

Haute école Pédagogique de Fribourg

Les compétences collaboratives des élèves lors de travaux de robotique scolaire

Etude exploratoire comparant les comportements
collaboratifs d'élèves de 5H lors de travaux de
robotique scolaire et d'activités créatrices et
manuelles

Sous la supervision du Dr. Phil. Lionel Alvarez

Antoine Biland

Avril 2019

Remerciements

La réalisation de ce Travail de Bachelor a été grandement facilitée par l'aide de plusieurs personnes.

Tout d'abord, je remercie mon tuteur, M. Lionel Alvarez, pour ses conseils, son accompagnement, ses lectures de mon travail et sa disponibilité tout au long de la rédaction de ce travail.

Merci ensuite aux enseignantes titulaires de la classe de 5H dans laquelle j'ai pu réaliser les interventions nécessaires à ce travail. Elles m'ont donné de nombreux conseils et m'ont accompagné dans la mise en place du dispositif de recherche.

Finalement, je remercie également Juliette Biland et Joceline Biland-Julmy pour la lecture et la correction de mon travail.

Résumé et mots clés

Cette recherche exploratoire a pour but d'étudier la collaboration entre les élèves lors de travaux de robotique scolaire en pédagogie du projet. Les concepts de robotique scolaire, de la pédagogie du projet et de la collaboration sont mis en lumière dans un premier temps. A partir d'une grille de critères issue de Gu et al. (2015) visant à évaluer la collaboration chez les élèves, deux outils d'observation ont été développés : un questionnaire auto-rapporté et une grille d'observation. Le nombre et le temps d'apparition de chacun des items permettent ainsi de décrire les comportements collaboratifs. Ces outils ont été utilisés dans une classe de 5H composée de 22 élèves lors de trois séances d'environ 100 minutes, deux séances de robotique scolaire et une séance d'activités créatrices et manuelles. Cela a permis de comparer la collaboration entre les deux disciplines. Les résultats sont de manière générale ambivalents. Les données issues du questionnaire auto-rapporté indiquent une meilleure collaboration perçue lors des ACM. Les résultats de l'observation vidéo montrent que les élèves ont travaillé de manière plus individuelle lors de la robotique, tout en échangeant plus d'informations qu'en ACM. Les résultats donnent de premières indications concernant le travail des compétences collaboratives et invitent avant tout à de plus amples recherches dans ce domaine. Il semble néanmoins que des caractéristiques comme le matériel à disposition influencent les comportements de collaboration des élèves.

Mots clés

- Robotique scolaire
- Collaboration
- Pédagogie du projet
- Etude exploratoire
- Observations directes et rapportées

Note

Dans le présent document, les termes employés pour désigner des personnes sont pris au sens générique ; ils ont à la fois valeur d'un féminin et d'un masculin.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Remerciements | |
| Résumé et mots clés | |
| Table des matières | |
| 1. Introduction..... | 1 |
| 2. Cadre théorique..... | 3 |
| 2.1 La robotique en milieu scolaire | 3 |
| 2.1.1 Enjeux et utilisation actuelle..... | 3 |
| 2.1.2 Apprentissages | 4 |
| 2.2 La pédagogie du projet..... | 8 |
| 2.2.1 Origine et définition | 8 |
| 2.2.2 Etapes du projet..... | 10 |
| 2.2.3 Rôle de l'enseignant | 11 |
| 2.3 La collaboration | 13 |
| 2.3.1 Définition..... | 13 |
| 2.3.2 Conditions et obstacles à la collaboration | 15 |
| 2.4 Les capacités transversales et la robotique..... | 17 |
| 2.5 Question de recherche | 18 |
| 3. Méthodologie..... | 19 |
| 3.1 Participants..... | 19 |
| 3.1.1 Groupes | 20 |
| 3.2 Intervention..... | 20 |
| 3.2.1 Choix de la discipline | 20 |
| 3.2.2 Avant – Robotique | 21 |
| 3.2.3 Durant – Robotique et ACM..... | 22 |
| 3.3 Variables mesurées..... | 23 |
| 3.3.1 Observation directe à l'aide d'enregistrements vidéo..... | 25 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3.2 | Questionnaire auto-rapporté | 25 |
| 4. | Présentation des résultats | 27 |
| 4.1 | Analyse des résultats | 28 |
| 4.1.1 | Analyse des résultats du questionnaire auto-rapporté | 29 |
| 4.1.2 | Analyse des résultats de l'observation vidéo | 31 |
| 4.1.3 | Comparaison des résultats du questionnaire auto-rapporté et des observations vidéo..... | 35 |
| 5. | Interprétation et discussion des résultats | 37 |
| 5.1 | Questionnaire auto-rapporté..... | 37 |
| 5.2 | Observation vidéo..... | 38 |
| 5.3 | Interprétation globale des résultats..... | 38 |
| 5.4 | Forces de la recherche..... | 39 |
| 5.5 | Limites de la recherche | 40 |
| 5.6 | Prolongement de la recherche | 41 |
| 6. | Conclusion | 42 |
| 7. | Références | 44 |
| 8. | Annexes | 48 |
| | Déclaration sur l'honneur..... | |

1. Introduction

Dans un monde en continuel changement et dans lequel la numérisation et l'automatisation prennent une place importante, les institutions doivent constamment s'adapter. Le marché de l'emploi, bien que grandissant, sera vraisemblablement mis à rude épreuve durant les prochaines années. Selon l'Organisation de coopération et de développement économique (2019), bien que le nombre d'emplois devrait être suffisant dans un avenir proche, certaines évolutions sont à attendre. Il est estimé que 14% des emplois actuels ont un haut risque d'automatisation, 32% des emplois pourraient être radicalement transformés et à l'heure actuelle, six travailleurs sur dix manquent de compétences informatiques de base ou n'ont aucune compétence dans ce domaine (OCDE, 2019). Ces changements ont déjà été observés jusqu'à maintenant. En effet, entre 1995 et 2015, les emplois dans le secteur industriel ont baissé de 20%, alors que ceux dans le secteur des services ont augmenté de 27%. De plus, les commandes de robots industriels ont fortement augmenté depuis une dizaine d'années et cette tendance semble se maintenir (OCDE, 2019; Wyatt et al., 2019). Ces changements sur le marché du travail et ce manque de compétences informatiques sont accompagnés par une demande accrue en *social* ou *soft skills* dans beaucoup de milieux. La communication, la collaboration, le leadership ou encore l'adaptation sont quelques exemples de ces *soft skills* (OECD, 2017).

Dans ce cadre, nous pouvons nous interroger sur la place de l'école et son rôle dans la formation adéquate des futurs citoyens. La Conférence intercantonale de l'Instruction publique de Suisse Romande et du Tessin a formulé des objectifs visant à intégrer l'éducation numérique à tous les niveaux de l'école obligatoire et post-obligatoire durant les prochaines années. L'éducation au numérique est composée de différentes compétences, incluant notamment la science informatique et le développement de compétences d'utilisateurs actifs des outils numériques (Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin [CIIP], 2018). Dans cette perspective, l'enseignement de la science informatique débiterait au cycle 1 avec de l'informatique débranchée. Celle-ci serait axée sur les bases de l'informatique et viserait à faire acquérir aux élèves une première compréhension de concepts comme la programmation, le langage ou encore la notion de boucle, qui permet de faire répéter une action. Au cycle 2, ces notions sont

approfondies, notamment via l'utilisation d'outils tangibles comme des robots ainsi que par de la programmation visuelle. Le plan d'étude romand développe également à travers les disciplines fondamentales que sont le français, les mathématiques, les sciences naturelles, etc., les compétences transversales telles que la communication, les stratégies d'apprentissage ou encore la collaboration.

C'est dans une perspective visant à interroger les compétences collaboratives lors de la robotique scolaire que ce travail s'inscrit. Nous nous sommes employé à esquisser des hypothèses quant à la qualité et la quantité de comportements visibles témoignant de collaboration lors de travaux de robotique scolaire et en quoi ceux-ci sont différents lors d'autres disciplines scolaires.

Cette recherche exploratoire commence par un aperçu dans les domaines de la robotique scolaire, de la collaboration ainsi que de la pédagogie du projet, forme d'apprentissage qui est utilisée lors de l'intervention. Celle-ci s'est déroulée dans une classe de 5H de 22 élèves, au cours de trois séances de 100 minutes chacune. Deux séances étaient dédiées à la robotique scolaire et une aux activités créatrices et manuelles. Les données ont été récoltées lors de la deuxième séance de robotique scolaire ainsi que lors des activités créatrices et manuelles. La captation de données s'est faite via un questionnaire auto-rapporté ainsi qu'une observation vidéo de certains groupes d'élèves. Les deux outils d'observation ont été développés à partir de la grille de critères de Gu et al. (2015).

Les résultats captés par ces outils ont ensuite été présentés, discutés et mis en relation avec les questions de recherche formulées au début du travail.

2. Cadre théorique

Dans ce chapitre, nous allons parcourir la littérature concernant quatre axes principaux de ce travail que sont « la robotique en milieu scolaire », « la pédagogie du projet », « la collaboration » et « les capacités transversales et la robotique ». Nous concluons ce chapitre en évoquant la question de recherche de ce travail.

2.1 La robotique en milieu scolaire

Les paragraphes ci-dessous font état de l'utilisation actuelle de robots dans les classes primaires de Suisse et d'ailleurs.

2.1.1 Enjeux et utilisation actuelle

L'utilisation de robots pédagogiques dans les classes primaires de Suisse a débuté il y a quelques années, notamment sous l'impulsion de constructeurs de robots spécifiquement conçus pour les élèves âgés de six à seize ans. D'abord à l'état d'initiatives localisées, la robotique à l'école a pris un essor important avec l'élaboration du Lehrplan 21 (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz, 2016) et du plan d'étude romand « éducation numérique » en consultation lors de la rédaction de ce travail. En effet, la Conférence intercantonale de l'Instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP) a initié divers projets visant d'une part le développement de l'utilisation et les apprentissages liés aux technologies de l'information et d'autre part l'introduction d'une discipline scolaire d'éducation au numérique. Celle-ci est fondée sur le modèle de Gesellschaft für Informatik (s. d.) qui comporte trois axes qui ont été adaptés au contexte romand dans le cadre du projet d' (CIIP, 2018) :

1. La science informatique : apprentissages dans la compréhension du fonctionnement des dispositifs techniques
2. L'usage d'outils numériques : apprentissages permettant aux élèves une utilisation pertinente des outils numériques
3. L'éducation aux médias : connaissances quant aux rôles et à l'usage des médias pour l'Homme.

C'est à travers le premier axe que la robotique scolaire vient s'inscrire et sera travaillée dans les classes primaires de Suisse romande (Maradan, 2020).

Il existe une multitude de robots utilisés dans le milieu scolaire. Peuvent être cités le LEGO MINDSTORMS®, le Thymio® ou encore le Blue-bot. Ces robots pédagogiques

peuvent être commandés à distance et être programmés, afin qu'ils réalisent des tâches de manière autonome et interagissent avec leur environnement. Ils sont munis de capteurs, leur permettant par exemple de détecter la lumière, le son ou encore de mesurer une distance.

La programmation des robots peut se faire par différentes interfaces, qui sont certaines fois fournies avec le robot, ou par des solutions en ligne comme SCRATCH®. Le niveau de complexité de la programmation varie en fonction de l'outil utilisé. Certaines solutions consistent à utiliser des blocs qui s'enchaînent les uns après les autres. C'est le cas par exemple des solutions proposées par le Thymio® et le LEGO MINDSTORMS®. Ces robots sont également programmables par codage texte (LEGO®, s. d.; Mobsya, 2019).

La robotique a fait son entrée à différents niveaux de formation et l'âge des participants pratiquant la programmation de robots varie de six à seize ans (Benitti, 2012). Le fait que la robotique soit utilisée dès l'âge de six ans pourrait être dû aux recommandations de LEGO®, indiquant sur ses produits six ans comme âge de départ (LEGO®, s. d.). Il existe également des projets de robotique pour les degrés inférieurs de formation (Di Lieto et al., 2017).

Une revue systématique de la littérature relève également que 90% des robots utilisés dans les recherches analysées étaient des LEGO MINDSTORMS® (Benitti, 2012). On peut donc émettre l'hypothèse qu'il s'agit d'un robot très utilisé dans le cadre scolaire.

2.1.2 Apprentissages

Dans la littérature, il est rapporté que la robotique en classe permet de développer de nombreuses compétences chez les élèves. Voici quelques exemples d'apprentissages réalisés dans le cadre de projets de robotique scolaire.

La pensée computationnelle est définie comme un processus cognitif de résolution de problèmes ainsi que la capacité de penser (1) en abstraction, (2) en termes de décomposition, (3) de manière algorithmique, (4) en terme d'évaluation et de généralisations (Selby et al., 2010). En plus de la définition, les éléments suivants sont actuellement répertoriés comme faisant partie des apprentissages phares de la pensée computationnelle :

- *Abstractions and pattern generalizations (including models and simulations)*

- *Systematic processing of information*
- *Symbol systems and representations*
- *Algorithmic notions of flow of control*
- *Structured problem decomposition (modularizing)*
- *Iterative, recursive, and parallel thinking*
- *Conditional logic*
- *Efficiency and performance constraints*
- *Debugging and systematic error detection*

(Grover et Pea, 2013, p. 39-40)

En lien avec ces apprentissages, la « Science informatique » est utilisée pour désigner la future discipline qui devrait faire son apparition dans le plan d'étude romand (CIIP, 2018). Bien que, lors de la rédaction de ce travail, les objectifs et compétences du futur plan d'étude ne soient pas encore fixés, les premières composantes de la science informatique sont esquissées. Il s'agirait de travailler sur trois champs qui sont : « algorithmique et programmation, information et données ainsi que machines, systèmes informatiques et réseaux » (Maradan, 2020, p. 13).

Il a été démontré que la robotique scolaire, effectuée sur une durée de 11 semaines à raison de deux heures par semaine, permettait de développer la pensée computationnelle des élèves. Ces apprentissages nécessitent cependant une certaine durée d'entraînement avant d'être acquis (Atmatzidou et Demetriadis, 2016).

Kandlhofer et Steinbauer (2016) ont montré que les activités de robotique avaient des effets significatifs sur les compétences en mathématiques et en investigation scientifique. Etant donné que leur étude met en avant les bienfaits de la robotique dans différentes disciplines, Kandlhofer et Steinbauer (2016) émettent l'hypothèse qu'il est judicieux de travailler de manière interdisciplinaire.

L'ingénierie est également un domaine qui peut être travaillé grâce à la robotique. Ce processus a été simplifié en trois phases pour observer les apprentissages des élèves dans chacune d'elles :

1. Recherche et prise de décision
2. Construction
3. Test, diagnostique et débogage

Les élèves développent grâce à la robotique tout autant de compétences dans chacune de ces étapes. Le niveau taxonomique (selon la taxonomie de Bloom revisitée) des activités qu'ils réalisaient variaient passablement selon les groupes. Les résultats montrent qu'à la fin de l'étude, tous les élèves observés atteignaient au moins le niveau de compréhension. Certains groupes accédaient même au niveau de création (Kaloti-Hallak et al., 2019).

La résolution de problèmes est également une compétence qui est régulièrement sollicitée lors de travaux en robotique (Barak et Zadok, 2009; Blanchard et al., 2010; Denis et Hubert, 2001; Kandlhofer et Steinbauer, 2016; Rubinacci et al., 2017; Shute et al., 2016). Il existe différents modèles décrivant les étapes de résolution d'un problème. Voici celui de Leclercq, utilisé par Denis et Hubert (2001) lors d'une étude sur la collaboration au sein d'un groupe d'élèves devant résoudre un problème en robotique scolaire :

1. Définition des besoins et identification du problème
2. Projet ou définition des objectifs
3. Planification
4. Action
5. Observation
6. Décisions de régulation

Cependant, les élèves ne développent pas nécessairement de manière accrue cette compétence grâce à un projet de robotique. Ils travaillent principalement par essais-erreurs, sans structure claire dans la manière de résoudre le problème. Ainsi, il n'est pas possible d'observer dans tous les cas le passage d'un groupe à travers les différentes étapes de résolution d'un problème. Lors de travaux de robotique, il a été observé que certains groupes d'élèves passaient à travers un processus de résolution de problème structuré uniquement lors du troisième ou quatrième projet de robotique (Barak et Zadok, 2009). Afin que les élèves utilisent ce processus, un enseignement constructiviste durant lequel les élèves ont un problème bien spécifique à résoudre est nécessaire. Barak et Zadok (2009) mettent toutefois en évidence qu'une intervention de l'enseignant visant à transmettre des connaissances scientifiques directement utilisables dans le cadre du projet des élèves est bénéfique. Cela n'irait pas à l'encontre d'un enseignement constructiviste de la démarche de résolution de problème en robotique.

L'augmentation de la motivation chez les élèves pratiquant une activité de robotique a été observée (Barak et Zadok, 2009; Soares et al., 2011), sans pour autant en identifier la source claire. D'après Petre et Price (2004), le principal facteur de motivation de la robotique serait le fait de toujours vouloir construire un meilleur robot. Les participants mettent en avant les possibilités quasiment infinies qu'offrent la programmation et la construction d'un robot ainsi que l'apparition constante de nouveaux objectifs et possibilités de modifications.

Les recherches sur l'éducation à la robotique portent souvent sur des élèves dès l'âge de six ans. Cependant, la robotique scolaire permet de travailler les fonctions exécutives chez les élèves de cinq et six ans lors de sessions courtes mais intenses. La mémoire de travail et l'inhibition sont les principales fonctions exécutives travaillées. En effet, les enfants doivent sélectionner puis anticiper l'action du robot et mettre à jour continuellement la programmation globale de celui-ci. Ce processus répété permet la mise en œuvre des fonctions exécutives susmentionnées (Di Lieto et al., 2017).

Les résultats de la recherche concernant les effets positifs de la robotique en classe ne sont pas unanimes. Grâce à une revue systématique de la littérature, Benitti (2012) rapporte que dans certains cas d'apprentissages en mathématiques, de résolution de problèmes ou de travaux en groupe, la robotique scolaire n'a pas permis de progression significative. De plus amples recherches sont nécessaires afin d'identifier les facteurs assurant des apprentissages significatifs lors de l'utilisation de robots dans le cadre scolaire (Benitti, 2012).

Jusqu'à maintenant, une grande majorité des travaux de robotique menés en classe a pour but de travailler des disciplines liées aux mathématiques et à la physique (Benitti, 2012). Il a toutefois été relevé que les projets de robotique durant lesquels les élèves travaillaient en groupe avaient des effets positifs sur leur savoir-être (Kandlhofer et Steinbauer, 2016; Rubinacci et al., 2017; Soares et al., 2011). Cet aspect-là des apprentissages effectués par les élèves est détaillé dans le chapitre « Les capacités transversales et la robotique ».

Pour conclure, nous pouvons observer que la robotique scolaire est utilisée à différents niveaux de formation et pour travailler des disciplines et compétences variées, bien qu'une prépondérance pour les disciplines scientifiques soit observable.

Cette discipline n'en n'est toutefois qu'à ses débuts dans beaucoup d'endroits et des études supplémentaires semblent nécessaires.

2.2 La pédagogie du projet

Le concept de robotique scolaire étant maintenant présenté, la pédagogie du projet, forme d'enseignement dans laquelle a été menée cette recherche, est maintenant abordée.

2.2.1 Origine et définition

Le concept de pédagogie du projet a émergé en 1900 grâce à Dewey (Knoll, 1997). Celui-ci décrit la « méthode du projet » comme une idée d'occupation constructive. Cette première définition est ensuite reprise par Kilpatrick (Knoll, 1997) qui va l'étayer en ajoutant que l'activité doit avoir été entreprise de manière volontaire par l'apprenant car, sans cela, il s'agirait uniquement d'une tâche donnée par une autre personne. Le rôle de l'enseignant doit également être précisé. Celui-ci doit veiller à ce que l'activité entreprise ait un caractère éducatif (Knoll, 1997).

Blumenfeld et al. (1991) définissent la pédagogie du projet comme tel :

Project-based learning is a comprehensive perspective focused on teaching by engaging students in investigation. Within this framework, students pursue solutions to nontrivial problems by asking and refining questions, debating ideas, making predictions, designing plans and/or experiments, collecting and analyzing data, drawing conclusions, communicating their ideas and findings to others, asking questions and creating artifacts. (p. 369)

De cette définition, émergent deux composantes essentielles de la pédagogie du projet : à savoir (1) une question directrice ou un problème qui vont organiser les activités des élèves et (2) la création d'un produit final comme but, pour résoudre le problème posé. Autant les élèves que l'enseignant peuvent être à l'origine de la question et des activités en découlant (Blumenfeld et al., 1991).

Une autre description plus exhaustive de la pédagogie du projet présente quant à elle cinq caractéristiques (Hmelo-Silver, 2004; Schmidt et al., 2009) : (a) l'utilisation d'un problème au départ du processus, (b) un apprentissage collaboratif en petits groupes, (c) un apprentissage centré sur l'étudiant, (d) un rôle de guidance pour l'enseignant et (e) un temps suffisant pour l'auto-éducation de l'élève.

Ainsi envisagé, l'enseignement par pédagogie du projet se distingue de l'enseignement classique en deux points essentiels : d'une part, en mettant les élèves en situation d'apprentissage, la pédagogie du projet va leur permettre de faire des liens entre les disciplines scolaires mais également entre l'école et le monde extérieur (Blumenfeld et al., 1991). D'autre part, les apprentissages réalisés grâce à une pédagogie du projet sont transférables dans un autre contexte (Maher et Yoo, 2017)

En plus des apprentissages travaillés durant le projet, il est régulièrement thématiqué que les élèves y développent leur autonomie, leur pensée critique, leur créativité ou encore leurs compétences de collaboration et de résolution de problèmes (Kaldi et al., 2011; Maher et Yoo, 2017). C'est également le développement de ces compétences qui motive les enseignants à utiliser la pédagogie du projet (Tamim et Grant, 2013). En effet, les enseignants estiment que l'authenticité que la PP apporte en classe permet de développer des compétences de vie aussi appelées *soft skills*, comme celles susmentionnées. Les représentations des enseignants concernant les compétences développées par la PP sont semblables à ce qui a été rapporté dans la littérature (Tamim et Grant, 2013).

Deux facteurs essentiels propres à la pédagogie du projet vont augmenter la motivation de l'élève (Tamim et Grant, 2013) : l'ancrage dans la réalité de la PP et la responsabilisation des élèves face à leurs décisions pour impacter leur projet.

Gu et al. (2015) ont cherché à savoir si une intervention avant une PP chez les élèves permettait d'obtenir une résolution de problème et un travail de groupe meilleurs. Leur recherche a comparé deux groupes : un groupe avait reçu des règles de discours à appliquer lors du travail et l'autre était formé de groupes de contrôle, n'ayant pas reçu d'intervention. Leur recherche a montré qu'une intervention a priori sur les échanges au sein du groupe était efficace sur la collaboration. Cependant, aucun résultat significatif n'indique d'effet positif sur les compétences de résolution de problème des élèves.

La grille de critères et règles de collaboration utilisée dans l'étude développée ci-dessus est à nouveau thématisée dans la partie méthodologique, étant donné qu'elle est employée pour analyser la collaboration des élèves dans cette présente recherche.

2.2.2 Etapes du projet

La pédagogie du projet peut être composée de trois étapes principales (Maher et Yoo, 2017) : (1) question/problème, (2) construction de savoirs, et (3) présentation de la production terminée.

La première étape consiste en la création d'une question ou d'un problème. Une question de qualité devrait pouvoir être posée dans le monde réel et externe à l'école et elle doit être suffisamment complexe pour qu'elle ne puisse pas être résolue avec une méthode donnée.

La deuxième étape de la pédagogie du projet est la construction de savoirs afin de résoudre le problème. Les élèves doivent à ce moment-là avoir la possibilité de tester leur production afin de l'améliorer et de la réviser en fonction de leurs observations. Durant cette phase, une évaluation par l'enseignant et les pairs est riche de sens. Elle fait partie intégrante du processus permettant au groupe de créer un produit final. Le retour donné par l'enseignant va également permettre de donner de la valeur au processus réalisé par les élèves et non uniquement à la production finale.

La troisième et dernière étape est composée de la présentation de la production finale des groupes aux pairs, à l'enseignant, voire à des personnes externes à la classe. Cette présentation doit mettre en évidence le processus et les étapes empruntés par les élèves. Il peut également s'agir d'une exposition des produits. Cette présentation va permettre de mettre en valeur le travail des élèves et augmenter ainsi leur motivation dans de futurs travaux de ce genre.

Ce modèle à trois étapes n'est pas unique. D'autres modèles comprenant plus d'étapes ont été développés et Wijnia et al. (2019) ont identifié deux modèles issus de la littérature et adaptés à l'école primaire et secondaire. Ceux-ci sont présentés dans la figure 1.

Figure 1

| | Barrow & Myers' model for secondary education | K-12 model by the Center for Problem-Based Learning |
|------------------------------|---|--|
| <i>Authors</i> | Barrows and Myers (1993) | Torp and Sage (1998, 2002) |
| <i>Institution of origin</i> | Southern Illinois University and Lanphier High School | Illinois Mathematics and Science Academy's Center for Problem-Based Learning |
| <i>Process description</i> | <p>Starting a new problem:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Set the problem2) Internalize the problem3) Describe the product or performance required4) Assign tasks (e.g., scribe)5) Reasoning through the problem (hypotheses, facts, learning issues, and action plan)6) Commitment to a possible outcome7) Learning issues8) Resource identification9) Schedule follow-up <p>Self-study period:</p> <ol style="list-style-type: none">10) Self-directed learning <p>Problem follow-up:</p> <ol style="list-style-type: none">11) Critique used resources12) Reassess the problem (hypotheses, facts, learning issues, and action plan) <p>Performance presentation after conclusion of the problem:</p> <ol style="list-style-type: none">13) Knowledge abstraction and summary14) Self-evaluation (and comments from the group) | <p>Teaching and learning events:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Prepare the learner (optional)2) Meet the problem3) Iterative cycle of activities:<ul style="list-style-type: none">• Identify what we know, what we need to know, and ideas• Define the problem statement• Gather and share information4) Generate possible solutions5) Determine the best fitting<ul style="list-style-type: none">1) solution6) Present the solution (assessment)7) Debrief the problem <p>Instructions and assessment should be embedded within the teaching and learning events</p> |

Figure 1 : tableau de présentation des pédagogies du Projet (Wijnia et al., 2019, p. 287)

2.2.3 Rôle de l'enseignant

L'enseignant joue un rôle primordial dans la mise en place et le bon déroulement d'une pédagogie du projet. Kokotsaki et al. (2016) ont identifié à partir de plusieurs recherches, les caractéristiques faisant la réussite d'une pédagogie du projet et sur l'enseignant a une forte influence.

- La gestion du temps allouée au projet est primordiale. L'enseignant doit ainsi veiller à ce que celui-ci soit pris en compte par les élèves.

- L'orientation des élèves au début du projet en leur permettant de bien réfléchir à ce qu'ils souhaitent faire avant d'agir. La bonne compréhension de la question est également primordiale à ce moment-là.
- La responsabilisation des élèves dans leur projet en les rendant attentifs à leurs prises de décisions.
- La création de groupes de qualité permettant la participation de tous les membres.
- La conservation de traces de l'évolution du travail au sein des groupes est également importante.
- Le travail avec des partenaires externes à la classe.
- L'utilisation efficace des ressources technologiques.
- L'évaluation des compétences développées et du projet grâce à différentes méthodes.

Une autre caractéristique favorisant la réussite d'une pédagogie du projet, est l'accompagnement adéquat des élèves par l'enseignant (Bell, 2010). Lors de premiers projets ou de projets dans des classes de bas degrés, la structuration des étapes et l'accompagnement des élèves doivent être soutenus. Cela va permettre un développement cognitif plus important des élèves. Après plusieurs projets ou dans des degrés scolaires supérieurs, l'accompagnement des élèves peut être réduit. Cela aura comme effet de renforcer l'autonomie et la confiance des élèves (Bell, 2010). L'équilibre entre autonomie et accompagnement des élèves n'est pas facile à trouver pour les enseignants (Blumenfeld et al., 1991). Les enseignants mettant en place la pédagogie prennent différents rôles dans l'accompagnement des élèves (Tamim et Grant, 2013, pp. 89-92):

- *Scaffolding* : les enseignants s'emploient à structurer le processus d'apprentissage ainsi que le projet des élèves. Cela passe par une explication et un rappel des objectifs. Les enseignants font office d'aide directe pour les élèves.
- *Managing team work* : en adoptant ce rôle, les enseignants s'emploient à encadrer les groupes rencontrant des conflits internes. Ces enseignants ne se concentrent pas uniquement sur les apprentissages cognitifs, mais aussi sur les compétences collaboratives des élèves afin que ceux-ci soient ensuite plus productifs dans leur travail.

- *Assessment and reflection* : la clarification des attentes et des items d'évaluation est, dans la majeure partie des cas, étudiée avant que les élèves débutent dans la pédagogie du projet. A la fin du projet, les enseignants entraînent leurs élèves dans une phase de réflexion sur le travail effectué. Cette réflexion permet aux enseignants d'évaluer plus de compétences qu'une simple grille de critères le permettrait.
- *Collaboration and integration* : beaucoup d'enseignants collaborent avec leurs collègues lors de la préparation de la pédagogie du projet. Cette collaboration permet d'amener d'autres idées et sujets au sein de l'activité qui est ensuite proposée aux élèves.

La complexité de la pédagogie du projet ainsi que la variété des domaines dans lesquelles elle est mise en place ne permettent pas d'identifier une manière idéale de la mettre en place. Il est nécessaire que les enseignants utilisant ce type de pédagogie réfléchissent aux compétences qu'ils souhaitent faire acquérir à leurs élèves (Wijnia et al., 2019). Comme nous l'avons vu dans ce chapitre, la collaboration est une des compétences travaillées grâce à la pédagogie du projet. Celle-ci sera détaillée dans le chapitre suivant.

2.3 La collaboration

Dans ce chapitre nous développerons quelques éléments de littérature concernant la collaboration, composante essentielle de cette recherche. En passant par la définition ainsi que les conditions et bénéfices de celles-ci, nous terminerons en présentant quelques obstacles à la collaboration.

2.3.1 Définition

Dans le cadre scolaire romand, la collaboration est basée sur trois axes que sont la prise en compte de l'autre, la connaissance de soi et l'action dans le groupe. Ces axes sont eux-mêmes composés de différentes compétences (CIIP, 2016a). L'acquisition de ces compétences a pour but final de développer l'esprit coopératif des élèves afin qu'ils soient capables de travailler en équipe et de réaliser des projets collectifs (CIIP, 2016a). Au sein de la classe, la collaboration est parfois perçue comme le fait de répartir les élèves par groupes afin de les faire travailler sur une tâche commune. Cependant, il a été démontré que le simple regroupement des élèves ne va pas

forcément engendrer de la collaboration (Blachford et al., 2007). Des conditions plus spécifiques semblent nécessaires.

Les définitions de la collaboration sont nombreuses et varient selon leur domaine d'utilisation. Bedwell et al. (2012) ont effectué une revue systématique de définitions de la collaboration dans différents domaines et sont arrivés à la définition suivante :

We define collaboration as an evolving process whereby two or more social entities actively and reciprocally engage in joint activities aimed at achieving at least one shared goal (p. 130).

La collaboration est ainsi formée de cinq composantes (Bedwell et al., 2012). Premièrement, il s'agit d'un processus en évolution. Par exemple, lorsque des ingénieurs travaillent ensemble pour créer une voiture, le processus de création de la voiture sera de la collaboration, mais pas la création de la voiture en soi.

Deuxièmement, la collaboration nécessite au minimum deux entités sociales qui vont interagir entre elles. On parle ici d'entités étant donné qu'il peut s'agir de personnes, comme d'organisations ou d'entreprises.

Troisièmement, la collaboration est réciproque. Les parties impliquées dans le processus collaboratif doivent toutes s'impliquer. Il n'est cependant pas nécessaire que les parties s'impliquent toutes de manière égale pour qu'il s'agisse de collaboration. Un contrôle d'une partie par une autre ou la délégation de travail à une autre partie n'entre pas dans la définition de la collaboration.

Quatrièmement, il est nécessaire de participer à des activités communes pour les différentes parties. Leurs efforts et leurs travaux peuvent toutefois être effectués de manière indépendante.

Finalement, la collaboration a comme objectif l'atteinte d'un but commun par les différentes entités engagées. Il s'agit là d'une composante essentielle de la collaboration, sans laquelle deux entités ne vont pas s'associer. Cette composante n'exclut pas pour autant l'existence d'objectifs opposés au sein d'une collaboration. Il est même très courant de rencontrer des différends sur la manière d'atteindre l'objectif du groupe ou d'avoir des objectifs contradictoires. Mais la présence d'au moins un objectif commun est indispensable.

Il est nécessaire de différencier collaboration de coopération. Ces deux approches sont souvent utilisées et définies de manière différente par de nombreux auteurs (Bedwell et al., 2012). Davidson et Major (2014) ont identifié les caractéristiques qui diffèrent d'une forme à l'autre de travail. Lors de tâches coopératives, les groupes sont créés par l'enseignant et les membres du groupe se voient attribuer un rôle spécifique. Ce n'est pas le cas dans les groupes collaboratifs qui se créent la majeure partie du temps librement et dont les membres n'ont pas de rôles définis. La fonction de l'enseignant diffère également entre les deux types de travaux en groupe. Au sein des groupes coopératifs, l'enseignant peut intervenir afin de réguler les interactions du groupe et d'assurer ainsi que des apprentissages ont été réalisés à la fin du processus de groupe. Au contraire, un enseignant ne va que peu intervenir au sein d'un groupe collaboratif. Il faut cependant noter que ces caractéristiques ne sont pas fixes et peuvent dans certains cas se retrouver dans l'autre approche (Davidson et Major, 2014).

2.3.2 Conditions et obstacles à la collaboration

En plus des apprentissages sociaux qui font partie du Plan d'Etude Romand, le travail collaboratif permet également un apprentissage plus efficace de certaines connaissances (Blachford et al., 2007).

Blachford et al. (2007) ont identifié trois facteurs importants pour la mise en place de travaux collaboratifs efficaces d'un point de vue des acquisitions cognitives et sociales chez les élèves. (1) De bonnes relations entre les élèves ainsi qu'entre les élèves et l'enseignant sont nécessaires. Il est également primordial de considérer (2) les facteurs d'organisation physique de la classe telles la taille ou la composition des groupes. Enfin, (3) le rôle de l'enseignant dans la mise en place et l'accompagnement du travail de groupe joue également un rôle dans le fonctionnement des travaux de groupes.

Après une recherche fondée sur ces trois facteurs, Blachford et al. (2007) sont arrivés à la conclusion que les travaux collaboratifs permettraient un meilleur apprentissage de différentes connaissances comme les mathématiques, la lecture ou encore les sciences. Les élèves seraient de manière générale durant le temps de classe plus actifs et atteindraient une forme de raisonnement plus élevée que lors d'un enseignement traditionnel.

La collaboration rencontre différents obstacles dans le milieu scolaire, autant chez les enseignants pour la mise en place de situations d'apprentissage de la collaboration que chez les étudiants. Quatre obstacles principaux ont été identifiés par Le et al. (2018).

Le premier est le manque de compétences de collaboration telles que l'acceptation de points de vue opposés, la communication ou encore le fait de donner et d'accepter de l'aide. L'absence de ces compétences de collaboration est un facteur majeur identifié par les élèves et les enseignants.

Un autre frein serait les personnes contribuant très peu au travail et à l'accomplissement de l'objectif commun du groupe. Ces personnes-là rendent la participation au sein du groupe très inégalitaire et créent ainsi des tensions. Tous les membres du groupe en sont affectés.

Le statut des membres du groupe en fonction de leurs compétences est également un facteur influençant la validité des idées proposées par certains. Les personnes ayant un haut statut de compétences verront leurs idées plus facilement acceptées au sein du groupe alors qu'eux-mêmes ont tendance à sous-estimer les compétences des membres du groupe ayant un statut plus bas.

Un autre facteur non négligeable est la présence de liens d'amitiés au sein du groupe. Ces liens vont certaines fois freiner l'avancement du travail car les échanges auront tendance à porter sur d'autres sujets que ceux inhérents à la tâche exigée. La gestion du temps et la planification en seront ainsi affectées.

Afin d'expliquer l'origine de ces obstacles, Le et al., (2018) ont ensuite identifié quels étaient les antécédents qui pouvaient expliquer les obstacles observés dans leur étude. Le premier est le fait qu'en utilisant la méthode d'apprentissage collaboratif, les enseignants avaient comme but de travailler des objectifs cognitifs et des objectifs de collaboration. Malgré cela, très peu d'entre eux ont noté l'objectif de collaboration dans la description du cours. Une majorité d'entre eux ont également affirmé valoriser l'objectif cognitif à l'objectif social pour la réussite de la tâche demandée.

En lien avec cela, les instructions données concernant la tâche ne mentionnaient pas explicitement la nécessité de collaborer pour réussir la tâche. Peu d'enseignants ont ainsi donné des aides concernant la collaboration à mettre en place au sein du groupe.

Finalement, l'unique évaluation du produit final et non de la seule collaboration durant le temps de travail, joue également un rôle important selon les étudiants et les enseignants. Ces derniers avouent cependant ne pas savoir comment observer et évaluer la collaboration.

2.4 Les capacités transversales et la robotique

La CIIP (2016b) a défini cinq capacités transversales comme faisant partie du plan d'étude romand : collaboration, communication, stratégies d'apprentissage, pensée créatrice et démarche réflexive. Ces capacités doivent permettre à l'élève de mieux se connaître et d'optimiser ses apprentissages. Dans le contexte scolaire romand, ces capacités ne sont pas enseignées pour elles-mêmes, ni évaluées. Elles sont travaillées à travers les disciplines enseignées.

Les capacités transversales du plan d'étude romand se retrouvent dans la littérature sous la définition plus large de *social* ou *soft skills*. Ces *soft skills*, en opposition aux *hard skills* qui regroupent les savoirs et savoir-faire nécessaires à l'accomplissement d'une tâche précise, rassemblent des compétences de communication, de travail de groupe, d'empathie, de motivation personnelle et de leadership (Caudron, 1999; Martin, 2018). Il n'y a cependant, à l'heure actuelle, pas de consensus sur une définition des *soft skills*, mais celles-ci sont de plus en plus valorisées dans le monde professionnel (Martin, 2018; OECD, 2017).

L'éducation à la robotique est un moyen parmi d'autres pour pratiquer les *soft skills* des élèves. Les attentes des élèves et des enseignants quant à l'entraînement des *soft skills* à travers un travail de groupe sur la robotique scolaire sont élevées (dans ce cas, les *soft skills* évaluées étaient *team work*, *problem understanding*, *problem solving*) (Rubinacci et al., 2017). Il est intéressant de relever que l'avis des élèves, récolté après la pratique de robotique scolaire, était légèrement inférieur à leurs attentes quant à leurs compétences de travail de groupe. Cependant, l'avis des enseignants, une fois l'activité terminée, était largement supérieur à leurs attentes pour ces mêmes compétences. En plus des compétences de travail en groupe ou encore celles de négociation, les élèves estiment avoir travaillé les disciplines *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Ces résultats sont confirmés par Kandlhofer et Steinbauer (2016) qui ont également observé un impact positif de la robotique sur les compétences sociales et les

compétences de travail de groupe des participants. Ces conclusions ont été obtenues grâce à la passation d'un questionnaire avant et après des activités de robotique pour le groupe expérimental et de séances d'informatique standard pour le groupe de contrôle. Le questionnaire était composé de 129 questions, réparties en trois chapitres : *technical skills*, *science related attitudes and interests*, *social- and soft-skills*. Le groupe expérimental a obtenu une moyenne globale plus haute que le groupe de contrôle. Trois sous-chapitres ont montré des résultats significativement meilleurs que ceux du groupe de contrôle. Il s'agit des mathématiques et de l'investigation scientifique, du travail de groupe ainsi que des compétences sociales. Il est important de noter que l'âge moyen des élèves était de 14,9 ans et que 85% des élèves au sein du groupe d'expérimentation suivaient le cours de robotique scolaire en vue d'une participation à un concours de robotique.

Malgré ces résultats encourageants, il est nécessaire de chercher à savoir si les spécificités de la robotique sont à l'origine du travail des « soft skills ». En effet, d'autres facteurs comme la forme de travail, l'enseignant, etc. pourraient en être la raison. (Rubinacci et al., 2017).

2.5 Question de recherche

A partir des apports théoriques et de l'état de la littérature traitant de la robotique et de la collaboration dans les pédagogies de projets, la question de recherche et la sous-question suivante sont posées :

Les activités de robotique scolaire sous forme de pédagogie du projet permettent-elles de solliciter les compétences de collaboration des élèves en classe primaire ?

- Les indicateurs comportementaux de la collaboration sont-ils autant visibles lors d'activités de robotique scolaire que lors d'activités créatrices et manuelles ?
- La qualité de la collaboration lors de travaux de robotique scolaire diffère-t-elle de celle observée lors de travaux d'activités créatrices et manuelles ?

À la suite des recherches et résultats présentés dans le chapitre précédent, les hypothèses suivantes sont proposées :

- La robotique scolaire permet de travailler des compétences de collaboration aussi bien qu'une autre discipline.
- La collaboration lors d'activités de robotique scolaire est similaire à celle observée lors d'activités d'ACM.

3. Méthodologie

Afin de tendre vers une réponse à la question de recherche concernant la robotique scolaire et les compétences de collaboration, une étude exploratoire a été menée dans une classe d'école primaire. Ce chapitre présente les participants à l'étude et explicite l'intervention menée ainsi que les variables mesurées.

3.1 Participants

Les séances et les observations ont été menées dans une classe de 5H de 22 élèves (9 filles et 13 garçons) du canton de Fribourg. Les élèves n'avaient jamais effectué de robotique scolaire auparavant. Ils étaient tous âgés de 8 à 10 ans, ce qui supposait, d'après le plan d'étude romand et la planification fribourgeoise des MITIC, qu'ils avaient déjà travaillé sur un ordinateur et connaissaient les bases de son fonctionnement (Direction de l'instruction publique, de la culture et du sport, 2018). Ces compétences-là ont été discutées et vérifiées auprès de l'enseignante titulaire, avant le choix définitif de la classe, car elles étaient en effet primordiales afin que les élèves ne soient pas freinés dans la programmation par un manque de connaissances informatiques générales. Afin de pouvoir pleinement utiliser les outils informatiques lors de travaux de robotique scolaire, les élèves devaient être capables de :

- brancher une clé USB ;
- ouvrir un logiciel indiqué par l'enseignant ;
- utiliser le pavé tactile, afin de sélectionner des éléments et les faire glisser.

Ces compétences ont notamment été vérifiées et retravaillées lors de la première séance introductive de robotique scolaire.

L'âge des élèves était adéquat pour entrer dans des activités de robotique scolaire et plus particulièrement de programmation. Dans les études sur la robotique, une grande partie du public cible est âgé de six ans ou plus (Denis et Hubert, 2001; Kandlhofer et Steinbauer, 2016; Rubinacci et al., 2017). De plus, afin de mener des activités de robotique, il était nécessaire d'avoir une salle de classe suffisamment grande pour que différents groupes d'élèves puissent travailler au sol avec les robots. Cette condition était également remplie.

3.1.1 Groupes

Dans leur recherche, Gu et al., (2015) ont fait travailler les élèves par groupes de 4 à 5 élèves. Étant donné que je me suis inspiré de leur outil d'observation, j'ai décidé de réaliser des groupes de taille similaire. Le nombre de groupes et leur taille sont restés constant entre les deux séances. La composition des groupes a été définie par l'enseignant, avec comme demande d'effectuer des groupes de niveaux hétérogènes et différents entre les séances de robotique et d'ACM. Ce choix est fondé sur la recherche de Blachford et al. (2007) mettant en avant les bienfaits des groupes de niveaux hétérogènes sur la progression des élèves en difficulté. En effet, les élèves en difficulté vont généralement davantage progresser au sein de groupes hétérogènes qu'homogènes. Ensuite, il était important à mes yeux que les deux séances soient le plus similaires possible dans la structure des séances ainsi que dans les interactions entre les membres d'un groupe. C'est pour cela que les groupes ont été modifiés d'une séance à l'autre. Les élèves étaient ainsi à chaque fois confrontés à de nouveaux camarades avec lesquels ils devaient installer une collaboration. Ils ne pouvaient pas entrer dans une même configuration de travail et répartition des tâches que la fois d'avant.

3.2 Intervention

Ce chapitre détaille les différentes interventions qui ont été menées en classe, de leurs définitions à leurs mises en œuvre.

3.2.1 Choix de la discipline

Le choix pour les activités créatrices et manuelles (ACM) comme discipline à laquelle comparer la collaboration lors de travaux robotiques est basé sur différentes justifications. (1) Il était nécessaire que les élèves aient de bonnes compétences dans la discipline choisie pour qu'ils puissent entrer facilement dans l'activité. Les ACM se prêtaient donc bien étant donné que les élèves suivent cette discipline dès la 1H. Un problème à résoudre a pu être créé, qui leur demandait des compétences de créativité relativement élevées, mais des compétences manuelles relativement basiques. (2) La pédagogie du projet était, pour une séance de cette durée, facilement implémentable, (3) la forme de travail était semblable à celle utilisée en robotique (élèves en petits groupes, au sol, travaillant avec des objets concrets) et (4) la séance pouvait être comparable dans sa structure, sa durée et sa conception.

3.2.2 Avant – Robotique

Une première séance de robotique s'est déroulée durant laquelle aucune récolte de données n'a été menée (voir annexes I, II et III). Ce choix est fondé sur plusieurs arguments.

Premièrement, les élèves n'ayant jamais effectué de robotique scolaire, il était primordial qu'ils puissent se familiariser avec les différents outils (Williams et al., 2007 cité dans Benitti, 2012). Le dispositif d'observation ainsi que les outils informatiques à utiliser lors de la séance de robotique étaient conséquents. Chaque groupe était en possession d'un robot Thymio® ainsi que d'un ordinateur permettant la programmation du robot via le logiciel Thymio VPL®. Des caméras étaient également disposées afin de filmer chaque groupe. Il était ainsi important de vérifier que tous ces outils fonctionnaient correctement. Cette première séance permet de vérifier que les données récoltées étaient utilisables par la suite, que ce soit au niveau de la qualité du son des vidéos et au niveau du questionnaire qui était donné aux élèves. La configuration de la classe lors des différentes phases de travail fut également vérifiée lors de cette première séance. En effet, il était important que les élèves aient une grande place à disposition lors de travaux de robotique, afin qu'ils puissent étaler le matériel (Lindh et Holgersson, 2007).

Pour cette recherche, les robots Thymio® ont été choisis. Ce choix est fondé sur différentes justifications. Je souhaitais spécifiquement observer la collaboration lorsque les élèves programmaient le robot et non lorsqu'ils le construisaient. L'utilisation d'un robot LEGO MINDSTORMS n'aurait ainsi pas été adéquate. De plus, l'interface de programmation du Thymio® est adaptée à l'âge des participants à cette étude (Centre de Compétences Fritic, s.d.; Mobsya, 2019).

Cette première séance fut très utile et concluante. Les élèves avaient acquis les compétences informatiques nécessaires pour travailler sous forme de pédagogie du projet par la suite. Le dispositif informatique utilisé a fonctionné sans problème et le positionnement des caméras était adéquat étant donné qu'il était possible d'entendre les élèves lorsqu'ils travaillaient en groupe. La disposition de la classe fut ainsi également validée. Cependant, quelques modifications ont été effectuées au niveau de l'outil d'observation vidéo et du questionnaire auto-rapporté (développement des modifications apportées dans le chapitre 3. Présentation des données ; Qualité

des outils d'observation). Le remplissage du questionnaire a aussi été expliqué à nouveau aux élèves à la suite de cette séance introductive.

3.2.3 Durant – Robotique et ACM

Afin d'observer la collaboration entre les élèves de la manière la plus fidèle et objective possible, les séances de robotique scolaire et d'ACM étaient construites de manière similaire sur différents aspects. Les deux séances :

- duraient chacune 100 minutes (pour des raisons d'accès au terrain) ;
- se sont déroulées durant la première moitié de deux matinées ;
- ont été construites selon le modèle de Torp and Sage (1998, 2002, cité dans Wijnia et al., 2019).

Ce modèle décrit les étapes d'une pédagogie de projet. Autant la séance de robotique que celle d'ACM ont été élaborées selon cette structure (voir annexes IV et VI pour le détail) :

1. **Ouverture.** L'ouverture était une rapide entrée en matière et une motivation des élèves pour la séance. Le thème a été introduit de manière ludique en montrant une vidéo en lien avec le problème que les élèves allaient devoir réaliser en robotique et en soumettant une devinette lors de la séance d'ACM.
2. **Consignes et explication du problème à résoudre.** On retrouvait dans cette phase-là la première étape de la pédagogie du projet (Maher et Yoo, 2017). Le problème était énoncé et explicité aux élèves. Le matériel à disposition était présenté, le temps accordé précisé et les groupes constitués. (Bell, 2010).
3. **Temps de question pour les élèves.** Ce temps-là était réservé aux élèves et à leurs éventuelles questions relatives au projet.
4. **Projet sous forme de travail de groupe – planification.** Durant les dix premières minutes attribuées à chaque groupe, les élèves n'étaient pas encore en possession du robot ou de l'œuf. Ils étaient encouragés, durant cette première partie de travail en groupe, à échanger leurs idées et planifier leur travail. Durant la séance de robotique, ils avaient un document les aidant à formuler ce qu'ils souhaitaient que le robot fasse. En ACM, ils avaient à disposition des feuilles et de quoi dessiner, afin de réaliser un schéma de la solution qu'ils souhaitaient construire. Mergendoller et Thomas (2001) ont mis

en avant que ce type d'étape permet ensuite aux élèves de travailler de manière plus efficace.

5. **Projet sous forme de travail de groupe – réalisation.** Durant cette phase, les élèves travaillaient en groupe afin de résoudre le problème posé. Comme le prévoient Maher et Yoo (2017), les élèves avaient l'occasion de tester leur produit et d'effectuer les réajustements nécessaires. Ils étaient entièrement autonomes dans les différentes étapes de leur projet et leurs différentes décisions. En tant qu'enseignant, je suis intervenu uniquement lorsque j'observais un problème informatique, lorsque les élèves me posaient des questions d'ordre technique et qu'ils n'avaient pas trouvé la réponse au sein de leur groupe ou encore lorsque les groupes avaient répondu au problème et que leur produit était fini.
6. **Présentation du projet.** Finalement, les élèves étaient réunis en plenum sous forme de cercle et les groupes présentaient leur projet un à un.

Afin de ne pas perturber et influencer les groupes dans leur travail, j'ai fixé quelques règles concernant mes interventions durant les parties 4. et 5. des deux séances. J'intervenais au sein du groupe :

- Lors d'un problème technique ou informatique que les élèves n'étaient pas capables de résoudre seuls.
- Lorsque le niveau sonore n'était pas respecté et pouvait déranger les autres groupes dans leur travail.

Ces règles s'appliquaient autant à moi qu'aux enseignantes titulaires de la classe, présentes durant les deux moments d'observation.

3.3 Variables mesurées

La collaboration n'est pas une compétence à proprement évaluée dans le cadre de l'école primaire en Suisse romande (CIIP, 2016b). Il n'existe donc pas d'outil standardisé d'évaluation des compétences de collaboration des élèves dans ce cadre-là. Afin d'observer la collaboration, la grille de dimensions de Gu et al. (2015) a été choisie (voir annexe VII).

Gu et al. (2015) ont développé cette grille lors d'une étude portant sur les compétences de résolution de problème par groupes. Les dimensions étaient notées sur une échelle

de quatre (très positif = 4, très négatif = 1) pour chacun des groupes. Tous les élèves d'un groupe recevaient le même score. Ils ont ainsi évalué différents aspects de la collaboration au sein de chaque groupe. Ces aspects tiennent en sept comportements témoignant de la collaboration :

1. Partager une information ou des connaissances avec les membres du groupe
Sharing information or knowledge with a group member
2. Demander l'avis de tous les membres du groupe
Asking everyone to express his/her viewpoint
3. Ecouter l'opinion de tous les membres du groupe
Listening to everyone's opinion
4. Donner un feedback concernant les idées proposées
Providing feedback on each other's ideas
5. Fournir des raisons et des preuves de ce qui est dit
Providing reasons and evidence for what we say
6. Travailler ensemble pour trouver une solution
Working together to determine the solution
7. Discuter et négocier les désaccords
Negotiating to deal with disagreements
8. Mettre en place la solution lorsque tous les membres du groupe sont d'accord
Implementing the solution when all members agree

L'intérêt de prendre une telle grille pour l'observation des capacités de collaboration tient au fait que l'étude réalisée par Gu et al. (2015) est similaire à celle-ci sur plusieurs points. Premièrement, les élèves doivent dans les deux cas effectuer une résolution de problème par groupe et cette grille permet d'observer la qualité de la collaboration. Deuxièmement, une des questions de recherche portait également sur le travail en groupe des élèves. Troisièmement, l'âge des participants à la recherche de Gu et al. (2015) et l'âge de ceux participant à ce travail était similaire. Finalement, les dimensions de la collaboration développées ont été utilisées par les observateurs pour noter la collaboration au sein des groupes ainsi que lors de questionnaires adressés aux élèves. Ce qui est aussi le cas dans ce travail.

En se basant sur cette échelle, deux outils d'observation ont été développés (voir annexe VIII pour l'outil (b)), afin de quantifier la durée et la fréquence d'apparition des comportements de collaboration et de définir la qualité de cette dernière de manière la

plus objective possible. (a) Des observations directes durant l'intervention ont été réalisées grâce à des enregistrements vidéo et (b) une évaluation auto rapportée par les élèves après l'intervention a été réalisée sous forme de questionnaire. Ces deux outils sont présentés dans les chapitres qui suivent.

3.3.1 Observation directe à l'aide d'enregistrements vidéo

Afin de permettre une observation fine, réitérée et validée par une co-construction de l'outil d'observation, le choix de la vidéo a semblé être la solution à privilégier. Les cinq caméras sur trépieds sont placées à environ un mètre de chaque groupe, afin d'obtenir un son permettant de comprendre les échanges des participants. Cinquante-cinq minutes de vidéo par séance ont été enregistrées. Les comportements témoignant de collaboration – selon les critères de Gu et al. (2015) – sont évalués pour un groupe tiré au hasard pour chacune des séances. L'analyse des vidéos se fait avec le logiciel ELAN (ELAN, 2019). Celui-ci permet le séquençage de vidéos selon différents critères. Les dimensions de la collaboration ont été entrées dans le logiciel ELAN et les vidéos ont été séquençées pour chacune des dimensions. Cela permet d'obtenir d'une part le temps total d'apparition de chacun des comportements et d'autre part leurs occurrences.

Afin d'assurer l'objectivité de mes observations et de vérifier l'opérationnalisation des dimensions, une grille de composantes pour chaque dimension a été soumise itérativement à des lectures externes (n=4). C'est ensuite sur la base de ces composantes que chacun de ces comportements a été observé et quantifié. A ces données systématiques ont été ajoutées des données auto-rapportées par les élèves concernés par l'intervention.

3.3.2 Questionnaire auto-rapporté

L'avis des élèves concernant la collaboration au sein de leur groupe paraît important afin de pouvoir comparer les perceptions aux observations systématiques réalisées sur la base des vidéos. Les élèves ont ainsi été invités à remplir un questionnaire sur leur travail en groupe directement après que les activités de robotique scolaire et d'ACM aient été terminées. La période de passation a été choisie afin d'obtenir des résultats les plus fidèles possibles et directement liés à ce que les élèves venaient de vivre.

Les huit questions étaient basées sur les critères de Gu et al. (2015) et les élèves devaient répondre aux items en donnant leur accord sur une échelle d'évaluation allant de 0 = Pas du tout à 3 = tout à fait. La formulation a été adaptée afin que des élèves de 5H puissent les comprendre aisément.

La compréhension des items a été vérifiée en amont avec les enseignantes titulaires de la classe et lors de la première séance de robotique, durant laquelle les élèves ont répondu au questionnaire sans que ces données soient utilisées. Cette première passation à blanc a permis l'ajustement de deux questions à la suite d'incompréhensions de la part des élèves. «5. Dans ton groupe, discutiez-vous des désaccords ? » est devenu « 5. Dans ton groupe, discutiez-vous lorsque vous n'étiez pas d'accord ? » et « 7. Dans ton groupe, justifiez-vous et expliquez-vous vos avis ? » est devenu « 7. Dans ton groupe, expliquez-vous vos avis ? ». Cette passation à blanc permit également d'observer que certains élèves ne répondaient pas correctement au questionnaire et ne faisaient qu'entourer les mots « Pas du tout » ou « Tout à fait » présents aux extrémités de l'échelle, sans utiliser les cases à cocher. Une clarification de l'utilisation de l'échelle de réponse fut ainsi nécessaire.

Ainsi, deux interventions comparables – l'une en robotique et l'autre en ACM – ont été construites sur le modèle de pédagogie de projet. Pour chacune d'entre elles, deux types de données – quantitative par observations et quantitative par questionnaires auto-rapportés – ont été récoltés pour documenter la collaboration entre élèves.

4. Présentation des résultats

Ce chapitre présente les résultats obtenus à la suite du développement et de l'utilisation des deux outils d'observation.

Qualité des données récoltées

La structure des deux séances a été respectée et le contenu des différentes parties également. Le temps prévu pour la partie de travail en groupe, durant laquelle les données étaient récoltées a lui varié quelque peu. Lors des deux séances (robotique et ACM), le temps prévu était de 55 minutes. Le temps effectif du travail en groupe en robotique a été de 50 et de 48 minutes en ACM. Les deux séances se sont déroulées de 8h00 à 9h40 et la durée d'arrivée des élèves en classe était difficile à prévoir. Le début des deux séances a ainsi été repoussé de quelques minutes les deux fois. Un deuxième facteur à prendre en compte est qu'en ACM, certains groupes ont terminé leur projet quelques minutes avant la fin du temps imparti et l'enregistrement a été stoppé à ce moment-là. Pour la robotique, la durée de la séquence vidéo analysée a été calquée à celle d'ACM (48 min), afin d'effectuer des observations sur une base similaire. La vidéo a été raccourcie à la fin : dans l'extrait retiré, aucun avancement dans la résolution du problème n'était observable.

Lors de la séance de robotique, les réponses au questionnaire auto-rapporté d'un élève n'ont pas pu être prises en considération pour l'analyse des résultats, car l'échelle de réponses n'a pas été utilisée correctement. Les données de son groupe ont toutefois été prises en compte pour l'analyse des résultats. En ACM également, un questionnaire n'a pas été pris en compte car une élève était absente. Les données récoltées par questionnaire sont donc basées, dans les deux situations, sur 21 élèves et non 22 comme prévu.

Durant les deux séances, il a été nécessaire d'intervenir certaines fois auprès des groupes, à partir de demandes de ceux-ci ou car cela s'avérait nécessaire après une courte observation. Une intervention particulière qui n'avait pas été anticipée a été de clarifier le problème à résoudre. Il a fallu clarifier la tâche auprès de chacun des groupes, en précisant qu'ils devaient programmer le robot sans avoir à le toucher une fois qu'il était lancé. Cependant, cette intervention sortant du cadre qui avait été fixé n'a pas eu une influence significative sur la collaboration au sein des groupes. Toutes les autres interventions effectuées faisaient partie des critères fixés dans le protocole.

De manière générale, la qualité de la mise en œuvre des interventions est estimée bonne.

Qualité des outils d'observation

Avant d'arriver à l'outil d'observation vidéo détaillé précédemment, une première version de l'outil de quantification et de qualification de la collaboration au sein des groupes avait été développé. Celui-ci consistait à noter sur une échelle de 0 à 4 chacun des critères de Gu et al. (2015) pour une vidéo de robotique scolaire et une d'ACM, les deux tirées au sort. Ces critères ont été traduits de l'anglais au français puis une mise en forme de chaque item associé à une échelle de Likert de 0 (comportement pas du tout visible) à 3 (comportement systématiquement visible) a été effectuée. Afin de tendre vers une objectivité des observations, cet outil a été testé. Une vidéo de robotique a été tirée au sort et analysée, codant chaque comportement pour le groupe d'élèves en entier. Ce codage a été soumis à un accord inter-juge bref, c'est-à-dire qu'une deuxième personne s'est également prêtée à l'exercice pour relever toutes les catégorisations de comportements qui prêtaient à confusion, qui manquaient d'objectivité ou qui laissaient une marge d'interprétation importante par manque d'opérationnalisation des comportements-cibles. À la suite de cette démarche inter-juge brève, la grille d'évaluation des comportements a été complétée par des indicateurs pour chacun des comportements (annexe VII). De plus, la méthode de récolte de donnée décrite dans le chapitre précédent a été utilisée.

4.1 Analyse des résultats

A l'aide des résultats récoltés lors des deux interventions, nous allons tenter de répondre aux questions de recherche. Pour rappel, il s'agissait (1) d'identifier si les activités de robotique scolaires sous forme de pédagogie du projet permettent de solliciter les compétences de collaboration des élèves et (2) d'identifier si ce type d'activité était particulièrement source de collaboration, en comparant celle-ci dans un autre contexte, les ACM.

En premier lieu, les résultats du questionnaire auto-rapporté sont détaillés. Suivent ensuite ceux de l'observation vidéo. Une comparaison est finalement faite entre les résultats de ces deux outils d'observation. Afin de bien comprendre les résultats, il est utile de se référer aux annexes VII et VIII, comprenant la grille de dimension ainsi que les questionnaires auto-rapportés.

4.1.1 Analyse des résultats du questionnaire auto-rapporté

Pour rappel, par un questionnaire auto-rapporté, les élèves devaient quantifier la collaboration au sein de leur groupe sur une échelle de 1 (pas du tout) à 4 (tout à fait) à l'aide de huit items. Ils répondaient au questionnaire à la fin de chacune des séances. Le tableau 1 contient la majeure partie des résultats issus des questionnaires auto-rapportés. Premièrement, nous nous intéresserons aux moyennes des questions dans chaque discipline. Deuxièmement, nous comparerons les résultats obtenus dans les deux disciplines, troisièmement, nous analyserons les écarts-types pour chaque question. Finalement, nous présenterons les moyennes selon la discipline et le sexe des participants.

Les moyennes obtenues pour les questions concernant la collaboration des élèves en robotique sont toutes situées entre 2 et 3 et l'écart entre la moyenne la plus basse et la plus haute parmi toutes les questions est de 0.3. La moyenne totale comprenant l'ensemble des questions est de 2.8. En ACM, les moyennes oscillent entre 3 et 4 avec un écart entre la moyenne la plus basse et la plus haute de 0.5. La moyenne totale est de 3.4.

En comparant les résultats des deux disciplines, nous observons que la collaboration lors de l'activité d'ACM obtient pour toutes les questions une moyenne supérieure à celle obtenue pour l'activité de robotique scolaire. Les écarts les plus importants (0.8) se retrouvent pour les questions « Donner feedback – Dans ton groupe, donniez-vous vos avis sur les idées qui étaient proposées ? » et « Solution si accord – Dans ton groupe, vous mettiez-vous tous d'accord avant d'agir ? ». Au contraire, le plus faible écart (0.2) se trouve à la question « Discuter désaccords – Dans ton groupe, discutiez-vous lorsque vous n'étiez pas d'accord ? ». Nous pouvons également relever que cette question « Discuter désaccords » obtient le score moyen le plus haut concernant la robotique scolaire (3) et au contraire le score le plus bas lors des activités d'ACM (3.2). Ces premiers résultats montrent que les élèves estiment avoir collaboré lors des deux activités, avec un score plus haut pour les ACM. Tous les moyennes au sein des disciplines sont très proches les unes des autres, ce qui montre une certaine unanimité au sein des résultats et une interdépendance de ceux-ci.

Tableau 1

Résultats du questionnaire auto-rapporté selon les groupes

| Dimension | Moyenne par groupe - robotique | | | | | Moyenne par dimension | Ecart type selon la dimension |
|---------------------|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|-------------------------------|
| | 1R | 2R | 3R | 4R | 5R | | |
| Partager info | 2.0 | 2.5 | 2.3 | 4.0 | 3.0 | 2.8 | 1.09 |
| Demander avis | 1.4 | 3.5 | 3.0 | 3.5 | 3.4 | 2.9 | 1.26 |
| Ecouter opinion | 1.4 | 2.8 | 2.3 | 3.5 | 3.8 | 2.8 | 1.26 |
| Donner feedback | 2.2 | 2.8 | 2.3 | 3.8 | 3.2 | 2.9 | 1.06 |
| Raisons et preuves | 2.4 | 2.8 | 2.0 | 3.3 | 3.6 | 2.9 | 1.01 |
| Travailler ensemble | 1.6 | 2.8 | 3.3 | 3.3 | 3.6 | 2.9 | 1.15 |
| Discuter désaccords | 2.0 | 3.8 | 2.3 | 3.5 | 3.6 | 3.0 | 1.16 |
| Solution si accord | 1.8 | 2.0 | 2.3 | 4.0 | 3.4 | 2.7 | 1.19 |
| Moyenne | 1.9 | 2.9 | 2.5 | 3.6 | 3.5 | 2.8 | 0.72 |

| Dimension | Moyenne par groupe - ACM | | | | | Moyenne par dimension | Ecart type selon la dimension |
|---------------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|-------------------------------|
| | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | | |
| Partager info | 3.8 | 2.6 | 3.3 | 3.8 | 4.0 | 3.4 | 0.93 |
| Demander avis | 3.5 | 2.6 | 3.8 | 3.3 | 4.0 | 3.4 | 0.97 |
| Ecouter opinion | 3.0 | 2.8 | 3.5 | 3.3 | 4.0 | 3.3 | 1.10 |
| Donner feedback | 4.0 | 3.0 | 3.8 | 4.0 | 4.0 | 3.7 | 0.64 |
| Raisons et preuves | 3.5 | 2.8 | 3.3 | 3.0 | 4.0 | 3.3 | 1.06 |
| Travailler ensemble | 3.5 | 3.0 | 3.5 | 2.8 | 4.0 | 3.3 | 0.97 |
| Discuter désaccords | 3.3 | 2.6 | 3.3 | 3.0 | 4.0 | 3.2 | 1.03 |
| Solution si accord | 3.0 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.0 | 3.5 | 0.98 |
| Moyenne | 3.4 | 2.8 | 3.5 | 3.4 | 4.0 | 3.4 | 0.43 |

Note : réponses allant de 1 à 4 pour les dimensions ; l'écart type (σ) entre les réponses des élèves a été calculé par dimension et à l'aide de la formule suivante : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)}}$

Pour chaque question, l'écart type des réponses en robotique et en ACM est représenté dans le tableau 1. Nous observons que les réponses des élèves sont plus dispersées en robotique qu'en ACM. Les élèves semblent ainsi être plus unanimes lors de la quantification de la collaboration en ACM qu'en robotique.

Finalement, le tableau 1 présente les résultats du questionnaire par groupe et par discipline. L'écart entre la moyenne la plus basse et la plus haute est de 1.6 en robotique scolaire et respectivement de 1.2 en ACM. Nous pouvons également relever qu'en robotique scolaire, deux groupes sur cinq ont une moyenne supérieure à 3 et qu'en ACM, quatre groupes sur cinq ont une moyenne supérieure à trois.

Tableau 2

Comparaison des moyennes des réponses au questionnaire auto-rapporté selon le sexe et la discipline.

| Discipline | Moyenne filles | Moyenne garçons |
|--------------------|-----------------------|------------------------|
| Robotique scolaire | 3 | 2.8 |
| ACM | 3.6 | 3.2 |

Note : réponses allant de 1 à 4

Le tableau 2 représente les moyennes des réponses selon la discipline et le sexe des participants. Comme nous pouvons le voir, lors des deux disciplines, la différence est de 0.2 de plus pour les filles.

Ces données récoltées par questionnaire auto-rapporté nous donnent une première réponse quant à la collaboration perçue par les élèves lors de deux disciplines. Les deux activités semblent avoir mis les élèves en collaboration, avec une prépondérance pour les ACM. En effet, les moyennes à chacune des questions et ainsi la moyenne globale est plus élevée dans cette discipline. Les élèves sont également plus en accord lors de leurs réponses en ACM qu'en robotique scolaire.

4.1.2 Analyse des résultats de l'observation vidéo

Pour rappel, des vidéos de chaque groupe ont été réalisées lors des séquences de robotique scolaire et d'ACM. Par la suite, une vidéo de robotique scolaire et une d'ACM ont été tirées au sort et observées à l'aide des comportements de Gu et al., (2015) (annexe VII), définies chacune par des critères. Il s'agit des groupes 1R pour la robotique scolaire et 2A pour les ACM. Dans un premier temps, les résultats des deux séances sont présentés de manière individuelle. Par la suite, une comparaison entre les deux est effectuée.

Le tableau 3 présente entre autres les résultats de l'observation d'un groupe réalisant l'activité de robotique scolaire. La durée totale d'observation est 48 minutes. La dimension survenant le plus souvent est « Partager info – Partager une information ou des connaissances avec les membres du groupe » avec 122 occurrences. La durée

moyenne de celles-ci est de 3.70 secondes. La dimension « Demander avis – Demander l’avis de tous les membres du groupe » apparaît 10 fois et sa durée moyenne est de 1,68 s. Il est intéressant de relever que la dimension « Ecouter opinion – Ecouter l’opinion de tous les membres du groupe » (pouvant être cotée durant les dimensions « Partager info » et « Demander avis »), apparaît 21 fois sur les 132 fois potentielles durant lesquelles cette dimension aurait pu apparaître. Une observation similaire peut être effectuée pour la dimension « Raisons et preuves – Fournir des raisons et des preuves de ce qui est dit » qui pouvait être cotée après « Partager info » ou « Donner feedback ». Celle-ci apparaît à 11 occurrences sur 155 occurrences potentielles.

Comme le montre le tableau 3 la dimension « Solution si accord – Mettre en place la solution lorsque tous les membres du groupe sont d’accord » n’a pas du tout été observée au sein de ce groupe.

Le temps de travail en commun pour résoudre le problème, quantifié par « Travailler ensemble – Travailler ensemble pour trouver une solution » est au total de 590.04 s, sur une durée totale du travail en groupe de 2940 s. Les élèves ont ainsi travaillé 20% du temps total en étant physiquement en groupe.

Tableau 3

Présentation du séquençage d'une vidéo de robotique (1R) scolaire puis d'ACM (2A) selon les différentes dimensions.

Robotique scolaire – Groupe 1R

| Dimension | Occurrences | Durée minimale | Durée maximale | Durée Moyenne | Durée totale | Pourcent de la durée totale |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| Partager info | 122 | 0.70 | 20.50 | 3.70 | 451.50 | 15% |
| Demander avis | 10 | 0.60 | 6.40 | 2.20 | 22.40 | 1% |
| Ecouter opinion | 21 | 1.50 | 42.20 | 7.10 | 148.80 | 5% |
| Donner feedback | 33 | 1.00 | 15.60 | 3.70 | 121.60 | 4% |
| Raisons et preuves | 11 | 1.10 | 5.90 | 3.20 | 35.10 | 1% |
| Travailler ensemble | 6 | 10.20 | 239.50 | 98.30 | 590.04 | 20% |
| Discuter désaccords | 17 | 2.60 | 21.00 | 9.10 | 154.80 | 5% |
| Solution si accord | - | - | - | - | - | - |

ACM – Groupe 2A

| Dimension | Occurrences | Durée minimale | Durée maximale | Durée Moyenne | Durée totale | Pourcent de la durée totale |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|---------------|----------------|-----------------------------|
| Partager info | 95 | 0.80 | 23.50 | 3.20 | 299.80 | 10% |
| Demander avis | 21 | 0.90 | 5.80 | 2.00 | 42.60 | 1% |
| Ecouter opinion | 57 | 0.00 | 23.50 | 3.20 | 183.40 | 6% |
| Donner feedback | 26 | 1.30 | 6.70 | 3.30 | 85.40 | 3% |
| Raisons et preuves | 2 | 3.30 | 4.50 | 3.90 | 7.80 | 0% |
| Travailler ensemble | 10 | 29.80 | 1401.80 | 243.90 | 2438.60 | 83% |
| Discuter désaccords | 3 | 5.30 | 9.00 | 7.60 | 22.70 | 1% |
| Solution si accord | 1 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 0% |

Note : l'unité du temps est la seconde ; temps total d'annotation : 2940s (48 minutes) ; il était possible de coter plusieurs dimensions à la fois, comme aucune dimension. La somme des durées en pourcentage n'est ainsi pas nécessairement égale à 100%.

Le tableau 3 ci-dessus présente les résultats de l'observation d'un groupe réalisant l'activité d'ACM. La dimension apparaissant le plus souvent est « Partager info » avec 95 occurrences ayant une durée moyenne de 3.1 s. La dimension « Demander avis » survient, elle, 21 fois avec une durée moyenne de 1.61 s. Le nombre total

d'occurrences de « Partager info » et « Ecouter opinion » est ainsi de 116. Sur ces 116 occurrences, 57 d'entre elles ont été écoutées par le groupe en entier comme nous le montre la dimension « Ecouter opinion ». La dimension « Raison et preuves » a été observée 2 fois durant toute l'activité d'ACM.

La dimension « Travailler ensemble » nous indique que les élèves ont travaillé en étant physiquement ensemble durant 2439 s, ce qui équivaut à 85% du temps total de l'activité.

Tableau 4

Comparaison entre les résultats de robotique scolaire et d'ACM.

| Dimension | Occurrences | | Durée moyenne | | Pourcentage de la durée totale | |
|---------------------|-------------|-----|---------------|-------|--------------------------------|-----|
| | Robotique | ACM | Robotique | ACM | Robotique | ACM |
| Partager info | 122 | 95 | 3.7 | 3.2 | 15% | 10% |
| Demander avis | 10 | 21 | 2.2 | 2.0 | 1% | 1% |
| Ecouter opinion | 21 | 57 | 7.1 | 3.2 | 5% | 6% |
| Donner feedback | 33 | 26 | 3.7 | 3.3 | 4% | 3% |
| Raisons et preuves | 11 | 2 | 3.2 | 3.9 | 1% | 0% |
| Travailler ensemble | 6 | 10 | 98.3 | 243.9 | 20% | 83% |
| Discuter désaccords | 17 | 3 | 9.1 | 7.6 | 5% | 1% |
| Solution si accord | - | 1 | - | 8.0 | - | 0% |

Note : l'unité du temps est la seconde ; temps total d'annotation : 48 minutes 2940s (48 minutes) ; il était possible de coter plusieurs dimensions à la fois, comme aucune dimension. La somme des durées en pourcentage n'est ainsi pas nécessairement égale à 100%.

La comparaison des résultats des deux séances présentées dans le tableau 4 permet de relever différents points intéressants.

La dimension « Partager info » apparaît sur une plus longue durée lors de l'activité de robotique que lors des ACM (452 s contre 300 s). La durée moyenne de cette dimension est très proche dans les deux cas (3.70 s en robotique et 3.16 s en ACM). Nous pouvons également observer que les élèves ont posé plus de questions (Demander avis) et étaient plus à l'écoute de l'ensemble du groupe (Ecouter opinion) lors des ACM. A contrario, les élèves ont plus négocié leurs désaccords (Discuter désaccords) lors des activités de robotique que d'ACM. Il est cependant important de

relever que les désaccords non discutés et le nombre total de désaccords qui sont survenus n'ont pas été sujets à observation.

Le temps observé pour la dimension « Travailler ensemble » est très différent d'une activité à l'autre. Les élèves ont beaucoup plus travaillé ensemble lors des ACM que lors de la robotique (85% contre 20% du temps total). Pour les autres dimensions, la durée moyenne et le nombre d'occurrences de chacune d'entre elles ne varient pas de façon notable entre les deux types d'activités. Les occurrences d'apparition sont comme détaillées précédemment, plus intéressantes.

Ces résultats sont très ambivalents. Nous pouvons observer des échanges beaucoup plus nombreux (Demander information) mais moins écoutés (Ecouter opinion) lors de la robotique scolaire que lors des ACM, où l'inverse s'est produit. Les justifications exprimées par les élèves ont également été plus importantes lors de la séance de robotique (11 occurrences contre 2).

4.1.3 Comparaison des résultats du questionnaire auto-rapporté et des observations vidéo

Dans le tableau 3, il est intéressant de relever que le groupe ayant été observé par vidéo en robotique (1R) obtient, par rapport aux autres groupes, une moyenne plus basse à la majeure partie des questions. C'est également le cas du groupe 2A, observé lors des ACM. La moyenne du groupe 2A reste cependant plus élevée de 0.9 point que celle du groupe 1R. La quantité d'échanges d'informations (Partager info) observée grâce à l'analyse vidéo, ne concorde pas avec l'avis des élèves à propos de leurs échanges d'informations. En effet, le groupe 1R a échangé des informations ou fait des injonctions à 122 reprises et a noté sa collaboration à 2 sur 4. Le groupe 2A a lui échangé des informations ou fait des injonctions à 95 reprises et a noté sa collaboration à 2.6 sur 4 (voir tableaux 1 et 4). Au contraire, la question 6 du questionnaire et la dimension « Travailler ensemble » de l'observation vidéo semblent corrélées.

Comme le montrent les différents tableaux liés au questionnaire auto-rapporté, la qualité de la collaboration semble être plus élevée lors des ACM que de la robotique scolaire. Les résultats issus de l'observation vidéo sont eux plus ambivalents mais tendent quand même à indiquer plus de comportements collaboratifs lors des séances d'ACM.

Ainsi, les faits saillants qui émergent de cette collecte de données sont :

- La robotique semble inviter à un travail plus individualiste, jonché de brèves interactions entre les élèves.
- Les ACM semblent mener les élèves à un travail lors duquel ils agissent en étant souvent physiquement proches les uns des autres. Sur la durée totale du travail, ils ont passé significativement plus de temps à travailler physiquement en groupe.
- Les élèves estiment avoir mieux collaboré lors des ACM que lors de la robotique scolaire.
- Une discrédance importante apparaît entre les données auto-rapportées et les données issues de l'observation en ce qui concerne l'échange d'informations entre les élèves. Ceux-ci estiment avoir plus échangé lors des ACM qu'en robotique scolaire. Les résultats de l'observation vidéo indiquent le contraire.
- Les élèves ont été plus à l'écoute des membres de leur groupe et leur ont posé plus de questions lors des ACM.

5. Interprétation et discussion des résultats

Dans ce chapitre, nous mettrons les résultats obtenus lors de cette recherche en regard avec des éléments de littérature. Nous nous emploierons ainsi à interpréter les résultats obtenus.

5.1 Questionnaire auto-rapporté

La robotique scolaire a un impact positif sur les *soft skills* des élèves (Kandlhofer et Steinbauer, 2016). Ces résultats, obtenus en comparant un groupe test réalisant de la robotique scolaire à un groupe de contrôle réalisant de l'informatique, concordent en partie avec ceux obtenus dans cette recherche. En effet, les élèves estiment avoir collaboré lors du travail de robotique en pédagogie du projet, mais pas autant que lors de l'activité d'ACM (moyenne de 2.8/4 contre 3.4/4). Ces résultats sont étayés par l'écart-type calculé pour les réponses de chacune des disciplines. Les élèves sont plus en accord entre eux lors de leurs réponses en ACM que lors de celles de la robotique scolaire (tableau 1). Nous pouvons donc supposer que certains élèves qui ont été actifs de manière individuelle durant l'activité de robotique (par exemple, utiliser l'ordinateur durant une longue période, déplacer le Thymio[®]), estiment avoir collaboré. De même, d'autres élèves qui n'ont été que peu actifs, estiment ne pas avoir collaboré.

Les amitiés présentes entre les membres d'un groupe de travail vont fortement influencer la collaboration, tout comme le statut des élèves. Les élèves ayant un haut statut en lien avec leurs compétences, vont fortement influencer les décisions qui sont prises au sein du groupe (Le et al., 2018). A partir de ces résultats, il est possible d'interpréter les différences observables entre les groupes lors de cette recherche. En effet, pour la même tâche, certains groupes estiment avoir très bien collaboré alors que d'autres beaucoup moins bien. En robotique scolaire, la différence entre le groupe ayant obtenu la moyenne la plus basse et le groupe ayant obtenu la plus haute est de 1.6 (1.9/4 contre 3.5/4). En ACM, l'écart est légèrement plus faible (1.2). Cette différence peut également être attribuée à d'autres facteurs comme la réussite de la tâche. Néanmoins, il est fort probable que la composition des groupes ainsi que les amitiés présentes ou non au sein des groupes ont influencé la collaboration.

5.2 Observation vidéo

Il est difficile d'interpréter les résultats obtenus grâce à l'observation vidéo et tendre à des formes claires de collaboration lors de l'une ou l'autre des situations en pédagogie du projet. Néanmoins, nous allons faire ressortir quelques comportements distincts d'une discipline à l'autre et tenter une interprétation.

Bien que la dimension 1 « Partager une information ou des connaissances avec les membres du groupe » apparaisse plus souvent lors de la robotique scolaire que celle des ACM, les dimensions « Ecouter opinion », « Donne feedback », « Travailler ensemble » et « Solution si accord » sont plus présentes lors des ACM. Elles le sont autant en nombre qu'en temps total (tableau 3). Cela nous montre que les élèves ont plus souvent demandé l'avis des autres membres du groupe, ils ont été plus à l'écoute, ils ont plus travaillé ensemble et se sont mis d'accord avant de mettre en place une solution. Cela laisse penser que les élèves ont plus collaboré lors de l'activité d'ACM. Un élément important venant appuyer cela, est la durée de la dimension 6 qui représente le temps que les élèves ont passé à travailler physiquement ensemble. Celle-ci est nettement plus importante lors des ACM (85% contre 20% du temps total en robotique). En prenant en compte ces différents éléments, nous pouvons donc estimer que d'après l'observation vidéo et dans le cadre expérimental posé, les élèves ont plus et mieux collaboré lors de l'activité d'ACM que celle de robotique scolaire.

En comparant les résultats obtenus aux conclusions de Kandlhofer et Steinbauer, (2016) et de Rubinacci et al. (2017), nous pouvons observer que ceux-ci concordent. La collaboration est travaillée durant les travaux de robotique scolaire, les participants à cette recherche le relèvent et les observations vidéo confortent en partie ces résultats, ou du moins celles-ci ne vont pas à l'encontre de cette interprétation. Néanmoins le manque de recherches dévouées spécifiquement aux compétences collaboratives et à la robotique rendent difficile une comparaison approfondie des résultats entre cette recherche et la littérature.

5.3 Interprétation globale des résultats

Les résultats obtenus par les deux outils d'observation tendent à indiquer que les comportements témoignant de la collaboration étaient plus visibles lors de l'activité en pédagogie du projet en ACM. Nous allons donner quelques pistes d'interprétation de cette différence.

Le cadre de travail comprenant son organisation physique et la composition des groupes joue un rôle très important sur la collaboration (Blachford et al., 2007). Bien que les deux séances aient été réfléchies afin de minimiser les différences entre les deux disciplines, ces dernières diffèrent sur un point important : le matériel à disposition. En effet, pour un groupe de cinq, lors de la séance de robotique scolaire, les élèves disposaient d'un ordinateur et d'un robot Thymio®. Il y avait ainsi deux objets qu'ils pouvaient manier et utiliser. Sur les vidéos analysées, nous pouvons voir que dans certains cas, deux élèves sont à l'ordinateur et programment, pendant qu'un autre s'occupe d'appuyer sur les boutons du Thymio® lorsque cela était nécessaire. A d'autres moments, il n'y a plus que deux élèves qui sont directement en contact avec le matériel, l'un code à l'ordinateur et l'autre s'occupe du Thymio®. Ce cadre de travail comprenant le nombre d'élèves par groupe et le matériel à disposition, ne semble pas permettre la prise d'un rôle par chacun des élèves durant toute la durée de la séance. Il semble qu'à plusieurs moments, certains élèves sont contraints de rester inactifs. Au contraire, le cadre de travail des activités créatrices et manuelles comprenait lui, beaucoup plus de matériel et d'outils à disposition (carton, ficelle, Scotch, colle blanche, ciseaux, ballons, œuf, pailles, etc.). Nous avons pu observer, lors de l'analyse vidéo, que les élèves travaillaient de manière simultanée en maniant seul ou à deux certains matériaux. Un autre facteur important présenté par Blachford et al. (2007) comme ayant une influence sur la collaboration, est le nombre d'élèves par groupe. Un nombre d'élèves plus bas lors de chacune des activités aurait peut-être donné d'autres résultats, mais la collaboration aurait, lors d'un travail en très petit groupe, une autre signification et devrait être redéfinie.

5.4 Forces de la recherche

Cette recherche exploratoire a été menée dans un domaine encore en développement dans le cadre scolaire romand (CIIP, 2018). Elle permet de mettre en lumière certains comportements des élèves et leur manière de travailler ensemble dans le cadre proposé par cette étude. La forme de pédagogie du projet proposée par Torp et Sage (1998, 2002 cité dans Wijnia et al., 2019) a été mise en œuvre lors de l'intervention. De plus, le rôle de l'enseignant comme le prévoient Davidson et Major (2014) dans le cadre de travaux collaboratifs par les élèves a également été respecté. Celui-ci s'est employé à clarifier le problème à la base de la pédagogie du projet, à mettre à disposition le matériel ainsi qu'à aider les groupes rencontrant des problèmes

techniques n'étant pas de leur ressort. Il est ainsi resté en dehors des interactions entre les élèves d'un même groupe.

5.5 Limites de la recherche

Malgré les pistes et hypothèses obtenues grâce à cette étude, il n'est pas possible de généraliser les résultats obtenus. En effet, ils s'appliquent uniquement à la classe qui a participé à l'étude. Comme le propose Benitti (2012), des travaux avec un nombre plus important de participants, étudiant les différentes variables de la robotique doivent être menés pour obtenir des résultats généralisables. De plus, cette étude montre également que les caractéristiques de la robotique ne sont pas les seules à influencer le travail en groupe des élèves. Là aussi, et comme le propose Rubinacci et al. (2017), des études portant sur les variables externes à cette discipline doivent être menées.

Les outils d'observation comportaient certaines limites. Premièrement, les réponses du questionnaire auto-rapporté peuvent être biaisées par la définition de la collaboration qui est différente pour chacun d'entre nous et qui n'a pas fait l'œuvre d'une vérification approfondie auprès des élèves. La compréhension des questions par les élèves a été vérifiée. D'autre part, les réponses peuvent également être influencées par une certaine forme de conformité sociale. Nous pouvons supposer que certains d'entre eux ont répondu de manière plus positive qu'ils ne le pensaient vraiment. Toutefois, ce biais apparaît certainement dans les deux situations (robotique et ACM) et disparaît dans la comparaison des résultats. La grille de dimensions utilisée pour cette étude ne permettait pas d'observer certains comportements qui auraient aidé à une compréhension plus précise encore de la collaboration au sein des groupes. Nous pouvons citer ici la dimension « Discuter et négocier les désaccords », qui a effectivement permis d'observer la discussion des désaccords au sein des groupes. Mais cette dimension aurait gagné en validité si elle avait été complétée par une dimension dénombrant les désaccords étant apparus dans les groupes. Finalement, le choix aléatoire des vidéos analysées limite également le spectre d'application des résultats. Nous pouvons supposer à l'aide des résultats du questionnaire auto-rapporté, que l'analyse vidéo de tous les groupes complèterait cette présente recherche.

5.6 Prolongement de la recherche

Cette recherche exploratoire a permis de montrer que dans le contexte observé, la collaboration était légèrement plus présente lors des activités d'ACM que lors de la robotique scolaire. Ces résultats s'appliquent pour la classe de 5H de 22 élèves ayant participé à cette recherche. Lors d'une reproduction de ce travail, différents éléments pourraient être modifiés.

Premièrement, le nombre de groupes observés devrait être augmenté. Il serait judicieux de mener une telle recherche dans plusieurs classes différentes et en variant l'âge des élèves. Dans une perspective similaire, une recherche s'intéressant au nombre de participants adéquat pour un travail sous forme de pédagogie du projet en robotique scolaire pourrait s'avérer pertinent. Deuxièmement, il pourrait être avisé de mener une étude sociologique auprès des élèves, afin de connaître les relations préexistantes entre les membres d'un même groupe, la collaboration étant également influencée par les relations entre les parties collaborantes. Troisièmement, la recherche devrait être plus longue. Cela permettrait d'observer les élèves travaillant en pédagogie du projet et en groupe lors de différentes disciplines, en plus d'une observation de longue durée d'un travail de robotique scolaire. Dans cette même perspective, une étude sur la collaboration entre les élèves lors de la construction d'un robot puis lors de sa programmation pourrait également être digne d'intérêt. Quatrièmement, il serait intéressant de varier les modèles de pédagogie du projet utilisés pour les travaux de groupe. Cela permettrait d'identifier s'il y a un modèle qui est plus recommandable pour les travaux de robotique scolaire avec des élèves du degré primaire. Finalement, une grille d'observation ayant passé un accord inter-juge devrait être utilisée, toujours afin de rendre les résultats obtenus plus fiables.

6. Conclusion

La robotique scolaire fait partie des nouveautés apportées par l'arrivée des nouvelles technologies dans les classes primaires de Suisse romande. Encore à ses débuts au moment de cette recherche, la robotique permet aux élèves de programmer de manière informatique un petit robot qui va par la suite interagir avec son environnement, selon la programmation réalisée par les élèves. Outre cette programmation, une phase de construction du robot est également possible. En plus de la maîtrise des nouvelles technologies par les élèves, les *soft skills* comme la collaboration sont également perçues comme importantes dans le monde professionnel et font partie des apprentissages que doivent faire les élèves (CIIP, 2016b; Martin, 2018; OECD, 2017). Cette recherche exploratoire a débuté par la clarification de ces deux thématiques ainsi que la pédagogie du projet à l'aide de la littérature.

C'est sur la base de la pédagogie du projet et sur la question de recherche « Les activités de robotique scolaire, sous forme de pédagogie du projet permettent-elles de solliciter les compétences de collaboration des élèves en classe primaire ? » que la méthodologie de recherche a été développée. Une classe de 22 élèves de 5H a été sélectionnée pour suivre trois séances. La première a permis de familiariser les élèves avec la robotique scolaire afin qu'ils en acquièrent les bases pour pouvoir entrer dans un travail sous forme de pédagogie du projet. Lors de la deuxième séance, les élèves ont travaillé la robotique scolaire en pédagogie du projet. Finalement, la troisième séance était consacrée à des activités créatrices et manuelles, également en pédagogie du projet. La collaboration au sein des groupes d'élèves a été observée lors de la deuxième et de la troisième séance. Les données ont été récoltées d'une part à l'aide d'un questionnaire auto-rapporté et d'autre part à l'aide d'observations vidéo de deux groupes, l'un lors de la robotique scolaire et l'autre lors des ACM. Ces deux outils d'observation ont été développés à partir de la grille de critères de Gu et al. (2015).

Les résultats obtenus par cette recherche montrent une collaboration légèrement plus visible lors des activités créatrices et manuelles. C'est en tous cas ce qui ressort du questionnaire auto-rapporté. L'analyse vidéo, présente des résultats plus ambivalents. Les résultats du questionnaire auto-rapporté indiquent un meilleur échange

d'informations lors des ACM, alors que l'analyse des vidéos fait ressortir un nombre plus important d'échanges lors de la robotique scolaire. Lors des activités créatrices et manuelles, les élèves ont travaillé beaucoup plus longtemps en étant physiquement proches les uns des autres. Ils ont également été plus à l'écoute et ont posé plus de questions au sein du groupe lors de cette discipline. A contrario, ils ont travaillé de manière plus individuelle lors de la séance de robotique scolaire, tout en échangeant plus itérativement qu'en ACM.

Cette recherche comporte quelques limites. En effet, les résultats obtenus sont applicables dans le contexte même de l'observation. Une observation de tous les groupes de la classe lors des deux disciplines aurait complété les résultats obtenus. La grille d'observation utilisée dans cette recherche mériterait d'être complétée afin de rendre une vue encore plus complète de la collaboration. De plus, elle mériterait encore d'être éprouvée par un accord inter-juge.

Cette recherche a permis d'éclaircir une discipline scolaire encore à ses débuts. La robotique scolaire permet certainement de travailler de nombreuses compétences propres à sa branche, mais également des compétences autres que cognitives et cela de manière interdisciplinaire. Il semble que plusieurs facteurs influencent l'acquisition des compétences espérées par cette discipline. La forme de travail et le matériel à disposition paraissent être des composantes ayant un rôle important. Ce sont du moins les éléments principaux qui ressortent de cette recherche.

Dans la continuité de cette recherche, il serait judicieux de s'intéresser aux caractéristiques de la robotique scolaire et d'étudier si celles-ci influencent la collaboration des élèves du primaire, comme le propose Rubinacci et al. (2017). Ou dans cette collaboration au contraire, des caractéristiques comme l'âge des participants, la taille des groupes ou le modèle de pédagogie du projet sélectionné jouent un rôle plus important. Des recherches comprenant plus de séances de robotique et un nombre de participants plus important seraient nécessaires. Cela permettrait de comparer les résultats obtenus avec ceux de la littérature existante.

7. Références

- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
<https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307. <https://doi.org/10.1007/s10798-007-9043-3>
- Bedwell, W. L., Wildman, J. L., Diaz Granados, D., Salazar, M., Kramer, W. S., & Salas, E. (2012). Collaboration at work: An integrative multilevel conceptualization. *Human Resource Management Review*, 22(2), 128-145.
<https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2011.11.007>
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43.
<https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Blachford, P., Kutnick, P., & Baines, E. (2007, avril). Pupil grouping for learning in classrooms: Results from the UK SPRinG Study. *International Perspectives on Effective Groupwork: Theory, Evidence and Implications* [symposium]. American Educational Research Annual Meeting, Chicago.
https://www.ioe-rdnetwork.com/uploads/2/1/6/3/21631832/blatchford_et_al_pupil_grouping_for_learning.pdf
- Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2851-2857.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.427>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3 & 4), 369-398.
- Caudron, S. (1999). *The Hard Case for Soft Skills*. 78(7), 60-66.
- Centre de Compétences Fritic. (s.d.). Cycle 2. ROBOTIC, Le site ressources de robotique.
<https://res.friportail.ch/robotic/fr/cycle-2>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin [CIIP]. (2016). *Description des Capacités transversales*. Plan d'études Romand.
<https://www.plandetudes.ch/web/guest/capacites-transversales1#coll>

- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin [CIIP]. (2016). *Présentation générale du Plan d'études romand*. Plan d'études Romand. <https://www.plandetudes.ch/web/guest/pg2-ct>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin [CIIP]. (2018). *Adoption d'un plan d'action et lancement des travaux de coopération en faveur de l'EDUCATION NUMERIQUE dans l'espace latin de la formation*. https://www.ciip.ch/files/2/CIIP_Decision_Plan-action-numerique_2018-11-22.pdf
- Davidson, N., & Major, C. H. (2014). Boundary Crossings : Cooperative Learning, Collaborative Learning, and Problem-Based Learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3 & 4), 7-55.
- Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior*, 17(5), 465–480. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(01\)00018-8](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(01)00018-8)
- Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz. (2016). *Lehrplan 21—Broschüre Medien und Informatik*. <https://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=b|10|0&la=yes>
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., Laschi, C., Pecini, C., Santerini, G., Sgandurra, G., & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children : A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- Direction de l'instruction publique, de la culture et du sport. (2018). *MITIC Cycles 1&2—Balises et outils de planification*. Portail Pédagogique Fribourgeois. <https://www.friportail.ch/fr/mitic/doc/2425>
- ELAN (Version 5.8) [Computer software]. (2019). Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics, The Language Archive. <https://archive.mpi.nl/tla/elan>
- Gesellschaft für Informatik. (s. d.). *Dagstuhl-Erklärung : Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. Gesellschaft für Informatik e.V. <https://dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12 : A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Gu, X., Chen, S., Zhu, W., & Lin, L. (2015). An intervention framework designed to develop the collaborative problem-solving skills of primary school students. *Educational Technology Research and Development*, 63(1), 143-159. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9365-2>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning : What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>

- Kaldi, S., Filippatou, D., & Govaris, C. (2011). Project-based learning in primary schools : Effects on pupils' learning and attitudes. *Education 3-13*, 39(1), 35-47. <https://doi.org/10.1080/03004270903179538>
- Kaloti-Hallak, F., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2019). The Effect of Robotics Activities on Learning the Engineering Design Process. *Informatics in Education*, 18(1), 105-129. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.05>
- Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.007>
- Knoll, M. (1997). The Project Method : Its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 59-80.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning : A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Le, H., Janssen, J., & Wubbels, T. (2018). Collaborative learning practices : Teacher and student perceived obstacles to effective student collaboration. *Cambridge Journal of Education*, 48(1), 103-122. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2016.1259389>
- LEGO®. (s. d.). *Codage pour les enfants*. LEGO. <https://www.lego.com/fr-ch/categories/coding-for-kids>
- Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, 49(4), 1097-1111. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.12.008>
- Maher, D., & Yoo, J. (2017). *Project-Based Learning in the Primary School Classroom*. 11(1), 77-87.
- Maradan, O. (2020). Le plan d'action de la CIIP en faveur de l'éducation numérique. *Bulletin CIIP*, 5, 8-10. <https://www.ciip.ch/La-CIIP/Portrait/Bulletins-CIIP/Bulletins-CIIP-des-2013>
- Martin, J. P. (2018). *Skills for the 21st century : Findings and policy lessons from the OECD survey of adult skills* (OECD Education Working Papers N° 166). <https://doi.org/10.1787/96e69229-en>
- Mergendoller, J. R., & Thomas, John W. (2001). Managing Project Based Learning : Principles from the Field. *Buck Institute for Education*, 52. <http://www.dr-hatfield.com/>
- Mobsya. (2019). *A propos de Thymio*. Thymio. <https://www.thymio.org/fr/a-propos/>
- Organisation de coopération et de développements économiques [OCDE]. (2019). L'avenir du travail : Que savons-nous. In *Perspectives de l'Emploi de l'OCDE 2019 : L'avenir du travail* (OCDE, p. 44-101). OCDE. <https://doi.org/10.1787/b7e9e205-fr>

- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2017). Skill for jobs indicators : Data overview and analysis. In OECD, *Getting Skills Right : Skills for Jobs Indicators* (OECD, p. 49-102). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264277878-5-en>
- Petre, M., & Price, B. (2004). Using Robotics to Motivate 'Back Door' Learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), 147-158. <https://doi.org/10.1023/B:EAIT.0000027927.78380.60>
- Rubinacci, F., Ponticorvo, M., Passariello, R., & Miglino, O. (2017). Robotics for soft skills training. *Research on Education and Media*, 9(2), 20-25. <https://doi.org/10.1515/rem-2017-0010>
- Schmidt, H. G., Van Der Molen, H. T., Te Winkel, W. W. R., & Wijnen, W. H. F. W. (2009). Constructivist, Problem-Based Learning Does Work : A Meta-Analysis of Curricular Comparisons Involving a Single Medical School. *Educational Psychologist*, 44(4), 227-249. <https://doi.org/10.1080/00461520903213592>
- Selby, C. C., Selby, C., Woollard, J., & Woollard, J. (2010). *Computational Thinking : The Developing Definition*. 6.
- Shute, V. J., Wang, L., Greiff, S., Zhao, W., & Moore, G. (2016). Measuring problem solving skills via stealth assessment in an engaging video game. *Computers in Human Behavior*, 63, 106-117. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.047>
- Soares, F., Ribeiro, F., Lopes, G., Leao, C. P., & Santos, S. (2011). K-12, university students and robots : An early start. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1133-1138. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773289>
- Tamim, S. R., & Grant, M. M. (2013). Definitions and Uses: Case Study of Teachers Implementing Project-based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1323>
- Wijnia, L., M. M. Loyens, S., & M. J. P. Rickers, R. (2019). The Problem-Based Learning Process: An Overview of Different Models. Dans M. Moallem, W. Hung and N. Dabbagh, *The Wiley handbook of problem-based learning* (1^{ère} éd., p. 273-295). John Wiley & Sons.
- Wyatt, S., Bieller, S., Müller, C., Qu, D., & Song, X. (2019). *IFR Press Conference* [communication par diaporama]. IFR Press Conference, Shanghai. <https://ifr.org/downloads/press2018/IFR%20World%20Robotics%20Presentation%20-%202018%20Sept%202019.pdf>

8. Annexes

| | |
|---|----|
| Annexe I : Canevas séance robotique scolaire 1 | 49 |
| Annexe II : Fiche de route des élèves – séance robotique scolaire 1 | 56 |
| Annexe III : Présentation codage – séance robotique scolaire 1 | 59 |
| Annexe IV : Canevas séance robotique scolaire 2 | 60 |
| Annexe V : Manuel élève – séance robotique scolaire 2 | 67 |
| Annexe VI : Canevas séance ACM | 69 |
| Annexe VII : Grille de dimensions de la collaboration..... | 74 |
| Annexe VIII : Questionnaires auto-rapportés..... | 78 |
| Annexe IX : Résultats bruts questionnaire robotique scolaire..... | 81 |
| Annexe X : Résultats bruts questionnaire ACM..... | 82 |
| Annexe XI : Résultats bruts analyse vidéo robotique scolaire et ACM | 83 |

ANNEXE I : CANEVAS SÉANCE ROBOTIQUE SCOLAIRE 1

| | |
|---|--|
| <p>Date : 10.12.2019, 8h00-9h35 Classe : 5H, 22 e. Discipline : MITIC Thème, sujet : programmation de robots Temps d'apprentissage (situations) : construction</p> | <p>Bref résumé de la leçon (aide-mémoire) :</p> <p>Ouverture : images et définition robots Découverte robots : en groupe, en suivant la feuille de route Programmation : en plenum, explications suivies de petites tâches Fermeture : retour du matériel et questionnaire</p> |
| <p>Conditions :</p> <p>Tous les e. sont présents, la leçon a lieu dans la salle de classe.</p> | <p>Analyse a priori :</p> <p>Difficultés</p> <p>L'utilisation de robots en classe est nouvelle pour les élèves et elle peut engendrer de la motivation mais également créer quelques difficultés. Afin de ne pas freiner les e. dans leur travail lors de la phrase de découverte, l'enseignant rappelle qu'ils ne peuvent rien faire de « faux » avec les robots, qu'ils ont le droit d'essayer, de toucher, etc. Si cependant certains groupes restent bloqués à une étape, l'ens. ira les aiguiller en leur demandant ce qu'ils ont déjà pu tester et observer.</p> |
| <p>Objectif-s général-aux d'apprentissage :</p> <p>MSN 25 — Représenter des phénomènes naturels, techniques, sociaux ou des situations mathématiques...</p> <p>A ...en imaginant et en utilisant des représentations visuelles (codes, schémas, graphiques, tableaux, ...) B ...en identifiant des invariants d'une situation C ...en triant et organisant des données E ...en explorant des situations aléatoires et en se confrontant au concept de probable</p> | <p>La phase de programmation peut également faire apparaître quelques difficultés chez les e.. L'enseignant est présent pour les aider et les aiguiller si nécessaire. Afin de faciliter la prise en main, les ordinateurs seront déjà prêts avec le logiciel ouvert.</p> <p>Climat de classe</p> <p>Étant donné qu'une grande partie de la leçon se fera par groupes, je veillerai à maintenir un climat de classe calme et indiquerai le niveau sonore toléré avant chaque tâche.</p> |

| | |
|--|---|
| | Si certains groupes ne devaient absolument pas fonctionner ensemble, je séparerai les élèves et les répartirai dans d'autres groupes. |
| Objectif-s spécifique-s d'apprentissage : Traduire une action en un code informatique Communiquer ses réflexions et son avis à ses pairs Collaborer en vue de réaliser un projet | Evaluation formative et différenciation : Lors de la phase de découverte, certains groupes auront peut-être terminé plus tôt. Je leur donnerai des cartes « défis » à réaliser avec le robot. |

| Durée | Formes de travail | Déroulement (<u>étapes</u> et activités d'apprentissage des élèves) | Rôles de l'enseignant-e | Intentions | Moyens |
|-------|-------------------|---|---|---|--|
| 5' | Duo | Ouverture L'ens. distribue des images représentant des robots et des engins qui ne sont pas des robots, une image pour deux e. Les duos doivent discuter entre eux et une personne par duo vient ensuite aimanter l'image au TN, dans la colonne de leur choix (robot/pas robot). | Distribution des images Explication de la consigne | Faire réfléchir les élèves sur la notion de robot | Images robots TN Aimants |

| | | | | | |
|-----|-------|---|---|---|----|
| 15' | Coll. | <p>Définition « robot »</p> <p>L'ens. parcourt le classement des images et demande aux élèves de défendre leur choix. Il sélectionne certaines images en particulier pour lesquelles il demande une argumentation.</p> <p>A partir des explications des e., l'ens. note des mots-clés au TN, définissant le terme « robot ».</p> <p>Les éléments suivants devraient ressortir :</p> <p>domaines d'utilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - industriel : robots manufacturiers utilisés dans les usines, exosquelettes pour les travaux pénibles, etc. - domestique : aspirateur, tondeuse, etc. - scientifique : missions spatiales, exploration des fonds marins, fouilles archéologiques, etc. - médical : prothèses, exosquelettes, robots de compagnie, chirurgie assistée, cœur artificiel, - etc. <p>Elargir ensuite l'échange et demander aux élèves s'ils connaissent le fonctionnement de certains de ces robots.</p> <p>Il est possible qu'émergent alors des notions plus élaborées qui pourront être utilisées par la suite :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>programmation par un humain</i> | <p>Anime la MEC</p> <p>Institutionnalise la notion de robot</p> | <p>Construire la notion de robots à partir de leurs connaissances</p> | TN |
|-----|-------|---|---|---|----|

| | | | | | |
|-----|-------|--|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - capteurs pour s'orienter et interagir avec l'environnement (notamment l'aspirateur) - imitation de l'humain (anthropomorphisme) - amélioration des performances humaines - progrès médicaux - dépendance à la robotique - etc. <p>Institutionnalisation : Les robots n'ont pas toujours une forme humanoïde. Les robots sont présents dans différents domaines d'utilisation.</p> | | | |
| 30' | Coll. | <p>Découverte du Thymio</p> <p>L'ens. montre le robot avec lequel les e. devront travailler. Il présente rapidement le Thymio en expliquant comment il faut l'enclencher.</p> <p>Ensuite, les e. seront répartis en groupes de trois, recevront un thymio et une feuille de route. Ils doivent répondre aux questions sur la feuille de route.</p> <p>L'ens. présente uniquement comment allumer le Thymio aux e.. Ils devront trouver eux-mêmes comment le robot fonctionne et de quoi il est capable.</p> | <p>Donne les consignes</p> <p>Crée les groupes</p> <p>Distribue le matériel</p> <p>Gardien du climat de classe</p> <p>Aide et oriente les e. si nécessaire</p> | <p>Faire découvrir le robot et ses fonctionnalités aux élèves</p> | <p>Robots x 10</p> <p>Feuille de route x nombre de groupes</p> <p>Liste groupes</p> <p>Cartables</p> <p>Cartes défi et matériel nécessaire</p> |

| | | | | | |
|--|-------|---|--|--|--|
| | Gr. 5 | <p>Mise en place : l'enseignant appelle les groupes et la première personne de chaque groupe vient chercher le Thymio et la feuille de route.</p> <p>L'enseignant est à disposition pour répondre aux questions et aiguiller les e. dans leurs recherches.</p> <p>Les groupes qui ont terminé plus rapidement reçoivent une carte défi qu'ils peuvent essayer de résoudre</p> <p>MEC Les e. s'assoient par groupe à une table où se trouve un ordinateur fermé. Une MEC sur les questions de la feuille de questions est réalisée au TN avec quelques questions seulement. Les questions approfondies sont les suivantes : Comportements du Thymio : les e. viennent montrer sur le Thymio dessiné au TN, quels capteurs et éléments sont en mouvement pour chaque comportement. Productions des initiales : des productions sont montrées et les e. doivent expliquer pourquoi ils ont choisi un comportement spécifique pour réaliser la tâche des initiales.</p> | | | |
|--|-------|---|--|--|--|

| | | | | | |
|-----|--------------|--|--------------|---|---|
| 45' | Coll. et gr. | <p>Programmation du Thymio</p> <p>Les groupes de 5 s'assoient à un duo de bureaux où se trouve un ordinateur fermé. Une rapide MEC est réalisée à partir des questions de la feuille de route, sur ce que le robot est capable de faire. La feuille reste dans les groupes et sera récupérée à la fin de la séance.</p> <p>L'ens. présente ensuite l'interface de programmation aux élèves (VPL). Ceux-ci suivent au beamer dans un premier temps, puis après chaque nouvelle fonction présentée, ils ont une petite tâche de programmation à réaliser par groupe. Celle-ci est présentée au TN. Les tâches de programmation viennent ensuite s'accumuler les unes aux autres, de manière progressive.</p> <p>Éléments de programmation présentés :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Boutons Tâche : faire avancer et tourner le robot à l'aide des boutons. 2. Avancer et capteurs Tâche : faire avancer le robot tout droit et le faire s'arrêter avant un obstacle. 3. Couleurs | Anime la MEC | Faire acquérir les bases de la programmation et de l'utilisation du logiciel aux élèves | <p>Ordinateurs</p> <p>Beamer</p> <p>PTT avec tâche</p> <p>Feuilles noires</p> |
|-----|--------------|--|--------------|---|---|

| | | | | | |
|----|------|---|---------------------|--|---------------|
| | | <p>Tâche : faire changer de couleur le robot lorsqu'on appuie sur certains boutons.</p> <p>4. Capteurs noirs Faire avancer le robot jusqu'à ce qu'il voie une ligne noire. Le faire s'arrêter à ce moment-là.</p> <p>Une MEC est réalisée après chaque petite tâche. L'enseignant projette une possibilité de programmation et demande aux élèves de l'expliquer et d'expliquer ce qu'ils ont fait de semblable ou pas. Rappeler qu'il y a très souvent plusieurs possibilités d'arriver à réaliser une tâche en programmant le robot de manière différente.</p> | | | |
| 5' | Ind. | <p>Fermeture</p> <p>L'ens. appelle les groupes un à un pour qu'ils viennent apporter le robot, l'ordinateur et la feuille de route.</p> | Récolte le matériel | | Questionnaire |
| | | | Donne les consignes | | Ordinateurs |

Analyse a posteriori :

Le robot Thymio

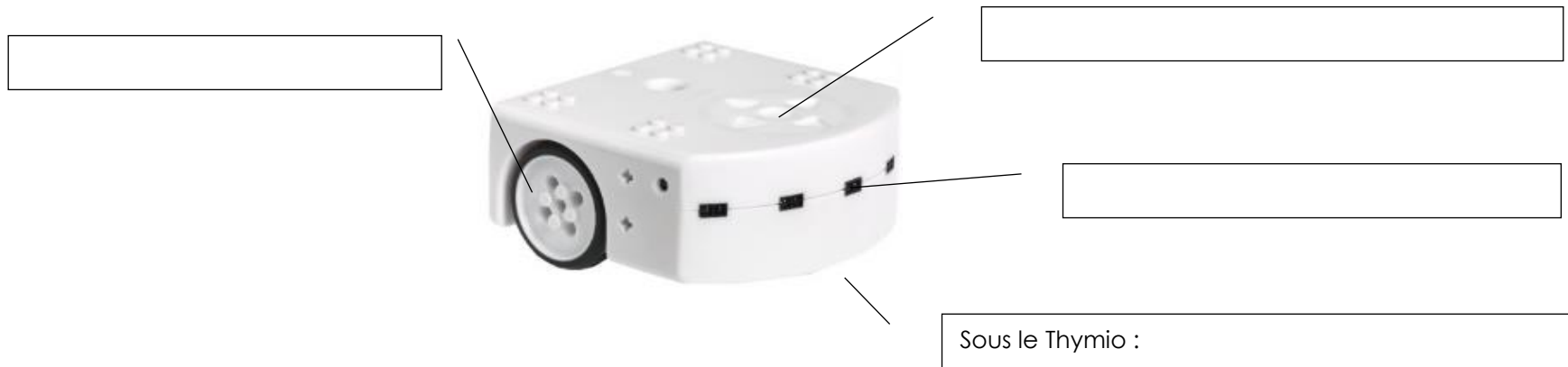
Comment allumer le Thymio ?

.....





Comment changer le comportement du Thymio ?

.....

Voici une image du Thymio, complète la légende.



Relie et note les comportements de Thymio à la bonne couleur.

| Couleur | Comportement observé | Adjectif décrivant le comportement | Colorie les parties du robot qui sont utilisées lors de ce comportement |
|---------|----------------------|------------------------------------|---|
| Vert | | |  |
| Jaune | | |  |
| Rouge | | |  |
| Violet | | |  |

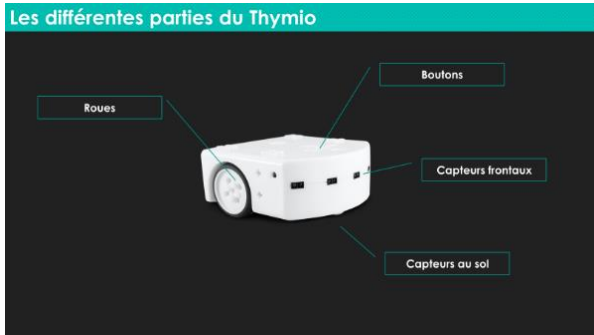
Ecrivez les trois premières lettres de vos prénoms dans le cadre ci-dessous à l'aide du Thymio. Insérer un feutre au centre du robot et choisissez un comportement. Quel comportement avez-vous utilisé ?

.....







ANNEXE III : PRÉSENTATION CODAGE – SÉANCE ROBOTIQUE SCOLAIRE 1

Programmation du Thymio



Les différents comportements du Thymio

| Couleur | Comportement observé | Adjectif décrivant le comportement | Colorie les parties du robot qui sont utilisées lors de ce comportement |
|---------|---|------------------------------------|---|
| Vert | Suit l'objet qui se trouve devant lui. | Amical Suiveur |  |
| Orange | Se déplace seul en évitant les obstacles. | Explorateur Curieux |  |
| Rouge | S'éloigne lorsqu'un objet est approché. | Peureux Crainitif |  |
| Violet | Réagit aux boutons. | Obéissant |  |

Boutons


Programmer le robot pour le faire avancer et tourner à l'aide des **boutons**.



Terminé? Arrivez-vous à modifier la vitesse du robot?

Capteurs

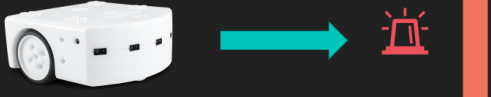
Programmer le robot pour qu'il s'arrête devant un obstacle.



Terminé? Arrivez-vous à programmer le robot pour qu'il change de direction lorsqu'il voit un obstacle

Couleurs

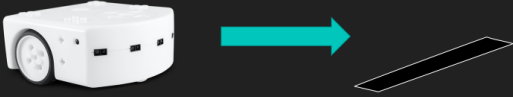
Programmer le robot pour que lorsqu'il arrive devant un obstacle, il s'arrête et s'allume en rouge.



Terminé? Arrivez-vous à programmer le robot pour que lorsqu'il arrive devant un obstacle, il change de couleur sans arrêt.

Capteurs noirs

Programmer le robot pour qu'il s'arrête lorsqu'il arrive sur la ligne noire.



Terminé? Arrivez-vous à programmer le robot pour qu'il contourne la partie noire?

ANNEXE IV : CANEVAS SÉANCE ROBOTIQUE SCOLAIRE 2

| | |
|---|--|
| <p>Date : 16.12.2019, 8h00-9h40 Classe : 5H, 22 e. Discipline : MITIC Thème, sujet : robots Thymios Temps d'apprentissage (situations): construction</p> | <p>Bref résumé de la leçon (aide-mémoire) :</p> <p>Ouverture : vidéo Projet – consigne : le problème est présenté aux élèves Projet – travail en groupe : les e. travaillent en groupe sur leur projet Mise en commun : les robots sont testés Fermeture : les e. répondent au questionnaire</p> |
| <p>Conditions :</p> <p>Tous les e. sont présents. La séance a lieu dans la salle de classe.</p> | <p>Analyse a priori :</p> <p>Difficultés</p> <p>Dans le cas où les groupes rencontreraient des difficultés et sont bloqués après plusieurs essais, l'enseignant peut les questionner sur les essais réalisés et les conclusions qu'ils en ont tirées :</p> |
| <p>Objectif-s général-aux d'apprentissage :</p> <p>MSN 25 — Représenter des phénomènes naturels, techniques, sociaux ou des situations mathématiques...</p> <p>A ...en imaginant et en utilisant des représentations visuelles (codes, schémas, graphiques, tableaux, ...) B ...en identifiant des invariants d'une situation C ...en triant et organisant des données E ...en explorant des situations aléatoires et en se confrontant au concept de probable</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Qu'avez-vous observé, que fait votre robot ? - Après avoir changé un paramètre, son comportement a-t-il changé ? - Que souhaitez-vous que votre robot fasse ? - Quels sont les éléments (capteurs, matériel) qui devraient être en action pour qu'il puisse réaliser cette tâche ? <p>Il peut également les orienter vers un autre groupe afin que les e. échangent sur leur(s) problème(s) et reçoivent des conseils de leurs pairs.</p> <p>Si un groupe rencontre des difficultés dans son fonctionnement, l'ens. interviendra dans un premier temps en faisant expliciter les problèmes aux élèves pour ensuite les faire réfléchir sur des possibles solutions.</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>Si vraiment les problèmes persistent au sein du groupe et que ceux-ci deviennent de l'ordre disciplinaire, alors l'enseignant peut attribuer des rôles précis aux élèves.</p> <p>Climat de classe Afin de maintenir un bon climat de classe, les e. seront répartis dans toute la classe. Le niveau sonore toléré sera donné lors des consignes et si nécessaire rappelé durant la leçon.</p> |
| <p>Objectif-s spécifique-s d'apprentissage :</p> <p>Traduire une action en un code informatique Communiquer ses réflexions et son avis à ses pairs Collaborer en vue de réaliser un projet</p> | <p>Evaluation formative et différenciation :</p> <p>Les groupes ayant répondu à la question rapidement avec la programmation de leur robot reçoivent des défis de programmation qu'ils peuvent réaliser jusqu'à la mise en commun.</p> |

| Durée | Formes de travail | Déroulement (<u>étapes</u> et activités d'apprentissage des élèves) | Rôles de l'enseignant-e | Intentions | Moyens |
|-------|-------------------|---|--|----------------|--|
| 5' | Coll. | <p>Ouverture</p> <p>Une courte vidéo est montrée aux e. : https://www.youtube.com/watch?v=YVU8M_xcZec. L'ens. questionne ensuite les e. :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qu'est-ce que c'est ? (un robot) - Qu'est-il capable de faire ? - À quel animal ressemble-t-il ? | <p>Projette la vidéo</p> <p>Questionne et introduit le thème</p> | Motiver les e. | <p>Beamer</p> <p>Ordinateur</p> <p>Vidéo</p> <p>Image salamandre</p> |

| | | | | | |
|----|-------|---|---|--|---|
| | | Une image d'une salamandre est ensuite projetée et l'enseignant présente rapidement cet animal aux élèves (lieu de vie...). | | | |
| 5' | Coll. | <p>Projet - consigne</p> <p>La tâche est dans un premier temps expliquée à tous les e., en plenum.</p> <p>Les e. sont répartis en groupes de 5, et l'enseignant explique et montre la question qui est notée au TN : « Comment programmer la salamandre afin qu'elle se rende à la touffe d'herbe en passant par son tunnel. »</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une feuille sur laquelle le Thymio est dessiné - Un Thymio - Un ordinateur - Un « manuel » avec les explications sur les différents éléments nécessaires au codage du robot (rappel de ce qui a été vu et des fonctions élémentaires de codage) <p>Plusieurs parcours sont également répartis dans la salle. Ils peuvent être utilisés par les e. librement.</p> <p>Les e. doivent commencer par décrire avec leurs propres mots ce que le thymio devra être capable de faire. Sur le dessin du thymio, ils doivent colorier</p> | <p>Donne les consignes</p> <p>Distribue le matériel</p> | <p>Transmettre les informations aux élèves</p> <p>Fixer le cadre du projet</p> | <p>TN : liste matériel à disposition</p> <p>Thymio</p> <p>Ordi</p> <p>Fiche thymio vierge</p> <p>Manuel programmation</p> <p>Parcours salamandre</p> <p>Caméras</p> <p>trépieds</p> |








| | | | | | |
|-----|-------|---|--|--|--|
| | | <p>les éléments (capteurs, parties...) qu'ils vont utiliser et observer comment il réagira.</p> <p>Ensuite, ils codent le robot afin qu'il réalise ce qu'ils souhaitent et le testent de manière autonome sur les circuits répartis dans la classe.</p> <p>Les e. sont également informés à ce moment-là qu'ils sont filmés durant la période de travail en groupe.</p> | | | |
| 5' | Coll. | <p>Questions</p> <p>Les e. ont un moment pour poser des questions concernant la tâche.</p> | | | |
| 55' | Gr. 5 | <p>Projet – Travail en groupe</p> <p>Une fois le projet expliqué, les groupes sont appelés: un élève par groupe vient chercher une feuille avec le Thymio dessiné ainsi que le manuel de programmation. L'enseignant passe ensuite un moment dans chaque groupe pour amener le thymio et l'ordinateur. À ce moment-là, les e. peuvent commencer à programmer le robot.</p> <p>Après 10' de travail, l'ens. interrompt les élèves et leur demande :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avez-vous bien compris le problème à résoudre ? - Avez-vous trouvé une stratégie ? | <p>Distribue le matériel</p> <p>Gardien du climat de classe</p> <p>Observateur</p> | <p>Faire collaborer les e. sur un projet</p> | <p>Ordinateurs</p> <p>Thymios</p> <p>Beamer : time-timer</p> |

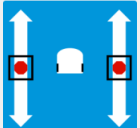


| | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|
| | | <p>Au TN l'enseignant projette un time-timer afin que les e. sachent combien de temps ils ont à disposition pour réaliser la tâche.</p> <p>L'enseignant intervient uniquement s'il y a un problème technique au niveau du robot ou de l'ordinateur. Mais il n'oriente en aucun cas les e. dans leurs recherches et leurs essais.</p> <p>Dans le cas où un groupe est complètement bloqué après plusieurs essais, alors l'enseignant les questionne sur leurs essais et les envoie vers un autre groupe pour qu'ils puissent discuter de leur problème et trouver une solution ensemble.</p> <p>Si certains groupes ont terminé avant la fin du temps donné, l'enseignant peut ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - ... leur demander de trouver un autre moyen de mener la salamandre à l'herbe/une autre manière de programmer la salamandre. - ... leur donner un autre défi de programmation à réaliser. <p>5' avant la fin, l'ens. interrompt les e. et leur indique qu'il reste 5' de travail en groupe et qu'il faut qu'ils choisissent un porte-parole pour la présentation.</p> | | | |
|--|--|---|--|--|--|


| | | | | | |
|-----|-------|--|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
| 15' | Coll. | <p>Projet – Présentation</p> <p>Les e. ramènent le matériel chez l'ens. et se mettent en rond, assis sur les bancs. Les groupes viennent présenter un à un leur salamandre et le parcours qu'elle est capable d'effectuer. L'enseignant questionne chaque groupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que souhaitez-vous que votre salamandre fasse ? - Expliquez-nous rapidement comment vous avez programmé la salamandre. - Quelles sont les difficultés que vous avez rencontrées ? <p>Si certains groupes ont réalisé un défi supplémentaire, ils le présentent à la fin en expliquant quelle était la tâche.</p> | <p>Anime la MEC</p> <p>Questionne</p> | <p>Présenter les différents résultats des e.</p> <p>Faire extérioriser le processus du travail des e.</p> <p>Faire extérioriser les problèmes rencontrés par les e.</p> | <p>Parcours</p> <p>Bancs en rond</p> |
| 15' | Ind. | <p>Fermeture</p> <p>Les e. retournent à leur place. Les ordinateurs sont placés au fond de la classe. L'enseignant affiche une liste des e. au TN qui indique l'ordre de passage aux ordinateurs. Les e. répondent au court questionnaire puis vont chercher la personne suivante dans la liste.</p> | <p>Donne les consignes</p> | <p>Recueillir les impressions des e. sur leur travail de groupe</p> | <p>Ordinateurs</p> |

Analyse a posteriori :

ANNEXE V : MANUEL ÉLÈVE – SÉANCE ROBOTIQUE SCOLAIRE 2

| Événements | Description |
|---|---|
|  | <p>Boutons se trouvant sur le Thymio</p>  <p>Ils peuvent déclencher une action lors d'une pression.</p> |
|  | <p>Capteurs de proximité se trouvant à l'avant et à l'arrière du Thymio.</p>  <p>Ils peuvent déclencher une action lorsqu'un objet se trouve à proximité.</p> |
|  | <p>Capteurs de proximité se trouvant sous le Thymio.</p>  <p>Ils peuvent déclencher une action lorsqu'un objet se trouve sous le Thymio.</p>  <p>Ils peuvent déclencher une action lorsqu'un objet noir se trouve sous le Thymio.</p> |

| Actions | Description |
|---|---|
|  | <p>Actionner les roues du Thymio vers l'avant, l'arrière, ensemble ou séparément.</p> |
|  | <p>Allumer les lampes sur le Thymio.</p> |
|  | <p>Allumer les lampes sous le Thymio.</p> |

| Coloriez les partie du Thymio qui seront utilisées. | Décrivez ce que le Thymio devra faire. |
|---|--|
|  | <p>Si.....</p> <p>Alors.....</p> <p>Si</p> <p>Alors.....</p> <p>Si</p> <p>Alors</p> <p>Si</p> <p>Alors</p> |

ANNEXE VI : CANEVAS SÉANCE ACM

| | |
|--|---|
| <p>Date : 20.12.2019, 8h00-9h40 Classe : 5H, 22 e. Discipline : ACM Thème, sujet : terrier de la salamandre Temps d'apprentissage (situations): construction</p> | <p>Bref résumé de la leçon (aide-mémoire) :</p> <p>Ouverture : mise en contexte par une histoire Projet – consignes : problème, consignes et matériel présentés Projet – travail en groupe : résolution de la situation problème en groupe Tests : test des prototypes en plenum Fermeture : recueil des avis des e. sur la collaboration</p> |
| <p>Conditions :</p> <p>Tous les e. sont présents, la leçon a lieu en classe.</p> | <p>Analyse a priori :</p> <p>Difficultés Lorsque les e. rencontrent des difficultés concernant la conception de leur protection d'œuf, l'ens. les renvoie le plus souvent possible vers d'autres groupes afin qu'ils puissent discuter de leur problème. Il accompagne les groupes, tout en intervenant le moins possible dans leurs échanges.</p> |
| <p>Objectif-s général-aux d'apprentissage :</p> <p>A 21 AC&M — Représenter et exprimer une idée, un imaginaire, une émotion en s'appuyant sur les particularités des différents langages artistiques...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1...en inventant et réalisant des objets, des volumes, librement ou à partir de consignes 2...en exploitant les matières 3...en exploitant les possibilités des différents outils, matériaux, supports, techniques 4...en appréhendant et en organisant l'espace en plans et en volumes | <p>Si un groupe rencontre des difficultés dans son fonctionnement, l'ens. interviendra dans un premier temps en faisant expliciter les problèmes aux élèves pour ensuite les faire réfléchir sur des possibles solutions. Si vraiment les problèmes persistent au sein du groupe et que ceux-ci deviennent d'ordre disciplinaire, alors l'enseignant peut attribuer des rôles précis aux élèves.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Objectif-s spécifique-s d'apprentissage :</p> <p>Communiquer ses réflexions et son avis à ses pairs Collaborer en vue de réaliser un projet</p> | <p>Evaluation formative et différenciation :</p> <p>Si un groupe termine plus rapidement la tâche, l'ens. effectuera les premiers tests avec eux et les fera réfléchir sur les améliorations possibles de leur protection.</p> <p>Si un groupe a testé et amélioré sa protection avant la fin du temps donné pour le projet, alors l'ens. lui donnera un défi supplémentaire comme réaliser une « maison » permettant de protéger la salamandre (le thymio) (ils doivent prendre en compte sa taille, etc.).</p> |
|---|---|

| Durée | Formes de travail | Déroulement (<u>étapes</u> et activités d'apprentissage des élèves) | Rôles de l'enseignant-e | Intentions | Moyens |
|-------|-------------------|---|---|---|--|
| 5' | Coll. | <p>Ouverture</p> <p>Devinette : Sans couvercle, serrure ou charnière je renferme pourtant un trésor doré... Qui suis-je ?</p> | Motivateur | <p>Motiver les e.</p> <p>Créer un lien avec la leçon de robotique</p> | <p>Œuf</p> <p>Thymio</p> |
| 5' | Coll. | <p>Projet – consignes</p> <p>Les e. sont répartis par groupes de 5. L'enseignant donne la consigne suivante : « on va lâcher un œuf à une hauteur d'environ 2 m. Vous allez devoir trouver un moyen de le protéger afin qu'il ne se casse pas. »</p> <p>Il présente le matériel à disposition et indique également les étapes (schéma, réalisation, test) et le temps dont les élèves disposent.</p> | <p>Donne les consignes</p> <p>Distribue le matériel</p> | | <p>TN : tâche, matériel et temps notés</p> |

| | | | | | |
|-----|-------|--|---|--|-------------------------------------|
| | | <p>L'enseignant indique ensuite où se rendent les groupes (au même endroit que lors du projet précédent).</p> <p>Dans un premier temps, les e. se regroupent et réalisent un schéma de la protection qu'ils vont réaliser. Après environ 15 minutes, un e. par groupe vient chercher le matériel à disposition et les e. peuvent commencer à construire leur protection.</p> | | | |
| 5' | Coll. | <p>Questions</p> <p>Les e. ont un moment pour poser des questions concernant la tâche.</p> | | | |
| 55' | Gr. 5 | <p>Projet – travail en groupe</p> <p>Les e. travaillent en groupe de manière autonome.</p> <p>Au TN l'enseignant projette un time-timer afin que les e. sachent combien de temps ils ont à disposition pour réaliser la tâche.</p> <p>Après 10' de travail, l'ens. interrompt les élèves et leur demande :</p> | <p>Observateur</p> <p>Gardien du temps</p> <p>Gardien du climat de classe</p> | <p>Mettre les e. dans une situation de collaboration et de résolution de problèmes</p> | <p>c.f liste de matériel annexe</p> |

| | | | | | |
|-----|------|---|---------------------------------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Avez-vous bien compris le problème à résoudre ? - Avez-vous trouvé une stratégie ? <p>Dans le cas où un groupe est complètement bloqué (ils n'ont pas d'idées, ils n'arrivent pas à se mettre d'accord), l'enseignant les questionne sur leurs essais :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Donnez-moi l'un après l'autre votre avis et vos idées. <p>Après la moitié du temps imparti, les groupes peuvent effectuer un essai. Ils reçoivent ensuite un deuxième œuf si le leur s'est cassé. S'ils ont déjà réussi, alors ils peuvent construire une deuxième protection pour leur œuf.</p> <p>Si certains groupes ont terminé avant la fin du temps donné, l'enseignant peut ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - ... leur demander de construire une tour. <p>5' avant la fin, l'ens. interrompt les e. et leur indique qu'il reste 5' de travail en groupe et qu'il faut qu'ils choisissent un porte-parole pour la présentation.</p> | | | |
| 15' | Ind. | <p>Questionnaire</p> <p>Les e. retournent à leur place et remplissent le questionnaire individuellement.</p> | Distribution des questionnaires | | |

| | | | | | |
|-----|-------|---|------------------------------------|--|--|
| 15' | Coll. | <p>Projet – Présentation</p> <p>Les e. ramènent le matériel, rangent leur place de travail, et retournent à leur place. Les groupes passent un à un devant la classe afin de présenter et tester leur protection.</p> <p>Questions posées</p> <ul style="list-style-type: none"> - A quoi avez-vous réfléchi pour créer votre protection ? - Quelles sont les difficultés que vous avez rencontrées ? <p>Si certains groupes ont réalisé un abri pour la salamandre, ils viennent le présenter à ce moment-là.</p> | <p>Animateur</p> <p>Questionne</p> | <p>Permettre aux e. d'avoir un « retour » sur leur travail</p> | |
|-----|-------|---|------------------------------------|--|--|

Analyse a posteriori :

ANNEXE VII : GRILLE DE DIMENSIONS DE LA COLLABORATION

| | Dimensions Gu et al. (2015) | Dimensions traduites | Indicateurs des composantes | Remarques et précisions |
|----|--|--|--|-------------------------|
| D1 | Sharing information or knowledge with a group member | Partager une information ou des connaissances avec les membres du groupe Version courte : Partager info | <ul style="list-style-type: none"> - Echange verbal ou non-verbal avec un, plusieurs ou tous les membres du groupe - Il peut s'agir... ... de tout type d'information en lien avec la problématique/tâche. ... d'injonctions et régulations d'un élève envers un autre. | - |
| D2 | Asking everyone to express his/her viewpoint | Demander l'avis de tous les membres du groupe Version courte : Demander avis | <ul style="list-style-type: none"> - Question explicite posée à l'ensemble du groupe - La question est en lien avec la tâche réalisée (robotique/ACM). Mais sa pertinence ne joue aucun rôle. | - |
| D3 | Listening to everyone's opinion | Ecouter l'opinion de tous les membres du groupe Version courte : Ecouter opinion | <ul style="list-style-type: none"> - Lorsqu'un membre du groupe donne une information (D1) ou demande un avis (D2), il est écouté par tous les membres du groupe. - L'écoute est observée par des indicateurs verbaux et non-verbaux : le fait de ne pas parler en même temps, avoir le regard tourné vers la personne s'exprimant, se trouver à | - |

| | | | | |
|----|--|--|---|--|
| | | | <p>proximité de celle-ci, pratiquer une écoute active</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cette dimension est observable après D1 et/ou D2 uniquement | |
| D4 | Providing feedback on each other's ideas | <p>Donner un feedback concernant les idées proposées</p> <p>Version courte : Donner feedback</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Lors d'un ou plusieurs retours sur une idée proposée par un des membres du groupe. - Ces retours sont construits et directement en lien avec ce qui a été proposé. - Des acquiescements ou onomatopées ne sont pas considérés comme feedback | <ul style="list-style-type: none"> - La cotation de D4 exclue la cotation simultanée de D1 et inversement. - La cotation D4 prime sur la cotation D1 |
| D5 | Providing reasons and evidence for what we say | <p>Fournir des raisons et des preuves de ce qui est dit</p> <p>Version courte : Raisons et preuves</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Lors d'une justification d'une proposition. Cette justification peut être plus ou moins de qualité et pertinente, cela n'a pas d'importance. - La justification doit être clairement observable grâce à des mots tels que parce que, puisque, car, vu que... - La justification doit faire suite à D1 ou D4 pour pouvoir être codée D5. | - |
| D6 | Working together to determine the solution | Travailler ensemble pour trouver une solution | <ul style="list-style-type: none"> - Lorsque tout le groupe est ensemble (physiquement) pour travailler. | - |

| | | | | |
|----|--|--|---|---|
| | | Version courte : Travailler ensemble | <ul style="list-style-type: none"> - Ce comportement s'observe par le positionnement dans l'espace ou par les regards vers un même objet. - Si un élève « sort » du travail ensemble pour un instant bref de moins de 3 secondes (par exemple pour récupérer un crayon égaré), le code D6 reste. | |
| D7 | Negotiating to deal with disagreements | <p>Discuter et négocier les désaccords</p> <p>Version courte : Discuter désaccords</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Lorsqu'un désaccord apparaît, les parties impliquées discutent pour résoudre le désaccord. - Le début du désaccord est marqué par des termes comme « mais non », « je ne suis pas d'accord », « non ... », « j'ai une autre idée... ». - Cette dimension débute dès lors qu'un désaccord est visible entre deux ou plusieurs élèves et que ceux-ci entrent dans un échange en vue de résoudre le désaccord. Elle se termine lorsque les élèves sont arrivés à un accord ou qu'une des deux parties a « abandonné » la discussion. | - |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> - Les désaccords non discutés ne sont pas compris dans cette dimension. | |
| D8 | Implementing the solution when all members agree | <p>Mettre en place la solution lorsque tous les membres du groupe sont d'accord</p> <p>Version courte : Solution si accord</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Les élèves demandent l'avis de tous les membres du groupe lorsqu'ils souhaitent mettre en place une idée ou effectuer un changement. - Des phrases comme celles mentionnées ci-dessous doivent être énoncées : <ul style="list-style-type: none"> « Est-ce que ça vous va si on fait comme ça ? » « Est-ce que vous êtes d'accord ? » « C'est en ordre pour vous ? » - De manière verbale ou non-verbale, les membres du groupe donnent leur accord. | - |

Les robots Thymios

Maintenant que tu as programmé le robot avec ton groupe, réponds aux questions sur la manière dont ton groupe a travaillé.

Version ACM :

Protéger l'œuf

Maintenant que tu as créé une protection pour l'œuf avec ton groupe, réponds aux questions sur la manière dont ton groupe a travaillé.

Coche ce qui convient pour chaque question.

Tu es :

- Une fille
- Un garçon

Tu as :

- 7 ans
- 8 ans
- 9 ans
- 10 ans
- 11 ans

Tu faisais partie du groupe :

- 20
- 21
- 22
- 23
- 24

Dans ton groupe, avez-vous partagé vos connaissances sur la programmation des robots ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

Dans ton groupe, est-ce que tout le monde a pu donner son avis ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

Dans ton groupe, l'avis de chacun était-il écouté ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

Dans ton groupe, donniez-vous vos avis sur les idées qui étaient proposées ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

Dans ton groupe, expliquez-vous vos avis ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

Dans ton groupe, travaillez-vous ensemble pour trouver une solution ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

Dans ton groupe, discutez-vous lorsque vous n'étiez pas d'accord ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

Dans ton groupe, vous mettiez-vous tous d'accord avant d'agir ?

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Pas du tout | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Tout à fait |

ANNEXE IX : RÉSULTATS BRUTS QUESTIONNAIRE ROBOTIQUE SCOLAIRE

| Sujet | Prénom | N | QS : Fille (1) / Garçon (2) | Âge | Groupe | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Remarques |
|-------|--------|---|--------------------------------|-----|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------------------------------|
| 2 | x | 1 | 2 | 8 | 1R | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | |
| 6 | x | 1 | 1 | 8 | 1R | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | |
| 7 | x | 1 | 2 | 8 | 1R | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | |
| 10 | x | 1 | 1 | 8 | 1R | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| 17 | x | 1 | 2 | 8 | 1R | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | x | 1 | 2 | 9 | 2R | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | |
| 5 | x | 1 | 1 | 8 | 2R | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | |
| 11 | x | 1 | 2 | 8 | 2R | 2 | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | |
| 15 | x | 1 | 2 | 8 | 2R | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | |
| 8 | x | 1 | 1 | 9 | 3R | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | |
| 13 | x | 1 | 1 | 8 | 3R | 1 | 1 | 1 | | | | | | Q4-Q7 pas remplie correctement |
| 16 | x | 1 | 2 | 8 | 3R | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | |
| 19 | x | 1 | 2 | 10 | 3R | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | |
| 3 | x | 1 | 2 | 8 | 4R | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | |
| 9 | x | 1 | 2 | 9 | 4R | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | |
| 14 | x | 1 | 1 | 8 | 4R | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | |
| 18 | x | 1 | 2 | 8 | 4R | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | |
| 1 | x | 1 | 1 | 9 | 5R | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | |
| 12 | x | 1 | 2 | 8 | 5R | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 20 | x | 1 | 1 | 9 | 5R | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | |
| 21 | x | 1 | 1 | 9 | 5R | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 22 | x | 1 | 2 | 8 | 5R | 1 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | |

ANNEXE X : RÉSULTATS BRUTS QUESTIONNAIRE ACM

| Sujet | Prénom | N | QS : Fille (1) / Garçon (2) | Âge | Groupe | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Remarques |
|-------|--------|---|--------------------------------|-----|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| 3 | x | 1 | 2 | 8 | 1A | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | |
| 7 | x | 1 | 2 | 8 | 1A | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | |
| 11 | x | 1 | 2 | 8 | 1A | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | |
| 12 | x | 1 | 2 | 8 | 1A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 2 | x | 1 | 2 | 8 | 2A | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | |
| 4 | x | 1 | 2 | 9 | 2A | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | |
| 13 | x | 1 | 1 | 8 | 2A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 20 | x | 1 | 1 | 9 | 2A | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 22 | x | 1 | 2 | 8 | 2A | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 | 4 | |
| 1 | x | 1 | 1 | 9 | 3A | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 9 | x | 1 | 1 | 9 | 3A | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | |
| 10 | x | 1 | 1 | 8 | 3A | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | |
| 18 | x | 1 | 2 | 8 | 3A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | |
| 15 | x | 1 | 2 | 8 | 4A | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | |
| 16 | x | 1 | 2 | 8 | 4A | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | |
| 17 | x | 1 | 2 | 8 | 4A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | |
| 19 | x | 1 | 2 | 10 | 4A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 4 | |
| 5 | x | 1 | 1 | 8 | 5A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 6 | x | 1 | 1 | 8 | 5A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 8 | x | 1 | 1 | 9 | 5A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 14 | x | 1 | 1 | 8 | 5A | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 21 | x | 1 | | | | | | | | | | | | Absence |

ANNEXE XI : RÉSULTATS BRUTS ANALYSE VIDÉO ROBOTIQUE SCOLAIRE ET ACM

Robotique scolaire – Groupe 1R

| Acteur | Annotation | Occurrences | Durée minimale | Durée maximale | Durée Moyenne | Durée médiane | Durée totale des annotations | Latence |
|--------|------------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------------------|---------|
| D1 | CV | 122 | 0,721 | 20,538 | 3,701 | 2,457 | 451,504 | 7,149 |
| D2 | CV | 10 | 0,555 | 6,376 | 2,236 | 1,68 | 22,363 | 26,667 |
| D3 | CV | 21 | 1,471 | 42,221 | 7,084 | 4,058 | 148,769 | 7,12 |
| D4 | CV | 33 | 0,979 | 15,59 | 3,686 | 2,453 | 121,646 | 266,206 |
| D5 | CV | 11 | 1,053 | 5,899 | 3,188 | 3,227 | 35,066 | 77,67 |
| D6 | CV | 6 | 10,213 | 239,5 | 98,34 | 82,722 | 590,037 | 0 |
| D7 | CV | 17 | 2,647 | 20,969 | 9,107 | 9,704 | 154,812 | 570,937 |
| D8 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Note : unité du temps : [s]

Activités créatrices et manuelles – Groupe 2A

| Acteur | Annotation | Occurrences | Durée minimale | Durée maximale | Durée Moyenne | Durée médiane | Durée totale des annotations | Latence |
|--------|------------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------------------|---------|
| D1 | CV | 95 | 0,751 | 23,524 | 3,156 | 2,567 | 299,806 | 5,326 |
| D2 | CV | 21 | 0,901 | 5,773 | 2,028 | 1,614 | 42,586 | 220,644 |
| D3 | CV | 57 | 0,011 | 23,53 | 3,218 | 2,763 | 183,423 | 5,382 |
| D4 | CV | 26 | 1,257 | 6,732 | 3,283 | 2,724 | 85,359 | 12,394 |
| D5 | CV | 2 | 3,297 | 4,455 | 3,876 | 3,876 | 7,752 | 565,167 |
| D6 | CV | 10 | 29,8 | 1401,8 | 243,861 | 112,553 | 2438,61 | 2 |
| D7 | CV | 3 | 5,267 | 9,035 | 7,566 | 8,397 | 22,699 | 192,746 |
| D8 | CV | 1 | 8,041 | 8,041 | 8,041 | 8,041 | 8,041 | 250,099 |

Note : unité du temps : [s]

Déclaration sur l'honneur

Par la présente, j'atteste que le travail rendu est le fruit de ma réflexion personnelle et a été rédigé de manière autonome.

Je certifie que toute formulation, source, raisonnement, analyse ou création empruntée à des tiers est correctement et consciencieusement mentionnée comme telle, de manière transparente et claire, de sorte que la source soit reconnaissable, dans le respect des droits d'auteurs.

Je suis conscient-e que le fait de ne pas citer une source ou de ne pas la citer clairement, correctement ou complètement est constitutif de plagiat ; celui-ci est automatiquement dénoncé à l'autorité compétente.

Au vu de ce qui précède, je déclare sur l'honneur ne pas avoir eu recours au plagiat ou à toute autre forme de fraude

Les étudiant-e-s attestent la conformité du travail de bachelor à la Loi fribourgeoise sur la protection des données (LPrD) et cèdent à la HEP-PH FR le droit de diffusion publique et/ou interne du travail, à des fins de consultation et/ou d'archivage.

Estavayer-le-Lac, le 6 avril 2020

Lieu, date



Signature

Signature

Ce formulaire doit être rempli et dûment signé par tout-e étudiant-e rédigeant un travail de diplôme. Il doit accompagner chaque travail de diplôme.

01/09/2016 (LLE/FIN)