiques qui peuvent être en jeu à travers les ECPSs s'inscrivent dans une granularité temporelle à trois niveaux : durée longue (curriculum = un semestre, une année, un cursus de plusieurs années), durée moyenne (course = un mois, quelques semaines, soit la durée d'un module d'enseignement), et durée courte (classroom = quelques heures, comme la durée d'une séance de travaux pratiques, ou d'un cours). Chaque instance de chaque niveau de granularité (chaque processus pédagogique) est représentée par un ECPS dédié, qui a en charge la supervision de son évolution.

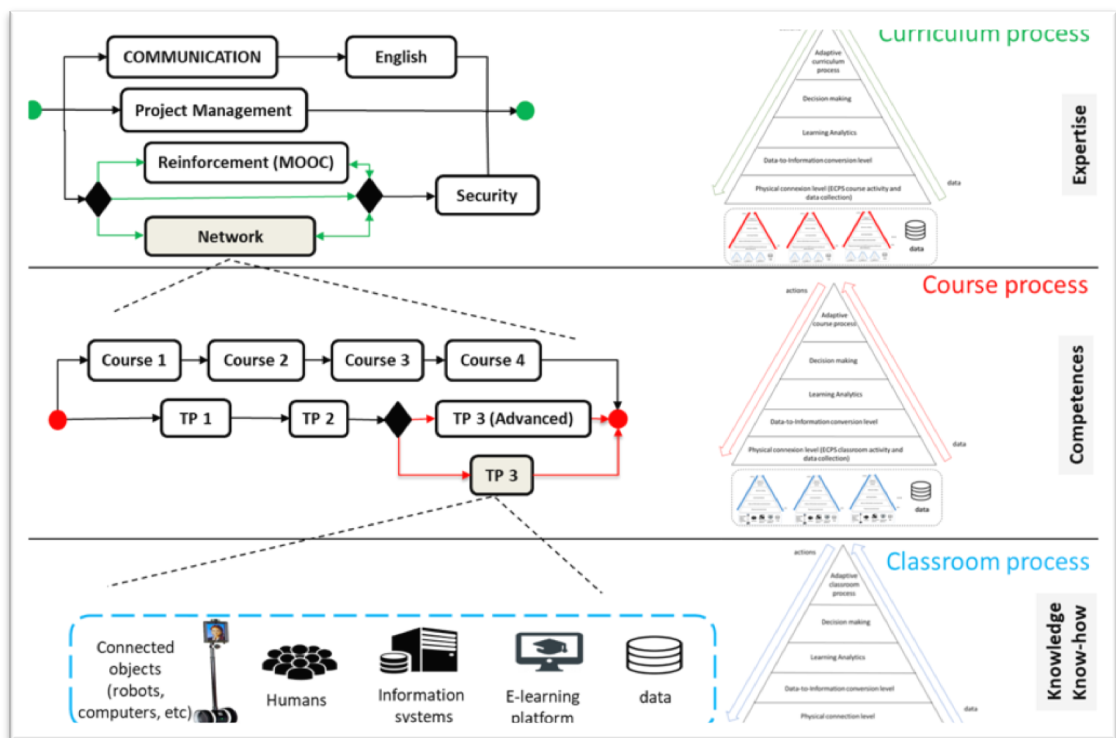


Figure 4 : architecture Université 4.0

S'agissant de la persévérance scolaire, objet du projet, cette propriété, intimement liée à l'humain (étudiants, enseignants), peut être évaluée par l'utilisation de plusieurs ECPS dans l'architecture Université 4.0, comme montré sur la figure 5. Si l'on se réfère à la définition académique, qui concerne l'obtention de diplôme, il est nécessaire qu'un ECPS de niveau Curriculum (en haut de la figure 5) capture des tendances lentes, en termes de validation de compétences, d'absences, et de notes. Il est aussi important d'avoir un regard plus précis sur des parties du diplômes (matières ou modules), avec un focus sur la persévérance dans la thématique ciblée (partie centrale de la figure 5 : course ECPS). Cet ECPS se base a minima sur l'évolution de l'apprenant dans les différentes activités pédagogiques du module (Cours, TD, TP), sur les absences, et les notes. Ainsi, chaque course ECPS mis en place pour superviser les différents modules suivis par l'étudiant pourront notifier des signes éventuels de décrochage à l'ECPS curriculum.

Enfin, le décrochage d'un apprenant est visible au quotidien dans son comportement (théorie du Flow). Si on veut être réactif et pouvoir alerter l'enseignant dès les premiers signes comportementaux de décrochage, il faut être capable de détecter ces comportements en temps-réel pendant la réalisation des séquences pédagogiques (partie basse de la figure 5 : classroom ECPS). Ainsi, chaque classroom ECPS, qui supervise une activité pédagogique du module (Cours, TD, TP, projet, ...) pourra notifier au course ECPS auquel il est rattaché les signes de décrochage qu'il a détectés.

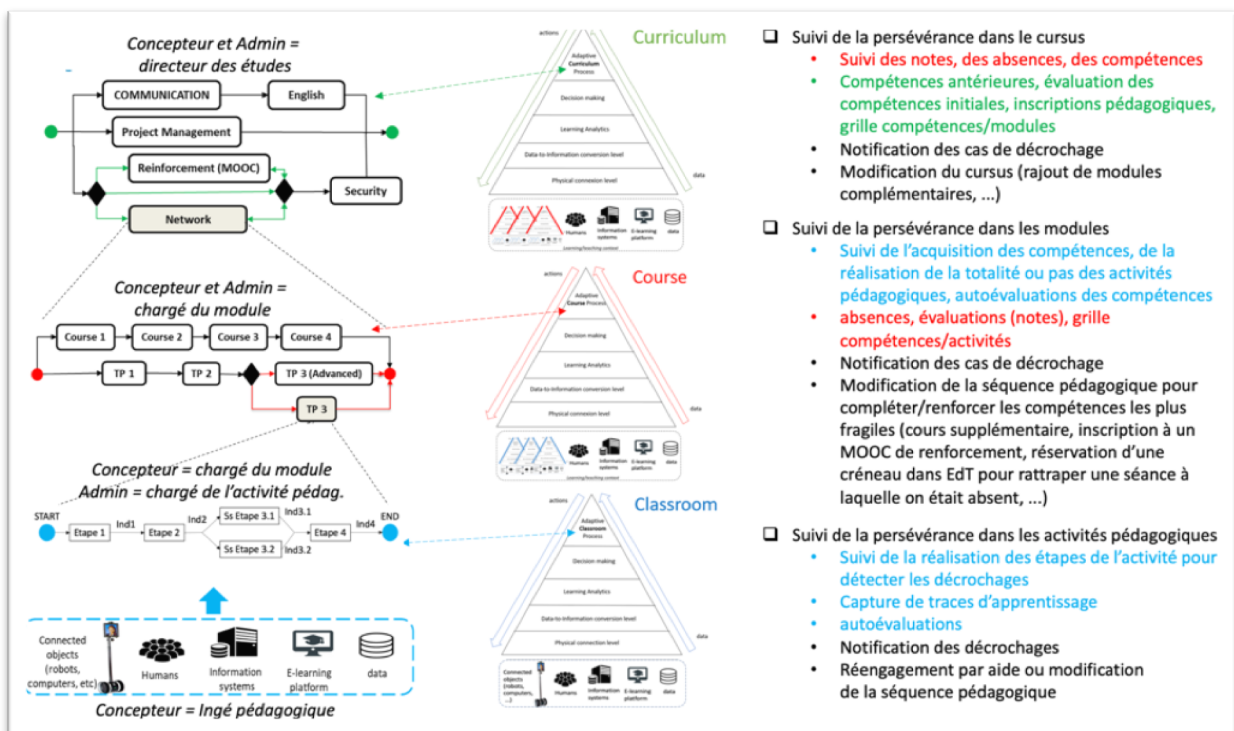


Figure 5 : supervision de la persévérance des étudiants

Les curricula ECPS et course ECPS sont assez simples à mettre en œuvre dans le cas du suivi de la persévérance. Cependant, la détection des décrochages en temps réel est beaucoup plus complexe. L'objectif (ambitieux) de la thèse de Timothée Duron a été de détecter les comportements de décrochage pour un élève qui utilise un outil numérique d'apprentissage sur ordinateur (moodle, logiciel spécialisé type scratch, code.org, ...)

Dans cette thèse, nous avons défini un méta-modèle de la persévérance en milieu scolaire, basé sur les différentes théories de la motivation et la théorie du Flow (figure 1). Ce méta-modèle, donné en figure 6, est instancié pour chaque situation pédagogique, en fonction du logiciel (et donc de l'interface) utilisé par l'apprenant. Dans chaque modèle, une liste de règles doit être construite. Chaque règle permet de caractériser le passage par un des cinq états de persévérance suivants : persévérant (état de flow), début de décrochage par ennui, début de décrochage par difficulté, décrochage avéré par ennui, décrochage avéré par difficulté. Les règles s'appuient sur des indicateurs issus de différents capteurs de l'interface ordinateur-apprenant : la souris, le clavier, et l'interface logicielle affichée à l'écran.

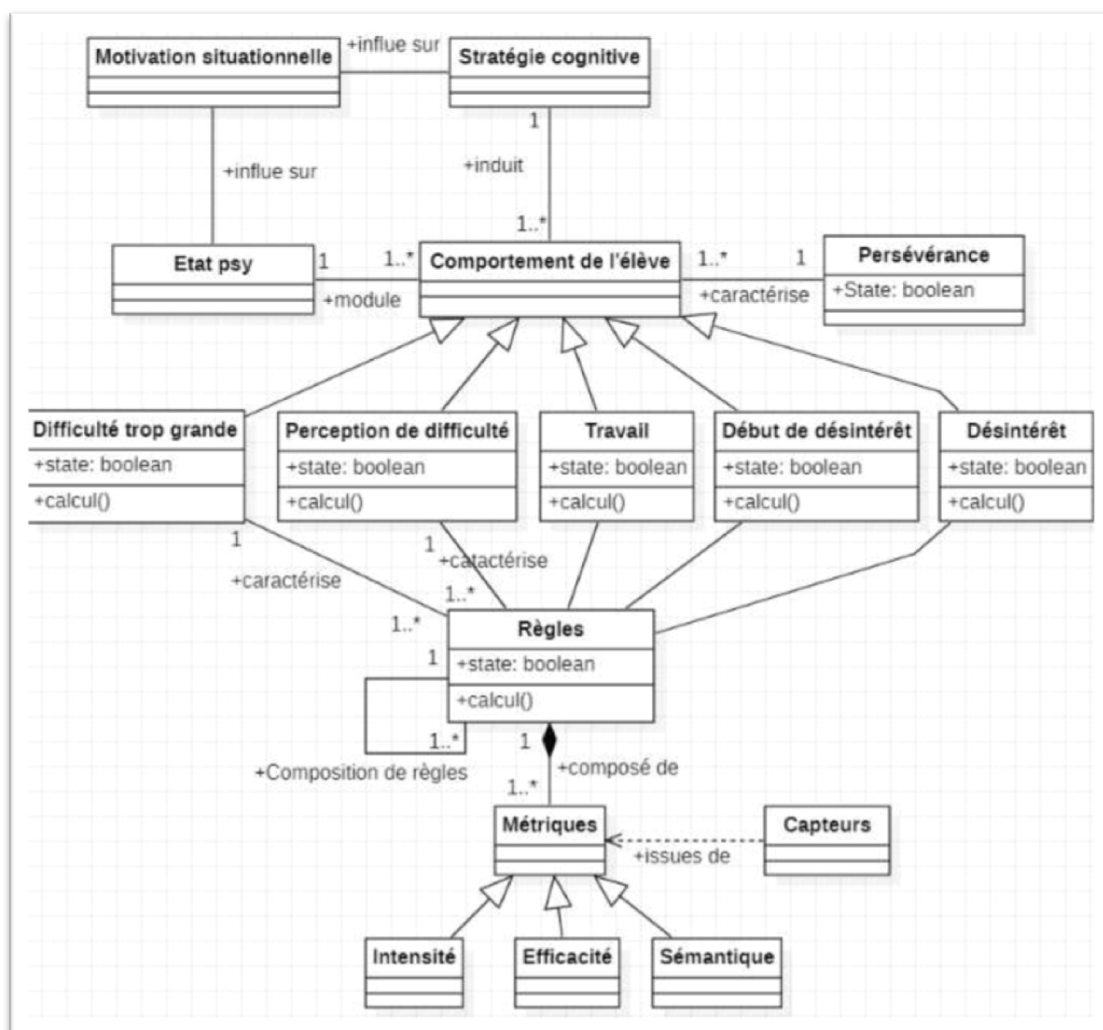


Figure 6 : métamodèle informatique de la persévérance

Une méthodologie de construction de ces règles a été proposée (voir figure 7), et validée expérimentalement en partie lors du projet Persévérans, sur un panel d'une dizaine d'élèves de CM2, lors de séances d'apprentissage de la programmation informatique via l'utilisation de l'environnement code.org. Malheureusement, la période Covid ne nous a pas permis de finaliser ces expérimentations jusqu'au bout. Nous sommes donc en train de terminer ces travaux (notamment en termes de publications).

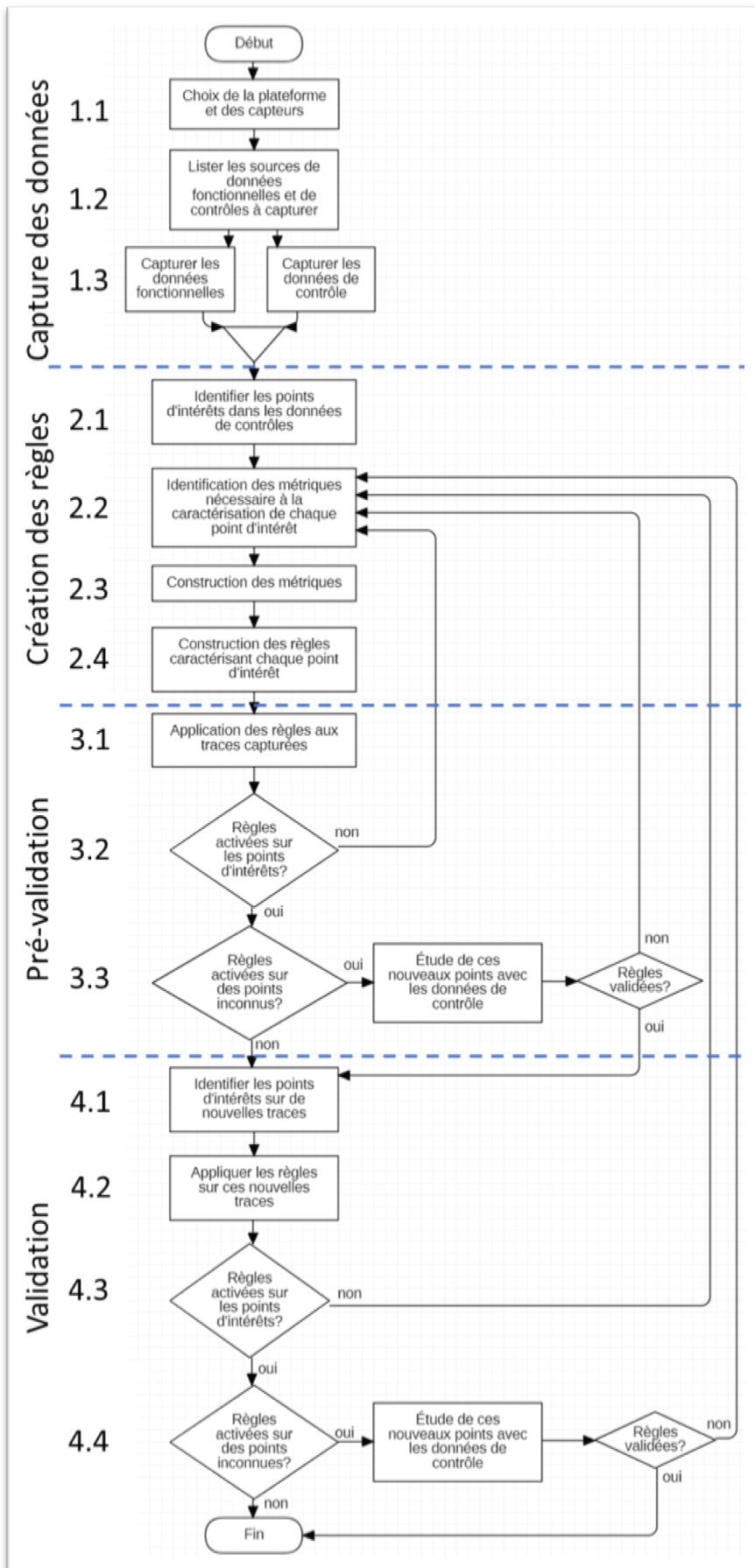


Figure 7 : méthodologie de construction des règles de détection

Dans ces séances, nous n'avons pas créé de règles individuelles pour chaque élève, mais construit un ensemble de 11 règles communes à l'aide de captures de données réalisées lors d'activités pédagogiques d'un groupe d'élève d'une même classe sur le site code.org. Puis nous avons évalué/validé les moments de décrochage identifiés par notre prototype, en les confrontant à l'avis d'experts dans les apprentissages pour cette situation (professeurs des écoles). Les résultats obtenus sont très encourageants. Si nous ne considérons que la détection de l'état de travail, des états de début de décrochage (agrégés) et de décrochage (agrégés), nous avons 52% des points d'intérêts identifiés par nos règles qui sont conformes à l'avis des experts. Pour 29% des points d'intérêts, il y a un léger désaccord entre experts et prototype qui s'explique par un problème de seuillage entre l'état de travail et l'état de début de décrochage (état de travail identifié par le prototype ou l'expert, état de début de décrochage par l'autre), 16% correspondant à un léger désaccord pour différencier un « décrochage » d'un « début de décrochage » (toujours un problème de seuillage). Ces 16% ne sont pas problématiques, car, conformément à notre objectif initial, ils identifient quand même un comportement de décrochage. Enfin, 3% correspondent à un désaccord total entre l'expert et le prototype où l'un dit que l'élève travaille alors que l'autre dit que l'élève a décroché (faux positifs ou faux négatifs avérés).

En résumé, 68% des points d'intérêts identifiés sont considérés comme cohérents par les experts, 29% soulèvent la problématique du seuillage entre états « contigus », et seuls 3% sont identifiés comme faux positifs ou faux négatifs.

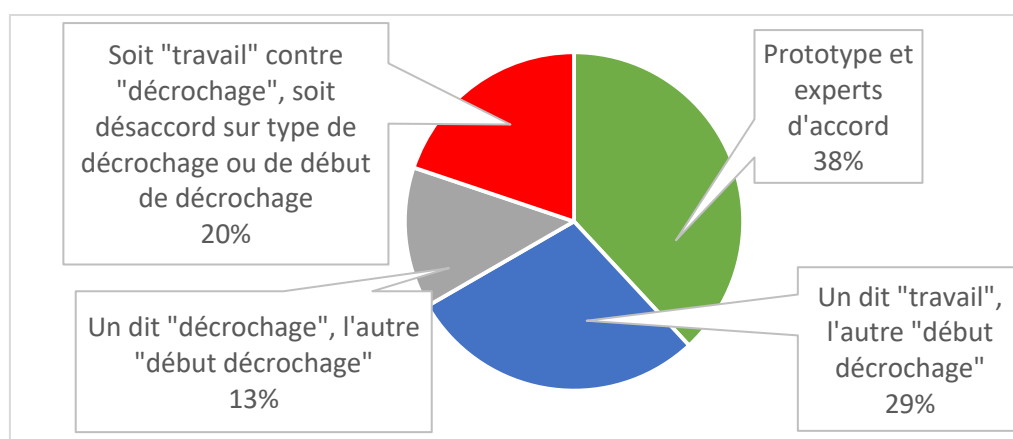


Figure 8 : Résultat confrontation prototype et expert avec les 5 états du métamodèle

Si l'on affine l'analyse, en différenciant les décrochages provenant d'un manque d'intérêt de ceux provenant d'une difficulté trop grande pour l'élève (conformément aux 5 états du métamodèle présenté fig 6), on obtient alors les résultats donnés sur la figure 8. Dans 38% des cas, les experts et le prototype sont d'accord (en vert) ; dans 13%

des cas (en gris) l'expert et le prototype sont d'accord sur le type de décrochage (ennui ou difficulté) mais pas la sévérité du comportement décrocheur : décrochage avéré pour l'un, début du décrochage pour l'autre. Dans 29% des cas (en bleu), les experts et le prototype sont en léger désaccord : l'un pense que l'élève commence à montrer des signes d'un début de décrochage, alors que l'autre pense que le comportement de l'élève ne montre que du travail. Et enfin, dans 20% des cas (en rouge), le désaccord entre les experts et le prototype est plus important : l'un dit travail et l'autre dit décrochage avéré, ou alors experts et prototype sont sur le niveau de décrochage (avéré, début), mais pas sur le type de décrochage (ennui versus difficulté). Notons que l'analyse approfondie de ces cas a révélé plus d'erreurs d'évaluation par les experts que d'erreurs issues de nos règles.

Ces résultats sont partiels, et demandent à être confirmés, avec plus d'expérimentations sur le terrain et de validation par les experts. Mais nos premiers résultats montrent clairement une tendance positive quant à la possibilité que l'outil que nous avons développé puisse détecter automatiquement les moments de décrochage de CHAQUE élève, et les notifier à l'enseignant, avec un taux de faux positif relativement faible.

Robotique de téléprésence pour la persévérance des élèves empêchés

Depuis plusieurs années maintenant, les robots de téléprésence mobile sont utilisés par des élèves empêchés, c'est-à-dire des élèves éloignés longuement de leur établissement scolaire pour des raisons de santé. Cela leur permet de conserver le lien avec le milieu de scolaire, et notamment le groupe classe.

La zone d'expérimentation était le département des Landes. Dans ce département, ce sont les PEP 40 qui ont en charge le service APADHE (Accompagnement Pédagogique À Domicile, à l'Hôpital ou à l'École) qui déploie les robots auprès des élèves empêchés des Landes. Le LIUPPA est partenaire sur cette thématique depuis 2015. Cette longue collaboration a permis, pendant le projet Persévérans, de s'intéresser à l'impact du robot dans la classe, mais aussi aux éléments d'accompagnement (formation, informations, mises au point de chartes de bons usages, ...) qui permettent de persévérer dans l'usage du robot, en lien avec l'équipe de chercheurs de l'IMS. Ces éléments sont restitués dans les publications liées à cette thématique.

Les robots de téléprésence mobiles (RTM), tant au second degré que dans l'enseignement supérieur, ont montré leur rôle très positif en termes de maintien du lien social, de sentiment de présence et d'immersion, de réception sur un plan pédagogique (surtout pour le 2nd degré) et, partant, de persévérance. Toutefois, ceux-

ci présentent certaines limites, notamment techniques (liées directement au robot ou à l'établissement dans lequel il est déployé) et ergonomiques (par exemple, des reflets sur le tableau empêchant de lire). Malgré cela, les effets positifs l'emportent largement sur les défauts. En effet, les robots de téléprésence ont montré un grand intérêt dans l'affiliation et, pour reprendre les propos d'une élève, dans la conservation du « statut d'élève » (considérant que la socialisation est partie intégrante de ce qu'est l'élève). Ceci est d'autant plus marqué dans le second degré (chez des collégiens et lycéens). Toutefois, le format des enseignements étudiés dans le cas du supérieur, laissant plus de place aux travaux de groupe que dans le secondaire, rend le RTM parfois indispensable, et, lorsqu'il ne fonctionne pas, laisse place à une grande frustration. Le fait que les élèves du second degré fassent usage du RTM généralement en raison d'une impossibilité à se rendre dans l'établissement en raison d'une pathologie (physique ou psychique), participe probablement également à cette différence. En effet, à la différence du supérieur, où les étudiants utilisant les RTM observés relevaient le plus souvent de la reprise d'étude, les élèves du 2nd degré accusent une rupture, souvent brutale, de leur scolarité « en présence », ne rencontrant alors plus leurs pairs qu'à des occasions spécifiques (typiquement, échanges sur des devoirs à rendre) et ne profitant plus des temps de récréation et donc ayant moins d'échanges extra-scolaires avec ceux de leur âge.

Ainsi, le RTM est un fort vecteur d'inclusion. Alors que ces élèves se retrouvent souvent dans un isolement contraint alternant une scolarité suivie entre leur chambre d'hôpital et leur foyer, le RTM offre un moyen quasiment direct de suivre les cours en classe. Et cela fonctionne : ils disent, globalement, se sentir « comme s'ils étaient en classe », c'est-à-dire en quelques sortes présents à distance. Il l'est d'autant plus qu'il constitue une forme d'incarnation de soi à distance, et que les élèves ayant des pathologies affectant leur physique peuvent choisir de se montrer ou non. *In fine*, la majorité se montre (souvent après quelques jours sans oser le faire) et accepte son image, s'assurant ainsi une relation de quasi-égalité à l'autre, en dépit de la maladie. La solitude est donc réduite fortement, à la fois dans sa dimension d'isolement, et à la fois dans sa dimension psychologique, en rapport à l'image de soi. Enfin, dans les points positifs, le RTM est également un facteur essentiel de persévérance, comme nous l'avons montré dans notre étude, et les élèves sont d'ailleurs très clairs à ce sujet : sans ce robot qui leur permet de suivre les enseignements et de fréquenter (à distance) leur établissement, ils auraient décroché, de façon au moins temporaire.

En revanche, le RTM n'est pas dénué de défauts et limites. Parmi ceux-ci, des difficultés liées à la connexion sont les plus souvent citées : perte de connexion ou ralentissements qui, lorsqu'ils sont répétés sur une courte période, peuvent entraîner un décrochage de l'enseignement en cours (mais jamais de façon définitive) ou encore une faible autonomie (batterie) pour certains RTM, ce qui empêche d'accéder aux enseignements

plusieurs heures durant. Une autre limite du robot est la qualité de la vision et parfois de l'audition. En effet, le robot n'est pas en mesure de discriminer les sons pertinents (enseignants, pairs lors de travaux en groupe) des sons dispensables (brouhaha, discussions impertinentes, etc.). Se placer près de l'enseignant et devant les autres élèves, en essayant de trouver une place qui ne les gênera pas, est souvent nécessaire. Enfin, le bruit que fait le RTM lorsqu'il se déplace peut gêner l'enseignant ou les pairs. La plupart des élèves, d'ailleurs, n'osent pas se déplacer pour ne gêner personne, ce qui peut parfois nuire à un suivi normal du cours.

Une formation des enseignants aux enjeux, à la nécessité de l'usage de RTM pour certains élèves, est nécessaire. Cette formation pourrait en outre donner des pistes quant à l'intégration du robot en classe (en termes d'activité pédagogique, d'inclusion de l'élève, de placement du robot, etc.). Il n'est en effet pas toujours évident pour certains enseignants de considérer « l'élève en robot » comme un élève à part entière. Il s'agit aussi d'accepter qu'on puisse être regardé et entendu depuis l'« extérieur ».

Bibliographie

- Bandura, A. (1988). Self-Regulation of Motivation and Action Through Goal Systems, In V. Hamilton, G. H. Bower, and N. H. Frijda, Eds. Dordrecht.
- Chiprianov, V., Gallon, L. (2016). Introducing Computational Thinking to K-5 in a French Context, *21st Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2016)*, 11-13 July, Arequipa, Peru.
- Fenouillet, F., Carré, P. (2008). Motivation et apprentissage scolaire, In *Traité de psychologie de la motivation*, Dunod, Paris, 2008, p. 137–141.
- Nakamura, J., Csikszentmihalyi, M. (2009). *Flow theory and research*. In S. J. Lopez & C. R. Snyder (Eds.), *Oxford library of psychology. Oxford handbook of positive psychology* (p. 195–206). Oxford University Press.
- Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*, Edition De Boeck.
- Vallerand, R., Carbonneau, N, Lafrenière, M.-A. (2008). La théorie de l'autodétermination et le modèle hiérarchique de la motivation intrinsèque et extrinsèque : perspectives intégratives, Dunod, Paris, p. 137–141.

Diffusion et valorisation des résultats

Le nombre de publications dans des revues a été ralenti par le premier confinement qui a totalement arrêté les expérimentations, et par là même rendu difficile la validation des approches théoriques. De nombreux résultats restent à publier, notamment tout ce qui concerne le prototypage et la validation de la thèse de Timothée Duron. Concernant la diffusion des résultats au sein même de la zone d'expérimentation, en juin 2022, une cérémonie officielle pour le don des robots pédagogiques du LIUPPA à la DSDEN40 sera organisée. A cette occasion, un bilan scientifique du projet sera présenté, filmé, et diffusé à l'ensemble des partenaires du projet.

Enfin, les travaux sur la robotique de téléprésence ont permis de positionner les chercheurs du LIUPPA comme experts du domaine au niveau national. En 2021, le projet TED-i a été lancé par le MENJS pour déployer 4000 robots de téléprésence dans les établissements scolaires français. En raison de cette expertise, les acteurs de Persévérans, impliqués dans l'axe robotique de téléprésence, ont été sollicités par la Direction du Numérique Educatif pour réaliser le suivi et l'évaluation de ce projet (projet TELESCOL) sur trois ans (2021-2024)

Communications

Revues nationales avec comité de lecture

- Dussarps, C., Lehmans, A. Gallon, L., Dubergey, F., Abénia, A. (2020). La présence à distance dans les pratiques enseignantes : le cas des robots de téléprésence. *Revue Education, Santé, Sociétés*. 6, n°2
- Duron, T., Gallon, L., Petitcollin, C., Carrincazeaux, F., Meynot, B., Lajus, J., Gouleau, S. (2018) Robotique pédagogique et persévérance scolaire. *Revue Technologie*, n° 213, mai-juin
- Gallon, L., Dubergey, F., Negui, M. (2017). Robot de téléprésence : un outil numérique utilisé par le SAPAD pour rendre présent l'élève absent. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation (NRAS)*, n°79, novembre.

Conférences internationales avec comité de lecture et actes

- Gallon, L., Abénia, A. (2021). Telepresence robot in educational cyber-physical system. Workshop on Data Management in Connected Environments for Sustainable Development and Environmental Protection (DMCESE 2021), 16/17 sept.
- Bachir, S., Gallon, L., Abénia, A. Aniorté, P. (2021). Educational Cyber Physical System : Data and Metrics. Workshop on Data Management in Connected

Environments for Sustainable Development and Environmental Protection (DMCESE 2021), 16/17 sept.

- Bachir, S., Gallon, L., Aniorté, P., Abénia, A. (2021). A Model Driven Method to Design Educational Cyber Physical Systems. 16th International Conference on Software Technologies (ICSOT 2021). 6/8 july 2021
- Bachir, S., Gallon, L., Abénia, A. Aniorté, P. , Exposito, E. (2019). Towards Autonomic Educational Cyber Physical Systems. 16th IEEE Int'l Conf. on Ubiquitous Intelligence and Computing (UIC 2019), IEEE Smart World Congress, 19-23 august 2019, Leicester, UK.
- Chiprianov, V., Gallon, L., Duron, T. (2019). Co-construction of Computer Science Knowledge-to-be-taught in a French Context. 15th Int'l Conf on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS 2019), July 28 – August 1st, 2019, Las Vegas, USA
- Gallon, L., Abénia, A., Dubergey, F., Négui, M. (2019). Using a Telepresence Robot in an Educational Context. 15th Int'l Conf on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS 2019), July 28 – August 1st, 2019, Las Vegas, USA
- Duron, T., Gallon, L., Aniorte, P. (2019). Modelling Learner's Perseverance in Education Software. Information Systems Education Conference (ISECON 2019), April 4-6, 2019, Galveston, TX, USA.

Conférences nationales avec comité de lecture

- Lehmans, A., Dussarps, C., Gallon, L., Dubergey, F. (2021). La présence à distance : l'inclusion scolaire et universitaire avec les robots de téléprésence. *Colloque scientifique Ludovia 2021 – Ax les Thermes*, Août 2021 (prix de la meilleure communication scientifique)
- Lehmans, A., Dussarps, C., Gallon, L. (2021). La présence à distance : analyse comparée des hybridations des espaces d'apprentissage avec les robots de téléprésence. *Colloque FractureS: Publics vulnérables et numérique : entre fractures, inclusions et innovations* – 2 et 3 juin 2021
- Lehmans, A., Dussarps, C., Gallon, L. (2020). Supporting Telepresence in Learning Contexts. Colloque PRUNE : Perspectives de Recherches sur les Usages du Numérique dans l'Éducation – juin 2020 (en ligne) – Poitiers (France)
- Gallon, L., Dubergey, F., Abénia, A., Dussarps, C., Lehmans, A. (2019). La présence à distance dans les pratiques enseignantes : sentiment d'inclusion et persévérance dans les apprentissages à l'aide des robots de téléprésence. *Colloque EMELCARA : Accompagnement, médiation et altérités : de l'inclusion prescrite à l'inclusion réelle* – 26-28 août 2019 – Bordeaux (France)
- Gallon, L., Abénia, A. (2018). Environnements connectés pour robot de téléprésence. *WPRT 2018 : 4ème workshop pédagogique Réseaux et Télécoms*, nov. 2018, Hendaye, France

Conférencier invité, animation d'ateliers, tables rondes

- Gallon, L. (2021). Atelier "Expérimentation du Robot Lycéen : avantages (continuité pédagogique-socialisation) et inconvénients (problèmes techniques, difficultés pour les enseignants) pour les jeunes malades et les partenaires (enseignants, APADHE, parents)", Colloque Chaire HEN de l'INSHEA, 21-23 octobre 2021, Suresnes.
- Gallon, L., Dubergey, F. (2021). Projet TED-i, Formation des médiatrices et médiateurs du Réseau Canopé : présentation de la robotique de téléprésence, des résultats de recherche dans les projets passés, et de l'évaluation du plan TED-i, 7 et 8 septembre 2021, Chasseneuil-Poitou
- Dubergey, F., Gallon, L. (2020). EIDOS 2020 : "Robot de téléprésence en classe, LA solution pour les la poursuite de scolarité des élèves empêchés ? Des représentations à la réalité, une question de connections pour un usage réussi..." – 22/01/2020, Bayonne, France
- Dubergey, F., Gallon, L. (2020). Journée d'étude "Usages pédagogiques des robots et dispositifs de téléprésence mobile" – 17/01/2020, Ifé, ENS Lyon, France
- Dubergey, F., Lehmans, A., Gallon, L. (2020). Journée innovation Cardie Bordeaux : table ronde "les élèves empêchés et les robots de télé présence" – 15/01/2020, Bordeaux, France
- Gallon, L. (2019). *STAH Seminar* (Increase of the human: Towards cognitively enhanced systems) : Telepresence Robotics in Education – 28/03/2019, Bordeaux, France
- Gallon, L., Dubergey, F. (2019). Séminaire "Robots, tele-presence, connected tools and learnings : issues, gains, acceptability" – 24/01/2019, University of Pau, France
- Gallon, L., Dubergey, F. (2018). French National Meeting of Educational Robotics : "Pedagogical and medico-educational uses of telepresence devices: state of the art, new uses" – 03/10/2018, Ifé, Lyon, France
- Gallon, L. (2018). Forum Educavox 2018 : "Educational Robotics: The Telepresence Robot" – 21/06/2018, Cap Sciences Bordeaux, France
- Dubergey, F., Gallon, L. (2018). EIDOS 64 2018 : "A Telepresence Robot Serving Students Prevented" – 24/01/2018, Bayonne, France
- Lehmans, A. (2022). La recherche sur le numérique : un état des questions pour l'éducation et l'inclusion. PNF Numérique et inclusion, DANE de Bordeaux, 18/05.

Thèses

-soutenues

- Bachir, S. Towards University 4.0: A Model-Driven-Engineering Method to Design Educational Cyber Physical Systems, UPPA, 5 janvier 2022

-restant à soutenir

- Duron, T., Modélisation informatique de la persévérance scolaire, UPPA, prévue fin 2022

Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	2	0,5 financement Persévérans 1,5 financement CD40
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	57	50 maternelles/primaires + 7 collèges
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Informatique	Apprentissage de la programmation
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	13	10 maternelles/primaires + 3 collèges
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	2688	711 maternelle/CP + 337 CE1 + 488 CE2 + 337 CM1 + 666 CM2 + 72 6 ^e /5 ^e + 15 4 ^e /3 ^e
Commentaire		
Nous avons été malheureusement très impactés par la Covid, en particulier pour les collèges. En effet, au début du projet, nous avons priorisé le développement et la mise en place de la zone d'expérimentations au niveau des écoles maternelles et primaire (2017 et 2018). Nous n'avons commencé à travailler sur les contenus avec les collèges qu'en septembre 2019. Le premier confinement de mars 2020 a arrêté nos collaborations avec les enseignants de tous les établissements, sans possibilité de reprise par la suite, d'où le peu d'élèves de collèges ayant finalement été formés sur nos kits.		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	3	Association PEP 40 DSDEN des Landes Maison pour la Science
Commentaire		
Les PEP 40 sont en charge, dans les Landes, du service APADHE, qui cherche des solutions de continuité pédagogique pour les élèves du primaire et secondaire absents longtemps de leur établissement scolaire, pour raisons de santé. C'est dans le cadre de cette mission que nous avons expérimenté avec eux l'utilisation de robots de téléprésence dans un but de non décrochage et de persévérance		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	3	
Interventions dans des colloques scientifiques en France	7	
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger	5	
Conférences invitées, animation d'ateliers, tables rondes, ...	10	
Commentaire La recherche en Informatique a des pratiques de communication scientifique spécifiques : la majorité des résultats sont partagés avec la communauté via des articles dans des conférences avec actes (12), et parfois des articles dans des revues (3)		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Robotique	6	ERun = Soutien à la création des kits pédagogiques + formations des enseignants et accompagnement en classe
	4	Collèges = gestion des mallettes robotiques pour les écoles de leur secteur
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Robotique : compétitions+ téléprésence	2	Compétitions = organisation de concours dans chaque collège, pour les écoles du secteur (avec le soutien de la DSDEN)
	3	Organisation de challenges régionaux (avec le soutien du rectorat / DANE)

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	2	TELESCOL : suivi et évaluation du plan national de déploiement de robots de téléprésence TED-i (MENJS) TELEMSCOL : Robots de téléprésence pour étudiants empêchés à l'UPPA (CRNA)
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA	2	<i>T. Duron (Ingénieur de recherche contractuel LIUPPA)</i> <i>S. Bachir (ATER IUT Laval)</i>
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation	1	Bourse de thèse à venir pour démarrage sept 2023 (téléprésence)
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	12	Formations sur l'utilisation de nos kits robotiques réalisées en partenariat avec DSDEN et Maison des Sciences
	62	Accompagnement des enseignants en classe jusqu'à autonomie sur les kits robotiques
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ¹⁵	3	Les étudiants de 3 parcours de masters MEEF ont expérimenté les robots de téléprésence
Commentaire Le chiffre des formations correspond au nombre de formations effectuées par nos soins sur nos kits pédagogiques. D'autres formations ont été réalisées par la DSDEN et la Maison pour la Science. Le chiffre des accompagnements correspond à 1 unité par année d'accompagnement d'une classe et de son enseignant. Si ce dernier a été accompagné plusieurs années, nous comptabilisons alors le nombre d'années.		

¹⁵ Indiquer le décompte des interventions et non le nombre d'heures par intervenant.

Indicateur	Nombre	Précisions
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN		Plusieurs classes ont été formées par la DSDEN à nos kits pédagogiques, en dehors de la zone d'expérimentation Persévérans. Nous n'avons pas à ce jour les chiffres exacts
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux	0	
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN	2	TELESCOL : suivi et évaluation du déploiement des robots de téléprésence TED-i – Partenaires EFRAN = PEP40, INSPE Bordeaux, LIUPPA – Financement = MENJS/DNE AFLE-4S : Analyse de la Formation en Ligne des Enseignants et Stagiaires en Situation Sanitaire Singulière – Partenaires EFRAN = INSPE Bordeaux, LIUPPA – Financier = Région Nouvelle Aquitaine
Commentaire		

Projet 3 / Robotique éducative : équipe Rhoban du LABRI pour le projet Holobot et la Robocup

Rappel des objectifs du projet

L'objectif dans le projet était le développement d'une plateforme robotique autonome pédagogique et sa mise en œuvre au sein de rencontres entre élèves sous forme de compétitions. Dans Persévérans, nous nous sommes intéressés à la robotique pour plusieurs raisons :

- 1) son caractère pluridisciplinaire qui permet de mettre en musique les mathématiques, la physique, la programmation et la technologie
- 2) son aspect naturellement orienté projet
- 3) son caractère motivant pour les élèves.

La dynamique de projet et la motivation étant renforcées par l'objectif de rencontres compétitives.

Rappel du calendrier

Le projet s'appuyait sur une plateforme en cours de développement au LaBRI : la plateforme Métabot. Le principe était de reprendre la conception pour proposer une technologie plus ouverte et plus adaptée au cadre pédagogique. Par ailleurs, un objectif important également était le développement d'une communauté apprenante regroupant élèves, enseignants et chercheurs. La force de cette communauté constitue en effet un facteur déterminant dans la motivation des élèves et de leurs enseignants.

Il convient de mentionner le contexte de la RoboCup. La RoboCup est une compétition internationale annuelle de robotique autonome intégrant un volet recherche et un volet pédagogique, la RoboCup Junior. C'est l'événement le plus important de cette catégorie au monde, s'appuyant sur une communauté de dizaine de milliers d'équipes sur tous les continents, venant d'une cinquantaine de pays. L'université de Bordeaux, avec la région Nouvelle-Aquitaine, la Métropole de Bordeaux et le Rectorat de Bordeaux, vont accueillir l'événement en 2023. Initialement, cet événement était prévu en 2020, mais a été repoussé. L'accueil de la RoboCup reste le cadre idéal pour l'évaluation de la technologie que nous avons développée dans Persévérans.

Résultats obtenus : description des livrables

Le projet Perséverons a permis le développement de la communauté nous a conduit à susciter la création d'une centaine d'équipes RoboCup junior aujourd'hui actives en région Nouvelle Aquitaine avec l'appui du Rectorat de Bordeaux, et plusieurs centaines au plan national, avec plusieurs autres académies qui nous ont rejoints, en particulier Paris-Créteil, Strasbourg, Montpellier, Toulouse. Rappelons qu'en 2017 nous en comptons une quinzaine en tout et pour tout en France. Les équipes sont majoritairement issues des collèges et lycées, mais également du tissu associatif avec l'appui de la Ligue de l'enseignement.

Cette communauté est aujourd'hui structurée autour du comité français RoboCup (voir www.robocup.fr). Elle se rassemble lors de rencontres annuelles régionales et une rencontre nationale que nous organisons à Bordeaux. Par ailleurs, dans les perspectives internationales, l'académie de Paris-Créteil pourrait organiser la compétition RoboCup européenne d'ici 2 ans. Une implication au plan international est déjà effective, un membre de l'équipe ayant participé au comité d'organisation de la RoboCup 2021 (virtuelle), et un professeur de l'académie de Bordeaux siège au comité d'organisation de la RoboCup 2022 dans la partie Junior. Plusieurs équipes ont participé à la RoboCup en 2018 (Montréal) et 2019 (Sydney), ainsi qu'à la compétition Européenne à MonteSilvano en 2018. Ces actions ont été rendues possible grâce à l'appui financier et organisationnel de la Région Nouvelle Aquitaine, de l'Université de Bordeaux et de la FFROB (Fédération Française de Robotique). Mentionnons que l'équipe d'Eirlab est venu en soutien déterminant pour les Robot Maker's Days, ainsi que la First Lego League. Ces événements participent grandement à la motivation de l'ensemble de la communauté.



Site de communauté RoboCup France aujourd'hui

Nos travaux de conception ont donné naissance à la plateforme Holobot aujourd'hui opérationnelle. Nous avons conçu l'ensemble de la technologie (mécanique, mégatonique, électronique et logiciel) en nous basant sur une succession de prototypes développés au cours du projet (voir documentation <http://www.metabot.fr/assemblage-de-holobot/>). Le Holobot est un robot à roue, autonome, programmable par bloc ou en python. Il est holonome (il peut se déplacer dans toute les directions sans avoir à pivoter). Cela ouvre de nombreuses perspectives d'application, en particulier de la géométrie analytique.

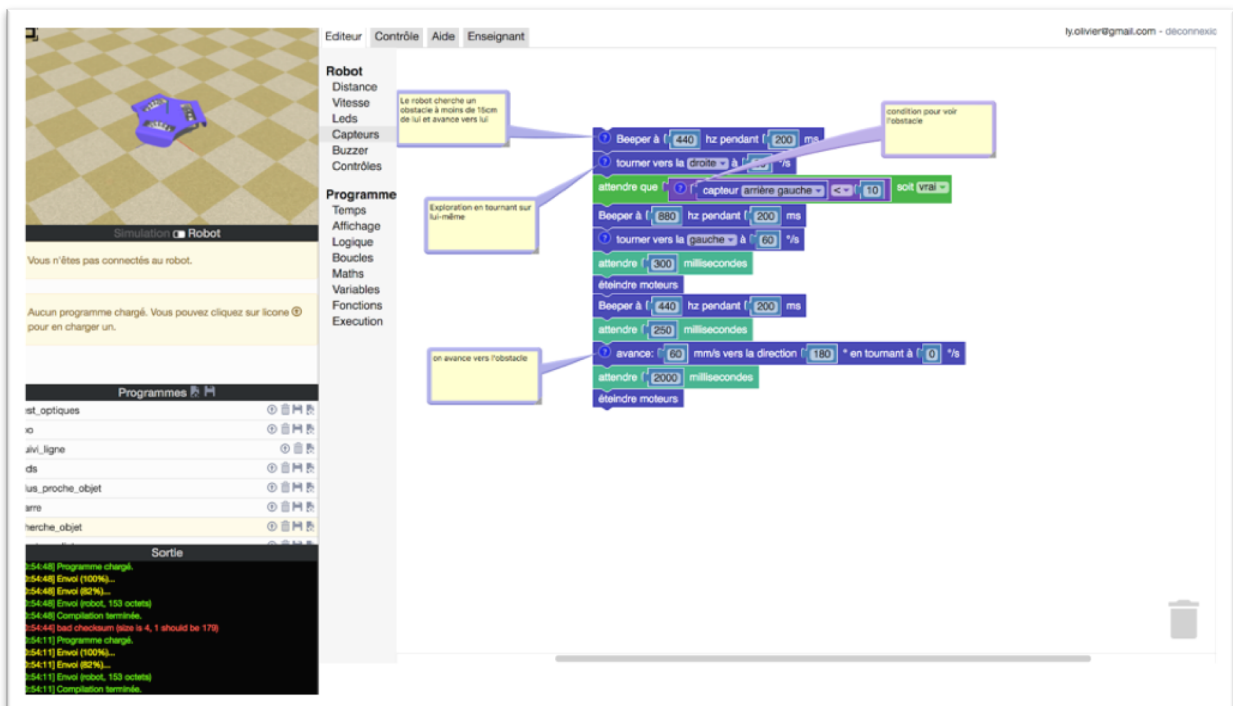


Succession de prototypes du Holobot

La seconde phase a été exécutée en collaboration avec l'atelier Canopé 33 dans le cadre de Persévérans. Il s'agissait de développer du matériel pédagogique tout en finalisant la conception du robot. Ces travaux se sont en particulier appuyés sur une équipe de 4 bêta-testeurs pilotés par Canopé. Une dizaine de malles pédagogiques a été livrée à Canopé en 2019. Ces travaux ont également été déclinés sur le Robot Cubi développé à Eirlab.

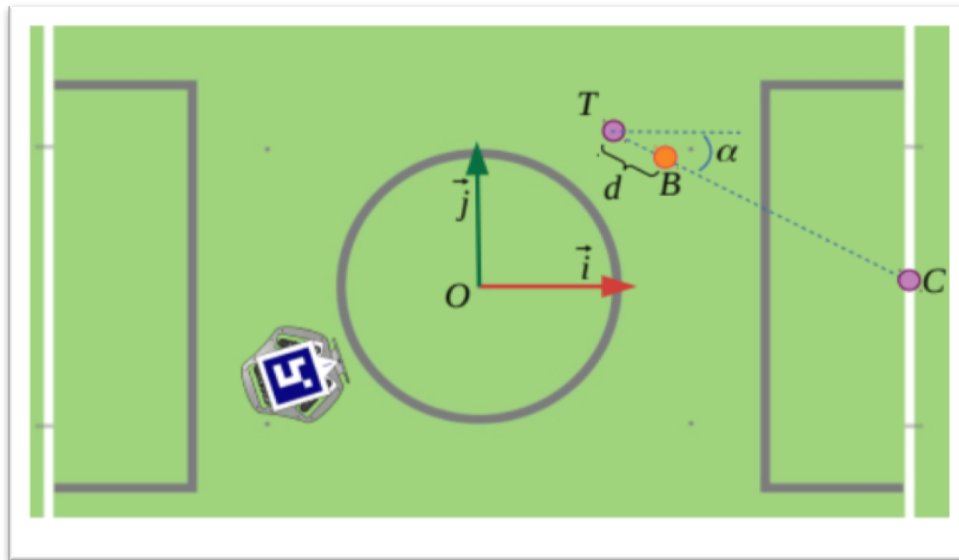


Bêta-testeur Holobot (en collaboration avec Canopé)



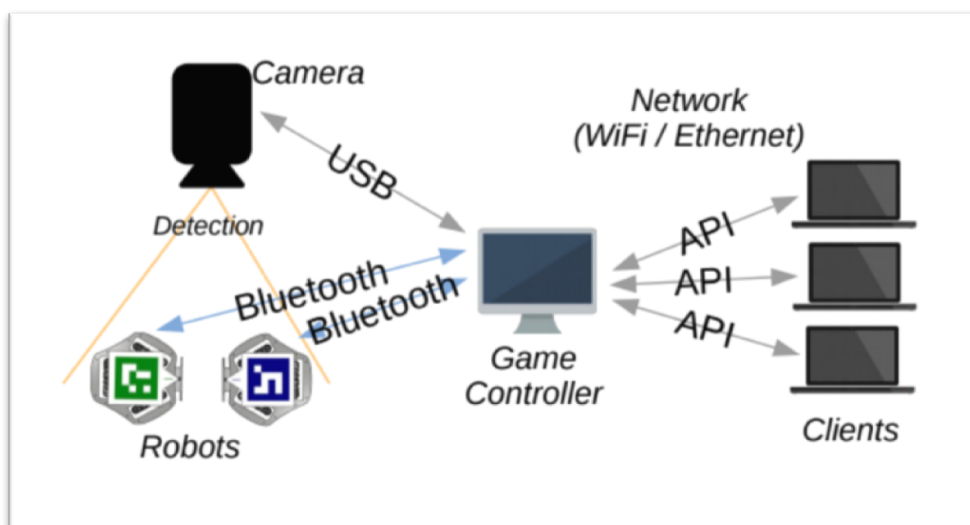
Editeur de mouvement pour le Holobot, voir <http://metabot.fr/holo/>

Bien que ralentis par la crise sanitaire, nous sommes aujourd'hui à la fin de la troisième phase où la plateforme est utilisée pour créer une nouvelle ligue RoboCup « Robot Soccer League » (RSK) (voir [video RSK](#)) où les robots sont programmés par les élèves pour jouer au football, mais pas seulement (environnement de logistique, ou de rescue). Une compétition RSK aura lieu à la fin du mois de mai, pendant la coupe de France Robocup que nous organisons.



Calcul géométrique pour la programmation de Holobot

Cette compétition fait l'objet d'une expérience pilote actuellement en cours avec le Rectorat de Bordeaux intégrant 10 équipes néo-aquitaines, utilisatrices de RSK (du Holobot donc) (voir RSK: <https://dane.ac-bordeaux.fr/robotique/robot-soccer-kitl-2021-22/>)



Architecture de la technologie Holobot / RSK

Diffusion et valorisation des résultats

De très nombreuses actions de communication ont été menées : la participation au Village des Sciences organisé par Cap Science, avec une fréquentation d'environ 3000 personnes en 2019, puis Naia.R en 2021. La technologie RSK a fait l'objet d'une publication à la conférence IEEE ICARSC 2022. Les Robot's Maker days en 2022, et fin mai 2022 la compétition RoboCup Européenne au Portugal complètent ces actions. Un travail important d'ouverture avec l'accueil de nombreux stagiaires de troisième a été réalisé, et l'accent mis sur la participation des filles, qui restent minoritaires dans les actions menées en robotique.

Les actions mentionnées précédemment ont été menées en collaboration et en coordination rapprochée entre Eirlab, l'équipe Rhoban du Labri, mais également Canopé ainsi que le cluster Aquitaine Robotics. Le Rectorat de Bordeaux est un acteur central et essentiel dans le développement de la communauté RoboCup. Plusieurs formations ont été conduites au sein de la Maison pour la Science.

Communications

- Passault, G., Gaspard, C., Ly, O. (2022). *Robot Soccer Kit: Omniwheel Tracked Soccer Robots for Education*. IEEE ICARSC 2022
- Ly, O. (2021). *NAIA.R Tables Rondes*. Audience Générale / Professionnelle Nationale

Événements

- Exposition Robots, Cap Sciences, Bordeaux, 10/07/2019-3/05/2020

Indicateurs

Indicateur	Nombre d'acteurs d'actions	ou Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire Stagiaires écoles d'ingénieurs (Enseirb Mathmeca)		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	350	Chaque équipe RoboCup Junior implique un enseignant.
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Mathématiques, Technologie	
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	350 équipes	Collèges et Lycée au plan national. Voir www.robocup.fr
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	350 équipes x 5 élèves	Collèges et Lycée au plan national
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	.	Canopé - Rectorat de Bordeaux - Cap Sciences - Bordeaux Métropole - Région Nouvelle Aquitaine

Indicateur	Nombre d'acteurs d'actions	ou Précisions
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	1	
Interventions dans des colloques scientifiques en France	1	
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger		
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
<i>Robotique</i>	8	Compétitions Régionales et Nationale RoboCup Junior
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
Robotique : compétitions	1	Robot Socker Kit - voir https://dane.ac-bordeaux.fr/robotique/robot-soccer-kitl-2021-22/

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN		
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA		
Post-docs en emploi au terme du contrat financé par le PIA		
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation		
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	8	Holobot en collaboration avec Canopé puis: Robot Socker Kit - voir https://dane.ac-bordeaux.fr/robotique/robot-soccer-kitl-2021-22/
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF		
Commentaire		

Indicateur	Nombre	Précisions
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN		
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux		
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN		
Commentaire		

Projet 4 / Aquitaine Robotics et l'organisation de la Robocup

Rappel des objectifs du projet

AQUITAINE ROBOTICS est le cluster néo-aquitain dédié à la robotique. Son objectif est de développer la filière robotique ; il rassemble pour cela la quasi-totalité des entreprises robotiques de la région, l'ensemble des établissements de recherche et de formation en robotique ainsi que quelques collectivités territoriales, au premier rang desquelles le Conseil régional et sa structure de développement économique : ADI.

Les entreprises robotiques néo-aquitaines sont presque exclusivement des PME et parfois situées dans des villes académiques de Nouvelle-Aquitaine. Leur problème récurrent est le recrutement, notamment de jeunes diplômés, particulièrement dans la population des jeunes femmes. Pour cette raison, AQUITAINE ROBOTICS a souhaité, dès sa création, soutenir toute action efficace de promotion de la robotique ou plus généralement des industries, de leurs métiers et leurs formations. Il s'agit ici de la raison essentielle de l'implication du cluster dans Persévérans.

Dans cet objectif, AQUITAINE ROBOTICS a jugé nécessaire de promouvoir significativement les compétitions robotiques. Le cluster a rejoint le consortium Persévérans en s'engageant à organiser un festival robotique ROBOT MAKERS'DAY (RMD) pour promouvoir l'efficacité de la pédagogie en mode projet. L'objectif alors était, d'une part d'élargir le nombre de bénéficiaires, d'autre part de mettre à profit le réseau d'entreprises et d'écoles d'ingénieurs du cluster au profit de la persévérance scolaire.



Affiche, RMD 2022

À dessein, trois types d'acteurs ont été mobilisés par le cluster :

- les premiers sont les équipes pédagogiques et les apprenants, c'est-à-dire des enseignants de collèges mais aussi de lycées, d'écoles primaires, écoles maternelles et établissements supérieurs.
- les deuxièmes sont les acteurs des innovations technologiques robotiques. Il s'agit d'entreprises robotiques, d'élèves-ingénieurs et de chercheurs.

- les troisièmes sont les institutions en charge de la médiation scientifique (Espace Mendès France, Cap Sciences) ou de la promotion des métiers (IESF Nouvelle-Aquitaine).

L'ambition d'AQUITAINE ROBOTICS est de développer significativement et durablement ROBOT MAKERS'DAY. Pour ce faire, il a été décidé de recruter une jeune diplômée (Laurène BONNESSEUR) en stage. Puis successivement en CDD et en CDI. Sa mission a régulièrement crû au fur et à mesure de sa montée en compétences et du développement du RMD. Elle est aujourd'hui responsable de l'événement dans sa totalité ; qu'il s'agisse des aspects communication, organisation et suivi des partenariats. Elle est par ailleurs personne référente du cluster auprès du comité opérationnel de BORDEAUX ROBOCUP 2022.



remise des prix, RMD 2017

Rappel du calendrier

2016 Lancement de Persévérans

Au lancement du projet Persévérans en 2016, en lien avec Rhoban (LaBRI), Eirlab et Enseirb-Matmeca, est conçu un festival robotique comprenant alors une compétition robotique nommée Festival Metabot. Cette compétition est de taille modeste : elle regroupe une dizaine d'enseignants et une centaine de collégiens qui proviennent essentiellement d'une autre compétition robotique : la FIRST LEGO LEAGUE.

2022 Clôture de Persévérans

À la clôture du projet Persévérans, Robot Makers' Day est devenu l'une des plus grandes compétitions robotiques en France en regroupant en 2019 plus de 1600 participants dont 1300 collégiens compétiteurs robotiques. La raison principale de ce succès est l'implication du rectorat de Bordeaux (DANE) qui est co-organisateur de



Robocup Junior Open N.-A., RMD 2019

l'événement. Une deuxième raison est l'effet Robocup : ici la création de la Robocup Junior Open Nouvelle-Aquitaine.

2016 à 2022 : quelques dates clefs

2017 ROBOT MAKERS' DAY des 12 et 13 mai 2017

- lancement de la candidature Bordeaux Robocup 2020
- création de la Robocup Junior France



Lancement Robocup Bordeaux 2020, RMD 2017

2018 ROBOT MAKERS' DAY des 3 et 4 mai 2018

- organisation de la Robocup Jr Open Nouvelle-Aquitaine par le rectorat

2019 ROBOT MAKERS' DAY des 11, 12 et 13 avril 2019

- pitches orientations robotiques par IESF Nouvelle-Aquitaine (ex URISA)



Robocup On Stage RMD 2018

2020 & 2021 ROBOT MAKERS' DAY annulé pour Covid

2022 ROBOT MAKERS' DAY du 14 avril 2022

- stabilisation du COPIL RMD : AQUITAINE ROBOTICS, ENSEIRB-MATMECA, ARTS et METIERS, RECTORAT de BORDEAUX, EIRLAB, IESF N.-A.

Impact de la crise sanitaire covid-19

Le développement du RMD a été naturellement impacté par la crise sanitaire du covid-19 commencée en France en février 2020. Les événements Robot Makers'Day et Robocup Jr Open N.-A. ont été annulés en 2020 et 2021. Les entraînements ont cependant eu lieu lors des années 2019-2020 et 2020-2021 ; toutefois, les récompenses ont été remises dans un format adapté (voir <https://dane.ac-bordeaux.fr/robotique/robot-makers-day-2020-21/>). L'année scolaire 2021-2022 a été incertaine jusqu'à début février et a dissuadé plusieurs enseignants. Ce qui explique des effectifs en 2022 en retrait par rapport à ceux de 2019.



retour post covid, RMD 2022

Résultats obtenus : description des livrables

Le livrable est l'organisation du festival robotique ROBOT MAKERS'DAY qui comprend plusieurs événements et qui participent chacun à la persévérance en enseignement robotique.

Compétition robotique

Le premier livrable est l'organisation d'une finale régionale de compétition robotique. Il s'agit des compétitions Festival Metabot (2016), Robocup Junior (2017) puis Robocup Junior Open Nouvelle-Aquitaine (2018, 2019 et 2022). Ce livrable est réalisé par AQUITAINE ROBOTICS et coréalisé depuis 2018 par le RECTORAT de BORDEAUX.

Entraînement des équipes

La participation à cette compétition nécessite au préalable de la finale un entraînement de chacune des équipes. Cet entraînement a une durée et une fréquence variables. Généralement, il a lieu d'octobre à avril durant au moins 1h30 chaque semaine. Il est réalisé en semaine très majoritairement dans un enseignement dédié. Parfois, il a lieu en semaine en club robotique du collège ou du lycée hors temps d'enseignement ainsi que hors établissement scolaire en temps extra-scolaire quand il est assuré par des associations (Ligue de l'Enseignement). Dans tous les cas, cette tâche d'encadrement tout le long de l'année n'incombe naturellement pas à AQUITAINE ROBOTICS mais à son partenaire, le RECTORAT de BORDEAUX, ainsi qu'à la Ligue de l'enseignement. AQUITAINE ROBOTICS peut intervenir ponctuellement pour résoudre des problèmes logistiques (transport & prêt de matériels robotiques par exemple).



entraînement Rescue Line, RMD 2022

Stands d'innovation robotiques

Le second livrable est la tenue de stands d'acteurs robotiques visant à renforcer la persévérance scolaire des jeunes apprenants en leur faisant rencontrer des adultes roboticiens pouvant incarner un avenir possible. Deux figures principales sont présentes dans ces stands :

- des élèves-ingénieurs roboticiens,
- des dirigeants d'entreprises robotiques.

Associations d'élèves-ingénieurs

Les élèves-ingénieurs sont regroupés en stand associatif ; les associations présentes à chaque édition à fort impact sont EIRBOT (compétiteurs Coupe de France de la Robotique), EIRLAB (autre acteur de Persévérans) ainsi que BDE (Bar des étudiants) assurant la logistique. Cette rencontre vivante de l'école d'ingénieurs ENSEIRB-MATMECA par l'entremise de jeunes élèves-ingénieurs permet de faire tomber quelques représentations et rendre plus attractives des formations supérieures de haut niveau.



stand EIRLAB RMD 2017

Entreprises robotiques innovantes

Quelques dirigeants d'entreprises du cluster AQUITAINE ROBOTICS acceptent chaque année de consacrer une journée pour présenter leurs innovations technologiques. Une entreprise présente systématiquement est AEROSPLINE, leader européen en cobotique aéronautique. RMD peut s'avérer très utile à tous : en 2016 est présenté pour la première fois en Aquitaine un cobot en public.



Démonstration cobotique RMD 2016

Pitches robotiques

Le troisième livrable est un ensemble de conférences à destination des collégiens. Un thème récurrent est la promotion des femmes dans ces filières et industries. Notons ici que, depuis 2019, l'association des alumnis IESF Nouvelle-Aquitaine (ex URISA) est en charge de ces conférences.

Diffusion et valorisation des résultats

Le premier media dédié à la promotion de l'événement ROBOT MAKERS'DAY est le site internet <https://robotmakersday.fr/>.

Ce site mis à jour chaque année concerne l'événement de l'année courante. Il met à disposition l'ensemble des reportages photos des années passées : <http://robotmakersday.fr/piwigo/piwigo/>

Le site du Rectorat de Bordeaux fournit toutes les données nécessaires pour l'organisation de la finale Robocup Jr Académique : <https://dane.ac-bordeaux.fr/robotique/robocup-junior-robocup-france-2022/>

Chacun des autres partenaires promeut dans son site l'événement et ses réalisations. Citons ici le site internet et la newsletter de IESF.N.-A. : <https://www.iesf-na.fr/> et <https://www.iesf-na.fr/2022/04/14/newsletter-mai-2022/>.

Ainsi que ceux d'AQUITAINE ROBOTICS : <https://www.aquitaine-robotics.com/> et <https://us2.campaign-archive.com/?u=0f84f4f8ee65d43f32f0eba21&id=e4a75a3bab>

Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs d'actions	ou Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	0	
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	0	
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	300	
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	3	STI, Mathématiques, Arts graphiques
Écoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	60	
Élèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	2000	
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	7	AQUITAINE ROBOTICS, EIRLAB, IESF N.-A., ENSAM, ENSC, ENSEIRB-MATMECA, rectorat de BORDEAUX, INRIA, UNIVERSITE de BORDEAUX
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	0	
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	Laurène BONNESSEUR, recruté en stage février 2017, en CDD en septembre 2017 puis en CDI en mars 2019 jusqu'à aujourd'hui.
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	0	
Interventions dans des colloques scientifiques en France	0	
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger	0	
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Robotique	15	Finale régionale compétition robotique, stands robotiques, pitchs pendant 5 ans (2016 à 2022 sauf 2020&2021)
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Robotique : compétitions+ téléprésence	5	Finale régionale compétition robotique pendant 5 ans (2016 à 2022 sauf 2020 & 2021)

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	0	
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA	0	
Post-docs en emploi au terme du contrat financé par le PIA	0	(Préciser la destination des post-doc financés)
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation	0	
Commentaire		

Indicateur	Nombre	Précisions
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	5	
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ¹⁶	0	
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN	0	
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux	0	
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN	Robocup Junior Open Nouvelle-Aquitaine	Persévérons a accéléré la cristallisation du projet Robocup Junior car incluant dans le consortium les 3 acteurs décisifs ici : AQUITAINE ROBOTICS, UNIVERSITE de BORDEAUX et RECTORAT de BORDEAUX.
Commentaire		

¹⁶ Indiquer le décompte des interventions et non le nombre d'heures par intervenant.

Diffusion des résultats de la recherche sur la robotique dans la communauté éducative

Implication de la DANE

De nombreuses actions ont été développées et soutenues depuis le début du projet dans les domaines du codage et de la robotique éducative. Chaque action mise en place pour exploiter le potentiel de la robotique pédagogique comme levier d'enseignement a mobilisé des élèves de tous niveaux en continuum de l'école primaire aux études supérieures et sur tous les territoires de l'Académie de Bordeaux. Ces actions ont été développées dans le cadre de la classe avec le respect du contexte des programmes officiels.

La mise en œuvre de ces actions pour améliorer la motivation et la persévérance scolaire a pris différentes formes : défis robotiques en liaison inter-degrés, challenges de programmation en liaison collège/lycée, concours de robotique académique, mini-concours adaptés à la situation sanitaire..., mais aussi des actions ciblées auprès d'élèves en difficultés dans les établissements scolaires. La volonté d'essaimer l'exploitation de la robotique dans l'enseignement constitue le fil conducteur de l'action de la DANE :

- avec une augmentation du nombre d'élèves participants dans les différentes actions,
- avec davantage de mini challenges robotiques qui sont développés en classe sur des périodes courtes afin de maintenir l'intérêt des élèves.

Résultats obtenus : description des livrables

Actions engagées

<i>Actions organisées</i>	<i>Objectifs de l'action</i>
Rencontres robotiques au Cycle 3 en liaison école/collège	Essaimer l'exploitation du codage et le développement de la robotique dans le cadre des enseignements à l'école primaire en collaboration avec des élèves de collège. Organiser une journée de liaison école/collège avec la réalisation de défis collaboratifs de programmation de robots.
RobocupJunior Open Académique	Exploiter le potentiel de la robotique dans l'enseignement en préparant et participant à un concours de robotique avec des épreuves basées sur la compétition internationale RoboCup : Discovery, Rescue Line, Maze, On stage, Soccer. Participer à des conférences et des rencontres avec des professionnels et entreprises de la robotique dans le cadre du parcours avenir au sein des 2 écoles d'ingénieur : ENSAM et l'ENSEIRB-MATMECA
Challenges robotiques de ZAP en liaison collège/lycée	Développer les compétences prévues aux programmes de Technologie au collège avec pour but de participer à des challenges de robotique inter-établissements. Dans le cadre du parcours avenir, découvrir les filières techniques et les formations associées le jour du concours dans le lycée de secteur.
Concours de programmation et de pilotage de drones	Développer les compétences de programmation des élèves avec un support original : le drone programmable. Dans le cadre du parcours avenir, découvrir les filières et les formations associées le jour du concours dans le campus des métiers orienté sur l'aéronautique.
Opération #supercodeurs	Utiliser la robotique comme levier de motivation et persévérance scolaire dans des établissements classés REP avec des actions ponctuelles menant à la résolution de défis robotiques.
Concours First Lego League Invités	Pour permettre à des établissements scolaires de découvrir le concours de robotique First Lego League, un concours simplifié « First Lego League Invité » a été proposé avec : 2 épreuves au lieu de 4 dans l'édition officielle : « Match de robot » et « Esprit d'équipe »

	Des épreuves réalisées sur les missions de compétition de l'année précédente : City Shaper. Ce concours a pour objectifs : • Explorer de nouveaux savoir-faire et idées. • Mettre en place l'inclusion en respectant les autres et en valorisant les différences. • Faire preuve de créativité et de persévérance pour résoudre les problèmes. • Être plus forts avec du travail d'équipe. • Appliquer ce qui est appris pour améliorer le monde • Être fiers de ce qui est réalisé et prendre du plaisir dans les projets. C'est un travail conséquent, mais très motivant pour les élèves, qui mènent leur projet guidés par leur coach, mais également en s'appuyant sur des experts.
Concours « Crée ton jeu vidéo »	Ce concours, proposé pendant la période de confinement, a pour but de permettre aux jeunes de créer des jeux vidéo faisant références aux grands classiques du passé tout en développant de la créativité et des compétences de programmation. Le projet vise à : • Favoriser la pratique du codage en créant son propre jeu vidéo, • Développer les compétences de programmation incluses dans les programmes, • Favoriser la transversalité disciplinaire dans des projets, • Passer par le ludique pour donner du sens et lier les savoirs.
Concours « Course en cours »	Course en Cours est un dispositif pédagogique original centré sur les Sciences et la Technologie. Des équipes de 4 à 6 collégiens ou lycéens montent leur écurie de bolides électriques connectés en utilisant les mêmes outils et processus que les ingénieurs et professionnels de la filière Automobile et Mobilités. Les participants imaginent, conçoivent, fabriquent, programment, testent et font courir leur mini véhicule de course. Course en Cours a deux objectifs : • Susciter des vocations pour les filières Scientifiques et Technologiques,

	• promouvoir l'égalité des chances. À travers ce projet, l'ambition pour la nouvelle génération est qu'elle se projette dans le monde de l'entreprise, via la mise en pratique des matières enseignées dans le cadre scolaire. La récompense est que chaque participant, quel qu'il soit, d'où qu'il vienne, vive le concours comme un déclic pour ses projets futurs. Course en Cours est une invitation au dépassement de soi !
Projet « Un robot pour tous ! »	Débuté en mars 2021, le projet consiste à : • Rendre accessible l'accès à la robotique et favoriser la pratique en classe pour tous les élèves du primaire au lycée. • Mise en place d'une veille pour proposer des robots évolutifs pour s'adapter à tous types de situations : la découverte de la robotique, l'enseignement de la robotique, la participation à des concours type RoboCupJunior,... • Proposer toutes les ressources nécessaires : des plans, la liste des composants à acheter, les fichiers de fabrication, les notices de montage, les applications de programmation, des tutoriels pour l'utilisation et la programmation, les pistes d'exploitations pédagogiques en classe, des formations suivant les demandes. • Proposer un robot accessible financièrement pour tous.
Partenariats des grandes écoles	Le projet consiste à mettre en place des tutorats pour : • Favoriser la connaissance des filières d'orientation dans les domaines scientifiques et techniques avec la découverte des grandes écoles partenaires, • Bénéficier d'un soutien et d'un accompagnement dans le développement des projets et concours de robotique, • Favoriser une collaboration entre des collégiens ou lycéens avec des élèves de grandes écoles, et ainsi, assurer un continuum du collège aux études supérieures dans les domaines scientifiques et techniques.

Description des principaux résultats obtenus

Dans le champ de robotique éducative :

Actions organisées	Volume de participants (exemple 2021)
Rencontres robotiques au Cycle 3 en liaison école/collège <i>Période : septembre 2020 à février 2021</i>	86 classes d'environ 25 élèves du 1 ^{er} degré 16 collèges ont été volontaires. Aucune rencontre n'a pu se tenir.
RobocupJunior Open Académique <i>Période : septembre 2020 au jour du concours en mai 2021</i>	Inscrits 60 équipes d'environ 4 à 6 élèves issues de 41 collèges ou lycée, 19 associations. Au final, 40 équipes ont réalisé une présentation pour diffusion avec photos et vidéo de leur travail mais sans regroupement académique.
Challenges robotiques de ZAP en liaison collège/lycée <i>Période : septembre 2020 jusqu'au jour des challenges en mai/juin 2021</i>	3 secteurs sur 26 ont tenté la mise en place du challenge. 1 seul a pu se mettre en place car à chaque fois bloqué par des cas Covid.
Concours de programmation et de pilotage de drones <i>Période : septembre 2020 jusqu'au jour du concours en mai 2021</i>	17 établissements scolaires, 389 participants. Le concours a été annulé.
Opération #supercodeurs	6 établissements demandant des ateliers pour 800 élèves. Tout a été annulé.
Concours « First Lego League Invités »	7 établissements participants avec 14 classes (400 élèves). 250 élèves ont pu travailler en classe.
Concours « Crée ton jeu vidéo »	8 établissements inscrits, 20 classes participantes pour 481 élèves
Concours « Course en cours »	4 établissements inscrits, 1 seul pour le concours avec 6 équipes, 29 élèves.
Projet « Un robot pour tous ! »	5 enseignants participants à la veille robotique, 6 robots étudiés et mise à disposition avec des informations techniques et pédagogiques.
Partenariats des grandes écoles	1 demande de partenariat demandée.

•

Diffusion et valorisation des résultats

Actions soutenues par de la communication	Volume de participants
Concours First Lego League	3 équipes issues de 2 collèges.
Dispositif « Yes We Code »	5 lycées, 5 collèges.
RobocupJunior Open France	nombre de participants inconnu.
Compétition internationale Robocup2021	Annulée et reportée à 2023.

Les actions de robotique éducative ont été diffusées par le biais d'un site internet dédié : <https://dane.ac-bordeaux.fr/robotique/>

ROBOTIQUE ÉDUCATIVE
Académie de BORDEAUX

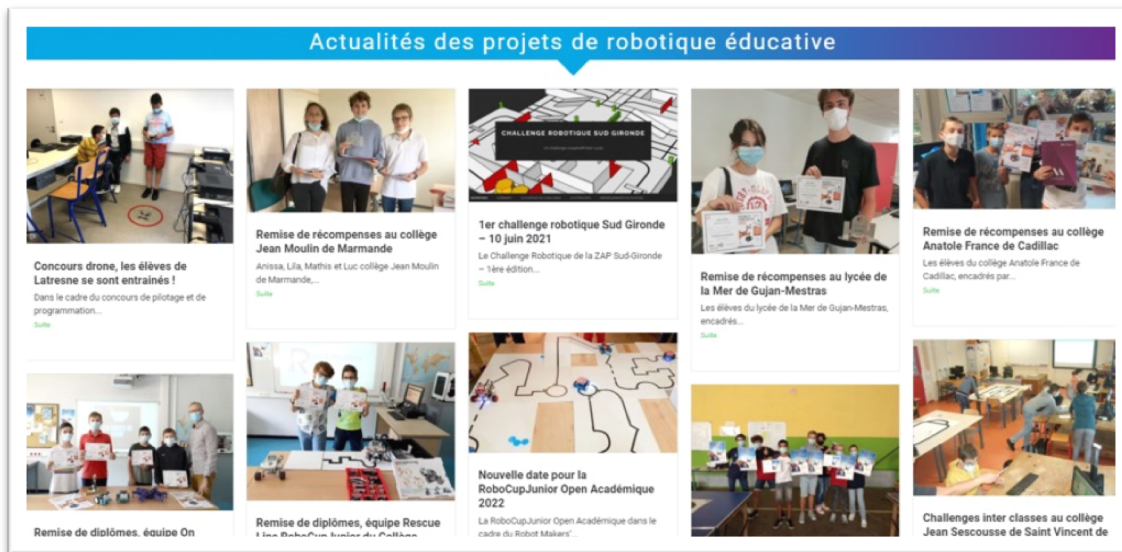
Accompagner vos projets de robotiques éducatives

La Délégation Académique pour le Numérique Éducatif est chargée d'accompagner le développement des usages du numérique au service de la pédagogie. Dans le cadre de la robotique, elle met en œuvre la politique numérique éducative de l'académie en partenariat avec les collectivités et les partenaires locaux. Elle accompagne les établissements au quotidien, encourage les innovations et participe à leur diffusion. Plusieurs projets sont soutenus pour l'année scolaire 2020-21 : Le déploiement des concours robotiques académiques et nationaux aux Cycle 3 et Cycle 4, la poursuite du projet Persévérans, le déploiement de matériels pédagogiques à destination des établissements.

dane Bordeaux

3 Terrasse du Front Mécoc
33 000 Bordeaux - 05 40 54 70 60
dane@ac-bordeaux.fr - @BordeauxDane

Toutes les actions réalisées ont été valorisées sous forme d'articles réguliers dans les actualités du site : <https://dane.ac-bordeaux.fr/robotique/actualites/>



Des partenariats avec des écoles post-bac étaient en place avec Aquitaine Robotics, les Arts et Métiers et l'ENSEIRB-MATMECA de Talence et l'URISA pour la mise en place du concours RoboCupJunior Open Académique et la First Lego League. D'autres partenariats sont en place avec AEROCAMPUS Aquitaine et l'AFDET pour le concours Drone, et avec l'IUT de Gradignan dans le cadre du concours « Course en cours ». Enfin, un partenariat avec des étudiants des grandes écoles a démarré.

Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		(préciser les disciplines concernées)
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	500	Professeurs des écoles Enseignants de collèges Enseignants de lycée
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	4	Technologie collège Mathématiques Sciences physiques Sciences de l'ingénieur Lycée
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	190 écoles 200 collèges 30 lycées	Tous niveaux du 1 ^{er} degré jusqu'au lycée
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	9000 environ	Tous niveaux du 1 ^{er} degré jusqu'au lycée
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	9	Ecoles d'ingénieurs Robot Makers' Day Maison pour la science Canopé Robocupjunior France RoboCup2020 #Supercodeur
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	First Lego League
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)		
Interventions dans des colloques scientifiques en France	2	4 ^e édition des Rencontres Nationales de la Robotique Educative à l'IFE de l'ENS de Lyon les 15 et 16 janvier 2020 Animation d'un stand aux rencontres Ludovia, 25-27 août 2021
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger		
Commentaire		

Formations par le réseau CANOPE

Rappel des objectifs du projet

Objectifs du projet (dans le cadre du sous-projet Holobot) :

- Co-conception du robot avec les chercheurs, les médiateurs de l'atelier CANOPE et des enseignants expérimentateurs ;
- Création de matériel pédagogique en adéquation avec les programmes de collège et de lycée.
- Accompagnement du Holobot avec des livrables pédagogiques (séquences conçues en amont par des enseignants testeurs, repérés pour leurs compétences et leur appétence à l'innovation en robotique pédagogique).

Résultats obtenus : description des livrables

Formations en robotique

Achat et prêt avec formation de valises de robots Thymio (dans les 1^{er} et 2nds degré) et Blue bot (dans le 1^{er} degré).

Suivi de l'école de la robotique, projet innovant CARDIE à l'Ecole Gambetta de Talence (33) : formations des enseignants école maternelle/élémentaire sur les robots blue-bot et thymio et informatique débranchée ; ateliers menés dans toutes les classes de l'école ; roboting goûter dans une salle de la ville en fin de journée avec les parents d'élèves et les enfants qui présentaient un atelier ; accompagnement d'étudiants de l'Ecole nationale supérieure de cognitique dans le cadre de leur projet annuel.

Présentation vidéo du projet au colloque Ludovia 2021.

Sous-projet Holobot

En 2019, commande de 70 holobot répartis en 9 valises de prêt (valises de 8 robots) prêtés aux enseignants volontaires pour tester le robot dans leur classe : Stéphane Bestel, Ecole du Burck (Mérignac), Virginie Blanc, collège Pont de la Maye (Villenave d'Ornon), Emilie Darrin, collège Jules Ferry et Lycée Daguin (Mérignac), Bertrand Fialip, collège les Eyquems (Mérignac), Frédéric Rouvière, collège Jules Ferry (Mérignac).

Des réunions de présentation du robot et de son fonctionnement ont permis de lancer le projet et de créer une communauté autour du Holobot. Un tutoriel de fonctionnement du robot comportant également des exemples de modèles de programme a été remis en même temps que le robot.

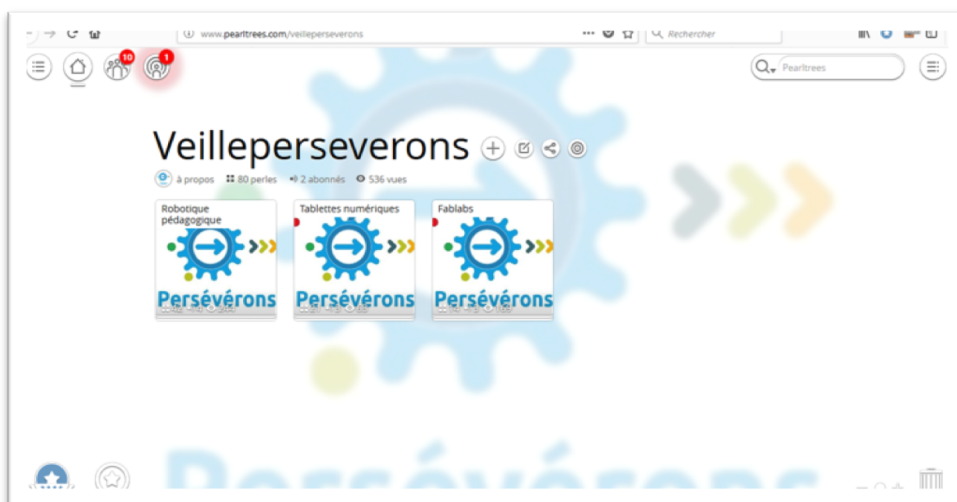
Diffusion et valorisation des résultats

Sessions de workshop : mercredi 8 février 2018, mercredi 13 mars 2019 de 14h à 17h au Fablab de l'Enseirb-Matmeca pour le workshop Holobot avec les chercheurs du LaBri

Un site de ressources accompagne le projet :

<https://ateliercanope33.canoprof.fr/eleve/HOLO/HOLO/>

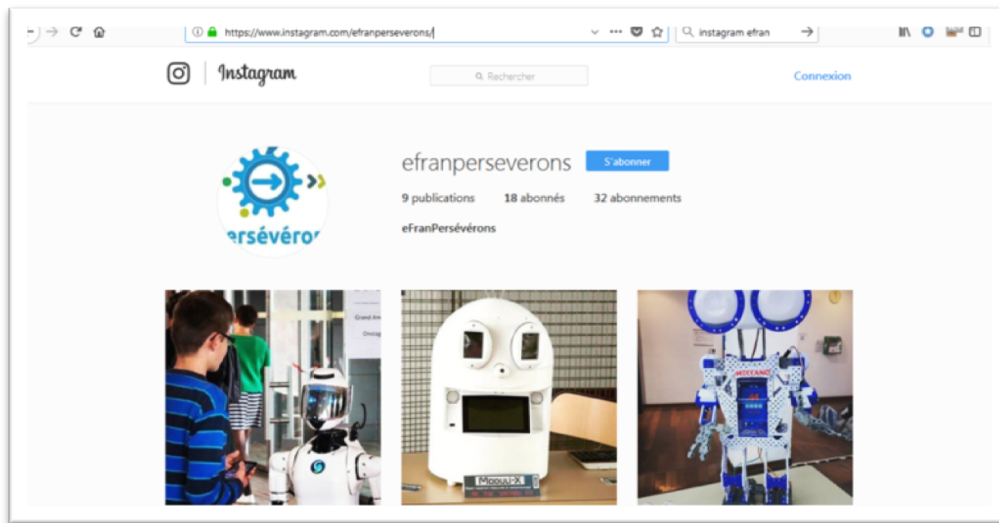
En ce qui concerne la **veille**, Réseau Canopé a participé de manière active aux travaux de veille et a alimenté la page « veille » du site *Persévérans* avec le service de la documentation de l'INSPE de Bordeaux, à travers un pearltrees <http://www.pearltrees.com/veilleperseverons> et l'usage des réseaux sociaux numériques (notamment Twitter et Instagram) pour la communication, en lien avec le site.



https://twitter.com/eF_perseverons



<https://www.instagram.com/efranperseverons/>



Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs d'actions	ou Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	45	
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1 ^{er} degré + 2 disciplines en collège/lycée	Mathématiques et technologie
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	20	
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	800	
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)		
Interventions dans des colloques scientifiques en France	1	Ludovia
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger		
Commentaire Vidéo présentant le projet de l'école Gambetta de Talence présentée à Ludovia lors du colloque Persévérans.		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Robotique		Création d'un projet école de la robotique à l'école Gambetta de Talence, projet retenu en projet innovant CARDIE Nombreuses formations
Tablettes		
Fablabs		
Commentaire Projet innovant CARDIE Ecole Gambetta de Talence (33) : formation des enseignants en école maternelle/élémentaire sur les robots Blue-bot et Thymio et informatique débranchée ; ateliers menés dans toutes les classes de l'école ; roboting goûter dans une salle de la ville en fin de journée avec les parents d'élèves et les enfants qui présentaient un atelier ; accompagnement d'étudiants de l'Ecole nationale supérieur de cognitive dans le cadre de leur projet annuel. Présentation vidéo du projet au colloque Ludovia 2021.		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Robotique : compétitions+ téléprésence	1	Robot éducatif avec le LaBri
Tablettes		
FabLabs		
Commentaire Le holobot est un robot holonome, c'est-à dire qu'il peut se déplacer dans n'importe quelle direction quelle que soit son orientation car il possède trois degrés de liberté (deux translations : avance ou recule, va vers la droite ou vers la gauche et une rotation : tourne vers la droite ou vers la gauche). Il est également équipé de 4 boutons optiques, 1 capteur de distance infrarouge, 6 leds couleurs, 1 gyroscope et 1 accéléromètre. Il a la particularité de pouvoir suivre les lignes. Les langages proposés pour le programmer sont : blockly, python, c++. Le robot se pilote avec une appli web en bluetooth et une appli android Metabot Rhoban (pour l'instant pas disponible sous iOS).		

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	1	Holobot version soccer Robocup bordeaux 2023
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA		
Post-docs en emploi au terme du contrat financé par le PIA		(Préciser la destination des post-doc financés)
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation		
Commentaire Le holobot a été upgradé et fait partie d'un kit avec un terrain de foot adapté afin que les classes s'entraînent en vue de la nouvelle ligue soccer de la Robocup 2023 à Bordeaux.		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	30	Formations sur les robots Blue-bot et thymio pour le 1 ^{er} degré et sur le robot Thymio pour le 2 nd degré ; ateliers dans les classes
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ¹⁷		
Commentaire 		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN	1	Ecole Nationale Supérieure de Cognitique de Bordeaux
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux		
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN		
Commentaire Projet de création d'outils sur la persévérance en robotique en maternelle (application sur tablette) avec observations et expérimentations en classe par un groupe d'étudiants trois années de suite.		

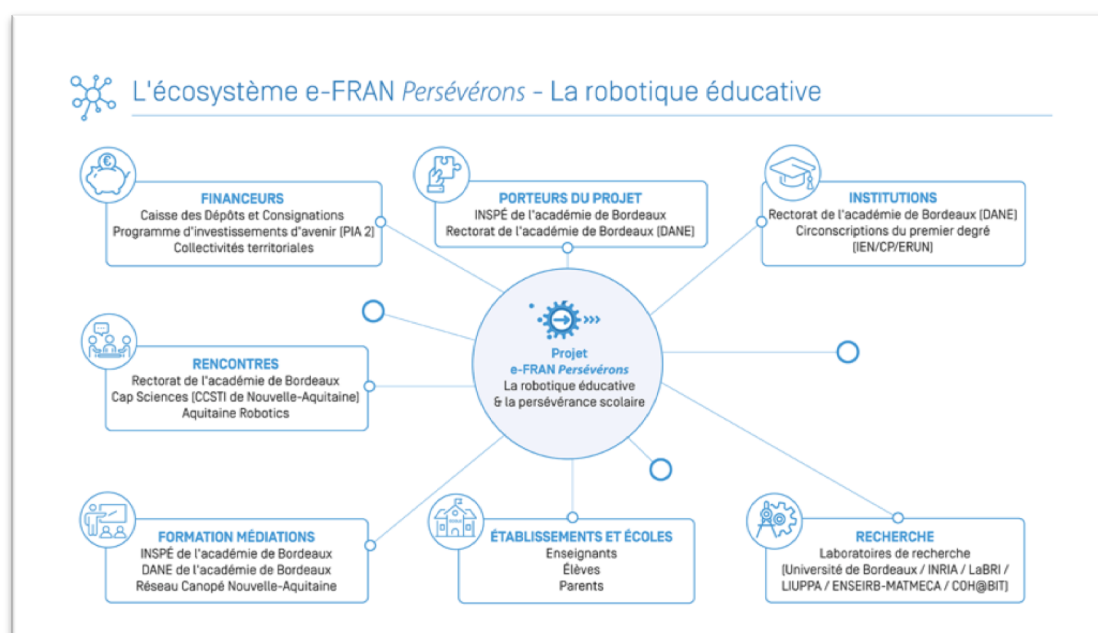
¹⁷ Indiquer le décompte des interventions et non le nombre d'heures par intervenant.

MOOC

Rappel des objectifs du projet

Réseau Canopé a conçu une formation e-learning sur la plateforme universitaire FUN MOOC afin de valoriser le travail des différents acteurs du projet Persévérans qui se sont réunis pour former un **écosystème** entre :

- **Les laboratoires de recherche**, les formateurs (INRIA, LABRI, LIUPPA, ENSEIRB-MATMECA, COH@BIT, INSPÉ de l'académie de Bordeaux, les ERUN et conseillers pédagogiques des départements concernés) et les enseignants ;
- **Les institutions** (rectorat, DANE, DSDEN, les circonscriptions et Réseau Canopé) ;
- **Les enseignants** d'un même établissement ou d'un même bassin pédagogique ;
- **Les élèves** dans le cadre du travail de groupe, d'équipe et de rencontres lors des évènements en robotique.



Rappel du calendrier

- Travail de préparation : année 2018/2019
- Tournage des vidéos : année 2019/2020
- Conception : année 2019/2020
- Intégration sur FUN : 2020
- Sortie du MOOC : mai 2020

Résultats obtenus : description des livrables

Livraison du Mooc « La Persévérance scolaire et la robotique éducative » en mai 2019

Présentation générale du Mooc

La semaine 0 présente **les grandes lignes du projet *Persévérons*** (Persévérance scolaire avec/par les objets numériques), porté par l'université via l'INSPÉ de l'académie de Bordeaux et par le rectorat de Bordeaux via la DANE.

La semaine 1 est consacrée à la découverte des deux thèmes abordés dans ce MOOC :

- **La persévérance scolaire**

La thèse de Thibault Desprez (INRIA) a servi de support à une définition de "la persévérance (comme) la capacité à rester engagé ou se ré-engager dans une activité sur laquelle l'individu décroche. [...] La persévérance est liée au temps que l'étudiant investit dans son apprentissage et aux ressources qu'il déploie. »

- **La robotique éducative**

L'objectif de ce Mooc est de se centrer sur les apprentissages des élèves mais également sur des compétences comme la collaboration, la créativité, la résolution de problème...

La semaine 2 aborde le lien **entre le robot éducatif et les apprentissages** en contexte scolaire. L'objectif est de comprendre les caractéristiques des robots éducatifs et de réfléchir à la manière dont ils modifient les relations des élèves dans l'acquisition des savoirs et des apprentissages.

- Le robot, un objet ludique d'apprentissage
- Le robot, un objet tangible et de manipulation
- Le robot qui permet le feedback (le retour d'information pour l'apprenant)
- Le statut de l'erreur dans la démarche par essai-erreur
- La démarche d'investigation

La semaine 3 présente la robotique éducative sous l'angle de la mise en relation de plusieurs écosystèmes qui interagissent entre eux :

- les laboratoires de recherche, les formateurs (INSPÉ de l'académie de Bordeaux, les ERUN et conseillers pédagogiques) et les enseignants ;
- les institutions (rectorat, DANE, DSDEN et les circonscriptions) ;
- les enseignants d'un même établissement ou d'un même bassin pédagogique ;
- les élèves dans le cadre du travail de groupe, d'équipe et de rencontres lors des événements en robotique.

La semaine 4 met l'accent sur les différentes manières d'apprendre avec les robots.

L'apprentissage de la robotique implique cette finalité éducative par l'acquisition de connaissances et compétences inhérentes à la construction et à la programmation des robots.

L'apprentissage avec la robotique repose sur l'interaction entre les jeunes apprenants et un robot. La finalité éducative vise à provoquer des réactions empathiques et à créer des interactions cognitives et sociales.

L'apprentissage par la robotique implique l'usage de kits robotiques de construction et de programmation. La finalité éducative est l'acquisition de connaissances et compétences liées à une matière scolaire précise – mathématiques, sciences, technologie. Elle réside aussi dans l'acquisition de compétences transversales (résoudre des problèmes, communiquer, prendre des initiatives, etc.) et dans le développement des facultés cognitives, métacognitives et sociales des élèves.

La semaine 5 se focalise sur l'engagement des élèves à travers des projets pédagogiques en classe et au-delà de la classe (RoboCup Junior, Robo Cup 2021, évènement R2T2 ou bien des défis inter / intra-établissements...). Cela permet aux élèves de persévérer dans les apprentissages avec un sentiment d'accomplissement dans la réussite par l'action.

Dans le cadre du projet e-FRAN Persévérons, nous nous sommes rendu compte que l'introduction d'un robot en classe, contrairement aux effets habituels de l'introduction d'un objet technologique en classe, rapprochait les élèves, les enseignants, les formateurs et l'institution autour de rencontres, de compétitions, de collaborations et de défis. L'un des principaux leviers de la persévérance est donc la coopération et les affiliations socio-cognitives face à des défis technoscientifiques qui sont posés aux élèves mais aussi aux enseignants.

Diffusion et valorisation des résultats

Publication du Mooc en mai 2020 animation en juin/juillet 2020

Ce Mooc a permis la création de ressources pour les enseignants et les formateurs.

- Une synthèse par semaine avec des nombreux visuels créés spécialement pour ce Mooc,
- Des vidéos en classe et des interviews de chercheurs, de membres de l'institution, d'enseignants et d'élèves,
- Des ressources pour les enseignants.

Une synthèse par semaine

Les cinq synthèses du Mooc reprennent les éléments essentiels du projet Persévérans sur la robotique :

- Les concepts clés
- La motivation des apprenants
- L'écosystème et les liens entre la recherche et les enseignants
- Apprendre avec des robots
- La pédagogie de projets

Par exemple :



De nombreux visuels exploitables en formation et en classe

Qu'est-ce qu'un robot ?

Les capteurs

Les capteurs (de distance, microphone, caméra...) permettent au robot de percevoir son environnement.

L'ordinateur

L'ordinateur (avec le processeur) permet au robot de mesurer les données de l'environnement et de calculer les actions à exécuter (selon le programme écrit par un humain).

Les actionneurs

Les actionneurs (moteurs, lumière, haut-parleur...) permettent au robot d'agir sur son environnement.

CANOP

Une approche pédagogique centrée sur le projet

Un projet en robotique c'est :

1

...une appropriation des enjeux et des objectifs du projet.

Objectifs

2

...une pluridisciplinarité et une transversalité des apprentissages.

Disciplines

3

...une responsabilité renforcée.

Responsabilité

4

...une autonomie améliorée.

Autonomie

5

...une forte motivation des élèves.

Motivation

CANOP

Approche motivationnelle multiniveaux

Ces différents niveaux sont interdépendants

Par exemple un enseignant engage ses élèves dans un projet de robotique et fait le pari qu'ils porteront un intérêt à la robotique sur le long terme.

Ainsi il passe d'un niveau situationnel (la séance en classe) à un niveau contextuel (un projet sur une année) espérant conduire à une motivation globale (ancrée dans l'individu).

INTERDEPENDANCE DES NIVEAUX

Motivation globale

Elle s'étend sur la durée la plus longue : plusieurs années. La motivation est stable et assimilée à un élément de la personnalité d'un individu. Elle dépend d'éléments de la vie tels que la culture, le contexte social...

Motivation contextuelle

Elle s'étend sur plusieurs jours à une année. Elle dépend de nos loisirs, nos relations...

Motivation situationnelle

Elle s'étend sur une durée courte : de plusieurs minutes à une heure (liée à une activité). Elle dépend de nos besoins, nos envies ou encore nos intérêts.

CANOP

Il s'agit donc...

Phénomène observable

Le robot pivote trop lentement et n'évite pas l'obstacle.

> l'élève doit élaborer un nouveau raisonnement.

Raisonnement

Théorie

Je connais le robot, ses capteurs, ses moteurs...

Hypothèse

Si le capteur est activé dans mon programme alors le robot pivote et évite l'obstacle.

Observation

Test

Je programme mon robot avec ses capteurs et ses actionneurs.

Prédiction

Expérience

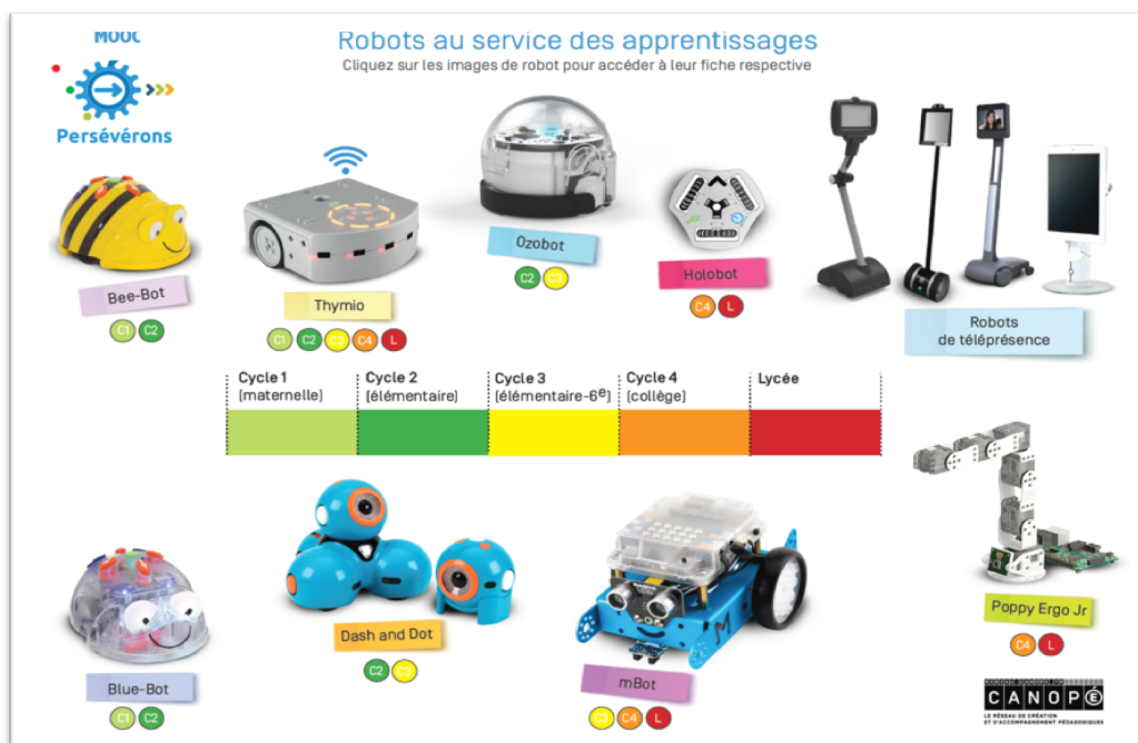
CANOP

Des vidéos de séances en classe et d'interviews des différents acteurs du projet

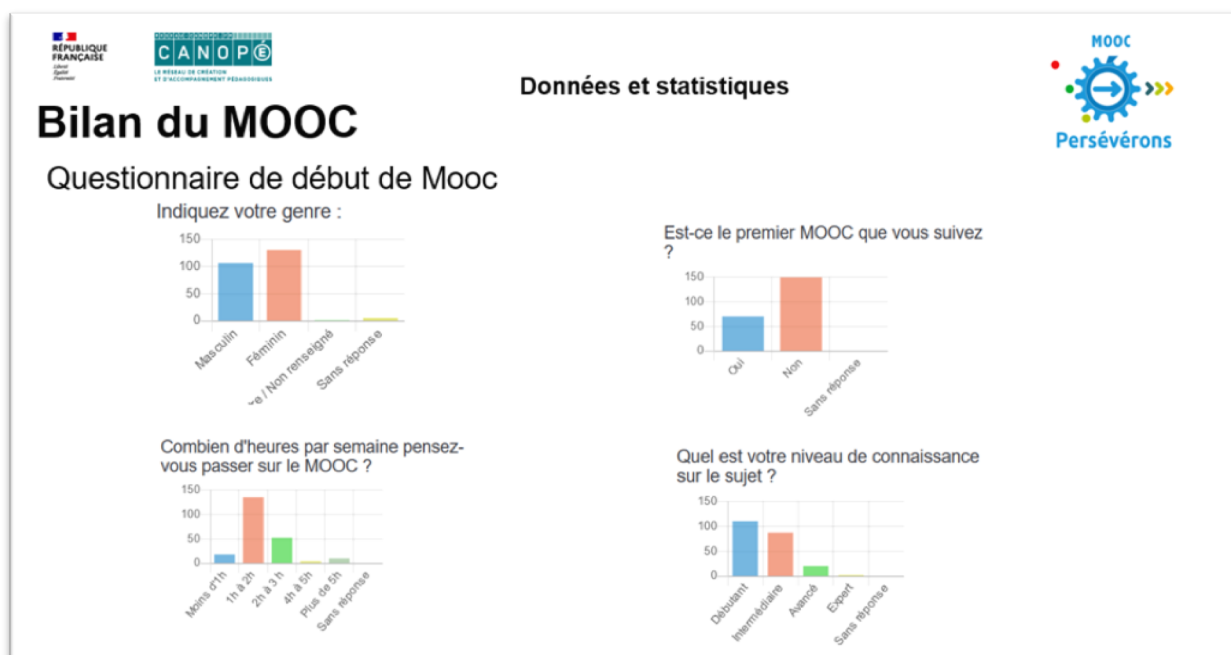


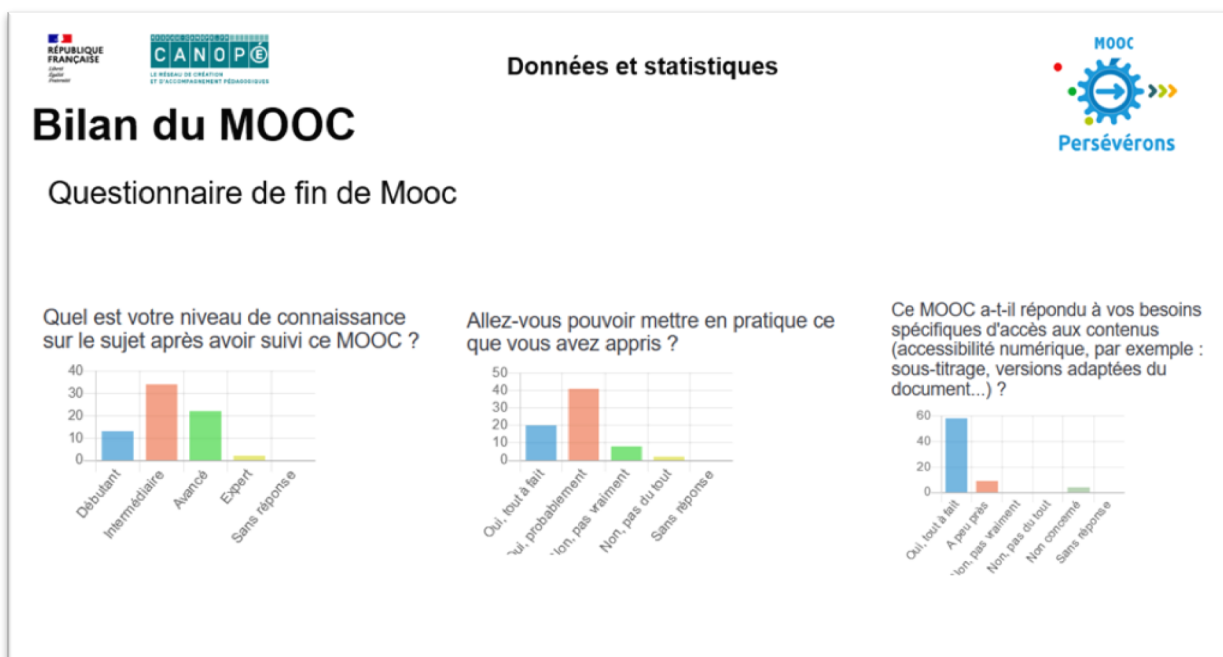
Des ressources pour les enseignants

Par exemple une frise de la robotique par cycle d'enseignement



Plus de 2158 personnes inscrites à la première session (525 personnes qui ont achevé la formation sur le MOOC)





Verbatim extraits du FORUM

« Bonjour, J'aime le Holobot. Cependant, les robots sont très intéressants, et il y en a pour tous les âges, y compris adulte affirmé ! c'est dommage qu'en montant en âge, ils perdent leurs couleurs et leur côté ludique. Le Dash, je le trouve un peu effrayant avec son gros oeil, et je ne vois pas trop le rôle de Dot. . Quant aux projets, la Robocup est le plus intéressant pour moi car il permet de s'ouvrir sur le monde donc d'avoir une vision plurielle et élargie des pratiques. Pour finir, le cours est très enrichissant. J'ai beaucoup appris et, surtout, le monde robotique est devenu moins rébarbatif à mes yeux. Bravo à tous les formateurs de ce MOOC et bonne continuation ! »

« Je trouve vraiment intéressant le descriptif très détaillé de chaque robot ; nous sommes précisément en train de réfléchir sur les robots que nous devons acheter pour les 3 cycles (1 à 3) de l'élémentaire. Thymio était jusque-là mon préféré car je le connaissais un peu et apprécie qu'il soit aussi facile à manipuler en maternelle. Je vais toutefois prendre plus de temps pour bien étudier tous ces robots et vos commentaires (dans cette discussion) m'aident énormément. Nous allons aussi regarder la RoboCupJunior de plus près. Merci de m'avoir fait découvrir plein de choses au cours de ces 5 semaines. A bientôt ! »

« Je suis AESH (accompagnant d'élève en situation de handicap) et je n'ai malheureusement pas encore eu la chance de voir un tel projet en classe depuis 10 ans que je fais ce métier. A part cette année en terminale STI car la programmation

fait partie du programme. Je suis d'accord avec tous les points développés dans cette partie. Le robot est un objet ludique, qui augmente la persévérance des élèves, qui est un formidable outil de feedback !! »

« Bonjour, en tant que professeur de technologie j'ai eu le plaisir de mettre en œuvre plusieurs projets dont 2 défis robotiques en 2014 et 2015 qui ont mobilisé pratiquement 2 trimestres avec mes élèves de 3ème. En REP+ la plus-value de cette démarche est remarquable tant au point de vue des apprentissages que des relations élèves-enseignants. Je m'y retrouve complètement dans les postures enseignants et élèves expliquées dans le Mooc. Un autre projet avec des élèves de 6ème Segpa en 2011 pour la découverte de Mars m'a permis de monter un défi interclasse, les élèves ont été récompensés par des lots et valorisés par un article dans le journal local. Nous en avons même fait un blog. Projet Mars en 6ème SEGPA (ce défi m'a permis notamment de gagner un concours du CNES dont le prix était un vol en impesanteur Ai Zéro G avec J.F CLERVOY un rêve éveillé :-) »

« Bonjour. Pour moi, c'est une semaine passionnante dans son ensemble, qui vient mettre sur des mots sur des idées et confirmer mes impressions. Même si l'idée du statut de l'erreur me semble être une évidence depuis toujours, je découvre enfin une forme méthodique aboutie. Merci, à mon avis, chaque point est pertinent. Un coup de coeur +++ pour "Poppy entre dans la danse", projet dans lequel je me reconnais pleinement et qui justifie tout ce pour quoi je travaille »

« Prof de Techno, l'utilisation de robots (systèmes automatisés programmables) en classe, me permet surtout de sortir du statut de juge (associée au sens négatif de l'erreur) et d'être accompagnant (autre relation avec les élèves) de groupes d'élèves mis en situation d'autonomie face aux tâches proposées. Les 4 premières propositions se retrouvent et sont importantes dans les activités présentées ci-dessus. La démarche d'investigation complète tant qu'à elle n'est pas souvent possible car trop chronophage. »

Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	2158	Formations des enseignants de la maternelle au lycée ou personnels de la communauté éducative
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Mathématiques Technologie Maîtrise de la langue	
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		Etablissements des enseignants formés
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		Elèves des enseignants formés
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Partenaires cités	Cf. tableau écosystème
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)		
Interventions dans des colloques scientifiques en France	4	Colloque et séminaires Persévérans à Bordeaux et à Ludovia
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger		
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Robotique	Oui	RAS
Tablettes	Non	RAS
Fablabs	non	RAS
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Robotique : compétitions+ téléprésence		
Tablettes		
FabLabs		
Commentaire		

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	RAS	
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA	RAS	
Post-docs en emploi au terme du contrat financé par le PIA	RAS	(Préciser la destination des post-doc financés)
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation	RAS	
Commentaire		

Indicateur	Nombre	Précisions
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	50 formations avec 20 enseignants en moyenne	1000 enseignants formés dans le département de la Gironde
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ¹⁸	RAS	RAS
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN		Cadres de l'éducation nationale (IEN-IA-IPR) Educateurs spécialisés ; psychologue, AESH Parents
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux	RAS	RAS
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN	RAS	RAS
Commentaire		

¹⁸ Indiquer le décompte des interventions et non le nombre d'heures par intervenant.

PARTIE 4

FABLABS

Le FabLab, “fabrication laboratory”, peut être défini comme un espace de travail et de formation, « *physiquement situé où des personnes ayant un intérêt pour les techniques se rassemblent pour travailler sur des projets tout en partageant des équipements (machines-outils, wifi...), des connaissances et des valeurs communes issues de l'éthique hacker* » (Lallement, 2015 : 525). Le concept de FabLab a été créé par Neil Gershenfeld, professeur au MIT, à la fin des années 1990. Lieu ouvert où toutes sortes d'outils sont mis à disposition du public, ainsi que des plateformes en réseaux qui permettent de s'échanger des fichiers dans le monde entier, le FabLab vise la conception et la réalisation d'objets, dans une démarche de design. Il s'adresse à tous les publics, entrepreneurs.euses, designers, artistes, bricoleurs.euses, étudiant.e.s, élèves, qui peuvent passer de la conception au prototypage puis de la mise au point à la réalisation d'objets. Il constitue un espace de rencontre et de création collaborative pour, entre autres, fabriquer des objets uniques. Un FabLab peut être considéré, selon le manifeste du groupe international francophone des tiers-lieux libres et *open source*, comme un tiers-lieu, qu'Antoine Burret propose de définir comme « *une configuration sociale où la rencontre entre des entités individuées engage intentionnellement à la conception de représentations communes* » (Burret, 2017 : 238). Cette définition inclut la rencontre entre des individus et avec des objets dans une “épistémologie du bricolage” (Vallat, 2015) qui valorise le faire dans une perspective de mise en commun de la connaissance.

Le FabLab n'est pas spécifiquement innovant : il mobilise des compétences techniques dans une démarche de projet, ou plus précisément un apprentissage basé sur la conception (design-based learning) qui n'a rien de nouveau. André Tricot (2017), qui critique la rhétorique de l'innovation, souligne d'ailleurs que tous les dispositifs de travail en projet autour du « faire » ne sont pas efficaces sur les apprentissages qui requièrent attention et engagement, outre la mobilisation de ressources cognitives importantes. Il relève aussi que les apprentissages en jeu sont spécifiques : dans le FabLab, on ne peut pas tout apprendre, mais seulement des connaissances techniques, qui, certes, peuvent servir de levier social à l'envie d'apprendre. Certaines compétences liées à la manipulation de l'information et des ressources documentaires sont également en jeu, à travers la lecture ou la création d'une documentation technique (la documentarisation ou la redocumentarisation des projets), ou l'association de la fabrication d'un objet avec des ressources culturelles nécessitant des recherches d'informations ou de documents, des formes de réécriture voire de ré-éditorialisation.

Enfin, les compétences « psycho-sociales » sont mises en avant dans le FabLab. C'est l'organisation spatiale des apprentissages qui est questionnée, ainsi que la création d'un système d'information complexe qui permet la circulation de documentation technique, notamment. Il reste cependant complexe de déterminer les facteurs d'engagement, de motivation et de persévérance dans les projets menés dans les FabLabs, sans considérer leurs caractéristiques, leur extériorité par rapport aux établissements scolaires, leur organisation spatiale dans une configuration qui rompt totalement avec l'espace de la classe, leur équipement technique qui est à la base de dispositifs socio-techniques dédiés à la fabrication concrète d'objets et non à des apprentissages scolaires, un fonctionnement suivant la démarche design et projet, et la réunion de publics divers. Des facteurs spatio-temporels, techniques, et surtout sociaux, de l'organisation des activités sont en jeu.

Projet 1 / EirLab et les compétitions en robotique

Rappel des objectifs du projet

Les objectifs d'EirLab, FabLab de l'ENSEIRB-MATMECA, était en premier lieu d'évaluer l'impact des expérimentations, principalement en robotique et autour des compétitions, hors du cadre de l'établissement scolaire. Structure support mise à disposition des autres membres du projet, l'environnement du FabLab EirLab devait également favoriser le développement des projets et aider à la mise en place d'animations de compétition robotique. Enfin, en collaboration avec l'INSPE et l'équipe IMS Rudii, nous devons travailler à la mise en place d'outils pour l'évaluation de l'impact des expérimentations.

Rappel du calendrier

Dans un premier temps, un groupe de travail regroupant les trois FabLabs (le 127° de Cap Sciences, Coh@bit de l'IUT de l'Université de Bordeaux et EirLab) ainsi que l'équipe Rudii de l'IMS s'est constitué pour mettre en place des outils d'évaluation utilisés lors d'activités pédagogiques.

Parallèlement, EirLab a travaillé avec l'équipe Rhoban du LABRI pour le développement d'activités autour du Metabot (organisation de compétition). En collaboration avec le Cluster Aquitaine Robotics, EirLab a participé à l'organisation de compétitions robotique lors des Robot makers days puis à la transformation des épreuves pour migrer vers la mise en place d'activités robotiques centrées sur la Robocup Junior.

Résultats obtenus : description des livrables

Au niveau des outils d'évaluation, le groupe s'est orienté sur la construction de questionnaires d'enquête à destination des élèves et centrés sur la mesure de la persévérance à travers les activités menées au FabLab et/ou dans les compétitions. Cette enquête est en deux parties : la première partie est proposée avant l'arrivée de élèves dans le FabLab et porte sur les thèmes suivants : connaissance a priori des FabLabs, importance portée à la scolarité, perception de l'environnement scolaire. La deuxième partie, réalisée après l'atelier, porte sur le vécu lors de la visite au FabLab, l'expérience, l'importance des activités menées, l'environnement, le parcours technologique sur la robotique. Nous avons pu tester ce questionnaire sur les élèves en stage de 3ème au FabLab. Une variante de ces questionnaires a également été établie pour permettre d'évaluer l'impact sur les élèves de la participation à des épreuves de compétition robotique. Malheureusement, le Covid et l'annulation des compétitions n'ont pas permis de mener à bien cette enquête.

EirLab a aidé au développement d'une arène à bas coût permettant le développement d'activités dans les collèges et lycées avec les Métabot et Holobot développé par Rhoban. Le FabLab a également servi de site support pour le développement du Holobot ainsi que la formation d'enseignants à l'utilisation de ces robots.



En collaboration avec le Cluster Aquitaine Robotics, EirLab a participé à l'organisation des Robots makers days et en particulier aux épreuves de robotique : MetaBot dans un premier temps puis épreuves de Robocup Junior dès 2018.



Élèves participant à une épreuve MegaBot aux RMD 2017.



Labyrinthe d'expérimentation du concept d'holonomie

EirLab a également développé un petit robot appelé [Cubi](#). Ce robot très simple nécessite peu de composants et est donc de coût réduit. Il est compatible avec les robots Megabot et Holobot.



EirLab a enfin aidé à la mise en place de la Robocup junior avec Rhoban, et le Rectorat. La dernière édition française a permis d'impliquer des équipes de l'ensemble du territoire français et plusieurs équipes ont pu participer à la Robocup internationale à Montréal (2018) et Sydney (2019).

Diffusion et valorisation des résultats

EirLab a participé tout au long du projet à plusieurs actions permettant d'exposer les dispositifs développés. En particulier, des ateliers robotiques lors des Villages de Sciences (événements organisés par Cap Sciences), des Bordeaux Geek Festival, des Robots Makers Days : l'ensemble de ces événements grand public ont permis de faire connaître la possibilité pour les plus jeunes de s'impliquer dans des ateliers de robotique voire de participer à la Robocup junior.

Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs d'actions	ou Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	0	
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	0	
Commentaire Un post-doctorant (Grégoire Passault) a commencé à travailler autour de Persévérans avant d'être recruté comme maître de conférences.		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	+++	De nombreux enseignants de Nouvelle Aquitaine via la DANE et le réseau Canopé
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Mathématiques et technologie principalement	
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	Canopé, Rectorat	
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Projet 2 / Coh@bit et le FabLab 121 °de Cap Sciences

Rappel des objectifs et du calendrier du projet

Le FabLab EirLab se caractérise par sa vocation technologique et son orientation universitaire. Intégré dans une école d'ingénieurs, il a vocation à accompagner des projets pour un public expert et à dominante ingénierique. Il n'a donc pas fait l'objet d'observations dédiées en dehors de l'organisation des compétitions de robotique, à laquelle il est dédié. Ce n'est pas le cas des deux autres FabLabs en jeu dans Persévérans. Si l'un, Coh@bit, est intégré à l'université dans les locaux de l'IUT, il accueille un large public non universitaire dans une perspective d'ouverture sociale autour des problématiques d'orientation et d'inclusion de tous les jeunes, y compris ceux qui ont décroché du système scolaire ou universitaire. Le FabLab de Cap Sciences, quant à lui, intégré dans un centre de culture scientifique, technique et industrielle, a une vocation d'ouverture culturelle. Le projet a été l'occasion de s'engager dans des missions nouvelles pour ce dernier, tournées vers le public scolaire et la réalisation de projets pour des élèves dont les établissements sont éloignés de la ville et de l'offre culturelle, ou situés dans des quartiers d'exclusion (REP). Concrètement, plusieurs types de publics scolaires ont été observés dans les FabLabs recevant des jeunes de collèges, lycées ou de mission d'insertion professionnelle, sur 4 années et durant plusieurs semaines. Nous avons observé des projets réalisés à l'issue d'appels à projets déposés par les chefs d'établissement en collège ou en lycée ainsi que des projets d'orientation ou d'insertion professionnelle. Ces situations accordent une grande place au travail de groupe et à la fabrication d'objets par les élèves par le biais des technologies numériques de l'information et de la communication (imprimante 3D, découpe laser, logiciel de dessin et de conception assistée par ordinateur 3D).

Plusieurs projets étaient en jeu, en fonction des types de publics, dont les activités ont fait l'objet d'observations systématiques. Le projet a ouvert un moment de collaboration entre les FabLabs, qui ont proposé des formats différents, ce qui a permis de comparer les répercussions de ces situations sur la persévérance scolaire. Il a également été l'occasion d'ouverture à l'international, avec le travail d'un doctorant, Mohamed Coulibaly, qui a participé aux observations et leur a consacré son mémoire de master en Médiation des savoirs, sur les potentialités du FabLab pour la persévérance des étudiants dans une université au Mali.

Coh@bit

Le FabLab Coh@bit, créé en 2014, situé sur le site de l'IUT à Gradignan mais ouvert à tous, bénéficie des liens avec les formations de l'IUT et plus largement avec celles de l'Université de Bordeaux, mais aussi les laboratoires de recherche et avec le Technoshop. Il propose aux jeunes des parcours visant le développement de compétences psychosociales, numériques et techniques, la créativité, les démarches écocitoyenne, entrepreneuriale et complexe, grâce à des projets collaboratifs. Les accompagnant.e.s (enseignant.e.s, usagers du FabLab, intervenant.e.s de la fondation Orange en mécénat de compétences, jeunes en service civique...) misent sur la spécificité du cadre spatio-temporel des projets proposés aux jeunes pour qu'ils.elles se sentent impliqués dans des projets qui sont en lien avec leur parcours personnel et académique. Coh@bit est un tiers lieu d'innovation scientifique, d'échange, de rencontre et de décroisement. Pendant les années de projet, l'équipe du FabLab s'est attachée à proposer des situations différentes : accueil de jeunes de mission locale, accompagnement d'enseignants de lycée autour de la pédagogie de projet, développement de kits pédagogiques à destination des enseignants souhaitant travailler autour de la technologie avec leurs élèves.

Les actions du projet se sont également attachées à :

- analyser des référentiels de formations ;
- accompagner le développement de la pédagogie par projet ;
- mettre en place un parcours de découverte de la robotique ;
- sur le plan technique, concevoir des robots lowcost et d'autres supports pédagogiques à destination des enseignants.

Chaque année, les expérimentations menées ont fait l'objet d'observations et d'aménagements pour l'année suivante. Les moments d'accueil des jeunes ont été l'occasion pour l'équipe de recherche d'observer et de relever des données alimentant le travail autour de la persévérance, qui est le cœur du projet.

Le dispositif Dynore

Le projet s'adresse aux jeunes décrocheurs et a été créé à l'initiative de la mission locale des Graves avec le FabLab Coh@bit. Il bénéficie également du label PARI, projet piloté par l'IUT de Bordeaux pour lutter contre le décrochage universitaire par l'expérimentation et pour la réussite du jeune à l'université. Le dispositif Dynore (Dynamisation-Orientation-Emploi) permet un accompagnement des jeunes visant l'accès à l'emploi ou à la formation. Il mêle rencontres individuelles avec un conseiller afin de poser les étapes de son parcours et rencontres en groupe lors d'actions innovantes. Le but du projet était de faire réaliser aux jeunes un « auto-portrait de leur parcours dans Dynore à l'aide de mots » en s'exprimant par des outils numériques.

Les objectifs du projet étaient multiples :

- Faire découvrir les outils du numérique ;
- Travailler le graphisme autrement ;
- Échanger sur les orientations ;
- Travailler en équipe ;
- Acquérir une nouvelle expérience.

Le parcours Robotique

Le parcours s'adresse aux collégiens, lycéens. Il a pour but d'amener les élèves à développer leurs connaissances et leurs compétences numériques, voire informatiques, à partir d'une réflexion sur ce qu'est un robot puis de la mise en projet :

- en commençant par les robots ludo-éducatifs qu'ils peuvent rencontrer à l'école ou ailleurs,
- puis sur ceux construits dans un FabLab,
- ceux étudiés dans un IUT et
- enfin ceux utilisés dans le monde professionnel.

Le parcours se fait à travers des jeux de questions-réponses, des observations de matériels et vidéos. L'objectif est de faire comprendre aux élèves que le robot ludo-éducatif n'est pas complètement différent de celui du monde professionnel (du point de vue de la programmation, des processus, tâches d'exécution, structures).

L'accueil des étudiants de l'INSPE

Dans le cadre du projet Perseverons, des étudiants des Masters MEEF et Pratiques et Ingénierie de la Formation, parcours Médiation et Médiatisation des Savoirs (INSPE de l'académie de Bordeaux) sont venus expérimenter les machines et les outils du Fablab. Ils ont pu découvrir ce dernier et ses possibilités en travaillant autour d'un projet technique qui a pour thème les écritures des civilisations anciennes. Le but des ateliers consiste pour les étudiants à voir comment les jeunes peuvent s'approprier ce lieu et comment en tant que médiateurs des savoirs ils ont la possibilité de se l'approprier dans le cadre de leur métier.

L'accueil d'étudiant de 3^{ème} pour leur stage en entreprise

Plusieurs élèves de 3^{ème} sont venus effectuer leur stage de découverte de l'entreprise au du FabLab. Les comptes-rendus des élèves montrent les activités du FabLab, les personnes y travaillant, (service civique, étudiants de DUT notamment), la gestion de l'association, les types de métiers que les personnes exercent en dehors du stage réalisé au FabLab. Une présentation est faite par les élèves de 3^{ème} d'un projet au long cours développé par le FabLab et intitulé YES pour Yourself enseignement supérieur. Dans le cadre de ce projet le FabLab aide les étudiants ou lycéens en difficulté ayant interrompu leurs études à retrouver l'envie de découvrir « en faisant » dans un espace bienveillant. Le FabLab accompagne les jeunes à développer leur autonomie et à préparer avec eux un nouveau départ dans la vie.

Les projets de classe au lycée

Les objectifs du projet pour les élèves sont pluriels. Il s'agit, d'une part, de développer des compétences techniques et cognitives autour de la création d'un objet et la participation à un projet, d'autre part de développer leurs représentations de la technologie numérique ou faisant appel au numérique, enfin de construire leur parcours d'orientation grâce à l'observation et à la pratique d'activités professionnelles (à travers la démarche de projet et à travers les parcours de découverte). Pour les enseignants, le projet a permis de développer une pédagogie par projet et des pratiques d'évaluation par compétences, de développer de nouvelles compétences techniques et de participer à des challenges, source de motivation pour les élèves.

• Lycée Daguin

Pendant trois ans, des classes d'élèves de 2^{nde} ICN (Informatique et création numérique) sont venus travailler au Fablab pour explorer les possibilités de cet espace. En 2016-2017, la visite s'est déroulée sur deux heures avec une visite rapide du FabLab, la découverte de l'imprimante 3D et de la découpe laser, puis des présentations libres des projets exposés dans l'openspace. Une grande majorité des élèves ont trouvé cette visite très utile pour élargir leurs connaissances, une petite majorité pensent que cette visite est un peu utile pour leur motivation scolaire et le développement de leurs projets personnels, mais pas pour un choix d'orientation.

En 2017-2018, le Fablab a accompagné un professeur de science physique, et ses 4 groupes d'élèves de seconde dans la construction et le pilotage de projets techniques des élèves. Le choix des projets cette année-là s'est porté sur la participation à l'Open de la Robocup Junior avec la création d'une chorégraphie humain/robot, la création d'un décor et la programmation d'un robot ; la conception, la réalisation et la programmation de robots-voitures ; enfin la conception et la réalisation d'éléments (QR code, Puce NFC, etc.) pour ajouter de l'information numérique à l'établissement scolaire (projet Mon lycée augmenté !)

En 2018-2019, une nouvelle organisation de travail s'est mise en place avec deux groupes classe de 2^{nde} Option ICN (20 élèves chacune) pour leur permettre de passer 2 jours et demi au FabLab pour réaliser intégralement 1 mini projet.

Les objectifs de cette nouvelle organisation ont été :

- de sortir du contexte de l'école (les élèves ont souligné ce point comme très motivant les deux années précédentes) ;
- de leur permettre de découvrir la démarche de projet pour pouvoir l'appliquer ensuite en classe ;
- de leur permettre de découvrir la capacité qu'ils ont à créer et réaliser un projet. Ce projet est calibré pour assurer une réussite et favoriser la confiance en ses propres compétences mais aussi dans sa capacité à apprendre ;

- de les former rapidement sur les moyens utilisables au FabLab et leur permettre de les réinvestir dans les projets faits en classe.

- **Lycée Kastler**

En 2017-2018, le lycée Kastler de Talence a travaillé avec le Fablab pour construire d'un robot BB8 et participer à la RoboCup junior « On Stage » au mois de mai 2018. Le projet a concerné une classe de 2nde SI-CIT, partagée en deux demi-groupes. La première séance s'est décomposée en deux parties, la visite du FabLab et le parcours robotique. Le projet s'est réalisé ensuite en classe au lycée. Les acteurs du FabLab sont venus dans la classe à mi-parcours et les élèves leur ont présenté l'avancement de leurs travaux.

FabLab 127° de Cap Sciences

Le FabLab 127°, géré par un Fab Manager et des animateurs.rices spécifiquement formé.es, accueille tous types de publics autour de machines dédiées à la fabrication de prototypes. Le projet PERSEVERONS a été l'occasion pour cette structure de travailler avec un public scolaire autour de deux types de projets : l'un reposant sur l'accueil de classes, l'autre reposant sur le déplacement du FabLab et d'un animateur dans un établissement. Le FabLab de Cap Sciences a une vocation d'ouverture sur la culture scientifique et technique plus que d'accompagnement de projets scolaires. Son équipe a cependant proposé de mettre en place trois projets qui ont fait l'objet des recherches, dans trois configurations différentes qui autorisaient la comparaison.

- **Collège Lapierre de Lormont**

En 2017-2018, les élèves de la classe « ambition réussite » de 3^{ème}, sont venus en deux demi-groupes sur le site du FabLab de Cap Sciences à Bordeaux pendant une semaine complète. L'objectif était de construire des jeux de société à destination des élèves de 6^{ème} du collège pour les installer au foyer. Presque toute l'équipe pédagogique de la classe a été mobilisée sur ce projet annuel. Le cahier des charges a été réfléchi et créé en amont de la venue des élèves au FabLab. Le travail de réalisation des jeux de société a été poursuivi autour de leur présentation en cours de Français, en termes de communication à tous les élèves du collège. Ce qui a été remarquable pour les enseignants, c'est l'investissement des élèves, leur capacité à se saisir des outils et réinventer les règles des jeux et à s'écouter au sein des groupes pour travailler ensemble. Le projet a amélioré l'ambiance et le climat scolaire de la classe.

- **Collège Georges Brassens de Podensac**

Sur l'année scolaire 2018-2019, Cap Sciences a mis en place un FabLab itinérant qui s'est déplacé dans la commune rurale de Podensac et s'est installé dans une salle de la médiathèque pour accueillir une classe d'élèves de 3^{ème} de ce collège. Il a été encadré par deux professeurs de physique-chimie et de technologie. Le projet avait pour objet la réalisation d'un Tamgram et de sa boîte de transport. Les enseignants ont réfléchi à des prototypes possibles afin de guider des élèves qui auraient du mal à démarrer et les ont familiarisés avec les logiciels utilisés. Après la présentation de ce qu'était un FabLab, les principales étapes du projet ont été l'idéation et la réalisation de leurs prototypes jusqu'à la fabrication de l'objet final.

- **Lycée professionnel Odilon Redon de Pauillac**

Sur l'année scolaire 2020-2021, le lycée professionnel de Pauillac a été sollicité par Cap Sciences pour mettre en place une action de sensibilisation à la création d'objets en FabLab, le public de lycéens professionnels n'ayant pas encore bénéficié d'animations

spécifiques de la part de Cap Sciences. Projet initialement prévu pour les classes de 1^{ère} année de CAP Conducteurs d'Installation de Production et de 2^{ème} année de CAP Conducteurs d'Installation de Production, les enseignants d'ateliers, en raison d'un effectif moindre, ont associé la classe de 2^{ème} année de CAP Maintenance des Matériels Agricoles. Sur une semaine, les élèves ont œuvré dans une démarche de projet pour la réalisation de supports de « présentoirs » de livres. Le projet a permis de remplir les objectifs opérationnels des formations en atelier, de développer l'autonomie des élèves même si les élèves en forte situation de décrochage (absence régulière et « perlée » depuis le début d'année / manque d'intérêt et de motivation pour les activités proposées) sont restés dans le même schéma et ne se sont pas (ou peu) intégrés dans la démarche de projet. L'exposition, au CDI, accompagnée d'une inauguration a conforté le sentiment de satisfaction personnelle des élèves.

Quelques constats d'ensemble se sont imposés dans la mise en œuvre de ces expérimentations. La mobilité est une réelle difficulté pour les jeunes en rupture avec l'école ou l'emploi. C'est une des premières pierres d'achoppement de la persévérance. Pourtant, une rupture d'environnement pour les élèves est favorisée par une configuration différente des lieux par rapport à l'école : que ce soit en termes d'organisation de l'espace (lieu ouvert, machines accessibles, circulation libre...) ou en termes de relations sociales : les échanges se déroulent entre pairs, chacun apportant ses connaissances et son avis dans une perspective de collaboration et d'enrichissement mutuel.

Dans la plupart des projets proposés, les enseignants ont constaté un réel changement dans les rapports des élèves à l'enseignant, à l'équipe ensuite, à la classe, à la discipline ou au parcours de scolarité, qui se traduit parfois par des choix d'orientation (lycée général pour les élèves de collège, options pour les élèves de lycée, retour vers des études pour les décrocheurs). Les enseignants ont trouvé au FabLab un soutien à la fois technique et pédagogique pour modifier leurs pratiques de classe en les orientant vers les projets, lorsque les programmes scolaires le permettent. La réforme du lycée, entraînant des changements dans les programmes et des difficultés d'adaptation des enseignants, a mis un coup d'arrêt aux projets dans les lycées. La rupture d'environnement semble pourtant être un réel levier pour faciliter l'attention et l'implication des jeunes sur le long terme, ce qui implique qu'une action ponctuelle de simple visite risque d'avoir peu d'effets réels, de la même façon que l'installation d'un FabLab au sein d'un établissement, quand elle ne se traduit que par une offre de dispositifs techniques, n'a aucun effet sur la motivation. Le soutien des équipes enseignantes par la mise à disposition de ressources de médiation, comme les kits pédagogiques, adaptés au niveau des élèves et en lien avec les programmes scolaires, a également été proposé.

En parallèle, Mohamed Coulibaly, doctorant en sciences de l'information et de la communication, de l'université de Ségou (Mali), qui effectuait son stage dans l'équipe, a monté un FabLab dans son université et observé les activités des étudiants maliens. Le contexte du Mali est celui d'une grande précarité économique et pédagogique de l'université, d'un manque de moyens de base, et d'une situation instable. Le Fablab mis en place, SégouLab, dispose de deux espaces : une salle technique et un espace d'échange et de restitution. La salle technique contient des outils numériques et des kits robotiques. Elle est ouverte aux étudiants et enseignants pour la réalisation des projets pédagogiques. L'espace d'échanges et de restitution est un espace en plein-air dans lequel sont organisées les séances de restitution des travaux où chacun expose son projet, l'état d'avancement de celui-ci et les points de blocage. Chaque projet est examiné par les équipes participantes. Des pistes de solutions sont proposées et débattues. Cette forme d'organisation est motivée par le souci de prendre en compte une pratique communicationnelle répandue au Mali et de considérer la dimension culturelle dans le contexte d'innovation. Cette pratique consiste à se réunir pendant les heures de pause, généralement par tranche d'âge, en plein-air, pour partager du thé et discuter de l'actualité. Ces lieux sont des espaces dans lesquels les informations et les connaissances sont mises "en commun", des communs de la connaissance. Les étudiants accueillis, au nombre de dix-neuf, six filles et treize garçons dont six professionnels, ont été répartis en quatre groupes. Ils ont été initiés à la programmation et ont échangé avec les stagiaires et accompagnateurs du Fablab Coh@bit par Riot, l'objectif étant de concevoir des robots. Cette expérimentation, qui n'était pas du tout prévue dans le projet Persévérans, a cependant permis d'apporter des points de comparaison dans des situations très éloignées. Au Mali, le FabLab est devenu un espace de créativité qui a permis à des étudiants de rester dans une activité d'apprentissage malgré les grandes difficultés matérielles, en articulant le projet universitaire avec les besoins de l'environnement social.

Résultats obtenus : description des livrables

Dans la logique du projet PERSEVERONS, le sous-projet consacré aux FabLabs visait à :

- Déterminer des indicateurs de mesure de la motivation et de la persévérance à partager pour évaluer l'impact de la pratique de projets dans les FabLabs,
- Créer une communauté de pratique, une dynamique collective, et un écosystème partagé pour un projet collaboratif et transversal entre équipes d'enseignants, de chercheurs, de praticiens,
- Diffuser des pratiques, des ressources et des projets pédagogiques,
- Développer une culture de la donnée,
- Produire de nouvelles ressources pédagogiques si nécessaire.

Protocole de recherche

Hypothèses et questions

La première hypothèse est que l'espace du FabLab est motivant pour le travail de l'élève et ses apprentissages, donc susceptible de favoriser la persévérance à travers un ensemble d'éléments caractéristiques du travail engagé. La motivation est approchée suivant la définition de Rolland Viau (1994, 7) qui est centrée sur la problématique de la persévérance : « *La motivation en contexte scolaire est un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but* ». André Tricot (2017) montre que les apprentissages scolaires sont spécifiques par rapport aux apprentissages adaptatifs, dans ce qu'ils demandent une attention forte, la conscience des processus et de leur caractère contraignant, et qu'ils n'ont souvent pas une utilité immédiate perceptible, notamment. Il faut tenir compte de ces spécificités pour ne pas perdre de vue le fait que c'est la persévérance scolaire qui est au cœur des préoccupations du projet et de la recherche autour des FabLabs.

Peut-on dire qu'un projet centré sur la création d'objet dans le FabLab améliore la motivation scolaire d'un élève, augmente sa motivation à rester et travailler à l'école (la persévérance), lui donne envie d'y retourner s'il a quitté l'école ? Nous avons cherché à répondre à cette question, partant des constats faits sur le terrain, en proposant de nous interroger sur différents éléments :

- **Au niveau des définitions :**
 - Quels liens peut-on faire entre motivation et persévérance ?

- Quelles temporalité considérer dans la persistance dans l'action, étendue sur la durée : est-ce que l'on considère la durée sur un temps très court (la tâche), court (l'heure, la journée, le projet) ou sur le temps long de la scolarité ?
- **Au niveau des facteurs à prendre en considération :**
 - **Les représentations :**
 - Quel rôle donner aux représentations d'objets numériques comme leviers réels ou fantasmés des apprentissages, de la lecture, de l'écriture, des transferts de littératies, du travail scolaire ?
 - Dans quelle mesure le fait de partager une représentation commune de l'objet d'apprentissage qui améliore la relation pédagogique, créant un contexte de cognition située, renforce-t-il la persévérance ?
 - **Les dispositifs :**
 - Quelle articulation entre dimension technologique ; relationnelle ou pragmatique ; symbolique, sémiotique et sémio-cognitive dans la notion de dispositif (Peraya, 1998) ?
 - **Les pratiques pédagogiques :**
 - Quelles pratiques pédagogiques sont susceptibles de créer ces situations ? Motivantes ?
 - Quelles médiations pour la persévérance ?
 - **Les apprentissages :**
 - Pour reprendre la mise en garde d'André Tricot, peut-on considérer que les projets menés en FabLab permettent de travailler sur des dimensions cognitives complexes propres aux apprentissages scolaires ? Quelle place faire à l'attention, la mémorisation, la résolution de problèmes et comment repérer si les outils peuvent faire écran ?
 - Dans quelle mesure peut-on considérer les apprentissages dans un dispositif symbolique de communication et un contexte social, à travers notamment les processus de documentation du travail et des activités ?
- **Au niveau de l'épistémologie et dans un cadre critique :**
 - La motivation n'est-elle pas aussi un argument de marketing lié aussi aux représentations du numérique et à tout le discours social autour de l'innovation et des pratiques juvéniles... ?
 - Quid du lien entre motivation pour l'outil (qui n'est pas la motivation pour la tâche mais relève de l'effet de fascination) et conflit d'attentions/investissement cognitif ?

Méthodologies de la recherche

Pour comprendre les « différents genres d'expérience collective autour du « faire » » (Lhoste, Barbier, 2016, 2) dans les FabLabs, nous avons mis en place un protocole combinant plusieurs méthodes de recueil de données.

Une série d'observations de type ethnographique a été réalisée, menée sur des journées continues et tout au long de projets de fabrication qui ont réuni sur plusieurs jours les élèves, enseignant.e.s et médiateur.trice.s au sein de FabLabs. Au cours de ces observations par plusieurs chercheur.euse.s suivant respectivement un groupe d'élèves, des photographies, vidéos, enregistrements sonores et prises de notes *in situ* ont permis de rassembler des matériaux visant à établir un suivi continu et situé de la progression des élèves dans leur projet et les interactions en jeu. À chaque séance d'observation, un état du dispositif sociotechnique a été dressé, permettant de décrire précisément le contexte de l'observation, la classe, les acteurs, leur répartition dans l'espace, la temporalité, l'activité proposée, son organisation, le dispositif documentaire et communicationnel. Un dictaphone numérique permettait d'enregistrer les échanges lors de la séance d'observation, les photographies et les vidéos de capter des moments pour revenir sur des situations sélectionnées, détailler la répartition et les positionnements des acteurs dans l'espace, la place des outils (modes d'agencement, disposition dans l'espace, objets en cours de création...). Un journal de bord a complété les enregistrements et a permis la description des dispositifs d'organisation du travail avec le déroulement des activités, l'environnement observé, les caractéristiques des enregistrements, des analyses complémentaires de la situation observée à la fin de chaque séance autour des moments clefs, des dysfonctionnements, des faits surprenants constatés, des ruptures ou au contraire de la fluidité de l'activité.

Revendiquant une approche « sensible » (Fabre, Liquète, 2019), nous avons également réservé des temps d'échanges avec les acteurs, élèves, enseignant.e.s, accompagnateurs.trice.s, médiateurs.trice.s, grâce à des entretiens d'explicitation en cours d'activité, ainsi que des entretiens semi-directifs à l'issue des projets, qui permettent l'explicitation des expériences *a posteriori* en suivant une grille d'entretien.

Enfin, les documents produits au cours des activités ont été analysés en tant que traces, non pas tant dans leurs contenus sémiotiques que dans leurs modes de circulation et dans les attributions de fonctionnalité de « documents pour l'action » et d'espaces de communication de compétences documentées.

Nous avons observé les projets des élèves de classes de collèges et de lycée, en gardant des contacts avec les équipes enseignantes au-delà des deux années d'observation afin de faire un suivi longitudinal des projets. Nous avons également observé des jeunes dans le FabLab Coh@bit hors situation scolaire, en stage suite à un décrochage ou non. Les

contextes étaient hétérogènes, dans deux structures de FabLabs et plusieurs établissements scolaires avec leurs publics spécifiques. Il s'agissait de deux collèges dont l'un classé en réseaux d'éducation prioritaire (REP +) et l'autre en milieu rural, ainsi que d'un lycée d'enseignement général et un lycée professionnel en milieu rural.

L'équipe de recherche du projet s'est interrogée sur ce que le changement d'espaces de travail avait comme impact dans la relation aux autres, la construction des savoirs, l'acculturation au numérique en travaillant sur les pratiques et les représentations des acteurs, qu'il s'agisse des élèves ou des enseignants. Notre démarche méthodologique de type ethnographique et anthropologique nous a fait considérer la mise en activité des élèves dans le FabLab comme une reconfiguration des modalités de travail réorganisant la relation aux objets et aux individus pour réaliser ensemble des tâches débouchant sur la fabrication d'un objet. Les travaux de Conein (2014) nous ont invités à prendre en compte une action qui serait distribuée dans l'espace de travail avec des objets de savoirs (consignes, modes d'emploi, schémas, croquis). En ce sens, le concept de communauté de pratiques (Wenger, 1998) peut être mobilisé pour comprendre l'organisation du travail en groupe, la mutualisation des pratiques et la création d'un sentiment d'appartenance pour construire, archiver et conserver les ressources et documents permettant la réalisation de la tâche demandée ou choisie.

Pour approcher et saisir l'expérience des acteurs en FabLab, l'équipe a développé une méthode d'approche en contexte des activités. Nous avons observé la mise en place des groupes, leur capacité à se saisir des outils de communication numérique pour diffuser l'information entre eux, et comprendre comment ils s'auto-régulaient dans la prise en charge des tâches collectives à effectuer. L'observation des déplacements des élèves a été importante pour percevoir la façon dont ils organisaient leur présence et leur utilisation auprès des machines et comment ils les opposaient à ce qu'ils vivaient en classe dans le rapport à la construction de savoirs liés à l'expérience et au sensible. Dans le même temps, nous avons pu suivre les formes de « prescription » (Kazakci, Hatchuel, Le Masson, Weil, 2010) par rapport au travail à faire dans un environnement et un espace qu'ils venaient de découvrir.

Avec les entretiens semi-directifs menés à mi-projet auprès des élèves, nous avons cherché à retrouver le croisement entre affectif, cognitif, conatif, socio-affectif et les dimensions technique, organisationnelle, relationnelle, cognitive de l'activité pour comprendre les facteurs de la persévérance scolaire dans le contexte sociotechnique du FabLab et du projet de production. Concernant les élèves, les entretiens ont porté sur la caractérisation des modalités d'activité dans le lieu, la perception et la caractérisation du contexte technique, les stratégies de travail mises en place, les interactions sociales, l'engagement cognitif à travers la production, les représentations et les systèmes de valeurs associés au projet au FabLab. Nous avons aussi réalisé des entretiens avec les enseignants sur la perception et les représentations qu'ils avaient des activités des

élèves au sein du FabLab. Nous avons supposé qu'ils étaient les témoins privilégiés des activités des élèves dans un environnement qui pouvait favoriser leur persévérance scolaire et que leurs représentations du projet qu'ils étaient en train de mener au FabLab avaient des effets sur les élèves.

Mise en place des observations

Nous avons observé les élèves et les personnes adultes (managers, animateurs, médiateurs, enseignants) sur place réalisant leurs objets avec l'ensemble des machines du FabLab. Plus précisément nous avons focalisé notre attention sur leur travail de groupe, de la conception du projet à la production de l'objet, en passant par la réalisation des plans, des dessins et brouillons de prototypes, de la recherche des mesures. Nous avons enregistré les discussions entre les élèves et enseignants et les médiateurs à l'aide de dictaphones numériques. Le but était de comprendre les logiques de construction de l'activité. Des photos ont également pu être prises pour avoir une trace visuelle de l'objet créé et réalisé par les élèves. Les élèves ont bien accepté notre présence parmi eux ; il a été intéressant de récolter des éléments d'explicitation pour chacune des étapes de construction et de réalisation des objets. Les matériaux recueillis témoignent d'une vraie richesse avec des documents et des prises de paroles témoignant de l'investissement des élèves dans l'activité de fabrication des objets.

Pour analyser les activités des élèves dans leur tâche, nous avons mis en place une grille critériée d'aide à l'observation. Doublée d'entretiens d'explicitation menés en même temps que le déroulement de l'activité, la grille d'aide à l'observation est un élément de travail important à remplir pour comprendre le but de mise au travail et la motivation des élèves à s'investir dans la tâche. Cette observation a été suivie d'entretiens semi-directifs, de manière individuelle ou collective (focus group), des personnes observées en amont dans leur activité. Nous avons interrogé les élèves et les enseignants qui les ont encadrés sur leur projet. Le but a été d'obtenir des éléments portant sur leur motivation et la persévérance dans le projet à partir des critères portant sur :

- Leur implication dans la tâche
- Leur ressenti sur le projet
- Leurs représentations du fablab et du travail à réaliser dans ce lieu
- Leurs habitudes, leur environnement socio-culturel
- Les compétences et connaissances acquises au cours du projet

Grille d'observation

Lors de l'observation en contexte, nous avons utilisé une grille critériée (cf. annexe) accompagnée d'entretiens d'explicitation au cours des activités suivies. Les items d'observations étaient à identifier de manière systématique pour chacune des séances

observées, la chronologie n'étant pas forcément à respecter. Il s'agissait principalement de mettre en correspondance des éléments de situation issus de chaque séance pour pouvoir les analyser.

Pour chacune des séances, nous avons porté notre attention sur :

- Le dispositif observé : il a concerné le cadrage institutionnel, la présentation de l'environnement technique, informationnel du FabLab, de l'organisation des espaces de travail et de déplacements des acteurs.
- Le travail de groupe des élèves, leurs interactions et échanges avec les adultes (enseignants et médiateurs scientifiques).
- Les déplacements dans l'espace, la coordination du travail entre les élèves, les formes de régulation,

L'observation a porté précisément sur :

- Les modes de travail et de communication : le process du projet, la spatialisation, la temporalité
- Les interactions sociales : dans une journée, sur un temps plus long (entre les élèves, entre les adultes et les élèves), les affiliations et désaffiliations
- les interactions hommes-machines, les comportements et modes de travail, les méthodes de recherche, de recueil d'information, de projection et de fabrication, de communication autour des projets

Nous nous sommes appuyés sur les éléments de recueil ethnographique suivants :

- Un dictaphone pour enregistrer l'ensemble des échanges entre tous les acteurs
- Un journal de bord pour décrire le dispositif observé, la date et le jour concernés, les caractéristiques des échanges entre les acteurs
- Des photos pour avoir une trace visuelle des objets, outils, documents créés, échangés, des moments de travail en groupe, des postures corporelles des acteurs

Pendant l'observation, nous avons mené des entretiens d'explicitation auprès des élèves et des enseignants pour mieux comprendre les faits surprenants, des dysfonctionnements. Ces entretiens permettaient de recueillir des données complémentaires à l'observation pour le traitement des données.

Après chaque séance, les entretiens ont été retranscrits intégralement pour pouvoir extraire des verbatim. Une synthèse écrite a été faite également à partir des données recueillies dans le journal de bord.

Entretiens semi-directifs

Les entretiens avaient pour but de réaliser des portraits de jeunes à partir de leur motivation et de la persévérance autour des projets du FabLab (cf. annexes). Pour déterminer si le FabLab représente un dispositif sémio-socio-technique qui permet aux élèves de trouver des sources de motivation pour les apprentissages scolaires, de retrouver de la motivation quand elle décline ou disparaît, de reprendre un cursus de formation quand ils l'ont quitté, nous sommes partis de leurs représentations et de leurs pratiques et activités au sein du projet, pour identifier différents facteurs de la persévérance :

- **Affectif** : sentiment d'auto-efficacité, plaisir, valorisation
- **Cognitif** : engagement, défi, compétences, attention
 - Rôle de l'activité technique : fabriquer, manipuler
 - Créativité
 - Activités de lecture, d'écriture à travers la documentation
- **Conatif** : désir, valeur projetée dans la tâche
 - Effet du projet
 - Effet de l'espace
 - Effet des temporalités
 - Effet de la technique, de l'objet tangible
 - Effet de nouveauté (à évaluer)
- **Socio-affectif** : climat, relation au groupe, à l'enseignant, aux accompagnants, sentiment de sécurité
 - Dans les interactions sociales, le fait de voir se mettre en place ou pas des systèmes de solidarité ou de révélation de comportements
 - Posture de l'enseignant

Les acteurs concernés (enseignants et jeunes) ont été choisis par rapport aux contextes d'observation investis. L'ensemble des adultes ont pu être interrogés tandis que nous avons pu en général nous entretenir avec un membre de chaque groupe d'élèves ou de jeunes que nous avons pu suivre. À travers l'entretien, nous avons pris le parti de mettre en lumière les rapports des élèves et des jeunes sortis de l'école à l'objet comme artefact/au projet/à l'activité de fabrication/aux interactions sociales en situation de projet de fabrication, et d'évaluer l'impact des représentations, des interactions et des pratiques sur la motivation. Nous avons aussi fait le choix d'observer systématiquement les modalités de lecture, d'écriture, de recherche d'information, de documentation, de collaboration (phases, moments, objets-frontières), de mise en commun, de présentation du travail, les processus de transfert notamment entre les pratiques non formelles et les pratiques scolaires, les affiliations qui se mettaient en place (avec les adultes du fablab, entre jeunes, avec des intervenants extérieurs, avec des enseignants...).

Questionnaires de motivation

A l'origine du projet, il avait été prévu de faire passer des questionnaires (cf. annexes) en début et en fin du projet réalisé par les élèves dans le FabLab. Un dernier questionnaire devait être passé auprès des élèves 3 mois après la fin du projet pour savoir ce qui les avait marqués et en quoi la création d'objets en 3D au FabLab avait été motivants pour leurs apprentissages. Lors de la première séance au sein du FabLab, les élèves avaient été invités à le remplir. Il comprenait des questions sur la motivation et la persévérance de l'élève à travailler et à s'investir dans les activités menées au sein du FabLab. Seul un terrain (Coh@bit) a pu investir les questionnaires sur un plan matériel et pédagogique, avec des données recueillies qui illustrent la nécessité, la difficulté des suivis de cohortes à distance et sur un mode virtuel lorsqu'il y a un déplacement des jeunes dans des structures qui travaillent essentiellement avec des documents papier.

Retours sur la méthodologie mise en place

La méthodologie mise en place s'est révélée efficace en termes de recueil de données. Nous avons pu aller sur les terrains choisis en amont et observer les acteurs définis. Le travail d'explicitation des élèves sur leurs activités a pu être mené dans de bonnes conditions, sans qu'ils soient perturbés par les questions dans le déroulé de leurs tâches. L'explicitation est importante pour comprendre les intentions des élèves dans les actions mises en place au sein des groupes mais aussi dans leurs façons de concevoir le travail demandé. Il permet à l'élève de s'exprimer sur ce qu'il est en train de faire. La verbalisation l'aide le plus souvent à pointer des difficultés (j'ai des difficultés pour prendre les mesures) ou des incompréhensions (pourquoi prendre ces mesures) voire plus simplement des questionnements concernant l'intérêt de la mise en œuvre de l'activité (à quoi ce que je fais va me servir). Nous avons pu observer le déroulement de l'action chez les élèves qui prenaient progressivement corps grâce à la mise en place d'une métacognition. La mise en mots a pu aider au bon déroulement de l'activité pour les élèves les moins motivés ou les plus en difficulté scolairement.

Le travail d'observation s'est révélé complexe à mettre en place. Nous avons dû focaliser notre regard sur les groupes constitués par les élèves et les enseignants en répartissant le travail entre les chercheurs. Notre attention s'est mobilisée sur les acteurs et les objets de manière multiple mais sur des focales particulières pour chacun des chercheurs en fonction des groupes observés. La grille d'observation élaborée de manière collective a été bien appropriée par l'ensemble de l'équipe. Cette démarche commune de rédaction collective de la grille, son appropriation en amont de l'observation des séances a permis de cerner les éléments qui requièrent notre attention.

Sur le plan des entretiens, nous avons également créé de manière collective la grille et pu interroger les acteurs concernés suivant des focales particulières observées pendant les activités des élèves dans le cadre de leur projet.

Une extraction de données complexe

Au vu de la méthodologie mise en place, nous avons recueilli une masse importante de données brutes. Le temps passé à la retranscription des données de terrain a cependant été très long. Nous avons restitué les observations sous forme de synthèse par chercheur. Le journal de bord très riche de détails a permis également de recouper les informations avec ce que nous avons recueilli dans les moments d'explicitation des élèves en cours d'activité. Le fait d'écouter les acteurs, de noter en même temps ce que nous étions en train d'observer inscrit le chercheur dans une dynamique précise de pointage d'éléments riches et variés. Concernant les entretiens à l'issue des observations, ils nous ont permis de revenir sur ce que nous avons observé dans l'espace du FabLab en ce qui concerne les déplacements, les configurations de groupes, l'intérêt des élèves et le travail avec les machines. Sur l'ensemble des données enregistrées un travail de verbatim autour de la motivation des élèves et leur persévérance a été réalisé.

Un traitement des données optimisé

Les données recueillies relèvent d'une très grande hétérogénéité des pratiques suivant les lieux d'observation et les types de FabLabs visités : des publics différents, des motivations pour chacun de ces publics qui varient avec l'âge et le parcours d'études, des configurations de travail et des modalités d'organisation des acteurs et des institutions très variées. Les implications et les buts des jeunes ne peuvent pas être comparés, nous avons dû comprendre également les facteurs de la motivation de chaque jeune suivi suivant les contextes. Dans le FabLab itinérant, nous avons observé des configurations d'espaces et d'organisation du travail particulières, remettant en contexte local la dynamique des activités, minimisant l'effet d'exotisme du FabLab mais accentuant l'importance des activités elles-mêmes.

D'autre part, les items de la grille ont été pensés de manière chronologique et linéaire selon le principe itératif. Cependant, nous avons pu observer des séances où le travail se répétait avant de passer à une autre étape, ou encore sur certaines séances, il était nécessaire de revenir pour les élèves sur une tâche ou une activité qui n'était pas complètement satisfaisante. La grille a permis d'obtenir un recueil de données le plus cohérent possible pour le collectif de chercheurs qui a observé les acteurs à travers des stratégies partagées.

Résultats clés

Nous proposons de décrire deux expériences particulières pour illustrer les résultats obtenus, qui par ailleurs ont fait l'objet de communications scientifiques et de projets pédagogiques et de recherche au-delà de Persévérans.

FabLab et travaux de groupes : une forme de partage des savoirs dans l'exemple de la classe de collège à Cap Sciences

L'expérience du projet collectif relève d'un partage des savoirs que l'on est en train de construire. Ce partage des savoirs s'appuie sur des formes de « redocumentarisation » (Zacklad, 2005) des écrits rédigés rapidement sans aucune forme ou format imposés contrairement à ce qui se passe en classe. Les élèves de troisième à Cap Sciences récupèrent des informations sur Internet parfois le soir ou avant de venir au FabLab. Ils ont pu prendre des photos des croquis de montage avec le smartphone pour les avoir sous la main ; sinon les croquis sont réalisés à la main, sur des feuilles parfois déchirées, et les enseignants annotent les brouillons, les commentent avec les élèves quand ils n'y arrivent pas pour les aider à faire aboutir la tâche. On est donc dans une dynamique de bricolage, où l'on apprend sur le tas, les élèves pouvant revenir sur leurs erreurs et progresser de manière individuelle. Ainsi, le travail en groupe qui permet d'agir avec les autres a un caractère formatif, il offre la possibilité aux élèves de s'exprimer, de prendre la parole, d'explicitier les modalités de leur travail, de comprendre leurs erreurs, ce qui n'est pas toujours le cas au sein de la classe.

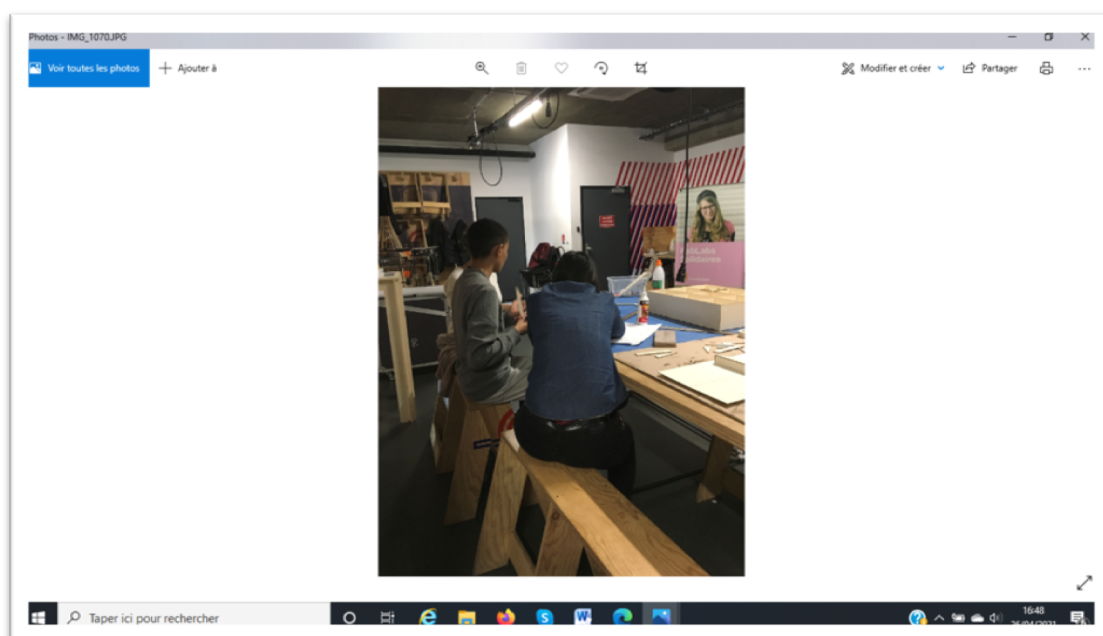


Illustration : la fabrication de l'objet en travail de groupe, ou comment apprendre ensemble

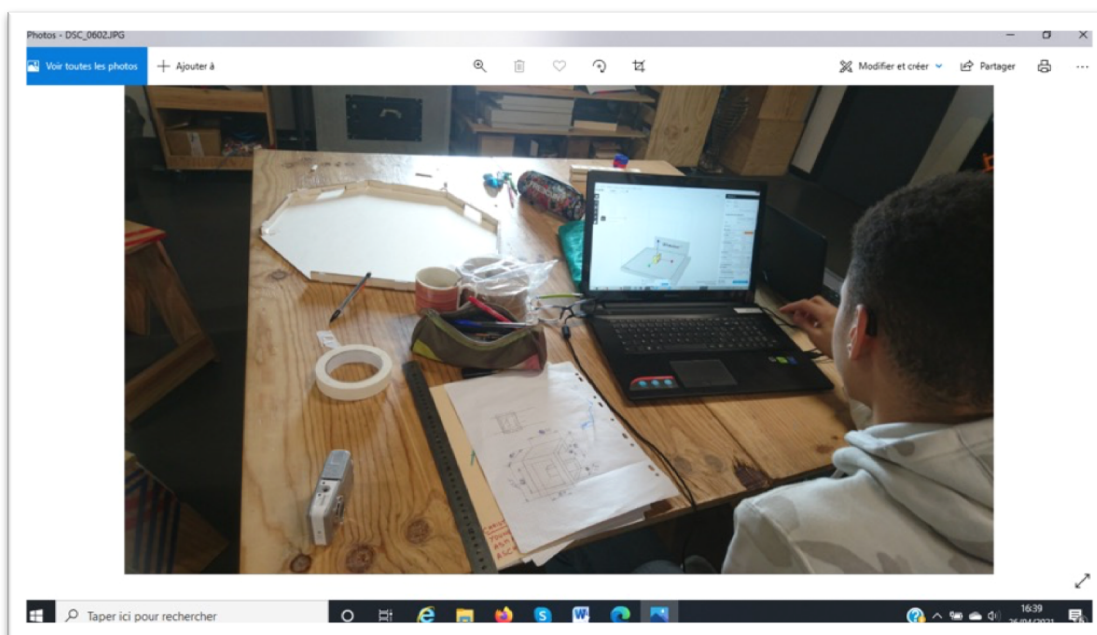


Illustration : Travail sur le logiciel D3 pour fabriquer le curseur de la règlette

Situations d'accrochage dans les activités au FabLab

Les élèves décrochent assez rarement car ils ont la possibilité de bouger physiquement et de choisir d'aller voir ce que font les autres. Ils se re-connectent assez facilement à l'activité qu'ils viennent de « lâcher ». Les interventions des professeurs les canalisent et leur permettent de trouver l'énergie nécessaire pour se remettre dans l'activité qui n'est pas seulement cognitive mais basée sur des pratiques qu'ils apprécient. La concentration est de rigueur dans les situations de travail collectif de groupe portant sur les activités manuelles.

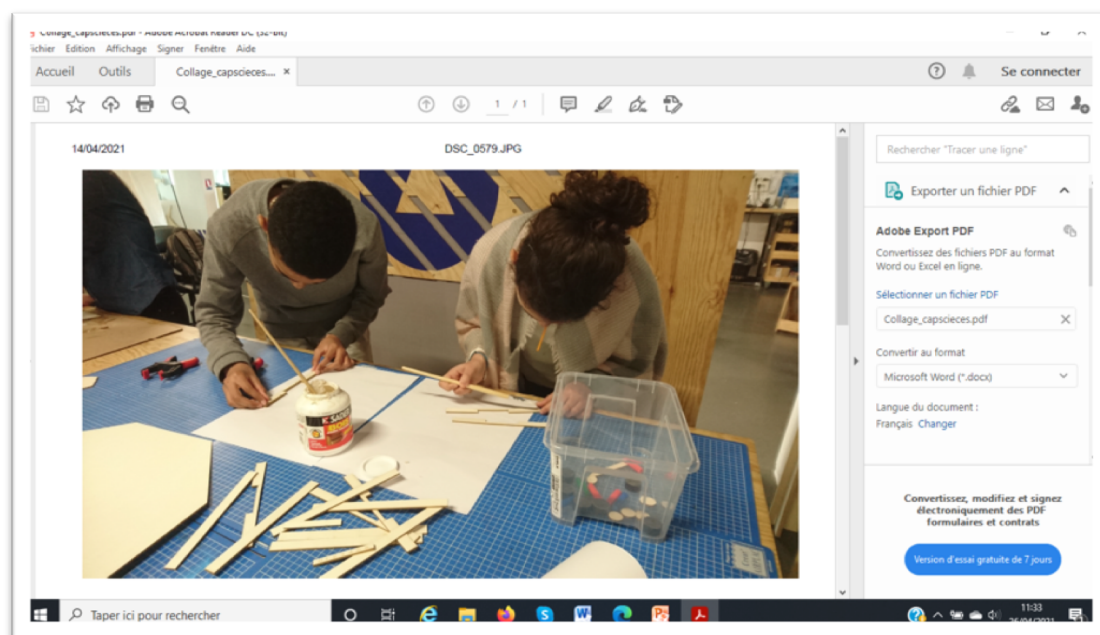


Illustration : travail manuel demandant effort et concentration chez les élèves

La relation aux objets, aux outils de découpe laser notamment, représente une grande marque de confiance pour les élèves qui reconnaissent que les adultes sont capables de les rendre responsables dans les activités qu'ils leur proposent au FabLab. L'accompagnement par les fabmanager a contribué également à renforcer la motivation des élèves à essayer de persévérer dans le fonctionnement des machines imposantes, dangereuses mais aussi très chères à l'achat et dont ils ont la charge dans le projet. Cette marque de confiance de l'adulte envers l'élève a surpris les élèves mais les a convaincus de leurs capacités et compétences à savoir fabriquer les objets à l'aide de ces machines.

Quelques situations de décrochage observées

Si les activités manuelles ont été plébiscitées par les élèves, en revanche, le travail de calcul des pièces à fabriquer sur l'ordinateur a trouvé moins d'élèves intéressés par l'activité. Le décrochage se remarque à partir du moment où les élèves se retrouvent dans une situation similaire à l'école, notamment lors des calculs mathématiques et l'usage de logiciels spécialisés demandant une concentration importante et un effort soutenu. Dans ce cas l'aide de l'enseignant est importante.

La difficulté a également porté sur la mise au travail sur un temps long (une semaine) ; certains élèves ont mis quelquefois plus d'une journée pour se mettre au travail, c'est-à-dire participer aux activités de travail en groupe dans des conditions complètement différentes que les activités faites en classe.

Les différents rôles de chacun des élèves au sein du groupe (chef de projet, designer, concepteur, chargé de communication) ont aussi perturbé la motivation et la

persévérance pour certains élèves, qui pour certains, se sont sentis non accompagnés pendant les différentes phases du projet par les enseignants et les médiateurs.

La « liberté » laissée au groupe dans son organisation et la mise en place du travail, est une nouveauté pour les élèves. Le changement de posture par rapport aux activités guidées de la classe est parfois difficile, notamment pour les élèves les plus en difficulté.

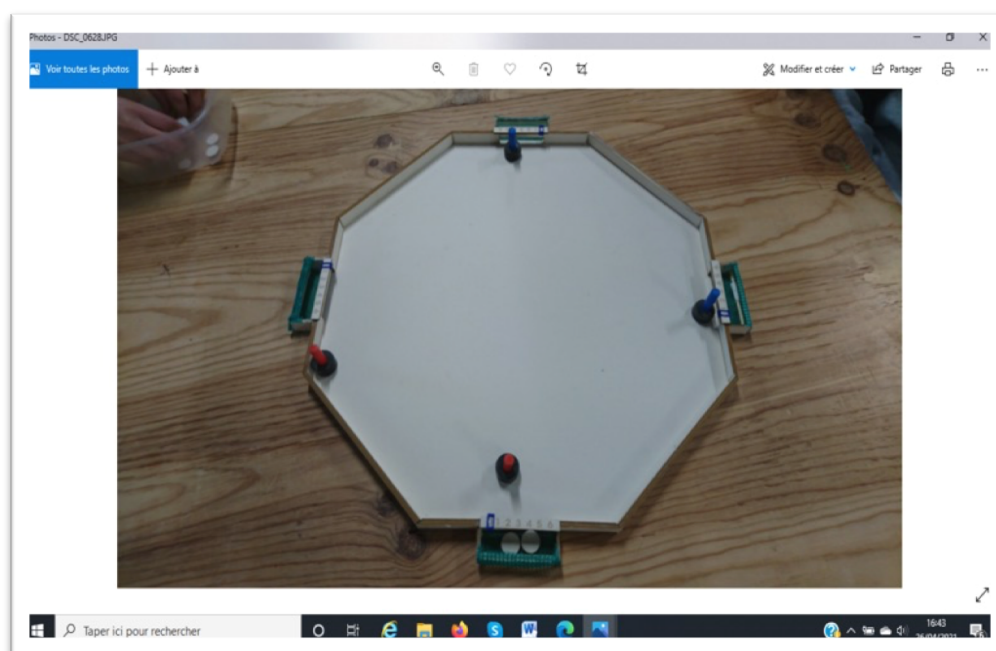
Production réalisée et persévérance dans l'activité

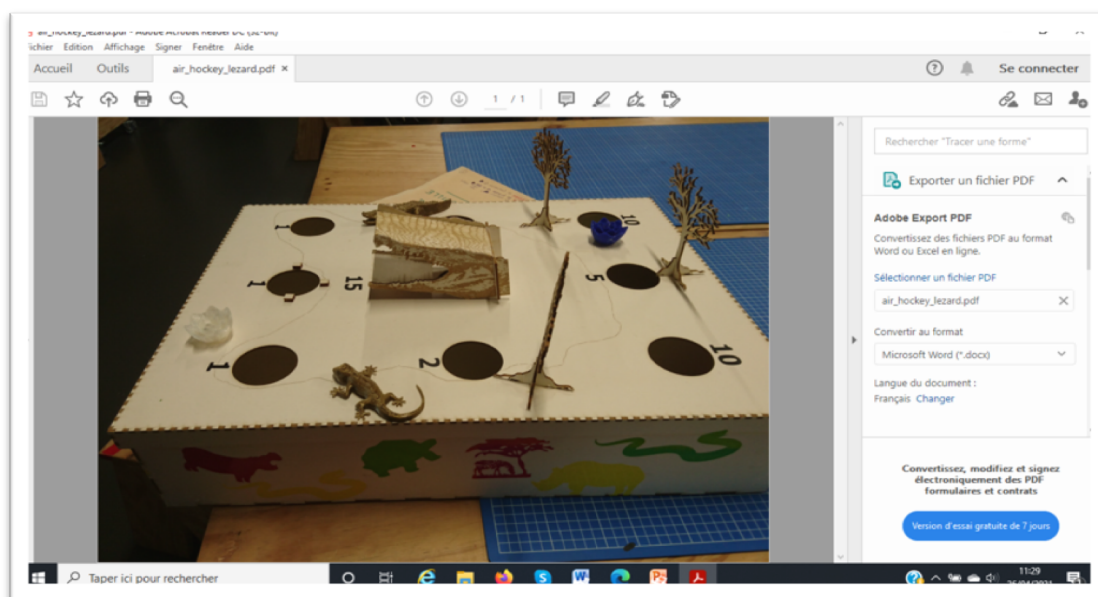
Les élèves sont fiers de ce qu'ils sont en train de concevoir. La persévérance dans l'activité se fait grâce au suivi de l'enseignant, à ses conseils, aux interrogations qu'il pose pour savoir si le résultat est correct ou correspond à ce qu'ils en attendent. Les élèves se prennent en photos pour illustrer leur dossier qui valorise leur production. Le fait d'être capable de produire quelque chose, d'échanger des connaissances ou d'expliquer au professeur ce qu'ils sont en train de faire, de montrer qu'ils ont compris participent de la persévérance.

« On a appris plein de choses, on a appris à se débrouiller seuls, avec ce qu'il y avait. On a appris à travailler en groupe, à être autonome et à faire quelque chose de sérieux. Nous ne sommes pas adultes encore, le fait qu'ils nous fassent confiance, qu'on nous laisse nous débrouiller avec ce qu'on a... [c'est bien]» (Sophie).

Ce travail au Fablab est l'aboutissement d'une réflexion sur les jeux d'adresse et de stratégie commencé dès le début de l'année avec l'ensemble des professeurs de la classe.

Illustration : deux productions finales des jeux de société





La persévérance : un but à atteindre pour les élèves

Les élèves sont très sensibles à la question de la persévérance dans le cadre des projets observés. Ils ont pu expérimenter le travail en groupe et la complexité de la fabrication d'un objet sur un temps long, la semaine entière, travail qu'ils n'ont pas l'habitude de réaliser en classe. La question de la persévérance, au-delà de l'obtention d'un diplôme comme le brevet qu'ils mentionnent d'ailleurs comme le seul but d'aller à l'école, est donc un élément de discussion dans les groupes lors de la semaine au FabLab. Il est difficile pour eux de persévérer toute la journée dans les tâches à réaliser pour le projet, d'autant plus qu'il existe selon eux des temps morts dus à l'attente observée pour la validation de la tâche auprès des enseignants. Le fait de devoir faire valider chaque étape de la réalisation de l'objet par les enseignants représente une difficulté pour les élèves qui se soumettent encore aux exigences de la forme scolaire. Cette forme scolaire est toujours présente à travers le suivi des enseignants. Pendant la semaine, il y a eu des moments de découragement pour certains. Cependant, le résultat final est une sorte de récompense pour ceux qui en doutaient et montre la valeur de leur travail. La fabrication du jeu est donc une incitation à la persévérance pour les élèves.

La question de la documentation dans le FabLab : un élément à mieux prendre en compte par les fabmanagers pour la réussite des projets des élèves

Dans les FabLabs, la culture du faire est le maître mot pour la mise en œuvre de l'ensemble des tâches à réaliser. Les élèves d'ailleurs n'ont que peu de documentation à leur disposition. Ce sont plutôt eux qui apportent ou construisent cette documentation : elle est issue de leur travail initial en classe, le projet ayant commencé quelques mois plus tôt en cours de technologie. La réhabilitation du jeu de société et/ou

de stratégie incite les élèves à recalculer les dimensions du jeu et à produire une documentation, c'est-à-dire un réel cahier des charges pour fabriquer le jeu.

Les enseignants voient l'importance de la mise à disposition d'une documentation à destination des élèves et d'eux-mêmes. Elle permettrait sous la forme de fiche synthétique de faire en sorte que l'élève puisse la consulter à tout moment des étapes de travail. Elle faciliterait l'autonomie des élèves et viserait la motivation et la persévérance des élèves.

Le projet FabLabs, un élément déclencheur de la pédagogie de projets chez les enseignants

La fin du projet a été l'occasion de revenir interroger les enseignants du collège et de savoir ce qu'il était resté sur le long terme de leur passage au FabLab 3 ans plus tôt. La pédagogie de projet a été généralisée pour l'ensemble des enseignants qui avaient participé au projet en 2018. L'expérience réalisée au FabLab a permis de changer de manière pérenne la pédagogie de projet initiée pour l'ensemble des classes. La réflexion issue du projet pour les enseignants ayant participé au projet a permis également une réelle prise en compte d'outils numériques dans leurs pratiques pédagogiques. Une imprimante 3D ainsi qu'une machine à sticker ont été achetées pour la fabrication et la création d'objets dans le cadre des apprentissages.

En revanche, à la fin du projet et de la fabrication des jeux par les élèves, ces mêmes jeux n'ont pas du tout fait l'objet d'une communication au sein du collège. Même s'ils ont été exposés en salle des professeurs, les enseignants et les élèves n'ont pas réalisé de valorisation du travail et des réalisations menées au sein du FabLab. Les enseignants ont dit avoir manqué de temps avec la fin de l'année scolaire et de l'échéance du brevet des collèges. Ils n'ont également pas pensé à la stratégie de communication à mettre en place à l'issue du travail réalisé par les élèves.

Le FabLab comme tiers lieu, la découverte de nouvelles compétences à acquérir

Pour les élèves, la découverte du lieu a été une opportunité pour se découvrir une appétence à la foi sur sa capacité à travailler en groupe mais aussi à savoir découvrir, expérimenter et s'affirmer dans certaines activités manuelles ou plus intellectuelles comme la création graphique numérique des pièces. Certains élèves se sont sentis à l'aise pour manipuler les pièces, travailler avec la découpe laser ou utiliser le logiciel de mesure des pièces.

Toutefois, ils ont aussi ressenti les difficultés des enseignants à les accompagner dans certaines tâches. Ces derniers n'ont reçu qu'une brève formation à la manipulation des logiciels. Novices dans la gestion des machines, dans l'utilisation des logiciels, les enseignants ont parfois eu des difficultés à expliquer aux élèves les spécificités

techniques des outils et leur utilisation pratique dans les faits. Ils ont donc appris à se confronter tout autant que les élèves à l'organisation du travail en groupe, au travail avec les machines, à l'utilisation d'un espace qui cassaient les codes de diffusion des savoirs et des apprentissages habituels menés en classe. Cette situation est propice à la création d'un sentiment d'affiliation entre élèves et enseignants.

Un changement de qualité de vie en classe

Le rapport à l'enseignant s'est transformé au cours de la semaine au FabLab et a eu un impact sur la qualité de vie en classe pour les deux derniers mois jusqu'au brevet. Des élèves habituellement silencieux ont pris régulièrement la parole devant les enseignants. C'est en cours d'anglais que le changement a été le plus spectaculaire. Le climat de la classe a également changé. Des élèves qui s'évitaient ou parfois s'invectivaient en classe se sont adressé la parole de manière plus sereine, le travail de groupe ayant permis de créer des liens entre les élèves. Enfin, certains élèves se sont davantage mis au travail pendant les dernières semaines de cours.

De plus, les élèves les plus à l'aise scolairement, ont pu constater qu'ils ne l'étaient pas autant dans les tâches plus manuelles et pratiques au FabLab. Ils ont également constaté que des camarades moins à l'aise qu'eux scolairement avaient des compétences autres que scolaires très appréciables pour fabriquer et réaliser des objets. La relation entre élèves s'est donc améliorée au sein de la classe, mais pas en dehors. Les enseignants ont certes remarqué une certaine admiration que certains élèves portaient sur d'autres lors de la découpe des objets, le sens de la création artistique ou le travail de calcul sur les logiciels, mais ce constat n'est pas sorti de la classe. Le manque de visibilité du travail artistique et manuel réalisé par certains élèves serait à valoriser et à diffuser davantage au-delà du contexte de la classe à l'issue de la semaine passée au fablab.

Sur le long terme, les informations concernant le devenir des élèves ont confirmé des parcours scolaires de réussite en rupture par rapport aux statistiques du collège, mais il est impossible de déterminer avec précision en quoi l'expérience du FabLab a joué. Elle a probablement participé d'un faisceau d'expériences positives contribuant à renforcer la persévérance, malgré les difficultés sociales.

Ce fablab est situé sur le campus universitaire et implique des déplacements pour les scolaires devant se rendre dans les locaux. Des classes initialement prévues dans le cadre du projet n'ont pas pu investir les lieux au cours des trois années scolaires. D'autres en revanche ont chaque année travaillé avec le dispositif fablab et monté le projet lors du deuxième trimestre scolaire.

Le travail de groupe, un élément de cohésion et d'investissement des élèves dans le projet à Coh@bit

Les classes concernées par le projet ont travaillé suivant des modalités d'organisation différentes suivant les années pour lesquelles les chercheurs sont venus faire les observations. Pour les élèves interrogés, les différentes modalités ne semblent pas avoir un impact très différent dans leur ressenti concernant l'organisation du projet et la gestion des groupes ainsi que l'objectif qu'ils perçoivent du projet en dehors des murs du lycée. Pour les enseignants, ce sont principalement ces modalités d'organisation qui sont déterminantes dans la motivation des élèves à travailler sur le projet sur un temps plus long que la séance de cours classique au lycée.

Si le travail de groupe est aussi plébiscité par les enseignants, il reste compliqué à mettre en œuvre pour les élèves qui changent radicalement de mode de fonctionnement de travail par rapport à la classe. Il faut donc un temps d'accoutumance pour les élèves avant d'adhérer à ce travail de groupe sauf pour des élèves qui se connaissent bien. La répartition des élèves entre eux, imposée quelques fois par les enseignants, la taille des groupes sont aussi une condition pour le bien-être des élèves et leur motivation à entrer dans le projet.

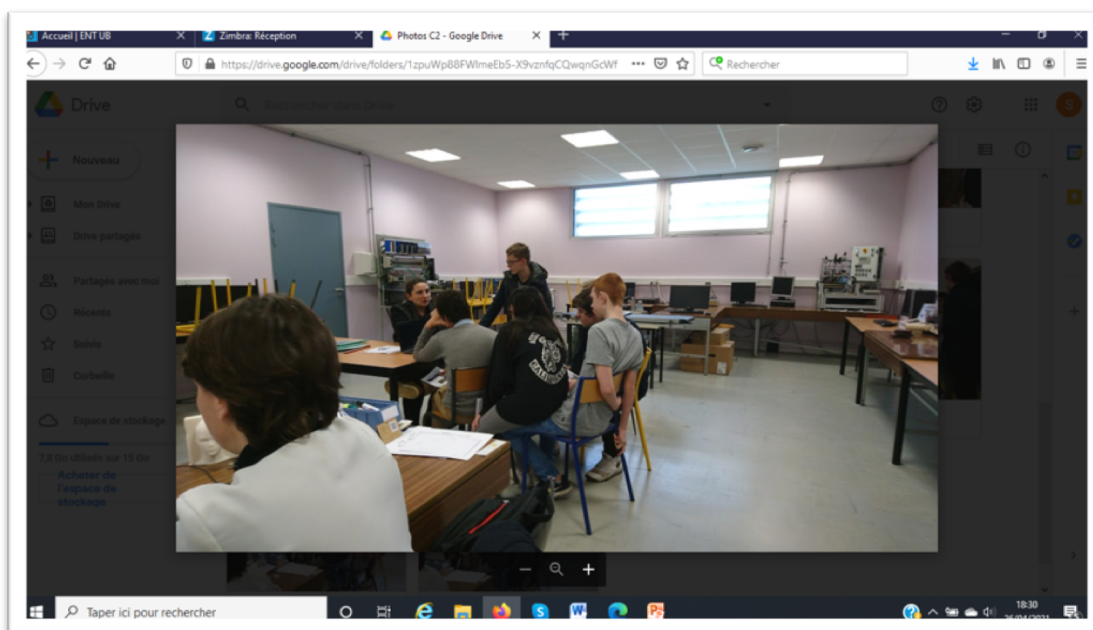


Illustration : le travail en groupe au fablab avec la présentation du lieu par le médiateur scientifique

Après un temps d'adaptation plus ou moins long, le travail de groupe reste malgré tout un réel facteur de motivation dans la mise au travail chez les élèves de seconde du lycée. La découverte du lieu dans les locaux de l'université est un changement radical pour la mise en œuvre du projet sur un temps long, les deux jours et demi, comparativement

au même projet mené les années précédentes sur plusieurs mois 3 heures par semaine. La présence en continu sous forme de groupe a permis la cohésion et la découverte de la culture du faire dans un lieu autre que la classe du lycée.

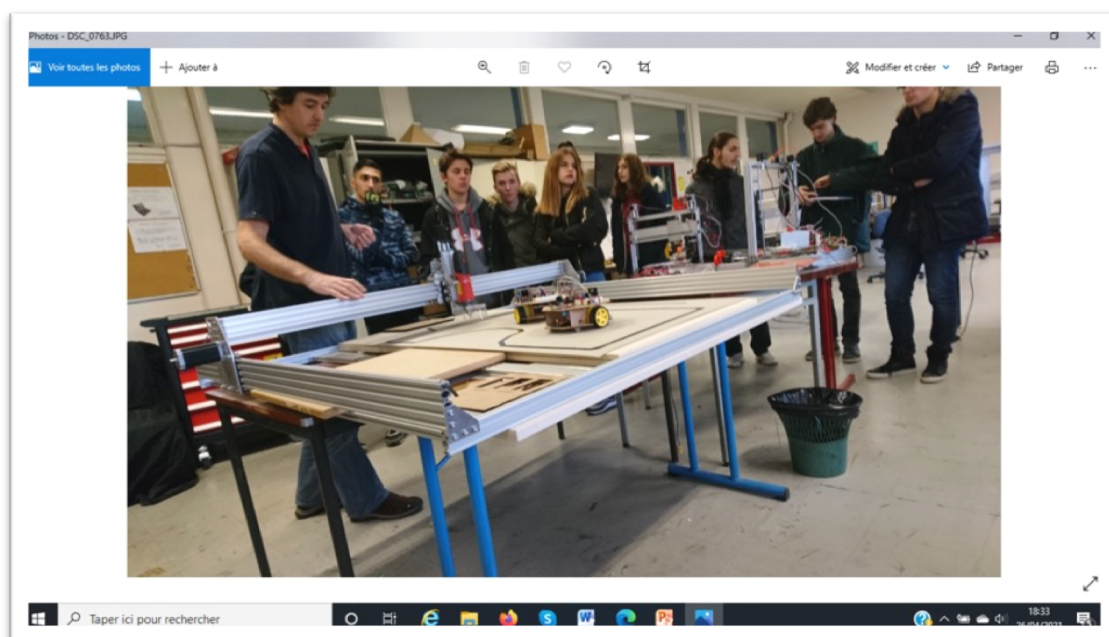


Illustration : présentation des robots

Documenter et communiquer sur les projets : une dimension incontournable pour valoriser le travail des élèves et présenter leurs créations

D'une manière générale, le travail de présentation et de communication sur les projets reste central dans l'approche des objets créés au FabLab. Les enseignants du second degré insistent tout d'abord sur l'apport incontournable pour les élèves de devoir communiquer autour du projet. Des exemples issus de la création d'objets de toutes sortes pour un enseignant travaillant au lycée montrent l'intérêt de revenir sur la genèse et le travail de documentation autour de la création et des difficultés rencontrées pour construire l'objet. C'est une plus-value nécessaire selon l'enseignant qui sert la valorisation de soi pour des élèves en difficulté ou simplement éprouvant peu d'appétence pour venir au fablab dans le contexte scolaire.

Un blog (<http://www.cplusmoins.org/detournement/presentation>) a donc servi à documenter le projet. Le but de ce blog était de promouvoir le travail des élèves, de rendre compte du processus de fabrication des différents projets, de pouvoir exprimer les difficultés rencontrées. Ce processus de documentation servait également de suivi des différentes étapes du travail réalisé, de valorisation de la fabrication des objets à travers les photos des groupes et leurs réalisations.

Toutefois, les élèves n'ont pas toujours ressenti le besoin de travailler sur la communication du projet. D'après les propos recueillis, les groupes de six élèves ont été considérés comme trop grands et la scission entre les groupes « fabriquant » et les groupes « communiquant » ont été vécus comme injustes pour certains élèves. Cette proposition d'organisation du travail entre les élèves a donc été considérée comme discriminante dans le cadre global du projet.

Les liens affectifs et cognitifs avec l'école : des résultats mitigés

Le rapport à l'école est ambivalent pour la majorité des élèves. Si la plupart critiquent avec objectivité les règles et normes scolaires, ils sont très réalistes sur la nécessité en même temps de les respecter pour que les apprentissages se déroulent dans les meilleures conditions possibles (organisationnelle, éducative, pédagogique et didactique).

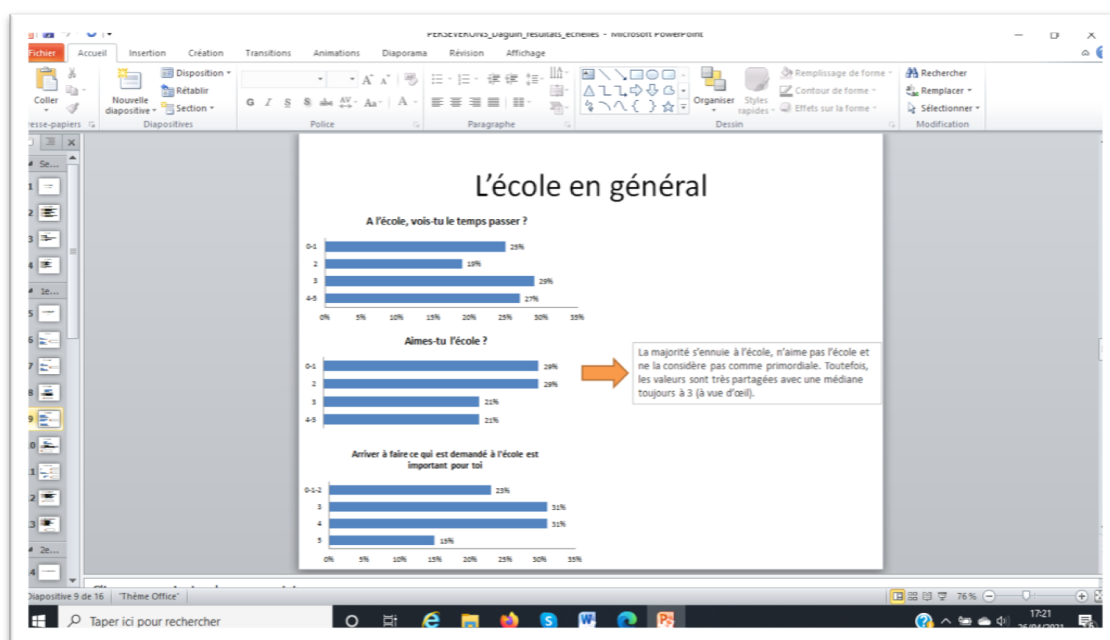


Illustration : travail de synthèse réalisé suite au questionnaire Q1(a)

Concernant leurs capacités à réussir à l'école, les résultats, d'une manière générale, montrent qu'ils se sentent capables de réussir leurs études pour la majorité d'entre eux. En revanche, ils sont moins nombreux à être satisfaits de leurs résultats scolaires. Ils éprouvent également peu de plaisir à apprendre à l'école même s'ils se disent plutôt concentrés en classe. La majorité des élèves s'ennuie en classe et n'aime pas vraiment l'école même si certains disent qu'elle est primordiale pour réussir dans la vie.

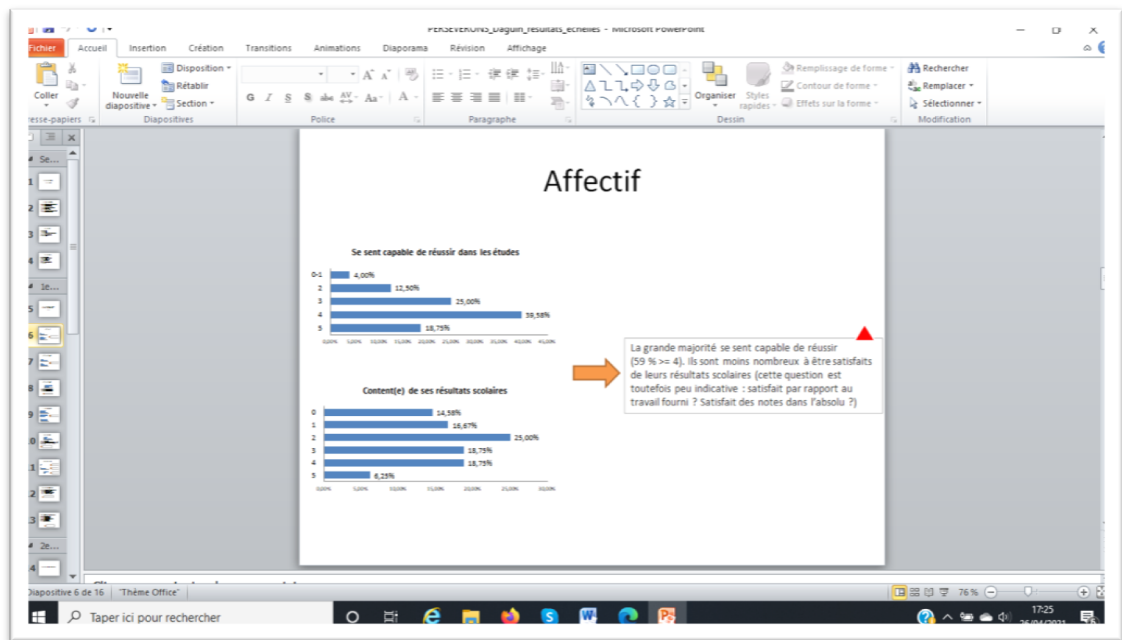


Illustration : travail de synthèse réalisé suite au questionnaire Q1(b)

Le travail à l'école étant une obligation, les élèves se disent intéressés par ce qu'ils font à 60% mais avouent également qu'ils ont d'autres centres d'intérêt qui les motivent davantage. À l'école 62% disent aller au bout d'un travail commencé. Quand ils ne vont pas au bout du travail demandé c'est qu'ils n'arrivent pas à le faire ou n'ont pas compris la consigne (10%). En cas de besoin d'aide, les élèves comptent davantage sur leur famille ou leurs amis que sur les enseignants, même s'ils peuvent compter sur certains enseignants dont ils se sentent proches.

A 70%, les élèves ont répondu que le projet donnait envie de s'impliquer et à 60% que c'était un travail plutôt motivant. A 58%, les élèves ont compris ce qu'il fallait faire. Le travail suivant les années est réalisé en classe puis une demi-journée par semaine au FabLab. Que ce soit sur un stage filé sur plusieurs mois ou ramassé sur deux jours et demi, les élèves se sont sentis investis dans le projet.

L'intérêt d'être avec les autres : un élément important pour l'entraide et l'ambiance de travail

Globalement les élèves sont satisfaits de l'ambiance de classe, seuls 18% n'en sont pas ou peu satisfaits. Le rôle du groupe est primordial pour le travail de classe. 43,75% disent aider les autres élèves très souvent et 18,75% aide les autres de temps en temps. A contrario, 10,42% des élèves préfèrent faire les choses soi-même ou dire aux autres quoi faire. Il y a finalement très peu d'élèves qui ne s'intéressent pas à ce qui se passe en classe. Au FabLab, les élèves ont été contents de travailler en équipe (72%) avec un projet qui pour la très grande majorité d'entre eux (90%) leur a semblé réalisable. Le fait

de réaliser quelque chose de technique a été plébiscité à 75% et ne leur a pas fait peur même si c'est quelque chose qu'ils n'avaient jamais réalisé auparavant.

L'impact du projet au fablab

Les questionnaires passés après le travail sur le projet et les entretiens montrent plusieurs évolutions dans les sentiments relatifs à leur motivation et leur implication ainsi qu'un ressenti général sur l'organisation en elle-même du projet.

- Les élèves ont été motivés par le projet (même en cours de route pour les plus réticents). Ils ont également (principalement pour ces derniers) adhéré à ce qui était attendu de leur part.
- Ils ont le sentiment d'avoir appris quelque chose et d'avoir développé des compétences après la visite au FabLab.
- Cette visite leur a donné envie d'aller explorer soit des projets plus personnels, soit des nouveaux logiciels, soit donner envie de s'orienter vers certaines formations plus scientifiques et techniques.
- D'une manière générale, ils ont préféré les séances au FabLab aux cours en classe.

La découverte du FabLab lors de la visite a également eu un impact sur la motivation des élèves.

- Lors de la visite, les éléments vus en classe se sont concrétisés et le projet a été ressenti comme réalisable.
- Les élèves ont pris du plaisir et ont développé une appétence pour certaines activités du FabLab, notamment les activités manuelles sur les machines, ou, pour certains, l'utilisation des logiciels.
- Les élèves se sont sentis concentrés durant les séances, même si parfois ils ont connu des temps morts (lorsqu'ils n'arrivaient plus à avancer dans leurs calculs notamment).
- L'envie d'aller jusqu'au bout du projet a été un but pour chacun d'entre eux. Ils ont donc persévéré dans et ont bien vu le temps défilier.
- *A contrario*, les élèves ne se sont pas sentis toujours aidés et auraient eu besoin davantage de la présence du fabmanager tout au long du projet quand ils "bloquaient" sur des difficultés de calcul ou techniques.

L'accueil des jeunes en reprise d'études : vers une re-sociabilisation professionnelle ?

Les jeunes fréquentant la mission locale ont pour objectif de retrouver un travail. Leur incursion au FabLab est l'occasion pour eux de renouer avec des activités manuelles pour lesquelles ils peuvent avoir de l'appétence ou non. C'est aussi un moyen de reprendre goût à des activités avec les autres et de recréer du lien social. Les dispositifs d'accompagnement vers l'emploi visent principalement à :

- Renforcer les aptitudes facilitant l'intégration dans le monde professionnel
- Faciliter l'entrée dans l'entreprise
- Améliorer la connaissance de son environnement
- Dynamiser son parcours d'insertion professionnelle et sociale

Les jeunes ont participé à un projet visant la réalisation d'un autoportrait de leur parcours à l'aide de mots. Ce projet a été animé par un artiste et les fabmanagers.

Il ressort du projet plusieurs éléments :

- Le fait d'apprendre de nouvelles choses est plébiscité par tous (8 sur 8)
- La découverte d'activités techniques est appréciée par l'ensemble des jeunes (7 sur les 8 présents)
- Les discussions avec les personnes du FabLab le sont également (7 sur 8)
- Lors du projet, les 8 jeunes ont fait exclusivement appel à l'animateur
- L'envie d'acquérir de nouvelles compétences (6 sur 8) est partagée
- L'envie d'aider les autres progressivement au cours du projet concerne 7 jeunes sur 8

Si le fait de revenir au FabLab motive tous les jeunes, cette expérience ne leur a pas forcément donné envie d'explorer d'autres choses.

La création de communauté de pratiques autour des personnes fréquentant le FabLab à travers la documentation des projets

De nombreux jeunes fréquentent le FabLab, les jeunes de missions professionnelles, mais aussi les jeunes en service civique. Les jeunes accueillis en service civique n'ont pas le même profil que ceux qui sont issus des missions locales. Pour la plupart d'entre eux, le service civique permet de rebondir dans le cadre de leurs études, c'est-à-dire de changer de voie ou de remettre à jour des compétences professionnelles. Les compétences acquises font l'objet d'un document (portfolio), valorisé à travers les moyens de communication du FabLab et/ou les documents créés à l'issue des projets ou en accompagnement des projets. Il se crée ainsi, depuis quelques années au FabLab,

une forme de communauté de pratiques qui passe par les traces sur les activités menées et l'aboutissement des projets. Il est parfois difficile pour les personnes fréquentant le FabLab de persévérer sur un projet. Les contraintes organisationnelles, mais aussi en lien avec les compétences, les difficultés temporelles, les contraintes d'accompagnement, font que les projets n'aboutissent pas toujours ; un début de documentation (voir par exemple <https://projets.cohabit.fr/redmine/>) est souvent constitué mais n'est pas valorisé la plupart du temps. La documentation systématique des projets, sous des formes accessibles et compréhensibles par tous (les plateformes numériques étant souvent accessibles aux seuls initiés à l'informatique), apparaît donc comme une piste importante à considérer, notamment autour de :

- la documentation de travail, le journal de bord, les logs (traces des activités)
- la documentation technique, constituée des sources et de toutes les conditions de reproductibilité pour les techniciens
- la documentation utilisateur, la notice, pour communiquer sur les usages des machines et entrer dans le projet sans devenir technicien.

Les projets sont à l'origine de la mise en commun de documents. L'acquisition des connaissances ne se fait pas seulement à partir de l'expérience vécue, de la réussite du projet, mais à partir des traces que chacun peut laisser de son expérience. Au FabLab, *"Ne pas réussir, c'est pas grave, mais ne pas documenter, c'est considéré comme une faute grave..."*(Louis), *"C'était notamment une mission du service civique cette année, c'est aider les gens à documenter"* (Jean-François). *"C'est le type de discussion qu'on a avec [Séverine] sur les types de documentation, ce que c'est, pourquoi, comment ça nous permet de constituer une communauté de pratiques, [...] je travaille sur les logiciels libres depuis pas mal d'années et je suis sur les problématiques de langages depuis longtemps, et là ce qui est bien c'est qu'on commence à faire des expérimentations..."* (Louis).

Le portfolio est une autre piste sur laquelle les étudiants et les élèves pourraient également s'investir, pour entrer dans les apprentissages à travers le projet par une forme de communication autour de ce qui a été fait, avec des visuels, des vidéos, des liens qui dirigent vers les documentations techniques et utilisateurs. Pour Louis, *"c'est une entrée simple et globale qui permet de comprendre le projet sur lequel on a travaillé, et avec le lien vers les sources pour montrer ce qu'on a fait soi-même, donc en quoi on a contribué, le guide, ce que j'ai fait, les autres aussi, ce qu'ils ont fait sur le projet"*. Cette entrée contribue à laisser des traces pour ensuite travailler l'argumentation et l'analyse réflexive du projet. Pour autant, la constitution des traces reste encore un problème pour les jeunes observés qui ne voient pas l'intérêt d'écrire et d'analyser ce qu'ils ont réalisé ou de revenir sur les points de blocage rencontrés tout au long du projet.

Éléments de conclusion

Les FabLabs investis sont de nature différente et complémentaire dans l'approche de la persévérance scolaire. Les terrains observés possèdent des caractéristiques institutionnelles propres permettant d'accueillir des jeunes scolarisés ou non, quelquefois en rupture scolaire, professionnelle ou sociale. D'une manière générale, les FabLabs sont des lieux d'accueil de ces différents types de publics pour la fabrication d'objets développant une culture du faire et valorisant la confiance en soi. La motivation est un élément important dans le développement de cette culture du faire pour des jeunes (dé)scolarisés ayant l'habitude d'être dans une posture d'apprentissage descendante, et souvent l'expérience de l'échec et l'absence de confiance dans leurs propres capacités. Si la forme scolaire classique est momentanément suspendue lors des « passages » des élèves dans les FabLabs, les observations ont montré parfois des difficultés pour les jeunes à s'en défaire, le temps du travail de fabrication d'objets dans cet espace constituant finalement une sorte de tiers-lieu le temps du projet. La nouveauté du lieu est en réalité un élément déclenchant de la motivation à réaliser le projet et à investir la fabrication et la réalisation des objets. L'attrait des outils, la possibilité de mouvements dans cet espace de travail, le travail de groupe montrent l'investissement des élèves dans les tâches qui leur sont demandées autour de la création d'objets et de la communication autour du projet.

Différents axes de catégorisation des fablabs se profilent à l'issue des rencontres, observations et entretiens avec les acteurs rencontrés.

- Un premier axe, fédérateur, est celui de la **documentation** autour du montage des projets. En dehors de l'école, il faut expliciter le projet, donner des arguments pour le monter, comprendre sa réalité organisationnelle, ses objectifs pédagogiques, ses enjeux socio-éducatifs, professionnels. La documentation comprend également tous les éléments glanés pendant le projet, recherchés et utilisés par les élèves. La documentation est au centre de la culture « maker » pour les élèves, jeunes et enseignants observés. En revanche, c'est une question encore peu abordée par les fabmanagers eux-mêmes dont la présence auprès des jeunes consiste à apporter précisément les éléments d'information nécessaires à la connaissance des outils et à la fabrication des objets.
- Le deuxième axe va de pair avec le premier axe : il s'agit du travail de **communication** autour du projet. Cette communication s'accompagne de l'activité de valorisation du travail de chaque groupe et d'une réelle communication « marketing » autour de l'objet réalisé. Le travail de communication passe ensuite au niveau du FabLab sur une forme de médiatisation des savoirs qu'il faudrait analyser plus avant.

- Dans une tout autre dimension, la question de l'**inclusion** du jeune dans la réalisation des objets est centrale. Les remarques des enseignants et des élèves concernent l'inclusion de chaque élève dans un groupe de travail et sa motivation. Le travail individuel est rendu caduc dans les FabLabs, et l'organisation des groupes, la création d'une communauté de pratique autour de la création d'objet, de l'explicitation des moyens utilisés pour parvenir aux résultats demandés restent plébiscités par tous.
- Il reste que certains élèves se sont sentis délaissés à la fois dans leur groupe de travail mais aussi parfois par les enseignants eux-mêmes qui ne pouvaient pas s'occuper de tous les groupes en même temps. La question de l'investissement dans le travail questionne les formes d'**exclusion** des élèves dans l'organisation à la fois des groupes de travail mais aussi de la réalisation des tâches scientifiques et techniques donnés aux élèves.

Le lien avec la forme scolaire, la question de la motivation et de la persévérance interrogent la mise en projet d'objets techniques et scientifiques dans les espaces comme les FabLabs. Au final, l'inclusion dans le projet participe au partage et à la médiation des savoirs renouvelée dans un espace qui transforme les apprentissages des jeunes. Les observations montrent un bousculement/basculement de la relation dans la pédagogie de projet. Les enseignants changent leur point de vue sur les élèves et sur leurs pratiques pédagogiques, les élèves changent leur point de vue sur les autres, sur les enseignants, sur eux-mêmes : l'espace encourage ce changement, par un processus de médiation qui ne repose pas spécialement sur les outils mais beaucoup plus sur la façon de travailler à la production concrète d'un objet ou d'un dispositif souvent ancré dans un besoin social réel et partagé. La réalité du besoin ciblé et le caractère tangible des productions réalisées collectivement portent les bases d'un engagement. Celui-ci doit s'incarner dans des traces qui permettent de le transformer en apprentissage : en inscrivant une activité dans une trace documentaire, en lui donnant comme perspective d'être communiquée, le geste doit être réfléchi, expliqué, donc compris. Enfin, l'espace du FabLab s'organise autour du collectif qui habite l'espace et porte une diversité de pratiques entre prescription, bricolages et braconnages. Le projet Persévérans a permis de mettre en lien le FabLab Coh@bit avec une université au Mali et d'explorer les potentialités de communication dans un espace de bricolage et d'apprentissage étendu et partagé.

Bibliographie

- Bandura, A. (2019). Auto-efficacité: comment le sentiment d'efficacité personnelle influence notre qualité de vie. De Boeck.
- Burret, A. (2017). Étude de la configuration en Tiers-Lieu - La repolitisation par le service. Thèse de Sociologie et Anthropologie, Université des Lumières Lyon 2.
- Certeau M. de (1990). L'invention du quotidien. T. 1 Arts de faire. Paris, Gallimard.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational psychologist*, 49, p. 219-243.
- Conein B. (2004). Cognition distribuée, groupe social et technologie cognitive. *Réseaux*, no 124(2), p. 53-79. <https://journals.openedition.org/rfsic/2492>
- Deci, E., Ryan, R. (2008). Favoriser la motivation optimale et la santé mentale dans les divers milieux de vie. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, vol. 49, no 1, p. 24.
- Galan J. & Musiani F. (2016). Créer un fablab à l'université : enjeux humains et institutionnels. *Sociologies pratiques*, 38(1), p. 35-48.
- Goffman E. (1991). Les cadres de l'expérience. Paris, Editions de Minuit.
- Kazakci, A. O., Hatchuel, A., Le Masson, P., & Weil, B. (2010). Simulation of Design reasoning based on CK theory: a model and an example application. In *DS 60: Proceedings of DESIGN 2010, the 11th International Design Conference*, Dubrovnik, Croatia, p. 59-68.
- Lallement, M. (2015). L'âge du faire. Hacking, travail, anarchie. Paris, Seuil.
- Lave, J., Wenger, E. (2002). Practice, person, social world. In : *An introduction to Vygotsky*. Routledge, p. 155-162.
- Lehmans, A. (2018). Le projet de FabLab en bibliothèque et le développement des apprentissages : une utopie réaliste ? *Documentation et Bibliothèques*. <hal-01791770>
- Lhoste É. & Barbier M. (2016). FabLabs: L'institutionnalisation de Tiers-Lieux du « soft hacking ». *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 10, 1(1), p. 43-69.
- Liquète, V., Maury, Y. (2007). Le travail autonome. Paris, Armand Colin.
- Locke, E. A., & Schattke, K. (2019). Intrinsic and extrinsic motivation: Time for expansion and clarification. *Motivation Science*, 5(4), p. 277.
- Oldenburg R. (1989). The Great Good Place. Cafés, Coffee Shops, Community Centers, Beauty Parlors, General Stores, Bars, Hangouts and How They Get You Throught the Day, Paragon House, Saint Paul (États-Unis).

- Peraya, D. (1998). Communication éducative médiatisée, formation à distance et campus virtuel. En ligne sur : https://tecfa.unige.ch/tecfa/publicat/peraya-papers/wp1_dperA.pdf
- Ryan, R.M. Deci, E.L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, *Contemporary Educational Psychology*, 25-1, p. 54-67.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Suchman L. (2007). *Human-Machine reconfigurations. Plans and situated action*. New York, Cambridge University.
- Thévenot L. (2006). *L'action au pluriel: Sociologie des régimes d'engagement*. Paris, La Découverte.
- Tricot, A. (2016). Apprentissages scolaires et non scolaires avec le numérique. *Administration et Education*, n° 4, p. 33-39.
- Tricot, A. (2017). Les contraintes spécifiques des apprentissages scolaires. *Psychologie et Education*.
- Vallat, D. (2017). Que peut-on apprendre des tiers-lieux 2.0 ? XXVIe conférence de l'AIMS (Association Internationale de Management Stratégique). Lyon, France. halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01512929/document.
- Viau R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Québec, Les Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.
- Vincent G. (1994). *L'éducation prisonnière de la forme scolaire ? : scolarisation et socialisation dans les sociétés industrielles*. Lyon, Presses universitaires de Lyon.
- Wenger E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Zacklad M. (2005). Processus de documentarisation dans les Documents pour l'Action (DopA): statut des annotations et technologies de la coopération associées (nouvelle version corrigée). « Le numérique: Impact sur le cycle de vie du document pour une analyse interdisciplinaire », 13-15 Octobre 2004, Editions de l'ENSSIB, Montreal (Quebec), May 2005.

Diffusion et valorisation des résultats

Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire 1 doctorant non financé		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	15	
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	7	Sciences physiques, anglais, arts plastiques, technologie, SNT, NSI, mathématiques
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	10	
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	150	
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	3	Fondation Orange, Cap Sciences, collectivités territoriales (médiathèques)
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	9	Fournir une bibliographie en annexe
Interventions dans des colloques scientifiques en France	7	
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger	7	
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Fablabs		Kits pédagogiques, formation initiale et continue des enseignants
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
FabLabs		Réseau de FabLabs
Commentaire		

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN		FabLab More (ANR)
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA		
Post-docs en emploi au terme du contrat financé par le PIA		(Préciser la destination des post-doc financés)
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation		
Commentaire		

Indicateur	Nombre	Précisions
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	10	
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ¹⁹	15	
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN		Coopération Université Ségou (Mali), création d'un réseau de FabLabs
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux		
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN		
Commentaire		

¹⁹ Indiquer le décompte des interventions et non le nombre d'heures par intervenant.

CONCLUSION SYNTHETIQUE

Le projet a permis la mise en place d'un écosystème très solide autour :

- de la robotique éducative avec le développement d'un ensemble d'outils, de projets et d'évènements pédagogiques : site académique, ateliers, mallettes, modules et kits pédagogiques, parcours de formation, MOOC, compétitions de robotique ;
- des robots de téléprésence pour accompagner les apprenants empêchés : expérimentations, analyse des usages et développement d'un environnement adapté dans la perspective du déploiement à grande échelle de la téléprésence en éducation ;
- de la recherche sur les potentialités d'espaces collaboratifs apprenants soutenus par des dispositifs sociotechniques numériques (FabLabs) et sur l'outillage numérique des apprentissages en mathématiques et en sciences (tablettes).

Recommandations

Autour de la robotique éducative, la persévérance des élèves dans les apprentissages, généraux et plus spécialement informatiques tels qu'ils apparaissent dans les programmes, centrés sur la compréhension des algorithmes et la maîtrise du codage, s'appuie sur celle des enseignants. La formation de ces derniers est donc un élément essentiel à développer, en même temps que la créativité des élèves, la pédagogie de projet à l'œuvre notamment dans les compétitions de robotique mais aussi dans les activités menées dans les FabLabs, et l'ouverture sur la diversité des profils des apprenants. Une attention toute particulière doit être donnée à la place, aux leviers et à la qualité de la motivation dans les apprentissages, au-delà des technologies numériques dont l'utilité n'est pas nécessairement avérée dans toutes les situations. Des développements autour des projets d'orientation des élèves et de la sensibilisation des enseignants sont à attendre, particulièrement pour favoriser la persévérance dans les domaines technologiques et de la culture des données, mais aussi la pédagogie de projet, et plus spécialement en direction des filles qui restent encore trop peu présentes dans les métiers du numérique. La problématique de l'inclusion de tous les élèves reste un horizon commun pour tous les partenaires du projet qui ont engagé une collaboration durable.

Prolongements scientifiques et éducatifs

Le projet a permis de développer un ensemble d'outils de formation et un écosystème territorial très efficace, qui ont vocation à continuer de se déployer autour de la robotique éducative mais également de la didactique des sciences et de la culture numérique avec la collaboration des DANE, du réseau CANOPE, des universités, des laboratoires de recherche et des centres de culture scientifique, technique et industrielle.

Les développements concerneront aussi les recherches en cognitique et en informatique autour de l'intelligence artificielle pour l'adaptation des environnements d'apprentissage aux profils des apprenants, particulièrement dans une perspective d'inclusion et d'amélioration de la persévérance dans les tâches scolaires.

Les robots de téléprésence font l'objet d'un projet Ted-I de déploiement national qui est suivi par une équipe composée de plusieurs chercheurs issus de PERSEVERONS, le projet TELESCOL financé par la DNE et piloté par Laurent Gallon du LIUPPA. Les recherches sur la didactique des sciences se poursuivront dans les équipes concernées. Enfin, dans le domaine des sciences de l'information et de la communication, les espaces apprenants restent à parcourir pour la recherche, à travers le projet ANR FabLabMore piloté par Vincent Liquète du MICA, le projet GTNum DEFI sur la littératie des données piloté par Camille Capelle de l'IMS, entre autres.

Les ressources et les événements autour de la robotique éducative sont d'une ampleur exceptionnelle et destinés à s'enrichir dans l'avenir, autour d'un écosystème solide qui associe recherche, enseignement et entreprises, tout en considérant les dimensions environnementales, sociales et éthiques des développements pédagogiques autour du numérique en éducation.

Le projet PERSEVERONS, au-delà de la diversité des thématiques abordées, et à travers le fil conducteur de l'analyse de la persévérance scolaire, a permis de tisser des liens forts entre les acteurs. Il a fait l'objet d'un travail de communication important, avec un site central et de nombreux sites de sous-projets, la production de nombreuses ressources pédagogiques, la mise en place de collaborations autour de la formation initiale et continue des enseignants et à l'articulation de la recherche et de la formation à l'INSPE de l'académie de Bordeaux. De nombreuses équipes vont poursuivre les recherches à travers plusieurs projets nouveaux qui permettent de ne pas interrompre la dynamique engagée mais de la nourrir de collaborations nouvelles.



Cartographie du projet



Voir en plein écran

eFran_Perseverons

580 Tweets



Persévérans



eFran_Persévérans

@eF_perseverons Follows you

Un projet eFran qui vise à mesurer l'efficacité des robots et tablettes numériques dans l'enseignement pour améliorer la motivation et la persévérance scolaires

[Translate bio](#)

Aquitaine, France Joined March 2017

243 Following 272 Followers

Indicateurs

Indicateurs de réalisation

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Doctorants financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	2	Dont 1 co-financement
Post-doc financés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1	
Commentaire + 3 doctorants non financés (Samia Bachir, Benjamin Clément, Mohamed Coulibaly) + 1 post-doc non financé (Grégoire Passault) 3 étudiants ingénieurs ENSC 2 CAFFA et CAFIPEMF + 4 thèses engagées dont 3 CIFRE + 30 mémoires Master 2 MEEF		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Enseignants impliqués <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	3500	
Disciplines concernées <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	6	Maths, physique, Informatique, technologie, anglais, arts plastiques (et d'autres)
Ecoles et établissements <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	1026	
Elèves engagés dans l'expérimentation <i>au total, depuis le lancement du projet</i>	20000	Y compris compétitions de robotique
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Partenaires engagés <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		INSPE de l'académie de Bordeaux, Rectorat de l'Académie de Bordeaux (DANE, DSDEN), Réseau Canopé, Réseau des IREM, Poppy Station, Ligue de l'enseignement, ENSAM,, ENSEIRB Mathméca, ENSC, Association PEP 40, DSDEN des Landes,

Indicateur	Nombre d'acteurs ou d'actions	Précisions
		Maison pour la Science, Cap Sciences, Bordeaux Métropole, Région Nouvelle Aquitaine. IESF Nouvelle Aquitaine, NAIA-R (Forum néo-aquitain de l'IA et de la robotique)
Dont : partenaires qui n'avaient jamais travaillé avec l'Education nationale <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		Dassault Systèmes (en collaboration avec ENSAM)
ETP financés au sein des startups/associations partenaires <i>au total, depuis le lancement du projet</i>		
Commentaire		

Indicateurs de résultat

Indicateur	Nombre d'actions	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Publications scientifiques (peer-reviewed)	22	
Interventions dans des colloques scientifiques en France	24	
Interventions dans des colloques scientifiques à l'étranger	25	
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Robotique		Voir les actions de chaque projet (kits, mooc, sites)
Tablettes		idem
Fablabs		idem
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Robotique : compétitions+ téléprésence		Voir les actions de chaque projet (kits, mooc, sites)
Tablettes		idem
FabLabs		idem
Commentaire		

Indicateurs d'impact

Indicateur	Nombre	Précisions
1. Créer une force scientifique française sur les sujets du numérique éducatif		
Nouveaux projets de recherche ou de partenariat dans le prolongement du projet e-FRAN	8	Projet européen Enlight TELESCOL : suivi et évaluation du plan national de déploiement de robots de téléprésence TED-i (MENJS) TELEMSCOL : Robots de téléprésence pour étudiants empêchés à l'UPPA (CRNA) Projet BD Art et Sciences 3 projets de recherche collaboratifs avec des entreprises dans le domaine des edTech (evidenceB pour le projet Adaptiv'Maths (https://www.adaptivmath.fr/), OnePoint et CATIE) FabLab MORE, ANR
Doctorants en emploi au terme du contrat financé par le PIA	4	
Post-docs en emploi au terme du contrat financé par le PIA	1	(Préciser la destination des post-doc financés)
Recrutement de nouveaux doctorants sur la thématique numérique/éducation		
Commentaire		
2. Mobiliser les acteurs éducatifs et promouvoir des pratiques pédagogiques efficaces		
Interventions/formations à destination des enseignants et cadres de l'EN	190	
Interventions/formations à destination des étudiants en master MEEF ²⁰	40	Projets réguliers avec les étudiants de l'INSPE
Commentaire		
3. Concevoir et déployer des dispositifs innovants avec des partenaires de l'école		
Nouveaux utilisateurs (élèves, établissements, particuliers...) hors expérimentation e-FRAN		
Distinctions reçues par la startup/association partenaire dans le cadre de concours français ou internationaux		

²⁰ Indiquer le décompte des interventions et non le nombre d'heures par intervenant.

Indicateur	Nombre	Précisions
Nouveaux projets/partenariats créés grâce à l'impulsion et aux rencontres permises par le projet e-FRAN		AFLE-4S : Analyse de la Formation en Ligne des Enseignants et Stagiaires en Situation Sanitaire Singulière – Partenaires EFRAN = INSPE Bordeaux, LIUPPA – Financier = Région Nouvelle Aquitaine INRIA-INSPE
Commentaire		

ANNEXE : COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

Chapitres d'ouvrages scientifiques

2021

- BLANQUET, E. Contrarier l'intuition pour évaluer l'appropriation d'éléments de méthode scientifique à la maternelle ? in Frédéric Charles (dir.), *Pour une éducation scientifique et technologique pour les enfants de moins de 6 ans*. France : Presses Universitaires de Grenoble Alpes, col. *Enseigner les Sciences*

2020

- DUSSARPS, C., LEHMANS, A., GALLON, L., DUBERGEY, F., ABENIA, A. La présence à distance dans les pratiques enseignantes : sentiment de présence et persévérance dans les apprentissages à l'aide des robots de téléprésence. *Éducation, Santé, Sociétés*, Editions des archives contemporaines.
- LEHMANS, A., CAPELLE, C., LIQUETE, V. Entre choix et contraintes : figures de la déconnexion à l'école, in L. VIEIRA (dir.) *Déconnexions des connexions*, Sciences de la société, Presses Universitaires du Midi, n°103, p. 151-162.

2019

- BLANQUET, E. & PICHOLLE, É.. "Science or Magic? Reactions of 5-Year-Old Pupils to a Counterintuitive Experiment". in McLoughlin, E., Finlayson, O.E., Erduran, S., Childs, P. (dir.), *Bridging Research and Practice in Science Education*, vol. 6. Pays-Bas : Springer Ed., col. *Contributions from Science Education Research*, pp. 191-206.
- BLANQUET, E., SIRY, C. & PICHOLLE, É.. De l'utilité d'une seconde analyse de vidéos : croiser les cadres théoriques pour favoriser l'identification de compétences (pré-)scientifiques chez des élèves d'école maternelle. in Verscheure, M., Ducrey Monnier, M., Pélissier, L. (dir.), *Contributions au comparatisme en didactique à l'intelligibilité des pratiques d'enseignement et de formation*. France : Presses universitaires du Midi, pp. 215-224.

2018

- BLANQUET, E. & PICHOLLE, E. Science or Magic ? Reactions of 5 years old pupils to a counter-intuitive experiment. In *Contributions from Science Education Research*, vol. 4, Selected Papers from the ESERA 2017 Conference, Springer.

Articles dans des revues internationales ou nationales avec comité de lecture

2022

- ABBOUD, M., VANDEBROUCK, F. (à paraître). Tensions and Proximities in teaching-learning activities: Case study of a teacher's implementation of tablet-based lessons, *The Mathematics Teacher in the Digital Era – Second edition*, éditeurs Alison Clark-Wilson, Ornella Robutti, Nathalie Sinclair

2020

- VANDEBROUCK F. Proximities: mediations to foster mathematical students' activities towards the new knowledge – one example with video and tablets, *The 14th International Congress on Mathematical Education*, Shanghai, 12th – 19th July, 2020 (annulé)
- DUSSARPS, C., LEHMANS, A. GALLON, L., DUBERGEY, F., ABENIA, A. La présence à distance dans les pratiques enseignantes : le cas des robots de téléprésence. *Revue Education, Santé, Sociétés*. 6, n°2
- LEHMANS, A., LIQUETE, V., & COULIBALY, M. Robotique éducative et constitution de communs de la connaissance dans les FabLabs: un enjeu fondamental pour le développement. *Communication, technologies et développement*, (8).

2019

- CHIPRIANOV, V., SALIBA, G., TRAIN, G. , Apprentissages informatiques et usages de la variable informatique avec Scratch dans la classe de mathématiques, *Repères IREM*, IREM,
- LEHMANS, A., LIQUETE, V. Le document dans une pragmatique sociale de l'information, *Communication & langages*, 1-199, p. 115-129.
- LEHMANS, A. et CAPELLE, C., Évolutions des temporalités des apprentissages en régime numérique, *Distances et médiations des savoirs*, 28. URL : <http://journals.openedition.org/dms/4200>
- LEHMANS, A. et CAPELLE, C. « Apprendre hors-champs : les FabLabs comme espaces de savoirs », *Revue COSSI : communication, organisation, société du savoir et information*, n°6/2019 Dans I. FABRE et V. LIQUETE « Questionner les manières d'habiter les espaces documentaires d'accès aux savoirs : une approche sensible », URL : <https://revue-cossi.info/numeros/n-6-2019-questionner-les-manieres-d-habiter-les-espaces-documentaires-d-acces-aux-savoirs-une-approche-sensible/754-apprendre-hors-champs-les-fablabs-comme-espaces-de-savoirs-anne-lehmans-et-camille-capelle>
- SOUMAGNAC, K. Les usages collaboratifs des lycéens : entre porosité des outils et ressources, et coproduction de connaissances, *Questions de communication, Série Actes*, n° 39, p. 151-168.

- VANDEBROUCK, F., JAWORSKI, B. Role of tablets in teaching and learning mathematics. In Jankvist, U. T., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Veldhuis, M. (Eds.). (2019). Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11, February 6 – 10, 2019) (pp. 3001-3002). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME

2018

- CAPELLE, C., LEHMANS, A., LIQUETE, V. (2018). Culture numérique partagée et modalités de co-conception des apprentissages en régime numérique. *L'année de la recherche en sciences de l'éducation*, p. 107-118.
- CHIPRIANOV, V., COULANGE, L., & TRAIN, G. Enseigner l'informatique à l'École: à la recherche d'une raison d'être. *Bulletin de la société informatique de France*, 12, juin, p. 15–35.
- DURON, T. GALLON, L. PETITCOLLIN, C., CARRINCAZEAUX, F., MEYNOT, B., LAJUS, J., GOULEAU, S., Robotique pédagogique et persévérance scolaire, *Technologie*, 213.
- LEHMANS A., Le projet de FabLab en bibliothèque et le développement des apprentissages : une utopie réaliste ? *Documentation et bibliothèques*, avril-juin, 64-2, p. 14-22.
- LEHMANS, A., (2018). Limites de la norme, constructions de la connaissance et durabilité de l'information. *Revue COSSI* (Communication, organisation, société du savoir et information), Groupe de recherche international en information, communication et documentation durables. [en ligne] URL : <https://revue-cossi.info/numeros/n-5-2018-processus-normalisation-durabilite-information/733-5-2018-lehmans>
- 2017
- GALLON, L. & DUBERGEY, F. & NEGUI M. Robot de téléprésence : un outil numérique utilisé par le SAPAD pour rendre présent l'élève absent, *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 79.
- LEHMANS A., De l'informatique éducative au robot émancipateur, *Hermès, La Revue*, 78-2, p. 132-138.

Communications avec actes dans un congrès international

2022

- PASSAULT, G., GASPARD, C., LY, O. (2022). *Robot Soccer Kit: Omniwheel Tracked Soccer Robots for Education*. IEEE ICARSC 2022.

2021

- BACHIR, S., GALLON, L., ABENIA, A. ANIORTÉ, P. Educational Cyber Physical System : Data and Metrics. *Workshop on Data Management in Connected Environments for Sustainable Development and Environmental Protection* (DMCESE 2021), 16/17 sept.
- BACHIR, S., GALLON, L., ANIORTE, P., ABENIA, A. A Model Driven Method to Design Educational Cyber Physical Systems. *16th International Conference on Software Technologies (ICSOFT 2021)*. 6/8 july 2021
- BLANQUET, E. & PICHOLLE, É. Quels critères de scientificité pour “l'exploration du monde” à l'école maternelle ? *Société de Philosophie des Sciences, Mons, Belgique, 7-11 septembre 2021*.
- GALLON, L., ABÉNIA, A. Telepresence robot in educational cyber-physical system. *Workshop on Data Management in Connected Environments for Sustainable Development and Environmental Protection* (DMCESE 2021), 16/17 sept.
- LEHMANS, A., DUSSARPS, C., GALLON, L., DUBERGEY, F. La présence à distance : l'inclusion scolaire et universitaire avec les robots de téléprésence. *Colloque scientifique Ludovia 2021 – Ax les Thermes, Août 2021* (prix de la meilleure communication scientifique)
- LIQUETE, V., COULIBALY, M. Le FabLab comme espace d'apprentissage situé et contextualisé. Un exemple à l'université de Ségou. *Colloque scientifique Ludovia 2021 – Ax les Thermes, Août 2021*
- LEHMANS, A., DUSSARPS, C., GALLON, L. La présence à distance : analyse comparée des hybridations des espaces d'apprentissage avec les robots de téléprésence. *Colloque FractureS: Publics vulnérables et numérique : entre fractures, inclusions et innovations – 2 et 3 juin 2021*

2020

- LEHMANS, A., DUSSARPS, C., GALLON, L. Téléprésence en milieu d'apprentissage et accompagnement. *PRUNE : Perspectives des Usages du Numérique dans l'Education*, Jul 2020, Poitiers, France URL : <https://prune.conference.univ-poitiers.fr/author/alehmans/>

2019

- BACHIR, S. GALLON, L., ABÉNIA, A., et al. Towards Autonomic Educational Cyber Physical Systems, 16th IEEE Int'l Conf. on Ubiquitous Intelligence and Computing (UIC 2019), 2019 IEEE Smart World Congress, 19-23 august 2019, Leicester, UK.
- BLANQUET, E. Communication des résultats dans un colloque international de didactique des sciences, NARST 2019 (Mars 2018, Baltimore) et organisation à Bordeaux d'un Workshop International du 8 au 10 avril 2019 (ESERA Sig 1 workshop: *Current Trends in Early Years Science Education Research*. : <https://3-7yosscience19.sciencesconf.org/>)
- CHIPRIANOV, V., GALLON, L., DURON, T. Co-construction of Computer Science Knowledge-to-be-taught in a French Context – 15th Int'l Conf on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS 2019), July 28 – August 1st, 2019, Las Vegas, USA.
- DESPREZ, T., ROY, D., OUDEYER, P-Y. Les kits pédagogiques Thymio et ErgoJr. Étude de cas lors d'une journée de formation pour un public adulte et novice en robotique. *EIAH'2019 - Atelier IHM pour l'éducation*, Jun 2019, Paris, France. (hal-02120958)
- DURON, T. GALLON, L., ANIORTE, P. Modelling Learner's Perseverance in Education Software. *Information Systems Education Conference (ISECON 2019)*, April 4-6, 2019, Galveston, TX, USA.
- GALLON, L., ABÉNIA, A., DUBERGEY, F. et al. Using a Telepresence Robot in an Educational Context, 15th Int'l Conf on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS 2019), July 28 – August 1st, 2019, Las Vegas, USA.
- GALLON, L., DUBERGEY, F., ABÉNIA, A., DUSSARPS, C., LEHMANS, A. La présence à distance dans les pratiques enseignantes : sentiment d'inclusion et persévérance dans les apprentissages à l'aide des robots de téléprésence, *Colloque EMELCARA : Accompagnement, médiation et altérités: de l'inclusion prescrite à l'inclusion réelle*, 26-28 août 2019, Bordeaux (France).
- GILLIARD, T. Conception and testing of modular robotic kits based on Poppy Ergo Jr for educational purposes. *Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives (CJC2019)*, Mar 2019, Paris, France. (hal-02154848)
- LE BELLER C., BOUDON R., PADILLA P., PAPINEAU G., PIQUES H. (2019). Utilisation de tablettes numériques en classe de mathématiques, *Colloque inter-IREM de Lyon « Des mathématiques dans notre environnement »*, 21-22-23 juin 2019, Lyon.
- LEHMANS A., CAPELLE, C. Évolutions des temporalités des apprentissages en régime numérique : les figures de réagencement du temps social de l'école et des formats de connaissance. *Colloque Éducation 4.1 ! Distances, médiations des savoirs et des formations*, Poitiers, 17-18 janvier.

- LEHMANS, A., LIQUETE, V., COULIBALY, M. Robotique éducative et constitution de communs de la connaissance dans les FabLabs : un enjeu fondamental pour le développement . *Colloque Chaire Unesco COMTECDEV*, Bordeaux, 14-15 mars.
- LEHMANS, A., LIQUETE, V., Le Fablab comme communauté apprenante, Colloque international EUTIC n°15, 16-18 octobre 2019, *Territoires intelligents et sociétés apprenantes*, Dakar (Sénégal), 15 p.
- LEHMANS, A. De l'éducation à la documentation à l'éducation aux données : l'évolution des missions éducatives des professionnels des bibliothèques scolaires . *1er colloque international de l'ALECSO*, 16-18 avril, Tunis.
- PADILLA P., BOURDON R. (2019). Exemple d'utilisation des tablettes, *Colloque du cinquantième des IREM*, Besançon, 9, 10 et 11 mai 2019, IREM de Besançon.
- VANDEBROUCK F., JAWORSKI B. (2019). Role of tablets in teaching and learning mathematics, *11th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11)*, February 6-10, 2019, Freudenthal Institute, Utrecht University, The Netherlands

2018

- BLANQUET, E. & PICHOLLE, E. Une expérience contre-intuitive pour évaluer la compréhension de la reproductibilité des élèves de grande section de maternelle, *10^e rencontres scientifiques de l'ARDiST – 27, 28, 29 et 30 mars 2018 à Saint-Malo*.
- BLANQUET, E. & PICHOLLE, E. Assessing 5 years old pupils understanding of reproducibility through a counter-intuitive experiment. *Conférence internationale NARST 2018, Atlanta, 10-13 mars 2018*.
- BLANQUET, E. & JAVERZAT, M.-C. La co-activité langagière en démarche d'investigation : contribution des sciences du langage à l'analyse d'une pratique d'enseignement des sciences à l'école maternelle. *Conférence ARCD, Bordeaux, 10-13 octobre 2018*.
- DESPREZ, T., NOIRPOUDRE, S., SEGONDS, T., CASELLI, D., ROY, D. et al.. Poppy Ergo Jr: un kit robotique au coeur du dispositif Poppy Éducation. *Didapro 7 – DidaSTIC. De 0 à 1 ou l'heure de l'informatique à l'école, Feb 2018, Lausanne, Suisse*.
- DESPREZ, T., NOIRPOUDRE, S., SEGONDS, T., et al. Conception et évaluation de kits robotiques pédagogiques: Analyse écologique et expérimentale des utilisations de la robotique à l'école en termes de connaissances et de représentations. *Journée de l'EDMI*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01780511/>
- DURON, T., GALLON, L., CHIPRIANOV, V., ANIORTE, P. Modeling school perseverance in computer science. *Proceedings of ACM SAC Conference*, Pau, France, April 9-13.

- GALLON, L., ABÉNIA, A. Environnements connectés pour robot de téléprésence. *WPRT 2018 : 4ème workshop pédagogique Réseaux et Télécoms*, Nov, Hendaye, France. fahal-01908227f
- LEHMANS A. Limites de la norme, représentations sociales de la connaissance et durabilité de l'information (Communication de clôture). *Colloque COSSI, n°10*, Université de Bordeaux, 24-25 mai.

2017

- BLANQUET, E. & PICHOLLE, E. Science or Magic ? Reactions of 5 years old pupils to a counter-intuitive experiment. *Conférence européenne ESERA 2017*, Dublin, 21-25 août 2017.
- LIQUETE, V., LEHMANS, A. De la culture de l'information aux cultures numériques : quand la donnée perturbe le rapport des professionnels à la connaissance. *Colloque international EUTIC*, 20-22 octobre, Recife (Brésil).
- CAPELLE C., LEHMANS A., LIQUETE V., Culture numérique partagée et modalités de co-conception des apprentissages en régime numérique. *Colloque international Coopération, éducation, formation - La pédagogie Freinet face aux défis du XXIe siècle*, 10-12 juillet, Bordeaux.
- DESPREZ, T., NOIRPOUDRE, S., SEGONDS, T., CASELLI, D., ROY, D., OUDEYER, P-Y., et al.. Conception et évaluation de kits robotiques pédagogiques: Analyse écologique et expérimentale des utilisations de la robotique à l'école en termes de connaissances et de représentations. *Journée de l'EDMI, Bordeaux, France*.
- LEHMANS A., CAPELLE C., LIQUETE V. Entre choix et contraintes : figures de la déconnexion à l'école. *Xe Journées d'études TIC.IS (TIC Information et stratégies)*. DÉCONNEXION DES CONNEXIONS. 15-16 juin, Talence.
- LEHMANS, A. Présentation du projet Perseverons, *Printemps de la recherche en éducation, Réseau des ESPE*, Paris, 21 mars.
- NOIRPOUDRE, S., ROY, D., TDESPREZ, T., SEGONDS, T., CASELLI, D. ET al.. Poppy Education : un dispositif robotique open source pour l'enseignement de l'informatique et de la robotique. *EIAH 2017 - Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Jun 2017, Strasbourg, France*. p.8.
- DESPRÈZ, T., Conception & évaluation de kits robotiques pédagogiques. Analyse écologique et expérimentale des usages de la robotique à l'école en terme de savoir et de motivation. *Séminaire de recherche des doctorants, 11 octobre, ESPE, Mérignac*.

2016

- CHIPRIANOV, V., GALLON, L. Introducing Computational Thinking to K-5 in a French Context – 21st Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2016), 11-13 July, Arequipa, Peru, 2016, p. 112-117.

Conférences invitées

2023

- BLANQUET, E. . A bottom-up approach of the nature of (kindergarten) science: Elements of scientificity for early-years science education. *Science and STEM in the Early Years : setting the scene for innovation*. 7-11 juin 2023, Ottawa, Canada. SSEY 2022, <https://www.ssey.ca>

2021

- BLANQUET, E. Making elements of scientificity explicit for Kindergarten Teachers“. Symposium invité *Early Years Science*, 14^{ème} conférence ESERA, 30 août-3 septembre 2021, en ligne

2020

- BLANQUET, E. Establecer una relacion saludable con la ciencia desde edducacion parvularia. Congreso nacional e interregional del programa de indagacion cientifica para ensenar ciencias (ICEC). Ministère de l'éducation du Chili, Université de Tarapaca, Université de O'Higgins. Chili, 5 octobre 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=vHpV5NmSokI>
- LIQUETE, V. La transformation de la pédagogie universitaire en contextes numériques. Février 2020, Université de Durango, Mexique.
- LEHMANS, A. *Les nouveaux espaces d'apprentissage*. Février 2020, Université de Durango, Mexique

2019

- LIQUETE, V., LEHMANS, A. Les cultures de l'information. Séminaire de recherche sur l'Education et les Littératies Informationnelle, Médiatique et Numérique - 27 et 28 mai 2019 – UQAM, Montréal, QC
- LIQUETE, V. Professeur invité au colloque international « Gouvernance de l'information et nouvelles médiations des savoirs », sous la direction scientifique de Dominique Maurel, Sabine Mas (EBSI Montréal) et Jerry Jacques (Université de Namur – Belgique), dans le cadre de l'ACFAS 2019 de l'université de la Gatineau (Québec), le 31 mai 2019.
- GALLON, L., DURON, T. Telepresence Robotics in Education, STAH seminar (Increase of the human: Towards cognitively enhanced systems), 28/03/2019, Bordeaux, France.
- GALLON, L. Robots, tele-presence, connected tools and learnings : issues, gains, acceptability”, Séminaire, 24/01/2019, University of Pau, France.

2018

- LEHMANS, A., La culture des données, *Journée régionale des professeurs documentalistes*, 30 mai, Poitiers.

- LEHMANS, A., Data cultures, *Journée académique des professeurs documentalistes*, 7 février, Mérignac.
- LEHMANS, A., Printemps de la recherche dans les ESPE, responsabilité scientifique du symposium numérique : « Le numérique pour l'enseignement : ressources, usages et apprentissages collaboratifs », 27-28 mars, Paris.

Séminaires, ateliers, conférences, presse, posters

2019

- BLANQUET, E. Organisation à Bordeaux d'un Workshop International du 8 au 10 avril 2019 (ESERA Sig 1 workshop: *Current Trends in Early Years Science Education Research*. : <https://3-7yosience19.sciencesconf.org/>)
- CAPELLE, C., CORDIER, A. (2019) « L'école change avec le numérique ! » : et les enseignant(e)s ?, Conférence invitée, journées d'études, Université de Bourgogne Franche Comté, IREDU, 22 et 23 mai 2019.
- CAPELLE, C., DUSSARPS, C., MASSALOUX, M. (2019) « Évoluer avec le numérique : un enjeu d'attention », Animation d'atelier, Colloque CIA2 « De la représentation du risque à l'action en contexte numérique », 3 et 4 avril 2019, Université de Bordeaux.
- DESPREZ, T., MT180 Ma Thèse en 180 secondes. Finale Régionale. Avril 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=O9HKgEapKX0>
- DESPREZ, T., Pitch Salon Edtech, Juin 2019, Paris, France.
- DESPREZ, T., Table ronde : Blade Runner le Mythe du Cyborg - *Club Arthur Dent - BGF - Bordeaux Geek Festival*, Juin 2019.
- Forum du numérique à l'ESPE d'Aquitaine, 28 juin
- Séminaire des jeunes chercheurs PERSEVERONS, ESPE d'Aquitaine, 27 juin
- GILLIARD, T., DESPREZ, T., OUDEYER, P-Y. [Conception and testing of modular robotic kits based on Poppy Ergo Jr for educational purposes](#) *Colloque des Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives (CJC2019)*, Mars 2019, Paris, France
- LEHMANS, A., LIQUETE, V. Une approche culturelle de l'information en éducation, *Séminaire SELIMEN*, 28-29 mai, UQAM, Montréal.
- DESPREZ, T. Présentation du projet PERSEVERONS au forum EdTech, *Conférence EIAH* 4 mai 2019.

2018

- DESPREZ, T., Table ronde : Impact de la robotique éducative sur le métier d'enseignant : quelle intégration dans la classe et dans l'établissement, quels impacts sur les pratiques pédagogiques ?, *RNRE Rencontres Nationales de la*

Robotique Educative, Ifé Institut Français de l'Éducation, ENC-Lyon les 3 et 4 octobre 2018.

- DESPREZ, T., Stand au salon Meet-up & Educate, Bordeaux INP ENSEIRB-MATMECA, le 4 octobre 2018.
- DURON, T. Atelier robotique pédagogique, Rencontre nationale de la robotique éducative 2018, Ifé Lyon, Oct 2018
- DUBERGEY, F., GALLON, L. Atelier robotique de téléprésence. *Rencontre nationale de la robotique éducative 2018*, Ifé Lyon, Octobre.
- DURON, T., Atelier robotique pédagogique à Eidos 64
- GALLON, L., DUBERGEY, F. Atelier Téléprésence à Eidos 64
- DURON, T., GALLON, L., Atelier robotique Robot Makers's Day
- Séminaires de recherche E-Fran Perseverons, Université de Bordeaux, 12 janvier, 11 juillet

2017

- 24 janvier : Séminaire consacré aux définitions et aux mesures de la motivation dans les apprentissages, avec André Tricot et Nathalie Huet (ESPE Aquitaine)
- 25 janvier Eidos, le forum des pratiques numériques pour l'éducation, Lescar
- 11 octobre : Journée consacrée à la définition de la persévérance (ESPE Aquitaine)
- 13 décembre : Présentation du projet aux journées du numérique (Soustons)
- 21-22/12/2017 : Tournage reportage TF1 21 (diffusion le 10/01 au JT de 20h, <https://www.lci.fr/high-tech/les-robots-debarquent-a-l-ecole-2075648.html?type=content&share=true>)

Rapports, thèses

- BACHIR, S. (2022). Towards University 4.0: A Model-Driven-Engineering Method to Design Educational Cyber Physical Systems, Thèse de doctorat, UPPA.
- CLÉMENT, B. (2018). Adaptive Personalization of Pedagogical Sequences using Machine Learning. Artificial Intelligence [cs.AI]. Thèse de Doctorat de l'Université de Bordeaux.
- DESPREZ, T. (2019). Conception et évaluation de kits robotiques pédagogiques. Thèse, INRIA de Bordeaux, 5/12.
- LEHMANS, A. (2018). Pragmatiques et politiques des cultures de l'information. HDR, Université de Rouen

Des annexes complémentaires sont fournies dans un document séparé.