



**HAL**  
open science

## Analyse des activités technocréatives au collège en contexte d'éducation FabLab

Laurent Heiser, Margarida Romero, Victoria Prokofieva, Andrea Acevedo,  
Saint-Clair Lefèvre, Guillaume Isaac

### ► To cite this version:

Laurent Heiser, Margarida Romero, Victoria Prokofieva, Andrea Acevedo, Saint-Clair Lefèvre, et al..  
Analyse des activités technocréatives au collège en contexte d'éducation FabLab. [Research Report]  
Université cote d'azur. 2022. hal-03533826

**HAL Id: hal-03533826**

**<https://hal.science/hal-03533826>**

Submitted on 22 Feb 2022

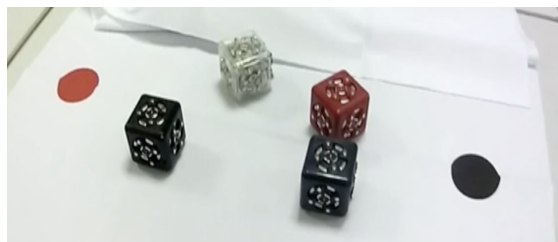
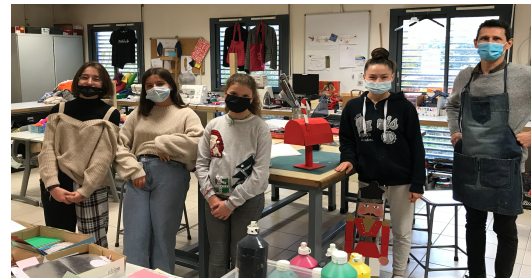
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Incubateurs numériques

FabLab du collège La Guicharde (Sanary-sur-Mer)

# Analyse des activités technocréatives au collège en contexte d'éducation FabLab



Janvier 2022 <http://urlr.me/RzxZs>

Edition : Laurent Heiser<sup>1,2</sup> et Margarida Romero<sup>1</sup>

Réalisation de l'étude 3 : Andrea Acevedo, Laurent Heiser et Margarida Romero

Réalisation de l'étude 4 : Victoria Prokofieva<sup>1</sup>, Margarida Romero et Laurent Heiser<sup>1</sup> avec la collaboration de Saint-Clair Lefèvre<sup>3</sup> et Guillaume Isaac<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Éducation, Université Côte d'Azur, France

<sup>2</sup> IMSIC, Université de Toulon, France

<sup>3</sup> MSc SmartEdTech, Université Côte d'Azur, France

## Table des matières

### **Incubateurs numériques**

#### **FabLab du collège La Guicharde (Sanary-sur-Mer)**

<b>Analyse des activités technocréatives au collège en contexte d'éducation FabLab</b>	<b>1</b>
<b>Contributeurs</b>	<b>4</b>
<b>Introduction</b>	<b>5</b>
Objectifs du rapport	5
Méthode de la recherche	6
<b>La technocréativité dans les contextes de fabrication numérique</b>	<b>8</b>
Cadrage théorique	8
Résultats de la phase exploratoire	9
Présentation de la structure	9
Lien entre la structure et les compétences du 21 <sup>ème</sup> siècle	10
Analyse des aménagements et des activités du FabLab	11
Observations	11
Entretiens libres avec les Fab Managers	15
Observations des élèves et entretiens de remise en situation	16
Analyse du cours d'expérience d'une élève	17
<b>Étude 1. Décrire et analyser la mise en œuvre de la tâche CreaCube dans le contexte du FabLab</b>	<b>21</b>
Appréhension aux compétences numériques	21
Mise en œuvre de la confrontation du sujet à l'enregistrement de son activité pendant la tâche CreaCube.	23
Premiers résultats	25
<b>Étude 2. Décrire et comprendre l'expérience vécue pendant la tâche CreaCube</b>	<b>27</b>
Contexte de l'étude	27
Rappel du Cadre théorique	28
L'analyse instrumentée : interrelations entre vécu et formalisation, subjectivité et objectivation	28
<b>Analyse de l'expérience du sujet pendant l'activité CreaCube</b>	<b>29</b>
<b>Discussion</b>	<b>30</b>
<b>Étude 3. Robotation : évaluation d'une vidéo d'activité à la première personne</b>	<b>33</b>
Les compétences informatiques sous l'angle de la techno-créativité	33
Comment le processus cognitif se développe-t-il dans les expériences immersives ?	34
Enaction	34
L'approche ontologique	35
L'approche d'analyse de la collaboration (Coding Schema)	36

Conclusions principales	38
Discussion et perspectives	39
<b>Étude 4. Anxiété liée à la performance et résolution de problèmes en contexte FabLab</b>	<b>41</b>
Résultats de l'étude	43
Anxiété d'évaluation	43
Pression de performance et pensée divergente en résolution de problèmes	44
Résultats	45
Discussion	46
Références	49
<b>Annexe</b>	<b>54</b>

## Contributeurs

**Laurent Heiser.** Docteur qualifié aux fonctions de Maître de Conférences en Sciences de l'Éducation et de la Formation et en Sciences de l'Information et de la Communication. Chercheur associé au Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Éducation (LINE), Université Côte d'Azur, et Institut Méditerranéen des Sciences de l'Information et de la Communication (IMSIC), Toulon. Ses recherches portent sur l'expérience vécue et l'acculturation numérique.

**Margarida Romero.** Professeure des Universités en sciences de l'éducation à l'Université Côte d'Azur et professeure associée à l'Université Laval (Canada). Elle a mis sur pied le Laboratoire d'Innovation et du Numérique pour l'Éducation (LINE) et dirige le projet ANR CreaMaker. Ses recherches visent l'étude des usages créatifs du numérique en éducation avec une emphase sur les compétences de créativité, de résolution de problèmes et de pensée informatique.

**Victoria Prokofieva.** Docteure en Sciences de l'Éducation et de la Formation. Chercheuse en éducation, psychologie des apprentissages et neurosciences cognitives. Membre du Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Éducation (LINE), Université Côte d'Azur. Ses travaux portent sur l'évaluation des apprentissages et l'interaction des processus émotionnels et cognitifs en contexte scolaire.

# Introduction

## Objectifs du rapport

L'objectif de ce rapport est de présenter l'analyse du projet d'Incubateurs Numériques de la Direction de Région Académique du Numérique pour l'Éducation (DRANE) PACA qui a été conduite par l'équipe du Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Éducation (LINE) de l'Université Côte d'Azur. Notre équipe comprend les chercheurs Laurent Heiser, Margarida Romero, Victoria Prokofieva et une étudiante du programme MSc SmartEdTech, Andrea Acevedo.

Ce travail est publié en mode ouvert en suivant les orientations sciences ouvertes (*open science*) préconisées par la Direction du Numérique Éducatif (DNE). Ce travail a donné lieu à quatre études scientifiques qui ont dû être menées avec une certaine agilité puisque le travail de recherche s'est déroulé pendant la Covid 19.

Pour faciliter la lecture de ce rapport, précisons que nous commençons d'abord par décrire le cadre de nos observations, ce qui permet de présenter d'abord la technocréativité dans les contextes de fabrication numérique et hybrides pour l'éducation, les FabLabs<sup>1</sup>, makerspaces et autres initiatives ayant permis, ces dernières années, de développer des nouvelles pratiques éducatives de nature disciplinaire et interdisciplinaire au niveau secondaire. Ceci nous permet, ensuite, de présenter le projet de FabLab du collège La Guicharde de Sanary-sur-Mer soutenu par la DRANE PACA.

Notre rapport commence donc par dresser le cadre de nos quatre études, faisant l'objet d'une brève incursion dans notre cadrage théorique. Ainsi, notre premier point est intitulé La technocréativité dans les contextes de fabrication numérique. Il est enrichi par la description des résultats de notre phase exploratoire, au cours de laquelle nous avons pu organiser des entretiens libres et de restitution subjective avec les Fab Managers de La Guicharde et leurs élèves. Notre second point permet donc de présenter l'intérêt de cette recherche en mettant en relief la description de

---

<sup>1</sup> Abréviation de l'anglais *fabrication laboratory*, laboratoire de fabrication

la situation dans laquelle les personnes du FabLab agissent pour stimuler la créativité des élèves et les compétences du 21<sup>e</sup> siècle. Muni de ces éléments contextuels, en lien avec les enjeux expérimentiels des personnes du Fablab, nous poursuivons par la présentation de nos études dans lesquelles nous avons proposé la tâche CreaCube, notamment pour :

- Décrire et analyser la mise en œuvre de la tâche CreaCube dans le contexte du Fablab
- Décrire et comprendre l'expérience vécue pendant la tâche CreaCube
- Évaluer une vidéo d'activité à la première personne dans une perspective de développement de médiations de type numériques
- Analyser l'anxiété et la résolution de problèmes en contexte FabLab

Nous prenons soin de présenter les résultats les plus significatifs et les points qui sont susceptibles d'améliorer significativement l'engagement cognitif et créatif dans un contexte de fabrication numérique. Nous évoquons aussi, brièvement, notamment dans l'étude 3, les pistes de recherche à venir au sein des sciences de l'éducation computationnelles.

## Méthode de la recherche

Ce rapport commence par une phase exploratoire concernant les activités déjà mises en place au sein du FabLab et ainsi permettre de décrire des compétences déjà développées par les acteurs. Ce premier bilan a permis de penser l'intervention des chercheurs pour poursuivre l'objectif de renforcer les compétences numériques pour le 21<sup>ème</sup> siècle. Nous prenons donc appui sur les données récoltées au cours de la tâche CreaCube pour repérer les mécanismes d'apprentissage de haut niveau qui engagent le processus créatif et cognitif des élèves.

Notre devis de recherche repose sur trois grandes interventions, présentées dans le tableau ci-dessous :

Interventions des chercheurs	Volet observation	Volet analyse
Phase exploratoire	Observation de l'activité dans le <i>FabLab</i> , entretiens libres avec les élèves et les enseignants et entretien de remise en situation d'une élève.	Dépouillement des données par interprétation des chercheurs.
Tâche CreaCube 1	Observations de l'activité CreaCube et entretien de remise en situation d'un élève.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descriptif de la conception et mise en œuvre de CreaCube comme activité de recherche</li> <li>2. Analyse du cours d'expérience d'un élève</li> <li>3. Gestion des données sur les mécanismes d'apprentissage dans la perspective des sciences de l'éducation computationnelle</li> </ol>
Tâche CreaCube 2	Observation de l'activité CreaCube et questionnaires sur les émotions	Dépouillement par analyse de type quantitatif et qualitatif

Tableau 1 : Méthode permettant d'atteindre les objectifs de notre étude



# La technocréativité dans les contextes de fabrication numérique

## Cadrage théorique

Les activités proposées sont dites technocréatives si elles reposent sur l'usage créatif du numérique pour résoudre des problèmes (Heiser et al, 2021; Romero et Lille, 2017) en tenant compte des défis socio-économiques et des enjeux culturels de notre société en pleine mutation numérique et technologique. Certaines activités peuvent être débranchées pour développer, par exemple, la pensée informatique. Ainsi, des élèves de maternelle peuvent prendre conscience du déplacement d'un robot en utilisant le sol carrelé de la classe et s'initier aux algorithmes. L'enseignant est un accompagnateur qui veille à l'utilisation efficace du temps et au développement de valeurs éducatives, comme l'entraide, mais aussi des attitudes comme la tolérance à l'ambiguïté (Kamga, Romero, Komis et Mirsili, 2017). Ces valeurs ouvrent la voie à une collaboration sereine, à des échanges menés de manière fluide au sein d'un climat de confiance, c'est-à-dire dans « un milieu sûr et bienveillant [...] dans un bon rapport au savoir, dans le plaisir d'apprendre, dans l'ouverture au monde et qui mise sur l'autonomisation (*empowerment*) de chacun de ses membres dans le développement de leur créattitude ou de leur attitude créative envers le monde » (Romero et al., 2017, p. 49).

Le modèle multiniveaux (voir figure 1 plus bas) pour la pédagogie créative vise à présenter les différentes composantes et agents impliqués dans le développement des processus d'enseignement et d'apprentissage par la créativité.

Les éléments que nous avons mentionnés jusqu'ici servent à concevoir la médiation pédagogique avec plus de complexité en introduisant la notion d'expérience vécue par les élèves. Nous retrouvons quatre éléments principaux d'objectivation en haut de la figure 1 :

- La situation d'apprentissage (le problème de départ ou le défi à relever);

- L'activité proposée dans laquelle on identifiera le processus;
- Le climat d'apprentissage permettant d'appuyer le processus créatif;
- Les environnements physique et numérique qui peuvent servir de support.

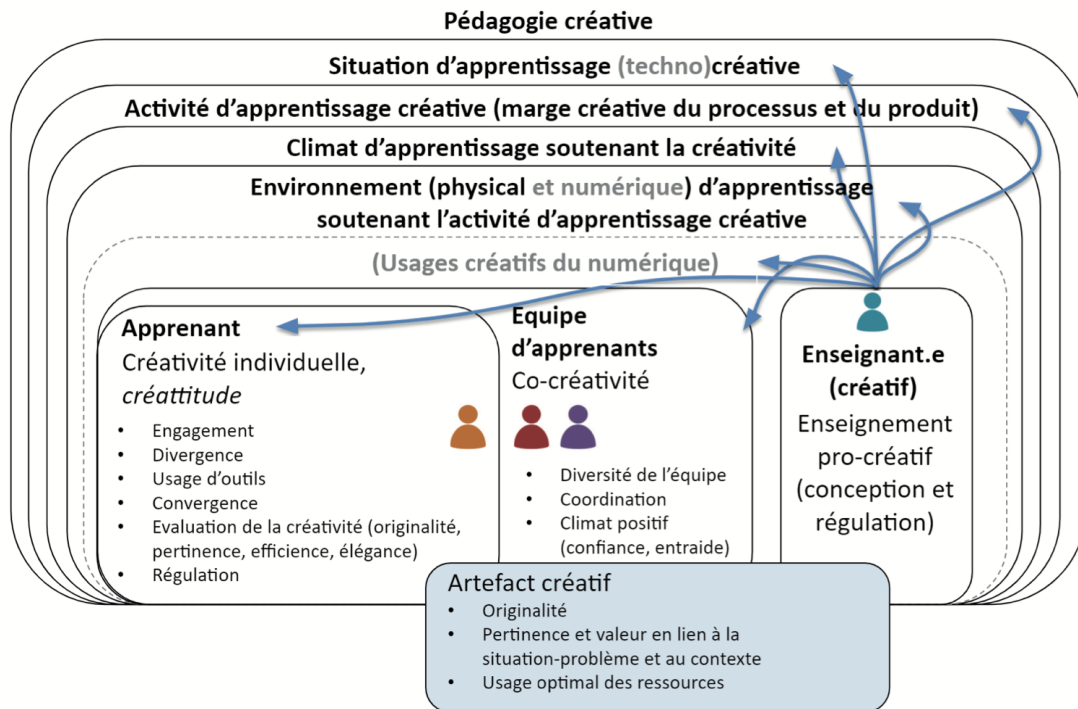


Figure 1. Modèle multiniveaux de la pédagogie créative (Romero, 2017)

## Résultats de la phase exploratoire

### Présentation de la structure

Le FabLab de Sanary (contraction de l'anglais *Fabrication Laboratory*) est un projet porté par deux professeurs volontaires du Collège de La Guicharde à Sanary, Chantal Largenton, professeure de français, et Franck Hily, professeur de technologie. Ces deux professeurs sont identifiés par la Mairie et par la Direction du collège, avec qui ils collaborent, comme les Fab'Managers collège. En effet, la Commune participe activement au développement de ce lieu dont les valeurs portées sont la co-création, le partage du savoir et des projets libres des élèves. Plusieurs publications, tant dans la presse numérique que sur les réseaux socio numériques, décrivent les activités du FabLab.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>

Une vidéo repérée à <https://fr-fr.facebook.com/villedesanary/videos/premiers-moments-du-fab-lab-du-collège-/751454295334700/>

## Lien entre la structure et les compétences du 21ème siècle

L'espace se décrit comme un lieu ouvert intégré à la stratégie de la ville et de la Communauté d'Agglomération Sud Sainte Baume souhaitant investir dans des espaces technologiques et ouverts. Le FabLab du Collège de Sanary constitue la première étape qui se poursuit actuellement par l'ouverture d'un second FabLab, au centre-ville («Le Pointu»). Dans ces deux espaces, on souhaite que les élèves, et globalement tous les citoyens, puissent s'initier au numérique, et plus particulièrement à la robotique. Dans le FabLab du Collège de Sanary, nos observations initiales ont permis de constater que les Deux Fab'Managers souhaitent y promouvoir «le Faire soi-même» (traduit de l'anglais *Do It Yourself*) à partir d'outils traditionnels. On y développe donc bien des compétences du MAKING, comme l'indique la figure ci-dessous :

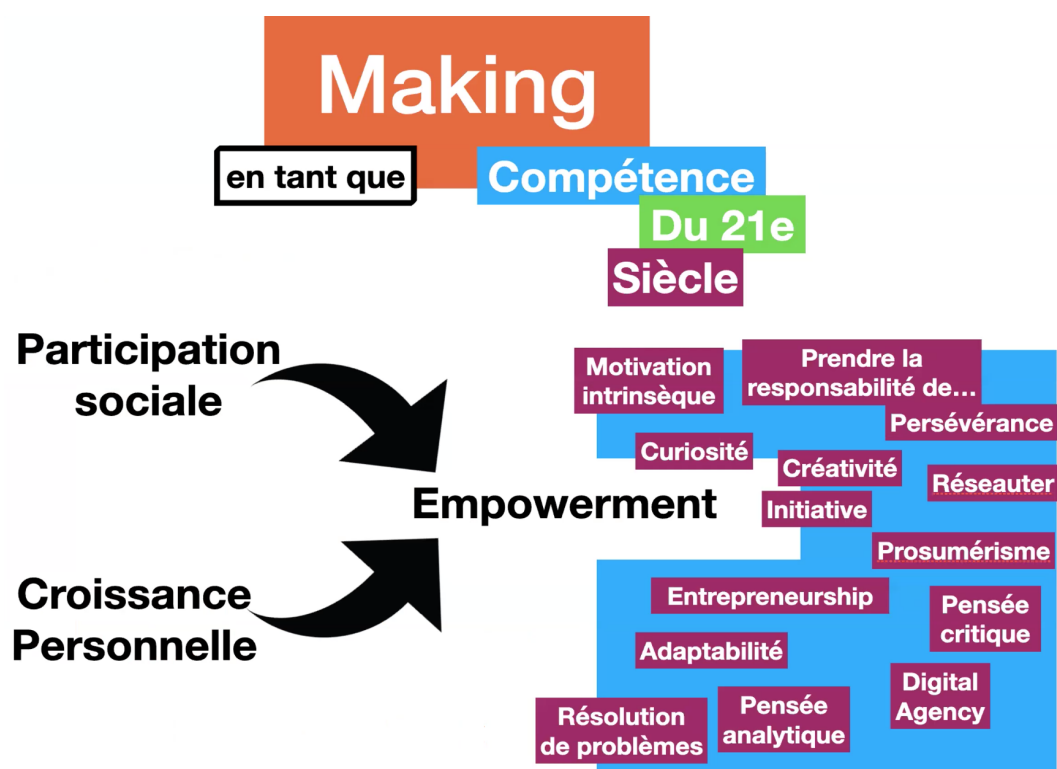


Figure 1. Schéma présenté pendant le séminaire Technocreativ<sup>3</sup> (Robinson, 2020)

Un article de Var Matin repéré à <https://www.varmatin.com/vie-locale/le-fab-lab-lieu-de-toutes-les-creations-est-ouvert-au-college-de-sanary-441477>

<sup>3</sup> Le programme de ce séminaire est repéré à : <https://sway.office.com/2SJ4j7sYhNJs56DI?ref=Link>

**Les outils numériques sont également susceptibles d'enrichir la participation sociale et la croissance personnelle (ibid.) des élèves au sein de ce FabLab. Cela suppose, *de facto*, de proposer des médiations qui engagent les élèves à découvrir, apprendre et s'appropriier également les outils numériques. Nous orientons donc le protocole de recherche autour de la robotique en cherchant à analyser son potentiel créatif et cognitif chez les élèves, au bénéfice de leur pouvoir d'agir et notamment de la pensée informatique qui est spécifique à l'émergence du numérique dans notre société. En ce sens, le FabLab de Sanary, d'après nos premières observations, est un espace dont l'ouverture est favorable à l'accueil de médiations numériques reposant sur la robotique.**

Analyse des aménagements et des activités du FabLab

Dans les projets d'innovation pédagogique il est essentiel tout d'abord de créer un contexte favorable pour l'émergence de nouvelles pratiques pédagogiques. Nous analysons ce contexte à partir de nos observations et deux méthodes d'entretiens (libre et remise en situation subjective).

Observations

L'aménagement en plusieurs îlots permet aux élèves de se répartir dans plusieurs projets.



Figure 2. Aménagements dans le FabLab de La Guicharde

Des tables hautes sont réparties à gauche et à droite de la salle, avec du matériel spécifique (pour découper, coudre, etc.). Au fond de la salle, il y a également de grandes tables. Il y a aussi une armoire de rangement. Nous observons aussi la présence d'un tableau blanc à l'entrée et d'un tableau vert au fond de la salle. Au milieu de la salle, 8 bureaux et leurs chaises permettent d'effectuer des regroupements d'élèves par projet.

Les sujets sont régulièrement debout et les activités manuelles sont importantes. Tous les espaces de la salle sont régulièrement utilisés.



Figure 3. scène typique des activités au sein du FabLab La Guicharde

La créativité se situe surtout autour d'activités manuelles typiques d'une communauté de DIY (Do it yourself). Les professeurs veulent développer la conscience environnementale des élèves en insistant sur l'importance du recyclage des matériaux. Enfin, même si le FabLab possède des robots éducatifs, ils ne sont pas mis en valeur. Leur utilisation, et donc la compétence de la pensée informatique, demeure secondaire. Les élèves sont engagés principalement dans des projets artistiques, comme le montre la réalisation d'une boîte à lettres pour Noël de la figure 4.

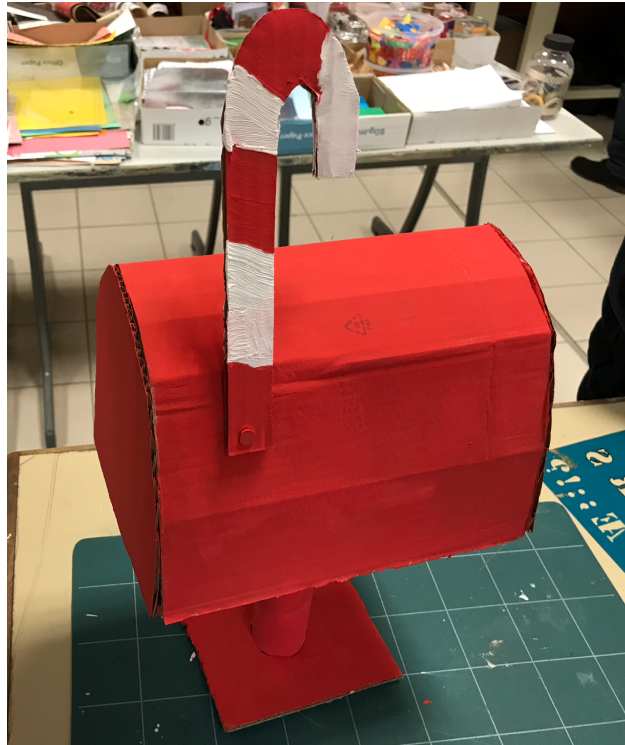


Figure 4. Production d'élèves dans le FabLab

La phase exploratoire a été conduite par le biais d'observations non participantes (avec prise de notes), par des entretiens libres avec les deux enseignants en charge du FabLab et quelques élèves, ainsi que par un entretien en rappel stimulé avec une élève. Ce jeu de données nous permet de décrire l'organisation du contexte aussi bien du point de vue des enseignants que celui des élèves.

Dix points clefs ont été retenus à la suite de nos observations :

1. La notion de recyclage est importante pour eux
2. Les professeurs souhaitent obtenir un engagement équilibré de la part des élèves. Certains élèves sont, selon eux, beaucoup plus investis que d'autres.
3. Ils doivent gérer les absents/présents (comme en classe)
4. Ils cherchent à développer l'autonomie de leurs élèves. Par exemple, ces derniers sont souvent invités à chercher les informations par eux-mêmes (pour cela, ils peuvent utiliser leur smartphone)
5. Ils veulent que les élèves se présentent au FabLab avec un projet
6. Les élèves peuvent fabriquer des objets qui sont en lien avec les autres cours, ce qui signifie qu'ils sont au contact de l'équipe pédagogique
7. Les enseignants disent avoir chacun leur spécialité. Cela leur permet de se sentir complémentaires entre une sensibilité pour la technologie pour l'un et une sensibilité pour les lettres et l'art pour l'autre.
8. Les élèves sont rarement invités à utiliser des outils comme la robotique éducative
9. Ils veulent impliquer d'autres enseignants du collège
10. Ils ont conscience de travailler dans un environnement faisant l'objet d'un financement particulier

### **A retenir**

**Les enseignants font preuve d'une agentivité créative. Ils veulent stimuler la collaboration (ce qui est une compétence fondamentale chez les citoyens) et ont souvent l'impression d'apprendre en même temps que leurs élèves.**

**Tous ces éléments nous conduisent à considérer que les enseignants adoptent une attitude créative. Ils cherchent à se positionner comme des facilitateurs au sein du FabLab, ce qui nécessite de laisser de l'espace aux élèves : pour leur permettre de choisir leurs projets et pour proposer leurs démarches. Il ne faut donc pas que tout soit prévu à l'avance.**



**Les deux Fab'Managers veulent que les élèves prennent des responsabilités, ils encouragent la créativité, l'adaptabilité, la motivation intrinsèque et l'innovation au sein du FabLab, ce qu'ils traduisent par ces paroles : "cela nous prend beaucoup de temps et nous développons une pédagogie différente et plus libre".**

Le point de vue des professeurs sur le FabLab est illustré par une visite guidée du FabLab par Mme L dans laquelle elle commente et décrit les activités proposées (vidéo produite en direct à l'occasion du séminaire Technocréatic, à distance, 2020). Pour accéder celle-ci, lien vers la [vidéo](#) ou choisir de scanner le QR Code ci-dessous :



Observations des élèves et entretiens de remise en situation

D'après nos observations, nous avons relevé que les élèves doivent se signaler dès leur arrivée dans le FabLab. La phase d'appel n'est pas conduite de façon traditionnelle. Les professeurs cherchent, d'emblée, à leur accorder une grande liberté de circulation et les moments de pause ne sont pas institutionnalisés. Ceci induit une circulation permanente entre les parties extérieures du FabLab et la salle principale. De plus, les élèves ont le choix de leurs projets, soit individuel, soit collectif : cela leur permet de préparer des cadeaux ou de réaliser des productions qu'ils vont laisser dans le FabLab. Ils sont libres de demander de l'aide à leurs pairs et d'utiliser leur smartphone.

Pour aller plus loin et décrire l'expérience vécue d'un élève du FabLab, nous avons équipé des élèves de lunettes caméra puis invité ces derniers à raconter naturellement son expérience, comme l'indiquent les photos suivantes.



Figure 5. Entretien avec A. en présence du chercheur (à gauche) : l'élève A raconte son expérience dans le FabLab en commentant sa vidéo à la première personne.

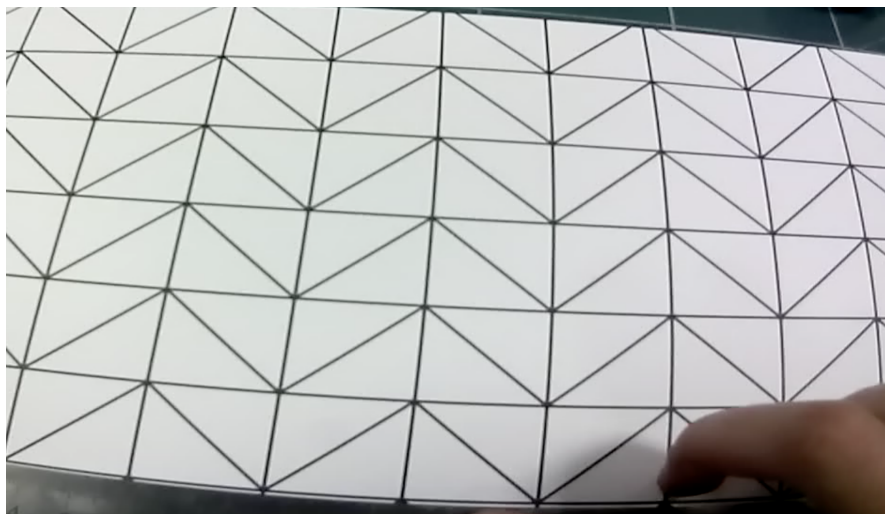


Figure 6. Réalisation du scrapbooking (filmé à la première personne par A)

Analyse du cours d'expérience d'une élève

Elle a choisi de réaliser un carnet pour le partager avec ses amies et ses cousines. Elle a eu accès à un tutoriel sur le scrapbooking grâce à une autre camarade.



Figure 7. Usage du smartphone pour chercher un tutoriel sur le scrapbooking

### *Exemple de cours d'expérience*

*Elle va partager la réalisation du scrapbooking avec une autre élève, elles se mettent à s'entraider. L'une prend les mesures (l'élève interviewée) tandis que l'autre s'occupe de réaliser les découpages difficiles. A dit être attentive à son scrapbooking (Valeur 5/10) mais elle se tient régulièrement au courant de l'avancée d'un autre projet. Elle quitte son espace de travail pour aller chercher du matériel. Elle décide d'aller voir son professeur pour la tenir au courant de ses avancées. Comme elle constate que Mme. L. est occupée, elle patiente car elle ne peut pas être disponible pour tout le monde. Elle arrive à obtenir une réponse et se sert librement du matériel pour améliorer son scrapbooking.*

### **A retenir**

**Les espaces sont utilisés pour des activités manuelles créatives de manière collaborative. Les activités favorisent la participation sociale des élèves. Ils utilisent leurs pratiques médiatiques personnelles, ce qui constitue une porosité entre les activités du FabLab et les pratiques sociales et culturelles comme, par exemple, le DIY.**

Nos premiers résultats permettent de conclure que les élèves ont acquis de la confiance créative. Le FabLab est donc un terrain fertile pour penser de nouvelles activités qui peuvent permettre d'enrichir l'empowerment (Robinson, 2020) de ces élèves au sein d'activités qui les confrontent aux technologies numériques.

La tâche CreaCube, expérimentation au centre des études que nous avons menées, et que le lecteur trouvera à la suite du rapport, vise à placer les élèves dans une situation de médiation numérique. Ces derniers sont invités à manipuler des pièces modulaires et reçoivent comme consigne de réaliser un véhicule autonome. L'activité proposée est contrôlée dans le sens où les chercheurs se fixent comme objectif d'analyser l'engagement créatif et cognitif des élèves qui, comme nous l'avons vu, permet d'enrichir la participation sociale et la croissance personnelle (cf. figure 1 précédemment).

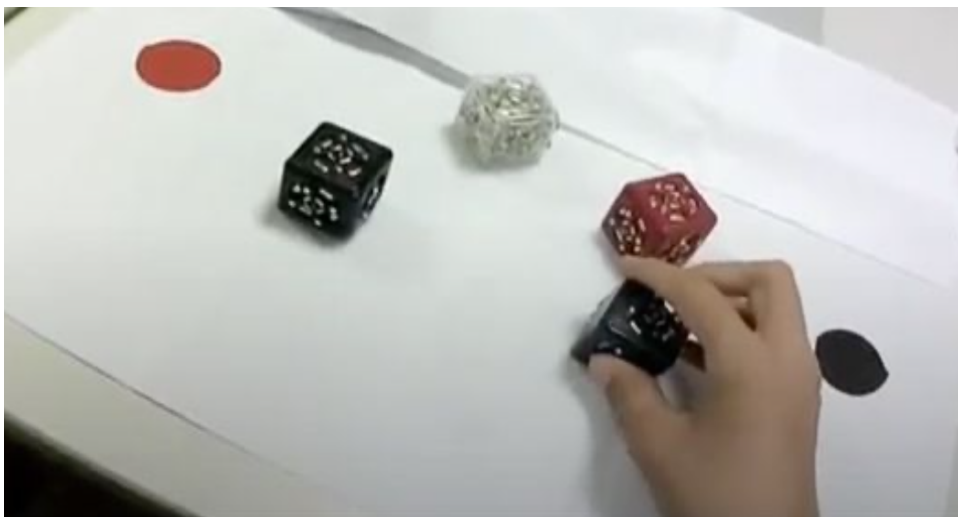


Figure 8. Les pièces modulaires qui servent à créer le véhicule autonome

La tâche CreaCube est un protocole d'expérimentation contrôlé car elle s'effectue en temps limité et la marge créative est limitée aux configurations possibles.

Les prises de décisions du sujet, son vécu cognitif pendant la tâche, sont analysés principalement dans ces études à partir d'une approche méthodologique de l'expérience vécue. Nous nous appuyons tant sur les traces brutes de l'activité pendant l'activité que sur celles sur celles que le sujet partage pendant les entretiens de remise en situation. Nous nous inscrivons dans une visée de

recherche interdisciplinaire visant à améliorer le *design* et l'analyse d'activités capables de devenir de nouvelles médiations dans un contexte FabLab (et scolaire). CreaCube a continué à être testé au sein du FabLab de Sanary.

### **Pour la suite**

**L'activité est particulièrement fertile pour suivre la construction de la pensée créative des élèves dans le contexte d'un FabLab.**

**Pour rappel, nos quatre études suivent cette progression :**

- 1/ Analyser la mise en œuvre de la tâche CreaCube dans le FabLab**
- 2/ Analyser l'expérience vécue de l'apprenant**
- 3/ Vérifier si des données peuvent être combinées à une modélisation**
- 4/ Analyser les émotions**

**La tâche CreaCube (tout comme d'autres activités actuellement en cours d'élaboration et d'expérimentation) permet d'analyser le processus d'apprentissage des élèves en essayant de se rapprocher le plus possible de son vécu cognitif et émotionnel pendant la tâche. Ceci nous permet de mieux comprendre la complexité de l'apprentissage pendant l'engagement créatif dans un contexte de résolution de problèmes. Nos résultats sont donc potentiellement transférables dans le FabLab afin de mettre en œuvre ce type de médiation.**

## Etude 1. Décrire et analyser la mise en œuvre de la tâche CreaCube dans le contexte du FabLab

### Objectif

**L'objectif de l'étude 1, réalisé par Margarida Romero et Laurent Heiser, a été d'analyser la mise en œuvre de l'activité CreaCube dans le contexte du FabLab au collège La Guicharde.**

Dans l'analyse des situations d'apprentissage et d'enseignement soutenues par le numérique, l'évaluation est souvent réalisée par l'enseignant. Dès une approche centrée apprenant, nous évaluons l'expérience vécue de l'élève en classe. Les apprenants sont ensuite engagés à analyser leur propre activité à partir de la visualisation de leur vidéo subjective.

### Appréhension aux compétences numériques

L'histoire récente des politiques éducatives en lien avec le numérique (comme le Plan Numérique pour l'Education en France ou au Québec) illustre la difficulté de la mise en œuvre d'une pédagogie qui enrichit la culture du numérique des élèves.

L'appréhension des enseignants peut s'expliquer par les difficultés organisationnelles et la perception d'un manque de clarté qu'un référentiel de compétences (comme le Cadre de Référence des Compétences Numériques) peut prendre par rapport aux programmes scolaires. Vécu comme une injonction, certaines tâches, comme la validation du PIX, peuvent apparaître comme des tâches supplémentaires s'ajoutant au travail de l'enseignant et un alourdissement de leur mission par rapport aux éléments du programme. Dans ce contexte, la pédagogie, la méthode de suivi et d'évaluation ne sont pas abordées de manière objective et les enseignants peuvent avoir des difficultés à percevoir le lien entre les programmes et les enjeux du numérique, l'engagement nécessaire des apprenants pour soutenir une pédagogie active jusqu'à leur implication lors de l'évaluation.

Nous décrivons une médiation numérique reposant sur l'utilisation de pièces modulaires qui peuvent être assemblées et permettre de construire un véhicule autonome. Cette tâche, appelée CreaCube, a fait l'objet d'une construction de données. Celle-ci se découpe en deux étapes, d'abord en offrant l'opportunité au sujet-apprenant de filmer son activité depuis sa perspective puis en l'invitant à commenter sa vidéo subjective. Lors de l'entretien, constituant le second volet de notre devis, le sujet va être mis dans les conditions lui permettant de « montre(r), raconte(r) et commente(r) » (Dieumegard et al., 2006, p. 204) ses actions et en le laissant décrire son activité telle que celle-ci a évolué pendant son expérience vécue. Notre analyse, dans un dernier temps, met en relief l'engagement du sujet par rapport à ce qui a été prescrit par la consigne de départ à partir des commentaires que le sujet est capable de conscientiser (Depraz et al., 2011). C'est la raison pour laquelle l'apprenant doit être le moins perturbé possible pendant la tâche, être stimulé, lors de l'entretien, par des traces qui vont favoriser sa réminiscence (Schmitt et Labour, 2021). Cela n'est pas sans poser des difficultés au chercheur (ibid.) qui va devoir faire preuve d'un certain contrôle. Notons également que la technique d'entretien peut nécessiter un guidage plus important (Rix-Lièvre et Biache, 2004) que dans d'autres types d'entretien car il s'agit de détourner la conscience de l'apprenant pour le faire revenir sur plusieurs éléments, et en particulier :

- Ce qui a attiré son attention
- Ce qui l'a préoccupé
- Ses attentes
- Ce qu'il s'est dit ou a pensé
- Les éléments qui, dans son passé, pourraient lui servir à réaliser des choix
- Ses solutions et éventuellement ce qu'il a appris de nouveau

L'analyse prend appui sur les six unités qui viennent d'être décrites mais tout cela n'est possible que si le sujet a confiance et a donc consenti à parler de ce qu'il a vécu.

Mise en œuvre de la confrontation du sujet à l'enregistrement de son activité pendant la tâche CreaCube.

Dans la tâche CreaCube, le sujet est engagé dans la construction d'un véhicule autonome à partir de quatre pièces de robotique modulaire. Le sujet est équipé de lunettes caméra pendant toute la partie de résolution du problème.



Figure 10. Elève du FabLab équipé d'une paire de lunettes-caméra pour filmer son expérience dans le FabLab

La consigne des chercheurs était la suivante : « tu dois construire un véhicule qui se déplace tout seul entre le point rouge et le point noir ». Le sujet ne reçoit aucune aide et peut prendre tout son temps. Il manipule donc les pièces de robotique en exerçant des choix ou des tentatives sans s'attendre à recevoir l'avis d'un expert ou d'une aide extérieure. Après le premier résultat de son action, il reçoit une seconde



consigne qui est similaire à la première. Il va donc pouvoir se lancer dans une nouvelle construction en validant lui-même les choix de la première étape.



Figure 11. Perspective située de la tâche (ou filmée à la première personne)

Quelques minutes après l'expérimentation, le sujet regarde sa vidéo avec le chercheur qui l'accompagne à commenter naturellement sur ce qui vient de se passer. L'entretien fait l'objet d'un aménagement physique spécifique pour assurer que le sujet s'approprie la vidéo à la première personne précédemment collectée.



Figure 12. Gestes du sujet à l'écran pendant l'entretien de mise en situation

Comme le montre la figure ci-dessus, l'ordinateur est placé devant le sujet et une caméra est positionnée derrière le sujet afin de filmer et enregistrer les commentaires et les gestes de ce dernier. Un dictaphone ou un smartphone peut également être disposé sur la table afin d'enregistrer la conversation qui sera traduite sous la forme de verbatim. Le retour de la pensée du sujet est contrôlé par le chercheur car les commentaires doivent se focaliser sur les éléments que la vidéo permet de visualiser, comme si le sujet devait vivre à nouveau la résolution du problème. Les commentaires de l'entretien sont enregistrés en vidéo et le matériau est traduit sous forme de verbatim. Nous publions, ci-après, un extrait de l'entretien en rappel stimulé (S indique le nom du sujet et C indique le chercheur).

### Premiers résultats

Les données de l'entretien ont été traduites sous la forme d'un verbatim, comme indiqué ci-dessous :

S : Là j'ai vu qu'il y avait un capteur à ultrason du coup je me suis dit que ça devait être devant

C : d'accord

S : donc là le rouge je n'avais pas trouvé particulièrement de à quoi il servait pour l'instant

C : qu'est-ce que tu fais là ?

S : là j'ai vu que ça c'était un moteur parce qu'il y avait des roues dessus

C : ouais d'accord

S : euh donc j'allais le mettre en dessous du coup forcément

C : très bien

S : donc j'ai essayé de faire d'abord comme un train et après j'ai vu que ça avançait pas trop

C : et là ?

S : euh bin là je vais j'essaie toujours je me suis beaucoup aidé du capteur ultra son toujours pour C : l'idée de le mettre devant pour euh (...)

S : alors qu'est-ce qui se passe là ?

C : et bin en fait je m'étais mis dans l'esprit que ça allait avancer tout droit (...) j'avais pas compris qu'il fallait encore je croyais que c'était un truc plus compliqué

Il est conseillé d'accéder à la vidéo de l'activité à la première personne (augmentée par les commentaires de 701 pendant l'entretien) : vidéo [sur HAL](#).

### **A retenir**

**L'étude 1 a permis de valider le protocole qui avait été utilisé pendant la phase d'observation du FabLab. Les élèves sont capables de parler de leur expérience vécue sur des tâches créatives et sur la tâche de résolution de problème CreaCube. Ceci nous indique que ces derniers vont pouvoir s'exprimer sur le processus cognitif sur une tâche courte qui les confronte à la robotique et développe leur pensée informatique. Ceci constitue un nouvel axe de développement des compétences dans le contexte du FabLab.**

**A la suite du rapport, dans l'étude 2, nous analysons l'expérience vécue de l'apprenant engagé dans la tâche CreaCube.**

## Étude 2. Décrire et comprendre l'expérience vécue pendant la tâche CreaCube

### Objectif

**L'objectif de l'étude 2, réalisée par Laurent Heiser et Margarida Romero, a été d'analyser l'expérience vécue de l'apprenant pendant la tâche CreaCube. Cette analyse a donné lieu à la publication suivante : Laurent Heiser, Margarida Romero, Duncan Lohner. Des activités sur l'IA dans des « nouveaux lieux d'apprentissages?». *PRUNE II 2021 : Colloque Perspectives de Recherches sur les Usages du Numérique dans l'Éducation* .**

### Contexte de l'étude

Notre recherche a débuté par le constat selon lequel les professeurs expérimentés ont créé un FabLab autour d'activités créatives et manuelles pour des élèves à travers l'utilisation de dispositifs combinant des technologies analogiques et numériques.

Dans ce contexte, les usages du numérique ont une visée d'engagement non seulement cognitif mais aussi créatif (Romero et al. 2017). Nous avons pu constater, lors de nos observations exploratoires, les effets positifs au regard de la créativité et de l'entraide. Cependant, certaines compétences essentielles au 21e siècle, comme la pensée informatique, sont peu développées. Il s'agissait donc de proposer aux enseignants de recourir à une tâche de résolution créative de problème afin d'introduire un nouveau dispositif en lien avec des compétences numériques.

Dans cette seconde étude nous avons voulu décrire et comprendre l'expérience vécue de l'élève pendant la tâche CreaCube. Il s'agissait donc d'introduire une activité contrôlée par les chercheurs qui cible le développement de la créativité, de la pensée critique et informatique des élèves. Précisons qu'elle avait déjà fait l'objet d'une collecte de données dans le cadre d'un autre programme de recherche (*ANR CreaMaker*) ayant permis de créer une ontologie du comportement des apprenants (Roux et al., 2021) pendant la tâche.

## Rappel

**La méthode employée vise la construction progressive des données, puisque le sujet est libre de filmer (vidéo à la première personne) puis augmente cette vidéo avec ses commentaires lors de l'entretien de remise en situation. Ceci nous permet de préciser comment l'activité CreaCube peut participer au développement de la culture du numérique dans le contexte du FabLab en nous intéressant au vécu du sujet (et à ses émotions) pendant le processus de prise de décision.**

### Rappel du Cadre théorique

La méthodologie est assise sur le cadre épistémologique de l'énaction (Schmitt, 2018). Il s'agit de penser notre conscience comme étant inséparable de l'environnement dans lequel elle agit. Ce couplage peut être décrit mais à condition que le chercheur puisse accéder à la partie cachée de l'activité, à savoir la cognition du sujet. C'est précisément une ambition à l'origine du projet Remind (Schmitt & Aubert, 2017) ayant déjà fait ses preuves dans le contexte de la visite muséale.

Pour respecter son protocole, nous avons laissé le sujet filmer son activité grâce à des lunettes-caméra puis lui avons proposé de participer à un entretien de restitution subjective (Collet et al., à paraître, 2021). Le retour du sujet sur son activité, à partir de sa vidéo à la première personne, a été possible (cf. analyse dans l'étude précédente).

L'analyse instrumentée : interrelations entre vécu et formalisation, subjectivité et objectivation

Comme nous l'avons dit, le chercheur s'intéresse à l'activité en évolution. Plus précisément, Il s'agit de retrouver la chronologie de la pensée du sujet ce qui, selon le cadrage théorique, constitue l'enchaînement des unités (ou signes) qui décrivent, en surface, le rapport asymétrique du sujet à son environnement (Theureau, 2015).

Pour cela, nous utilisons un logiciel, appelé Advene (Aubert et Prié, 2005), environnement numérique permettant plusieurs visualisations pour faciliter l'analyse, voir chronologie ci-après :

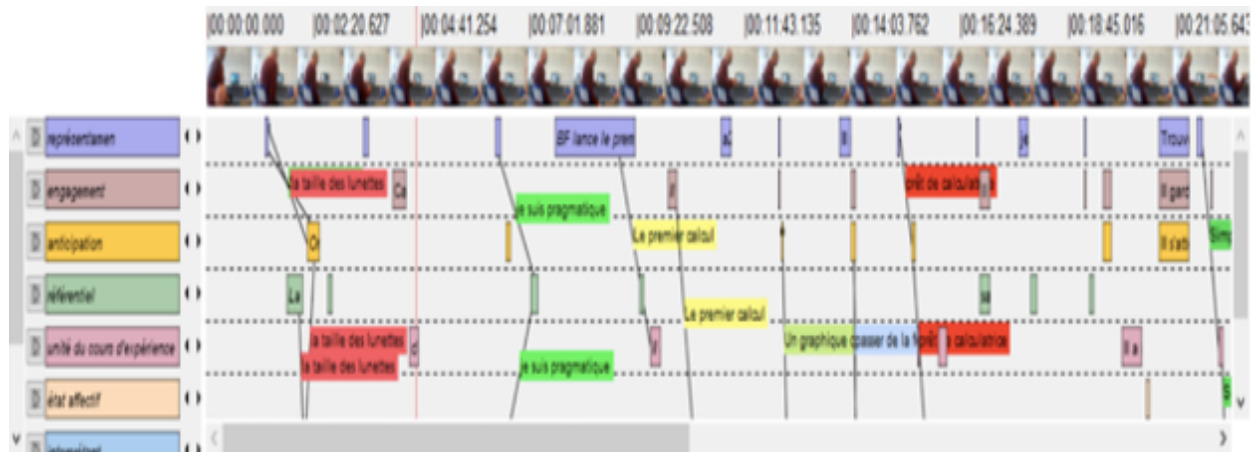


Figure 13 : environnement Advene permettant d'instrumenter la reconstruction de l'expérience vécue de la tâche CreaCube

La transcription fait l'objet, comme l'indique la figure ci-dessus, d'un travail dit d'annotations, c'est-à-dire de traces de la cognition du sujet, récoltées pendant l'entretien et qui augmentent la vidéo à la première personne. La chronologie permet ensuite le travail d'interprétation objective du chercheur qui se fonde sur un langage symbolique. L'ensemble du travail aboutit à la création d'une hypervidéo (Aubert et Prié, 2005) qui peut être partagée avec d'autres chercheurs.

#### Analyse de l'expérience du sujet pendant l'activité CreaCube

Les résultats montrent que le sujet s'est approprié la consigne et comprend la fonctionnalité de chaque pièce. Mais il assimile aussi la présence de capteurs ultra-sons, ce qui constitue un élément qui provient de sa représentation de la robotique. Celle-ci doit être invalidée par le sujet afin d'arriver à la résolution du problème. Nous considérons qu'il s'agit, pour le sujet, d'un biais dans la tâche. Ainsi, l'ensemble du cours d'expérience montre que ce dernier fait face à des difficultés car il doit se convaincre d'avoir réalisé correctement la tâche. Comme l'indique la dernière étape du schéma, ci-dessous, il finit par accepter (cf. à la fin de notre chronologie) avoir surévalué les fonctionnalités d'un des cubes.

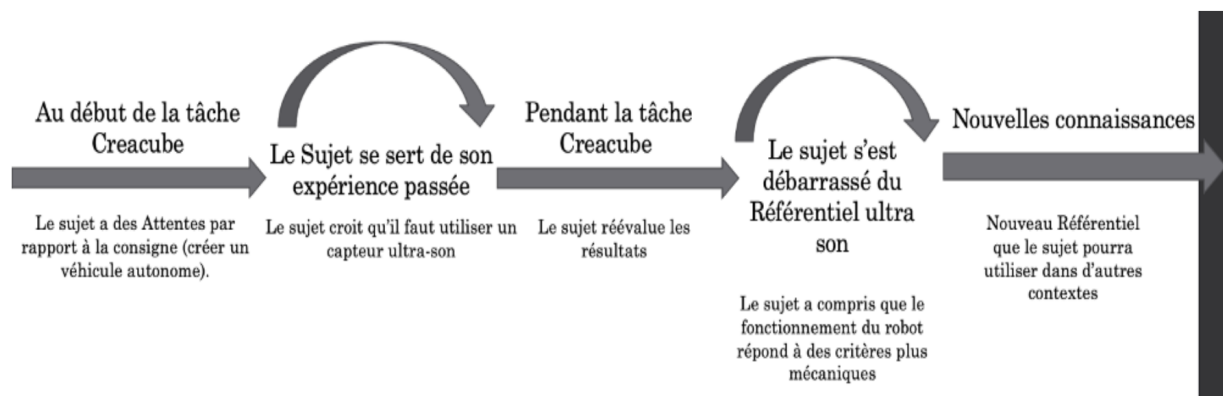


Figure 14 . Structure informationnelle renseignant le cours d'expérience de l'élève

La tâche CreaCube, élaborée comme expérience à vivre, a donc bien joué son rôle. À travers la manipulation des pièces modulaires, le sujet a débordé ses croyances ayant entraîné une légère surestimation des fonctionnalités du cube blanc. Le protocole CreaCube favorise la répétition des manipulations du sujet, ce qui lui permet de réduire ses attentes par rapport à la machine. Le cours d'expérience est une histoire particulière du sujet avec ce robot pendant laquelle il va réaliser qu'il faisait porter sur le robot des idées de fonctionnement trop évoluées. En se rendant compte de son erreur, le sujet prend aussi conscience que la résolution du problème (construire un véhicule) doit porter sur ses choix et non exclusivement sur une fiction concernant le fonctionnement d'un robot. En ce sens, après avoir écouté la seconde consigne (identique à la première), son cours d'expérience apporte la confirmation d'une certaine rupture (Collet, 2016) puisqu'il exécute la tâche plus rapidement. Ce nouvel état, même si nos données ne peuvent pas le prouver, pourra lui servir, à savoir si l'IA qui l'entoure relève d'un programme simple ou si celle-ci, grâce à des capteurs, correspond à un système autonome d'apprentissage.

## Discussion

L'enregistrement vidéo des activités d'apprentissage permet aux apprenants de revenir sur les éléments les plus pertinents de leur expérience. Lorsque l'opérationnalisation de l'analyse permet des analyses vidéo des activités d'enseignement et d'apprentissage du point de vue de l'apprenant, la méthodologie peut reposer sur l'autofilmage situé de l'apprenant et des entretiens de remise en

situation à partir des traces subjectives. Ces entretiens peuvent aider à faire émerger des processus longitudinaux d'apprentissage et notamment, comme nous l'analysons actuellement dans le cadre de l'usage de la robotique pédagogique, dans la résolution de problèmes.

Nous pensons que ces entretiens peuvent accompagner la prise de conscience du sujet. Dans le cas des activités médiatisées par le numérique, comme dans les activités technocréatives où l'usage du numérique vise l'engagement cognitif (Chi et Wylie, 2014) et créatif (Romero et al. 2016), l'analyse de l'expérience vécue permet de suivre les étapes de l'autorégulation cognitive et créative du sujet au cours de son action. La méthode du cours d'action, dans ce contexte, permet de voir si l'élève développe son esprit critique par rapport aux nouvelles technologies. Les lunettes peuvent, comme nous avons pu l'expérimenter pendant le confinement, être remplacées par d'autres dispositifs comme l'enregistrement de l'écran de l'élève. De plus, les enseignants peuvent apprendre à se servir des modules de traces de Moodle afin de récolter certains indicateurs dont ils se serviront pour donner la parole aux élèves.

Enfin, l'approche par la méthodologie de l'expérience vécue de l'élève peut s'inscrire dans le cadre des études sur les jeux numériques pour l'apprentissage qui permettront aux apprenants de décrire leurs propres apprentissages. Dans cette visée, ces dernières années se sont développés les projets visant la conception d'environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) conçus de manière spécifique pour générer des traces (*learning analytics*) pertinentes pour la compréhension, la régulation, l'adaptation ou encore l'évaluation des apprentissages médiatisés dans l'EIAH. Par exemple, dans le cadre de ClassCraft, les traces d'apprentissage pourront être présentées aux élèves afin de leur permettre de décrire leur créativité et des stratégies collaboratives avec les autres participants et prendre conscience de leur potentiel de citoyens créatifs. Une piste particulièrement fertile, selon nous, dans une approche spécifique dénommée *playing analytics* (Sanchez et Mandran 2017) et faire développer une auto-analyse qui soutient l'engagement, valorise la créativité et la réussite des étudiants.



### **A retenir**

**L'analyse de l'expérience vécue des élèves montre que l'activité CreaCube peut enrichir les activités en contexte FabLab. De plus, certaines unités symboliques constituant l'expérience vécue (usage d'une représentation du robot provenant de la science-fiction, par exemple) peuvent soutenir l'objectivation des enseignants sur la conception de situations de résolution de problème.**

## Étude 3. Robotination : évaluation d'une vidéo d'activité à la première personne

### Objectif

**L'objectif de l'étude 3 a été de prendre appui sur notre jeu de données et de le réutiliser dans la perspective de l'avancement sur la modélisation d'une tâche de résolution collaborative de problème dans le cadre des sciences de l'éducation computationnelles.**

**L'étude 3 a donné lieu à une publication de Andrea Acevedo, Laurent Heiser et Margarida Romero.**

Les compétences informatiques sous l'angle de la techno-créativité

La pensée informatique fait référence à "l'apprentissage de la programmation", y compris la compréhension des algorithmes, du codage de l'information et, plus généralement, du fonctionnement des technologies, mais elle vise également la manière dont un individu peut apprendre, prendre des décisions utiles et résoudre les "petits défis quotidiens" (Rychen & Salganik, 2003). En d'autres termes, le TPP peut impliquer l'apprentissage de certaines compétences en littératie numérique pour répondre aux changements dans un monde qui évolue rapidement et où il peut être nécessaire d'apporter de nouvelles solutions. En raison de ce contexte, Romero (2016) a introduit les 5 compétences pour le 21<sup>e</sup> siècle (5c21). Cet ensemble de compétences est composé de la pensée critique, la collaboration, la créativité, la résolution de problèmes et la pensée computationnelle. Selon Sanabria et Romero (2018), chaque compétence peut être isolée. Cependant, comme le montre la figure (ci-dessous), ces compétences ont tendance à être considérées comme un tout dans les situations de résolution de problèmes.

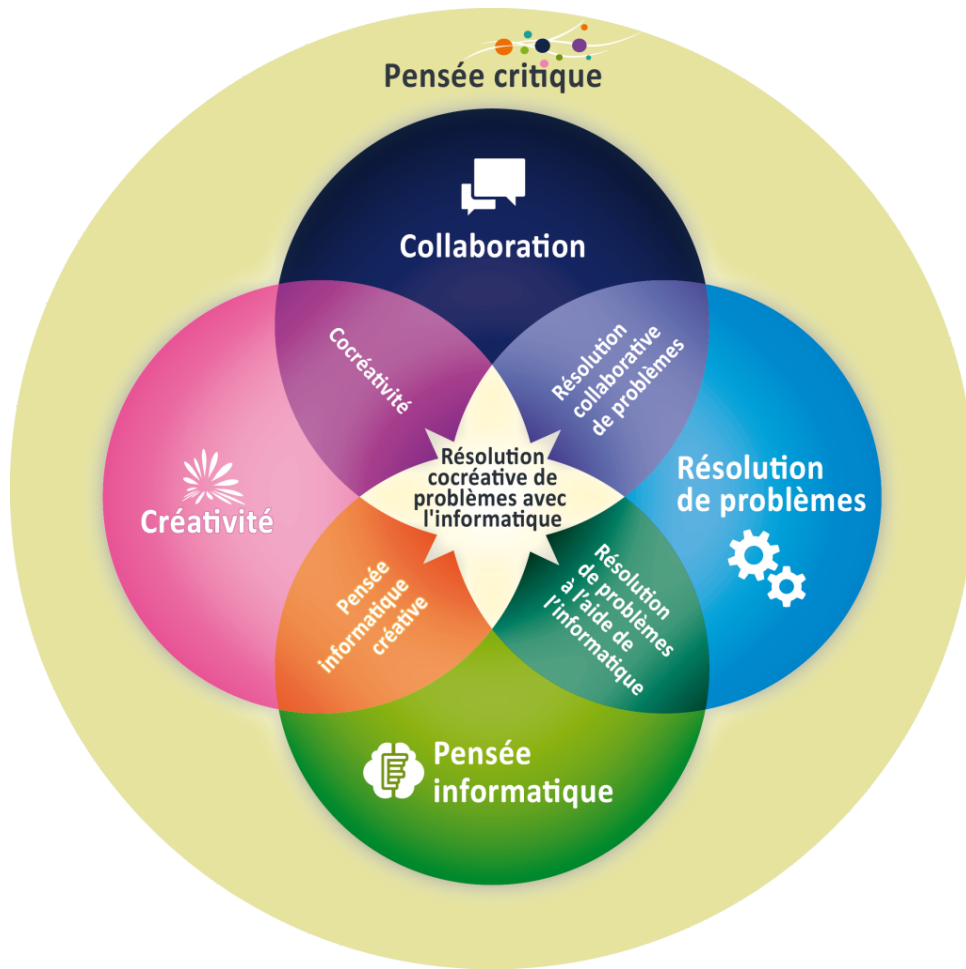


Figure 15. #5c21 cinq compétences clés pour le 21e siècle (Romero, 2016)

Comment le processus cognitif se développe-t-il dans les expériences immersives ?

Enaction

La cognition est un processus qui aboutit à une co-spécification du sujet et de son environnement

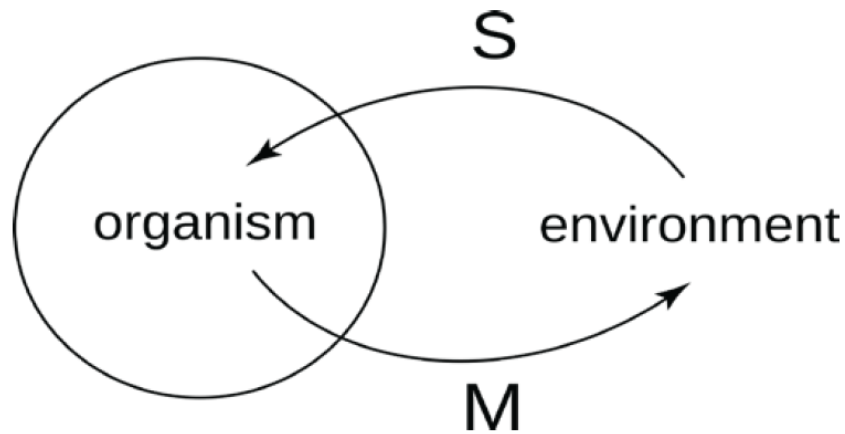


Figure 16. La boucle sensori motrice entre les processus sensoriels (S) et moteurs (M) à partir de Stewart, 2010 dans van den Herik, 2018).

L'approche ontologique

L'activité CreaCube a conduit certains chercheurs à observer tous les schémas comportementaux possibles associés à cette tâche (chez Mercier et al, 2021).

CREA-CUBE 3. Activity							
ABC0	ABC1	ABC2	ABC3	ABC4	ABC5	ABC6	OTHERS
FO1	FO2	FO3	FO4	FO5	FO6	FO7	FO8
US0. Play instructions	US1. Stop play motorize	US2. No cubes in hand (no manipulation)	US3. Hands up with 1 cube	US4. Hands up with 2 cubes	US5. Hands up with 3 cubes	US6. Hands up with 4 cubes	US7. Hands up with 4 cubes
BE01. Trial error	BE02. Analytical systematic	BE03. Hypothesis trial	BE04. Type preservation	BE05. Complaining	Example:		
AF01. Wheel	AF02. Magnet	AF03. Button	AF04. Two eyes	AF05. Sensors			

Figure 17. Interface pour l'identification des observables, cette figure décrit une partie des états du système auxquels s'ajoute, par exemple, l'identification de chaque Cubelet (reconnaisable à sa couleur : batterie bleu marine, capteur noir, moteur blanc, inverseur rouge) et les états des cubelets (par exemple " connecté/déconnecté " ou " sur/pas sur roues "). Ce sous-ensemble des états

possibles correspond aux observables qui ont été choisis pour analyser la tâche (voir <http://aide-line.inria.fr/public/doc/vid.mp4> pour une vidéo de l'expérience).

L'approche d'analyse de la collaboration (*Coding Schema*)

Le schéma de codage (ci-après nous utilisons *Coding Schema*) est une méthode qui permet de catégoriser et de classer les données collectées. Dans notre cas, nous utiliserons le jeu de données qui a été collecté grâce à la méthode subjective (REMIND décrite dans les autres études) pour essayer d'analyser la vidéo à partir du *Coding Schema* VMT de Strijbos (2009). Notre jeu de données pour cette recherche est composé de 5 vidéos visionnées et déjà analysées avec la méthode REMIND (dont des données collectées dans le FabLab de Sanary). Notre choix est basé sur l'adaptation du *Coding Schema* VMT (Strijbos, 2009) dont le schéma comprend les cinq dimensions suivantes : participation, sociale, interactive, cognitive et métacognitive (ibid.).

*Table 22-1. VMT coding steps (italic signals addition during calibration).*

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
C-thread	Conversation	Social	PS-thread	Problem Solving
Reply to $U_i$	No code	Identity self	Connect to $U_i$	Orientation
	<i>State</i>	Identity other		Strategy
	Offer	Interest		<i>Tactic</i>
	Request	Risk-taking		Perform
	Regulate	Resource		<i>Result</i>
	Repair typing	Norms		Check
	Respond, <i>more general than the codes below that are tied to problem solving:</i>	Home		<i>Corroborate/counter</i>
	Follow	School		<i>Clarify</i>
	<i>Elaborate</i>	Collaborate group		Reflect
	<i>Extend</i>	Collaborate individual		<i>Restate</i>
	<i>Setup</i>	Sustain climate		Summarize
	Agree	Greet		
	Disagree			
	Critique			
	Explain			

Figure 18. Strijbos (2009) Schéma de codage multidimensionnel VMT

**La méthode REMIND a servi à recueillir des données sur l'expérience vécue. Ces données peuvent être croisées avec les configurations possibles (réussies ou non), les sons, les gestes et certaines interactions avec les autres participants. L'ensemble des données permet de constituer un tableau de données qualitatives pour permettre de se rapprocher le plus près possible de la cognition lors de la résolution de problème :**

Figure 19. Adaptation du Coding Schema VMT à la tâche CreaCube

Toutes les informations sont catégorisées dans le tableau ci-dessus, en tenant compte du descriptif de chaque catégorie :

**Participation :** Cette dimension contient les informations relatives aux participants : l'identité du participant, l'activité, l'heure et le fait d'être d'accord ou non avec la tâche. Pouvoir savoir qui est qui, dans quelle partie de la tâche ils se trouvent avec la convention A1 - A2 respectivement pour identifier si la tâche a été résolue pour la première fois ou si elle est répétée. La colonne temps nous permet d'identifier combien de temps dure l'activité et où se déroule le temps fort, ce qui permet d'identifier les processus cognitifs pendant la tâche en relation avec les 5 dimensions.

**Conversation :** Cette dimension rassemble les informations relatives à ce que les participants et l'interviewer ont dit et la description de ce qui se passait sur la vidéo. Dans cette section, nous utilisons la transcription des vidéos pour la remplir.

**Interactif :** Cette dimension recueille les informations relatives à la configuration du CreaCube, à la configuration réussie ou non, à l'absence d'expression verbale et à l'environnement. Dans cette partie nous prenons en considération la Fig. 19: Interface pour l'identification des observables de Mercier et al (2021) pour identifier le type de configuration, et si elle a été réussie ou non pour pouvoir l'analyser.

Connecter - Cognitif : Cette dimension recueille les informations relatives aux émotions et comportements liés au CreaCube, à l'environnement, à l'autre participant et à l'enquêteur. Les mots-clés (attention, doute, joie, curiosité, excitation, déception...) sont utilisés pour remplir la colonne des émotions et les mots-clés (observation, exploration, interaction, écoute...) sont utilisés pour remplir la colonne relative au comportement. Avec ces informations, il est possible d'identifier quelle est la réaction avec l'autre participant, avec l'environnement et avec la tâche, et en contraste avec le comportement, il est possible d'identifier s'il est connecté, confus ou engagé avec ce moment.

Résolution de problèmes : Cette dimension recueille les informations relatives à ce qui se passe afin de résoudre la tâche. Ils observent, s'orientent, développent une tactique ou une stratégie, ils obtiennent un résultat. Cette dimension nous a donné quelques clés sur le processus cognitif pour résoudre la tâche.

### Conclusions principales

Nous nous concentrons sur les principales conclusions que peut apporter le Coding Schema dans le contexte de la résolution de problème par le biais de la tâche CreaCube.

En binôme, certains individus ont pris la position de leader pour interagir avec les cubes et donner des tactiques et des stratégies pour résoudre la tâche.

Lors de la deuxième consigne, les participants ont tendance à résoudre la tâche plus rapidement. Cela leur permet également de clarifier le fonctionnement du CreaCube mais dans ce cas, la seconde étape devient alors moins créative. De plus, nous avons relevé qu'il a fallu moins de temps aux participants pour réussir la tâche la deuxième fois (soit environ deux fois moins de temps que lors de la première consigne).

A noter que nous n'avons pas trouvé d'effet de causalité entre le temps nécessaire à la résolution de l'activité et le nombre de participants (par paire ou individuellement).

Lorsque les instructions sont données et que le participant n'est pas assez attentif, il lui faudra plus de temps pour comprendre le fonctionnement des pièces modulaires, ce qui peut entraîner des doutes au moment de la résolution de la tâche.

Pour résoudre une tâche de résolution de problème : l'observation, l'interaction, la vérification et le développement et la stratégie sont des compétences nécessaires et pouvant être développées par le participant à travers l'activité.

Dans les activités individuelles, plus de deux configurations réussies ont été développées.

La configuration commune réussie était F04 et F01 (voir la Figure 17). Les configurations échouées les plus courantes au début de la tâche étaient AS00, AS01, AS03, surtout lorsque celles-ci ont été développées en binôme (*ibid.*)

Lorsque les participants parlent et interagissent davantage entre eux, il est plus facile d'identifier des tactiques et des stratégies pour résoudre la tâche. Ce qui permet d'identifier le développement des compétences de collaboration.

## Discussion et perspectives

Notre étude nous permet de formuler certaines recommandations pour mener une recherche avec CreaCube de façon la plus optimale possible, comme par exemple organiser CreaCube dans un espace calme, enregistrer l'expérience vécue du point de vue subjectif (pour comprendre la cognition) mais aussi extérieur (pour analyser le visages des participants), organiser les entretiens le plus rapidement possible après l'enregistrement des vidéos, et perfectionner le remplissage du tableau de codage afin de réaliser une analyse quantitative et qualitative plus enrichie.

Nous souhaitons obtenir un jeu de données plus complet en augmentant la taille de l'échantillon et en appliquant notre devis de recherche, et les recommandations que nous venons de lister, lors d'un ensemble plus varié d'activités technocréatives.



Le croisement des données permet de comprendre les mécanismes d'apprentissage. Cela permet de repérer le sens que nous devons créer pour résoudre un problème et donc, pour le concepteur, de prévoir des expériences à vivre qui vont enrichir les médiations de type numérique dans un contexte comme le FabLab.

### **Les perspectives des sciences de l'éducation computationnelles pour optimiser les médiations en contexte FabLab**

**Nous avons réussi à créer un devis de recherche à partir de trois méthodologies. Les données renseignent sur l'engagement créatif (les configurations) et les états cognitifs (émotions, décisions, représentations, nouvelles décisions) de l'apprenant. Une autre méthode, plus systématique, pourrait permettre de collecter davantage de données sur les états de la tâche CreaCube.**

**La modélisation de l'apprentissage en IA, selon nous, permettrait de se rapprocher des mécanismes d'apprentissage dans une tâche de résolution de problème afin d'évaluer et optimiser les médiations scientifiques ayant lieu en contexte FabLab pour développer la pensée informatique.**

**Pour aller plus loin : <https://hal.inria.fr/hal-03494005/document>**

## Étude 4. Anxiété liée à la performance et résolution de problèmes en contexte FabLab

### **Objectif**

L'objectif de l'étude 4 a été de considérer l'état émotionnel des élèves dans le cadre de leurs apprentissages au collège. L'anxiété liée à l'évaluation de la performance est dans ce contexte un facteur négatif vis-à-vis des apprentissages des élèves (Segool et al., 2013). D'autre part, dans un contexte FabLab, l'intention pédagogique est de développer un climat favorable aux apprentissages permettant l'émergence de la co-créativité (Lille & Romero, 2017). Dans le cadre du projet Incubateurs Numériques de la DRANE PACA nous analysons la démarche pédagogique mise en place au FabLab du Collège La Guicharde. Dans ce contexte, nous observons un climat de travail qui est davantage détendu que dans les classes ordinaires. Dans le cadre de cette étude, nous analysons l'anxiété que les élèves ressentent face à l'évaluation de la performance dans le contexte scolaire et comment cette émotion négative influence les résultats en lien aux composantes de pensée divergente dans le cadre de la tâche CreaCube.

L'étude 4 a donné lieu à une soumission de publication de Victoria Prokofieva, Margarida Romero et Laurent Heiser.

Le stress face à l'évaluation de la performance et les états émotionnels qui en découlent, tels que, en particulier, l'anxiété d'évaluation influencent négativement la performance des élèves et par conséquent, les résultats scolaires (Wigfrid, 1989; Viau, 1995; Putwain, 2008, Butera et al., 2011 ; Hadji, 2012; Prokofieva et al, 2022). Ces états émotionnels sont la cause majeure d'une baisse significative de la motivation pour apprendre (Linnenbrink, 2007) et peuvent amener, dans les cas extrêmes, jusqu'au décrochage scolaire.

L'anxiété d'évaluation est définie comme *un trait de caractère, une tendance ou une prédisposition stable de voir le contexte d'évaluation de la performance comme*

*menaçant et de réagir à ce contexte avec une anxiété d'état très élevée* (Spielberger & Vagg, 1995).

L'anxiété d'évaluation a un concept multidimensionnel? Le modèle en quatre aspects consiste en deux aspects émotionnels (tension et réactions physiologiques) et en deux aspects cognitifs (inquiétude et interférence cognitive) (Putwain et al, 2021), voir Figure 20 ci-dessous.

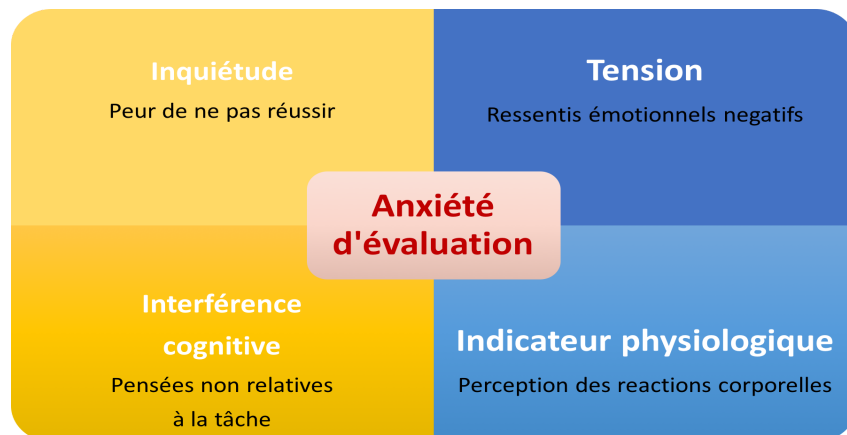


Figure 20. Aspects de l'anxiété d'évaluation: cognitifs (Inquiétude et interférence cognitive) et émotionnels (Tension et Indicateur physiologique) ( Putwain et al, 2021).

Les aspects cognitifs influencent la performance dans une plus grande mesure que les composantes émotionnelles. En effet, les pensées négatives concernant la probabilité de l'échec (inquiétude, ex: je ne réussirai pas, je ne suis pas bon, etc) sont liées chez l'élève à une estime de soi et à un sentiment de compétence assez faibles. Cette inquiétude crée des interférences cognitives et des pensées parasites. De plus, elle déplace l'attention nécessaire à la résolution efficace d'une tâche à réaliser (task-focused) vers des processus non liés directement à la tâche (task-irrelevant) (ex: préoccupation par le jugements par les autres, par les résultats en termes de notation, etc).

Plusieurs auteurs mettent en avant des résultats qui montrent que l'anxiété liée à l'évaluation de la performance impacte la mémoire de travail car elle draine les ressources cognitives de l'élève en créant un biais attentionnel (Owens et al, 2008; Von der Embse et al., 2014) et une interférence cognitive lors de la situation qui demande la résolution de problèmes. De plus, la recherche rapporte que,

contrairement aux émotions positives, les émotions négatives (telles que l'anxiété et l'inquiétude) réduisent le champ des possibilités en termes de solutions créatives (Fredrickson, 2001; Izen, 1990) et impactent la mémoire associative (Madan et al., 2019).

En prenant en compte ce qui a été dit, il nous semble intéressant, dans le cadre de cette étude en contexte du FabLab (nous avons décrit précédemment que le climat du FabLab est favorable et que les activités proposées se situent en dehors du programme scolaire, etc.) de nous interroger sur l'interaction entre l'état émotionnel scolaire des élèves (anxiété liée à l'évaluation de performance) au cours d'une médiation de type numérique. Pour cela, nous avons fait passer le questionnaire visant à mesurer la perception par les élèves de leur anxiété d'évaluation. Lors de la réalisation de l'activité CreaCube, certains élèves ont reçu la consigne évaluative (ex: votre performance va être évaluée). Selon nos attentes, les élèves ayant rapporté une haute anxiété d'évaluation devaient développer une pensée divergente plus réduite en ce qui concerne la résolution de problèmes.

## Résultats de l'étude

### Anxiété d'évaluation

11 élèves (10 filles et 1 garçon) ont répondu au questionnaire MTAS (version originale, Putwain et al, 2021, version française, Fenouillet et al, en soumission). Pour le cahier de passation voir annexe 1.

6 élèves des 11 élèves ont pu participer à l'activité CreaCube.

Nous pouvons observer un état d'anxiété relativement élevé chez les élèves observés (2,9/5). Les composantes de l'anxiété sont réparties comme ainsi: Inquiétude: 3,5/5; Interférence cognitive 2,7/5; Tension: 3,1/6; Indicateur physiologique: 2,3/5.

Comme on peut le constater, les aspects les plus élevés de l'anxiété d'évaluation sont les facteur "inquiétude" 3,5/5 (ex: *Avant une évaluation je me sens inquiet parce que je pense que je vais échouer*) et "tension" 3,1/6 (ex: *Je me sens tendu avant de passer l'épreuve*) (voir Figure 21 ci-dessous). La composante de l'anxiété

d'évaluation la moins rapportée par les élèves est en lien avec le ressenti des manifestations physiologiques 2,3/5 (ex: *Mes mains tremblent lorsque je passe une évaluation*) ce qui peut signifier la difficulté pour les élèves de cet âge d'objectiver les ressentis de leur corps liés au stress.

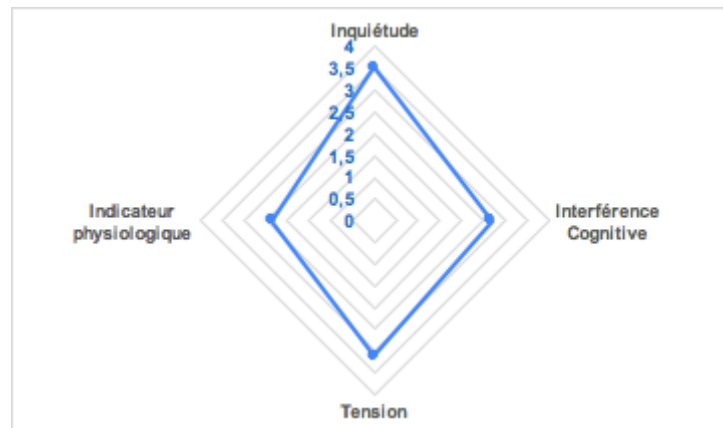


Figure 21. Composantes de l'anxiété d'évaluation auto rapportées par les élèves (Inquiétude: 3,5/5; Interférence cognitive 2,7/5; Tension: 3,1/6; Indicateur physiologique: 2,3/5).

#### Pression de performance et pensée divergente en résolution de problèmes

Nous avons proposé de réaliser la tâche CreaCube aux élèves qui, une semaine avant l'expérience, avaient répondu à notre questionnaire de l'anxiété d'évaluation. Seulement 6 élèves ont pu se rendre disponibles pour venir au FabLab le jour de l'expérience. Le protocole initial a été légèrement modifié. Deux groupes ont été tirés au sort d'une manière aléatoire : un groupe d'élèves (2 élèves) à qui nous avons proposé de réaliser la tâche sans aucune consigne spécifique et un autre groupe "expérimental" (4 élèves) à qui nous avons proposé la même activité en ajoutant cette consigne d'évaluation : " *votre performance va être évaluée*".

Notre objectif était de comprendre si (et dans quelle mesure) :

- 1) la pression de la performance influence les processus de la pensée divergente de la créativité (fluidité, flexibilité et originalité)
- 2) comment cette pression change la performance procédurale des élèves (temps de réponse, éventuels *drop-outs*).
- 3) voir s'il y avait une interaction entre le degré élevé de l'anxiété d'évaluation chez certains élèves et leur comportement face à la consigne de performance lors d'une tâche créative.

## Résultats

Tableau 1. Répartition entre la moyenne en anxiété d'évaluation, les nombre d'occurrences des variables de la pensée divergente (Fluidité, Flexibilité et Originalité) et le temps de l'activité.

Sujet	Sex	Âge	Eval (E) NonEval (NE) Absent (abs)	Moyenne Anxiété	A1_Fluidité	A1_Flexibilité	A1_Originalité	A1_Temps (sec)
1	F	12	E	<b>3,06</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>243</b>
2	F	12	E	<b>3,81</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>103</b>
3	F	11	abs	<b>2,75</b>	x	x	x	x
4	F	13	NE	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>45</b>
5	F	14	abs	<b>2,31</b>	x	x	x	x
6	F	13	abs	<b>4,5</b>	x	x	x	x
7	F	12	NE	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>96</b>
8	M	11	abs	<b>2,44</b>	x	x	x	x
9	F	11	abs	<b>1,75</b>	x	x	x	x
10	F	11	E	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>67</b>
11	F	13	E	<b>3,43</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>162</b>

Comme on peut l'observer sur le Tableau 1, il y a une interaction entre le degré de l'anxiété rapportée par certains élèves et le temps que ces élèves mettent pour réaliser l'activité lorsqu'ils reçoivent également la consigne de l'évaluation. Les trois élèves qui ont donné le score élevé en anxiété (3,06/5; 3,81/5 et 3,43/5) ont été les élèves dont le temps d'activité a été le plus long (247, 103 et 162 respectivement). Si l'on tient compte des résultats de nos précédentes études, montrant que l'augmentation du temps est un marqueur comportemental du stress d'évaluation (Prokofieva et al, sous presse), nous pouvons suggérer que ces élèves manifestent le stress lié à la performance pendant la réalisation de la tâche. D'ailleurs, le visionnage de l'activité a permis de repérer chez les élèves anxieux des signes comportementaux pouvant relever de la manifestation de l'anxiété (ex: élève se touchant constamment le visage, bougeant les cubes sans un objectif précis, regardant autour comme pour chercher de l'aide, etc).

Pour analyser l'efficacité des processus de solution des problèmes, nos résultats sont assez mitigés. En effet, certains élèves du groupe expérimental montrent un taux de flexibilité (nombre de différentes figures trouvées) assez bas (nombre d'occurrences = 1) par rapport aux élèves sans consigne évaluative (nombre d'occurrences = 4). Alors que la fluidité est assez bonne chez tous les élèves indépendamment de la condition. Cependant, l'analyse de l'originalité nous permet de repérer un taux plus élevé chez deux élèves "évalués" (2 et 2 respectivement) et le taux égal à 0 chez deux autres. Cela peut signifier que la réaction en situation de pression de performance peut varier en fonction du sujet en allant de la baisse significative de la performance à son augmentation. Le nombre insuffisant des sujets participant à cette étude ne nous permet donc pas de vérifier quel comportement serait le plus généralisé chez les élèves de cet âge. Une autre étude avec un échantillon plus représentatif pourrait enrichir les données et permettre de réaliser une analyse statistique des corrélations.

## Discussion

Nous avons réalisé une étude qui visait à mieux comprendre comment certains états émotionnels peuvent influencer l'apprentissage en contexte scolaire. L'anxiété d'évaluation étant l'un des facteurs majeurs de la baisse de la santé mentale et du

bien-être à l'école (Warren, Ollendick, & King, 1996), nous avons voulu mesurer la perception par les élèves de cette émotion négative engendrée par la pression de la performance. Cela s'est relevé d'autant plus pertinent que les élèves interrogés font partie du FabLab, un espace de travail détendu créé pour permettre aux élèves de réaliser les activités hors classe. Cette étude pilote fait partie d'une plus large étude qui, avec un échantillon plus conséquent, aura pour objectif d'explorer dans quelle mesure les émotions de deux valences (positives et négatives), engendrées par le contexte scolaire, influencent les processus de la résolution créative des problèmes.

L'évaluation scolaire étant omniprésente à l'école, elle provoque souvent chez les élèves le stress de performance. Les périodes de stress de performance à répétition et le sentiment d'échec développent chez certains élèves une anxiété d'évaluation. Cette dernière impacte la performance via le déficit de la mémoire de travail nécessaire à l'exécution des tâches multiples, notamment en lien avec la résolution des problèmes.

L'échantillon de cette étude étant réduit (11 élèves ont répondu au questionnaire de l'anxiété d'évaluation et 6 ont pu réaliser la tâche CreaCube), nous avons constaté que le taux de l'anxiété d'évaluation générale (c'est-à-dire non spécifique à une matière particulière) a été assez élevé (3/5). Les aspects de l'anxiété d'évaluation les plus rapportés par les élèves sont l'inquiétude et la tension. Ce constat peut expliquer le besoin des élèves inscrits au FabLab d'un espace plus convivial à l'intérieur de leur établissement scolaire où ils peuvent pratiquer des activités sans y être jugés. L'autre piste de l'explication de l'anxiété de la performance rapportée par les élèves serait en lien avec le genre. La plupart des élèves du FabLab sont des filles (10 des 11 élèves interrogés). Selon la recherche les filles étant plus anxieuses vis-à-vis de leurs résultats scolaires et montrant plus haut score en anxiété de performance que les garçons (Bandalos, Yates, & Thorndike-Christ, 1995; Chapell et al., 2005; Putwain & Daly, 2014; Esparbès-Pistre et al., 2015; Ringeisen et al., 2016; Núñez-Peña et al., 2016), cela peut expliquer le taux général d'anxiété assez élevé dans ce groupe.

Quant à l'interaction de l'anxiété d'évaluation et la créativité, nous n'avons pas pu effectuer l'analyse des corrélations à cause du nombre très réduit de participants.



Cependant, les élèves les plus anxieux ont été ceux qui ont montré le temps d'exécution de la tâche le plus long. Cela est conforme à d'autres recherches qui rapportent que le temps de prise de décision augmente sous le stress et la pression de performance (Prokofieva et al., 2022).

### **A retenir**

**L'analyse de l'anxiété d'évaluation en contexte de l'activité de résolution créative de problème** a montré que les élèves anxieux ressentent l'inquiétude et la tension lors des situations d'évaluation de la performance et cela peut impacter leur résultats scolaires. Ces élèves ont besoin de plus de temps pour réaliser une tâche complexe que les élèves qui montrent un taux d'anxiété de performance modéré. Lors d'une évaluation de la performance, il serait donc opportun de voir si la limitation de temps est vraiment nécessaire. Dans le cas contraire, la performance des élèves anxieux sera doublement pénalisée à la fois par le contexte de la pression évaluative à laquelle ils répondent avec un stress élevé et par le manque de temps nécessaire pour réaliser l'activité d'une façon créative.

Pour conclure, un espace de travail, détendu et convivial, comme celui du FabLab, est un endroit idéal pour que les élèves, en particulier ceux présentant un profil anxieux, puissent réaliser les activités différentes au sein de leur établissement scolaire avec les enseignants et en lien avec leurs centres d'intérêt. Cet endroit permet aux élèves d'augmenter leur motivation scolaire par le biais des activités collectives. Nous avons pu constater que les effets d'une consigne évaluative ont été modérés car les élèves faisaient le rapprochement entre l'activité demandée et le contexte convivial du FabLab.

## Références

- Albero B. (2013). L'analyse de l'activité en sciences de l'éducation : entre aspirations scientifiques et exigences pragmatiques. *Travail et apprentissages : revue de didactique professionnelle*, 12, 94-117.
- Aubert O. & Prié Y. (2005). Advene: active reading through hypervideo. In Proceedings of the sixteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia (pp. 235-244).
- Bandalos, D. L., Yates, K., & Thorndike-Christ, T. (1995). Effects of math self-concept, perceived self-efficacy, and attributions for failure and success on test anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 87, 611-623.
- Butera, F., Buchs, C., & Darnon, C. (2011). *L'évaluation, une menace*. Paris Presses Universitaires de France-PUF , 140.
- Caron P. A. (2020). Ingénierie dispositif et enseignement à distance au temps de la COVID 19. *Distances et médiations des savoirs*. (30).
- Cerisier J. F., Merlet-Fortin S., Pierrot L., & Landa M. S. (2021). Variations de la représentation des élèves sur le numérique à l'École en fonction des espaces-temps entre 2008 et 2018 Mise en perspective de trois études de cas en France. *Interfaces numériques*.
- Chapell, M. S., Blanding, Z. B., Silverstein, M. E., Takahashi, M., Newman, B., Gubi, A., & McCann, N. (2005). Test anxiety and academic performance in undergraduate and graduate students. *Journal of educational Psychology*, 97(2), 268.
- Chi M.T.H., Wylie R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243.
- Collet, L. (2016). Dispositifs numériques de formation et transformation socio-économique de l'école : De la fiction portée par l'éducation nationale à la science pratique des enseignants. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 9.
- Collet, L., Durampart, M., Heiser, L., & Picard, L. (2021). « Enjeux expérimentaux de l'utilisation de l'IA en anatomopathologie », *Communiquer*, 33 | -1, 26-44.

Collin S., Guichon N., & Ntebutse J. G. (2015). Une approche sociocritique des usages numériques en éducation. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 22.

Collin, S., Guichon, N., & Ntebutse, J. G. (2015). Une approche sociocritique des usages numériques en éducation. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 22.  
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01218240>

Depraz N., Varela F. J., & Vermersch P. (2011). L'épreuve de l'expérience : Pour une pratique phénoménologique. Zeta Books.

Dieumegard G., Clouaire P., Leblanc S. (2006). L'organisation de l'activité d'études en e-formation. *Distances et Savoirs*. Vol. 4 (2), 201-222

Doueïhi, M. (2011). *Pour un humanisme numérique*. Le Seuil.

Durampart M. (2018). Les technologies peuvent-elles aider à accentuer une forme universitaire qui gagne en légitimité tout en restant singulière? *Distances et médiations des savoirs*, 24.

Esparbès-Pistre, S., Bergonnier-Dupuy, G., & Cazenave-Tapie, P. (2015). Le stress scolaire au collège et au lycée: différences entre filles et garçons. *Éducation et francophonie*, 43(2), 87-112.

Fenouillet, F., Prokofieva, V., Lorant, S., Masson, J., Putwain, D. French Study of the Multidimensional Test Anxiety Scale (MTAS) in relation to performance, age and gender. *Journal of Psychoeducational Assessment* (sous soumission).

Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: the broaden-and-build theory of positive emotions. *American psychologist*, 56(3), 218.

Hadji, C. (2012). *Faut-il avoir peur de l'évaluation?* Bruxelles: De Boeck.

Heiser L. (2019). Numérique et expérience vécue de l'élève en classe : Un espace de communication en recomposition ? Thèse de doctorat. Université de Toulon.

Heiser, L., Romero, M., De Smet, C., & Faller, C. (2020). Conception d'activités technocréatives pour le développement d'une pédagogie créative. *Formation et profession: revue scientifique internationale en éducation*, 28(2), 51-59.

- Isen, A. M. (1990). The influence of positive and negative effects on cognitive organization: Some implications for development. *Psychological and biological approaches to emotion*, 75-94.
- Lameul G., Peltier C., & Charlier B. (2014). Dispositifs hybrides de formation et développement professionnel. Effets perçus par des enseignants du supérieur. *Éducation & Formation*, (e-301), 99-113.
- Kamga, R., Romero, M., Komis, V., & Mirsili, A. (2017). Design requirements for Educational Robotics (ER) activities for sustaining collaborative problem solving (CPS).
- Linnenbrink, E.A. (2007). *The role of affect in student learning: A multi-dimensional approach to considering the interaction of affect, motivation, and engagement*. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Educational psychology series* (pp. 107-124). San Diego, CA: Elsevier Academic.
- Madan, C. R., Scott, S. M., & Kensinger, E. A. (2019). Positive emotion enhances association-memory. *Emotion*, 19(4), 733.
- Mœglin P. (2005). Outils et médias éducatifs : Une approche communicationnelle. PUG.
- Núñez-Peña, M. I., Suárez-Pellicioni, M., & Bono, R. (2016). Gender differences in test anxiety and their impact on higher education students' academic achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 228, 154-160.
- Owens, M., Stevenson, J., Norgate, R., & Hadwin, J. A. (2008). Processing efficiency theory in children: Working memory as a mediator between trait anxiety and academic performance. *Anxiety, Stress, & Coping*, 21(4), 417-430.
- Peirce C. S., & Deledalle G. (2001). *Écrits sur le signe*. Editions du Seuil.
- Perrenoud P. (2005). Métier d'élève et sens du travail scolaire. ESF.
- Prokofieva V., Kostromina S, Brandt-Pomares P., Hérold J-F, Fenouillet, F. & Velay, J.L. (2022). The relationship between assessment-related stress, performance and gender in a class test. *Mind, Brain and Education*.
- Putwain, D. (2008). Do examination stakes moderate the test anxiety–examination performance relationship?. *Educational Psychology*, 28(2), 109-118.

- Putwain, D., & Daly, A. L. (2014). Test anxiety prevalence and gender differences in a sample of English secondary school students. *Educational Studies*, 40(5), 554-570.
- Putwain, D. W., Nathaniel, P., Rainbird, E. C., & West, G. (2021). The development and validation of a new Multidimensional Test Anxiety Scale (MTAS). *European Journal of Psychological Assessment*. ISSN 1015-5759.
- Rix-Lievre, G. & Biache M.-J. (2004). Enregistrement en perspective subjective située et entretien en re-situ subjectif: Une méthodologie de la constitution de l'expérience. *Intellectica*, 38, 363-396.
- Ringeisen, T., Raufelder, D., Schnell, K., & Rohrmann, S. (2016). Validating the proposed structure of the relationships among test anxiety and its predictors based on control-value theory: evidence for gender-specific patterns. *Educational Psychology*, 36(10), 1826-1844.
- Romero M. (2017). CreaCube, analyse de la résolution créative de problèmes par le biais d'une tâche de robotique modulaire. *Journées Nationales de la Recherche en Robotique*, JNRR 2017.
- Romero M., Laferrière T., Power T. M. (2016). The move is on! From the passive multimedia learner to the engaged co-creator. *ELearn* 2016 (3).
- Romero, M., Lille, B., & Patiño, A. (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXIe siècle*. PUQ.
- Roux, L., Romero, M., Alexandre, F., Viéville, T., & Mercier, C. (2021). *Développement d'une ontologie pour l'analyse d'observables de l'apprenant dans le contexte d'une tâche avec des robots modulaires*. 47.
- Sanchez E., & Mandran N. (2017). Exploring competition and collaboration behaviors in game-based learning with playing analytics. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 467-472). Springer, Cham.
- Schmitt, D. (2015). Apports et perspectives du « Cours d'expérience » des visiteurs dans les musées. *ICOFOM Study Series*, 43b, 249-261.
- Schmitt D., & Aubert O. (2017). REMIND: Une méthode pour comprendre la micro-dynamique de l'expérience des visiteurs de musées. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, 17(2), 43-70.

- Schmitt D., & Labour M. (2021). Making sense of visitors' sense-making experiences: The REMIND method. *Museum Management and Curatorship*, 1-17.
- Schmitt, D. (2018). L'énaction, un cadre épistémologique fécond pour la recherche en SIC. *Les Cahiers du numérique, Vol. 15(2)*, 93-112.
- Schmitt, D., & Aubert, O. (2017). REMIND : Une méthode pour comprendre la micro-dynamique de l'expérience des visiteurs de musées. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées (RIHM) = Journal of Human Mediated Interactions*, 17(2), 43-70.
- Spielberger, C. D., & Vagg, R. P. (1995). Test anxiety: A transactional process model. In C. D. Spielberger & P. R. Vagg (Eds.), *Test anxiety: Theory, assessment and treatment* (pp. 3–14). Bristol, UK: Taylor & Francis.
- Theureau, J. (2015). *Le cours d'action : L'énaction & l'expérience* (Première édition). Octares Editions.
- Theureau, J. (2020). Cognition distribuée et Cours d'action. *Activités*, 17(17-2).
- Varela F. J., Thompson E., Rosch E., & Havelange V. (2017). L'inscription corporelle de l'esprit : Sciences cognitives et expérience humaine : Editions du Seuil.
- Von der Embse, N. P., Jester, D., Roy, D., & Post, J. (2018). Test anxiety effects, predictors, and correlates: A 30-year meta-analytic review. *Journal of Affective Disorders*, 227, 483–493. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.11.048>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1989). Test anxiety in elementary and secondary school students. *Educational Psychologist*, 24(2), 159-183.
- Warren, M. K., Ollendick, T. H., & King, N. J. (1996). Test anxiety in girls and boys: A clinical-developmental analysis. *Behaviour Change*, 13, 157–170. <https://doi.org/10.1017/S0813483900004939>

# Annexe

Questionnaire de l'anxiété d'évaluation (MTAS)

Code :

Age:

Sexe:

Classe:

<b>Réfléchissez, s'il vous plaît, comment tu vous sentez et ce que vous pensez HABITUELLEMENT lors d'une évaluation</b> <b>Essayez de ne pas réfléchir trop longtemps sur chaque question</b>								
Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Difficile à dire	D'accord	Tout à fait d'accord				
①	②	③	④	⑤				
1.	Avant une évaluation je me sens inquiet parce que je pense que je vais échouer			①	②	③	④	⑤
2.	Avant une évaluation j'oublie ce que j'ai appris auparavant			①	②	③	④	⑤
3.	Même quand je suis préparé pour une évaluation je me sens anxieux de passer les épreuves			①	②	③	④	⑤
4.	Mes mains tremblent avant le début d'un test/examen			①	②	③	④	⑤
5.	J'ai peur de donner une mauvaise réponse pendant une évaluation.			①	②	③	④	⑤
6.	Pendant une évaluation j'oublie ce que j'ai appris auparavant.			①	②	③	④	⑤
7.	Je me sens tendu avant de passer les épreuves			①	②	③	④	⑤
8.	Mon cœur s'accélère pendant une évaluation			①	②	③	④	⑤

9.	Après des évaluations, je suis inquiet d'avoir échoué	①	②	③	④	⑤
10.	Durant une évaluation, j'oublie ce que je connais vraiment	①	②	③	④	⑤
11.	Juste avant une évaluation je me sens paniqué	①	②	③	④	⑤
12.	Pendant une évaluation j'ai l'estomac noué	①	②	③	④	⑤
13.	Après avoir passé une évaluation, je m'inquiète d'avoir mis des mauvaises réponses	①	②	③	④	⑤
14.	Pendant une évaluation j'ai du mal à me concentrer	①	②	③	④	⑤
15.	Avant une évaluation je me sens anxieux	①	②	③	④	⑤
16.	Mes mains tremblent lorsque je passe des évaluations	①	②	③	④	⑤