

Analyse d'activités-élèves lors de tâches de programmation médiatisées par des robots-voitures en Technologie.

RADHIA NEFZI HOUIMLI¹, CHIRAZ BEN KILANI¹, JEAN-FRANÇOIS HÉROLD²

¹*Institut Supérieur de l'Éducation
et de la Formation Continue
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
radhia.houimli@gmail.com
chiraz.benkilani@isefc.rnu.tn*

²*INSPE, Laboratoire ADEF
Aix-Marseille Université
France
jean-francois.herold@univ-amu.fr*

ABSTRACT

In Tunisia, third-year electrical engineering teachers in the Technical Sciences section use robotics to develop programming learning situations in technology. The aim of this research is to study the way in which the mediator-instrument (in this case, a robot-car) may interact with the students' learning through their conceptions and strategies developed during the programming activity. Using Viau's model of academic motivation and video recordings in class, we analyse the actual activity of the pupils as they develop a programme to control the robot artefact. We also analyse the way in which they mobilise the knowledge at stake in this situation. The results tend to show that the pupils are, on the one hand, strongly engaged in the programming task by the presence of the robot, and on the other hand, if the technological device is working properly then the pupils remain engaged in the task.

KEYWORDS

Problematisation, scientific debate, conceptual change, macroscopic analysis, mesoscopic analysis, microscopic analysis

RÉSUMÉ

En Tunisie, les enseignants de génie électrique de troisième année, section Sciences Techniques, ont recours à la robotique afin d'élaborer des situations d'apprentissage de programmation en technologie. Cette recherche vise à étudier la manière dont l'instrument-médiateur (ici, robot-voiture) peut éventuellement interagir sur l'apprentissage des élèves au travers de leurs conceptions et stratégies développées dans l'activité de programmation. À partir du modèle de la motivation scolaire de Viau et les enregistrements vidéo en classe, nous analysons l'activité effective des élèves en cours d'élaboration d'un programme destiné à piloter l'artefact robot. Nous analysons également la manière dont ils mobilisent les savoirs en jeu dans cette situation. Les résultats tendent à montrer que les élèves sont, d'une part, fortement engagés dans la tâche de programmation par la présence du robot, et d'autre part, si le dispositif technologique fonctionne correctement alors les élèves restent engagés dans la tâche.

MOTS-CLÉS

Robotique, programmation, motivation, instrument-médiateur

INTRODUCTION

Depuis la réforme de 2008 l'enseignement de la programmation des circuits intégrés a été introduit dans le programme officiel du troisième génie électrique section Sciences Techniques. En continuité, dans la réforme de 2013, un nouveau logiciel de programmation a été introduit : le Flowcode. Ce logiciel permet la programmation graphique d'une part et la simulation d'autre part. Cependant, ce logiciel a prouvé plusieurs difficultés tels que l'abstraction du lien entre le circuit microcontrôleur et les autres composants, la complexité de configuration des ports du circuit, etc.

« L'élève sera capable d'identifier un microcontrôleur à partir d'un système technique ou de son dossier technique, de choisir un microcontrôleur en vue de répondre aux exigences d'un cahier des charges, de programmer en langage graphique un microcontrôleur, de mettre en œuvre une maquette à base de microcontrôleurs » (Programme Officiel Tunisien, 2013).

La durée consacrée à l'enseignement des microcontrôleurs a été augmentée et elle a passé de 12 heures à 20 heures. Les démarches utilisées sont les mêmes, l'enseignement s'inscrit toujours dans la pédagogie par objectifs. Dans les activités proposées aux élèves, on distingue deux démarches technologiques à suivre pour écrire un programme correct et répondre au cahier des charges et qui sont imposées par l'énoncé de l'activité d'apprentissage. La première démarche consiste à établir la table de vérité de fonctionnement, écrire les équations de sortie, écrire l'algorithme et enfin écrire le programme. La deuxième démarche consiste à écrire le grafset traduisant le cheminement séquentiel des différentes étapes, écrire les équations, écrire l'algorithme et le programme. Pour les deux démarches, l'usage de l'outil informatique est indispensable pour la programmation et la simulation. En classe, les activités proposées aux élèves portent sur compléter les programmes incomplets, simuler les programmes sur le logiciel puis de les compiler.

Cependant, et vu que ce type d'activité ne se limite que sur des simulations virtuelles sur le logiciel, cela induit des difficultés chez les apprenants. Nous citons à titre d'exemple l'abstraction du lien physique entre le circuit et les autres composants. Ce lien est virtuel, il ne peut être effectué que par une configuration sur le logiciel, et par conséquent l'absence d'un tel lien physique ne permet pas aux élèves de voir l'exécution de leurs programmes. Comme c'est indiqué dans (Houimli & Ben Kilani, 2014), les représentations langagières, le nom des variables correspondant aux noms des broches du circuit, « *perturbent les conceptualisations des élèves* ».

Ainsi, utiliser uniquement un logiciel de programmation peut provoquer aussi des difficultés techniques complexes, surtout pour les novices dans ce domaine, lors de la configuration des logiciels, la gestion des erreurs de syntaxe ou à la résolution de problèmes liés à l'environnement de développement.

OBJET DE LA RECHERCHE

Nous cherchons à étudier comment l'usage du robot peut faciliter la tâche de programmation tout en pensons que l'artefact robot peut rendre l'enseignement des circuits programmable plus interactif, plus intuitif et plus ludique. En effet, les élèves sont devant des cartes électroniques, des capteurs, des servomoteurs et un ordinateur. Ils doivent écrire des codes informatiques qui permettent de faire fonctionner chaque composant à part. Avec les robots-voitures, les

apprenants développent la capacité à résoudre des problèmes en se trompant, en commettant des erreurs.

Plusieurs recherches ont abordé l'intégration des robots dans l'enseignement de la programmation. La recherche de Satratzemi et al. (2005) propose un cadre d'enseignement des principales règles fondamentales de la programmation aux débutants en se basant sur l'usage de la technologie des Lego Mindstorms. Cet article analyse les résultats d'une recherche menée auprès des élèves grecs de l'enseignement secondaire. Les auteurs présentent la manière dont une technologie des Legos Mindstorms est utilisée pour enseigner la programmation. L'objectif étant de proposer des nouvelles approches d'enseignement de la programmation afin de surmonter les difficultés des élèves sans toutefois modifier le contenu du programme prescrit par les institutions et que les enseignants doivent respecter en classe. Les principaux résultats montrent que les élèves acquièrent efficacement et rapidement les connaissances procédurales et peuvent contrôler les robots facilement. Le recours à un système réel pour la résolution d'un problème est favorisé.

Dans ce même sens, la recherche de Mozo et al. (2017) étudie l'apport de l'utilisation des robots dans le processus d'enseignement dans les filières de technologie et d'informatique dans les écoles colombiennes au niveau primaire et secondaire. Cet article propose des résultats obtenus par l'introduction d'outils logiciels didactiques et interactifs (S4A) et de plates-formes robotiques à faible coût (utilisant des microcontrôleurs Arduino) pour enseigner la logique algorithmique. Les auteurs comparent les résultats obtenus avec deux groupes d'élèves lors de l'enseignement de la logique algorithmique et à la gestion des microcontrôleurs, en tenant compte du fait qu'un groupe a utilisé le logiciel S4A et que l'autre a programmé sur l'interface de développement Arduino C ++. L'expérience a été réalisée sur 60 élèves du secondaire dans les séances d'enseignement des concepts et des structures de base de la programmation. Les résultats montrent que le groupe d'élèves qui a travaillé sur S4A est très motivé et montre des meilleurs résultats lors de la réévaluation des programmes de la logique algorithmique axée sur la résolution d'un problème particulier. De plus, les élèves de ce groupe ont développé leur créativité, leur originalité et leurs propres idées en associant la plate-forme robotique à des éléments ou à des actions animées sur l'interface S4A.

La plupart des recherches affirment que les robots sont des outils efficaces et puissants qui peuvent être utilisés dans les cours d'introduction à la programmation (Barma et al., 2015). Nous souhaitons dans cette étude prouver l'efficacité de l'usage de ces artefacts pour appréhender, non seulement la programmation informatique mais aussi l'électronique. Nous nous posons alors la question comment et en quoi l'apprentissage par les robots-voitures renouvelle et favorise l'acquisition des connaissances et stimule la créativité et la motivation chez les élèves ?

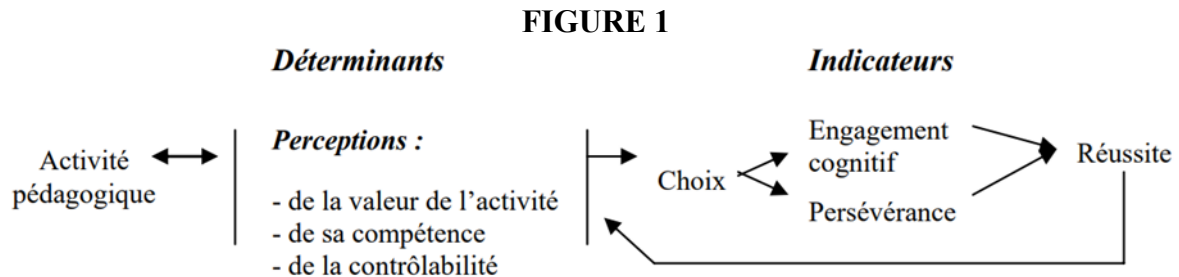
ÉLÉMENTS PROBLÉMATIQUES

La motivation « *représente le construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant utiliser afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité et la persistance du comportement* » (Vallerand & Thill, 1993). C'est un élément indispensable de l'apprentissage qui joue un rôle crucial dans la réussite de l'activité des élèves. Selon Viau (1994), la motivation ne représente qu'un seul facteur parmi plusieurs qui influe sur le processus d'apprentissage de l'élève.

L'enseignant ne peut pas motiver les élèves, mais il peut agir, positivement, sur des paramètres qui favorisent la motivation (Fenouillet & Lieury, 1996). Il peut agir sur les forces internes ou externes des sujets et influent sur leur comportement et leur engagement dans la tâche effective. Pour cela, il ne suffit pas de modifier les conditions d'apprentissage pour

motiver les élèves, mais l’enseignant doit être capable de distinguer entre la motivation et la passion (l’intérêt immédiat et spontané).

Viau (1994) a proposé un modèle de motivation dont sa dynamique motivationnelle comporte deux éléments primordiaux : les indicateurs et les déterminants (Figure 1). Les déterminants sont des sources de motivation cependant, les indicateurs sont les conséquences.



La dynamique motivationnelle de l’apprenant selon Viau (2004)

Les déterminants correspondent à la façon dont l’élève perçoit les tâches qui lui sont prescrites. Viau (2004) a défini que la motivation en contexte scolaire est influencée par trois types de perceptions indiqués sur la figure 1. En plus, il a défini les différentes causes de la motivation de l’élève. L’élève est motivé si les activités qui lui sont prescrites sont utiles et s’il a l’habilité d’accomplir ce qu’on lui demande (Ibid). Enfin, il est motivé lorsqu’il a la sensation qu’il joue un rôle important et a une certaine responsabilité dans la construction de ses apprentissages tout en croyant qu’il est partiellement responsable de ses succès et de ses échecs. Le tableau 1 présentent les déterminants de la motivation selon Viau :

TABLEAU 1
Les déterminants de la motivation (Viau, 1994, 2004)

| | Perception | | | | |
|----------|---|--|---|---|---|
| | de compétence | de valeur | de contrôle | d'autonomie | de soutien social |
| Activité | La croyance du sujet en ses propres capacités à accomplir les tâches scolaires. | L'importance que l'élève accorde aux activités scolaires et à l'apprentissage. | Renvoie à la croyance de l'élève quant à sa capacité à influencer les résultats de ses efforts scolaires. | Perçue concerne le sentiment de liberté et de choix dans les activités scolaires. | Tel que le soutien des enseignants, des camarades de classe ou de la famille, peut influencer la motivation scolaire. |

D’après ce modèle et comme l’illustre le tableau 2, il existe plusieurs types d’indicateurs de la motivation scolaire qui sont des conséquences de la motivation (Viau, 1994). Le premier est le choix que fait l’apprenant de s’engager dans la réalisation de la tâche en cherchant et déployant diverses stratégies d’apprentissage, alors qu’un autre apprenant, non motivé, peut exprimer un comportement d’évitement face à cette tâche. Le deuxième indicateur est la persévérance qui s’observe par la période que l’élève consacre à accomplir ses activités. Elle correspond aussi à la capacité à continuer, à persister et à s’investir dans l’activité malgré l’existence des obstacles, des difficultés ou des échecs. Le troisième indicateur concerne l’engagement qui se manifeste par l’utilisation de stratégies d’apprentissage ou d’autorégulation (Darveau & Viau, 1997; Viau, 1994). Enfin, le quatrième indicateur est celui de la performance reflétée par plusieurs manières : l’implication et l’engagement dans l’activité, la qualité du travail, la consistance dans l’effort et surtout les résultats satisfaisants (Darveau & Viau, 1997; Viau, 1994).

TABLEAU 2
Les indicateurs de la motivation (Viau, 1994, 2004)

| Indicateurs de la motivation | | | | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|---|---|--|
| L'engagement | Les objectifs d'apprentissage | L'intérêt | L'effort | Persévérance | | | | |
| | | | | L'achèvement des tâches | La résolution de problèmes | La gestion du stress | L'attitude face à l'échec | a poursuite des objectifs à long terme |
| - L'investissement actif de l'élève dans ses études, y compris sa participation en classe, son implication dans les activités scolaires, sa persévérance face aux défis et son désir d'apprendre. | Les objectifs que les élèves se fixent pour eux-mêmes en matière d'apprentissage. | L'intérêt de l'élève pour les sujets d'étude ou les activités scolaires peut être un indicateur important de sa motivation. Un fort intérêt intrinsèque est souvent associé à une motivation durable et à une meilleure performance académique | L'investissement d'effort de la part de l'élève dans ses études. Cela peut inclure l'accomplissement des devoirs, la préparation aux examens, la participation active en classe, etc. | La capacité de l'élève à terminer ses devoirs, ses projets ou ses travaux scolaires dans les délais impartis est un indicateur de sa persévérance | La manière dont l'élève aborde et résout les problèmes académiques. Cela inclut la recherche de solutions alternatives, la recherche d'aide lorsque nécessaire et la persistance dans la recherche de réponses. | La façon dont l'élève fait face au stress et à la pression liés aux études. Un étudiant persévérant est capable de gérer efficacement le stress, de rester motivé et de continuer à travailler malgré les éventuelles difficultés | La réaction de l'élève face à l'échec. Un élève persévérant considère les échecs comme des opportunités d'apprentissage, les utilise comme des feedbacks pour progresser et ne se décourage pas face aux revers | Un élève persévérant maintient sa vision à long terme et reste déterminé à atteindre ses objectifs scolaires malgré les obstacles rencontrés en cours de route |

La pertinence et l'utilité proviennent de ce que l'élève apprend. Avoir de l'autonomie et le contrôle sur leur apprentissage, cela peut aussi renforcer et augmenter la motivation des élèves. En plus, apprendre en collaboration et interagir socialement positivement, cela stimule la motivation des apprenants. Ils sont aussi motivés lorsque l'enseignant reconnaît et récompense leurs efforts en fournissant des « feedbacks » positifs et les encouragements lorsqu'ils réussissent à atteindre l'objectif de l'activité. En conséquence, ces différents éléments de motivation peuvent créer un environnement d'apprentissage plus favorable.

En intégrant le robot voiture dans les séances d'apprentissage de la programmation, nous faisons l'hypothèse que cela peut augmenter la motivation chez les élèves et induit un certain encouragement dans la réalisation des activités demandées par le professeur. Nous désirons répondre à la question suivante : comment l'introduction de l'instrument médiateur robot-voiture influe sur la dynamique motivationnelle des élèves en situation de programmation ?

MÉTHODOLOGIE

Pour répondre à la question de recherche, nous avons fait recours à l'analyse des activités observées chez les élèves sachant que, dans ces activités, il y a recours au logiciel pour programmer. Deux observations ont été réalisées sur les élèves de la 3^e année, de 17 ans, section sciences techniques au lycée. La première séance consiste à définir l'environnement de programmation et de présenter le robot alors que la 2^e séance a été un approfondissement dans la programmation en faisant fonctionner à chaque fois un composant. Le robot est composé par la carte Arduino, des capteurs de distance, un capteur de son, des diodes LED, des roues et des servomoteurs et plusieurs autres composants.

Critères d'analyse et indicateurs

Le premier indicateur retenu est le temps d'implication des élèves dans l'activité de programmation. Nous avons enregistré les productions de chaque groupe en vue de les analyser. Dans ces activités, l'élève n'est pas trop guidé, il pourra effectuer des recherches sur Internet et consulter les aides de programmation disponibles de la carte Arduino. D'où nous tenons compte d'un deuxième indicateur, celui de l'exactitude des solutions proposées. Le fait de faire fonctionner un robot exactement, cela nous donnera une indication sur la réussite de l'activité de l'élève et sur sa performance. La programmation du robot est effectuée via le logiciel

Ardublock, relatif à l'environnement IDE d'Arduino. C'est un outil d'apprentissage pour les débutants en programmation, un outil de programmation graphique basé sur des blocs.

Recueil des données

Nous avons effectué un enregistrement vidéo avec un groupe de 10 élèves de la troisième section sciences techniques au cours des séances de programmation du robot. À la fin du module d'apprentissage, nous avons mené un entretien semi-directif avec l'enseignant.

Les deux séances enregistrées sont de 240 min chacune. Dans la première séance, l'enseignant a commencé par un cours magistral sur les microcontrôleurs, leur programmation, leur structure interne et externe. Ensuite, dans une autre séquence, l'enseignant a présenté l'environnement Ardublock. Il a défini les blocs de programmation. Puis, il a défini les différents éléments qui composent le robot. La deuxième séance a été consacrée à la définition du capteur ultrason, des servo-moteur, et enfin l'assemblage des différents éléments.

Analyse des tâches prescrites aux élèves

L'enseignant a choisi de commencer la première séance par une présentation de la carte programmable Arduino. L'enseignant a planifié sa séance comme suit : mettre en œuvre le circuit microcontrôleur ; présenter la carte Arduino ; identifier sa structure externe en faisant la différence entre des broches logiques et des broches analogiques.

Diverses activités sont proposées aux élèves dont la première est de faire d'allumer une diode LED. Le professeur a proposé un schéma de câblage d'une LED avec la carte Arduino. Il a proposé deux schémas (un schéma réel et un schéma synoptique). Il a donné aussi le programme complet. Les élèves doivent le saisir et le simuler. Les différentes phases de cette activité sont décrites dans le tableau 3 ci-dessous.

TABLEAU 3
Les activités réalisées durant les séances

| Activité | Activité pédagogique |
|-----------------|----------------------------------|
| Activité 1 | Faire clignoter une LED |
| Activité 2 | Faire fonctionner un servomoteur |
| Activité 3 | Tester le capteur ultrason |
| Activité 4 | Conception du robot |

La première activité est de faire clignoter une diode LED. Dans cette activité, le professeur propose un schéma réel du câblage et un schéma synoptique. Mais dans cette activité, il a donné la chance aux élèves de compléter le programme. L'activité 2 est de commander un servomoteur par un capteur IR. Puis, dans l'activité 3, l'enseignant a demandé de tester le fonctionnement d'un capteur ultrason.

Le professeur a choisi d'augmenter peu à peu le niveau de complexité des activités pour arriver enfin à rassembler le robot dans l'activité 4. Cette activité représente une synthèse des autres activités. En effet, en utilisant les anciens programmes déjà élaborés, les élèves vont les rassembler dans un seul programme afin de faire fonctionner le robot-voiture détecteur d'obstacle.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux suivants présentent le déroulement des observations de deux groupes d'élèves :

TABLEAU 4
Synopsie de la séance (groupe 1)

| Les différentes phases de la séance du groupe 1 | | | Moments clés | Déterminants | Indicateurs |
|--|-------|--|---|--|---|
| Phase 1 | 6'00 | Ens distribue le cours et organise les groupes d'élèves | Phase de mobilisation initiale qui sert à susciter l'intérêt des apprenants en les impliquant dès le début de la séance. → Leur donner un sentiment de contrôle sur leur apprentissage. | Favorisation de la coopération et de la socialisation. | Enthousiasme ou une curiosité initiale |
| Phase 2 | 25'41 | Ens identifie les microcontrôleurs et leurs rôles dans un système technique (cours magistral) | Activité d'acquisition des connaissances. → Ce cours peut être efficace pour transmettre des informations clés. | Susciter la curiosité et l'intérêt des élèves pour la technologie | Concentration totale des élèves. Ils ont montré une capacité à comprendre les informations fournies |
| Phase 3 | 26'46 | Ens définit les différents éléments qui composent le microcontrôleur | Phase d'acquisition des connaissances. → L'enseignant a utilisé un schéma visuel faciliter la compréhension et par conséquent maintenir la motivation. | Aider les élèves à comprendre le fonctionnement du microcontrôleur de manière approfondie. Ce qui provoque sa passionné par l'informatique | L'influence de la valeur attribuée par les élèves à ces connaissances. Ceci est mesuré par leur engagement et leur intérêt. |
| Phase 4 | 15'53 | Ens présente l'environnement Ardublock | Phase de mise en pratique des connaissances acquises jusqu'à présent. → Introduire le logiciel cela permet de rendre l'apprentissage concret et faciliter la compréhension des élèves. | C'est une opportunité pratique, offerte aux élèves, d'explorer les possibilités de la programmation, ce qui peut être stimulant pour leur créativité. | Les élèves sont curieux et motivés à explorer le logiciel |
| Phase 5 : Activité 1 (Allumer LED) | 11'52 | Elvs câblent le montage de l'activité 1 (allumer une LED) | Phase d'application pratique où les apprenants mettent en œuvre leurs connaissances afin de réaliser une activité concrète. → Renforcer la motivation des élèves en leur montrant les résultats tangibles et réels de leurs efforts. | Si les élèves parviennent à allumer une LED, ils auront un sentiment de réussite, aussi lorsqu'ils peuvent faire fonctionner un servo-moteur ou utiliser un capteur de distance. | Enthousiasme et motivation à accomplir les tâches |
| | 8'27 | Elvs écrivent le programme de l'activité N° 1 | | | |
| | 6'00 | Ens intervient pour résoudre le problème de téléversement | | | |
| | 10'04 | Elvs testent | | | |
| Phase 6 : Activité 2 (Servo-moteur) | 10'54 | Elvs écrivent le programme de fonctionnement d'un servo-moteur | Les apprenants appliquent leurs connaissances pour réaliser une activité technique et concrète. | | L'engagement des élèves dans les activités indiquent leur intérêt pour l'apprentissage. |
| | 5'29 | Elvs effectuent le câblage | | | |

| | | | | | |
|---|-------|---|---|---|--|
| | 2'07 | Ens intervient pour vérifier le câblage | → Encouragement de l'exploration et la découverte. | | |
| | 10'50 | Elvs testent et jouent avec le servo-moteur | | | |
| Phase 7 : Activité 3 (Capteur de distance) | 10'52 | Elvs câblent le montage du capteur à distance (activité 3) | Des expériences concrètes et des applications pratiques. Filmer des séquences vidéo et s'amuser avec le capteur peut ajouter une dimension ludique à l'activité. | | Engagement et enthousiasme tout au long de cette phase. |
| | 6'42 | Elvs écrivent le programme du capteur de distance | | | |
| | 4'34 | Elvs simulent le programme | | | |
| | 11'34 | Elvs simulent le fonctionnement et se plaisent avec le capteur. Ils ont filmé des séquences vidéo. | | | |
| Phase 8 : Activité 4 (Robot) | 39'07 | Elvs élaborent le programme complet du robot | Cette phase est un point culminant des activités précédentes. Les élèves appliquent toutes leurs compétences pour élaborer le robot complet. | Les élèves voient les résultats concrets de leurs apprentissages et de leurs efforts. | Les élèves ont montré une compétence d'assemblage et de programmation du robot, ainsi que leur implication dans les activités tout au long de cette phase finale |
| | 10'54 | Elvs effectuent le câblage du robot | | | |
| | 10'20 | Elvs simulent et jouent avec le robot | | | |
| Fin | | | | | |

TABLEAU 5
Synopsie de la séance (groupe 2)

| Les différentes phases de la séance du groupe 2 | | Moments clés | Déterminants | Indicateurs |
|---|-------|--|---|--|
| Phase 1 | 6'00 | Ens distribue le cours et organise les groupes d'élèves | Facteurs environnementaux → Création d'un environnement propice à l'apprentissage | Favoriser la collaboration et l'interaction entre pairs. |
| Phase 2 | 25'41 | Ens identifie les microcontrôleurs et leurs rôles dans un système technique (cours magistral) | Facteurs cognitifs → Les connaissances essentielles sont fournies aux élèves pour comprendre le sujet | Susciter l'intérêt des élèves en leur montrant l'importance et la pertinence du sujet. |
| Phase 3 | 26'46 | Ens définit les différents éléments qui composent le microcontrôleur | Facteurs cognitifs → L'enseignant définit les différents éléments qui composent un microcontrôleur, aidant ainsi les | Aider les élèves à comprendre les composants de base nécessaires pour travailler avec les microcontrôleurs |

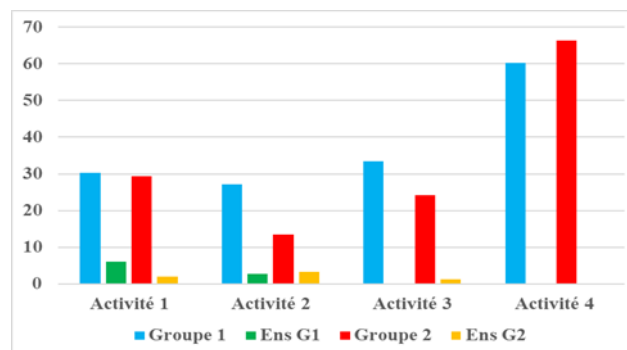
| | | | | | |
|---|-------|--|--|---|---|
| | | | | élèves à développer leur compréhension du sujet. | |
| Phase 4 | 15'53 | Ens présente l'environnement Ardublock | Susciter la curiosité et l'envie d'explorer le logiciel | Facteurs cognitifs → L'enseignant présente l'environnement Ardublock, permettant aux élèves de se familiariser avec cet outil de programmation. | Encourager les élèves à découvrir et à explorer un nouvel outil → Augmenter leur curiosité et leur motivation |
| Phase 5 : Activité 1 (Allumer LED) | 12'40 | Elvs câblent le montage de l'activité 1 (allumer une LED) | Implication des élèves dans des activités concrètes. L'enseignant intervient pour aider les élèves à résoudre des problèmes et les difficultés techniques. → Maintenir la motivation des apprenants en évitant la frustration liée à l'échec. | Facteurs motivationnels. → Le câblage du montage de l'activité et l'écriture du programme correspondant, donne l'occasion d'appliquer leurs connaissances et de relever un défi. | Permettre aux élèves de mettre en pratique leurs connaissances théoriques, → Favoriser leur motivation à résoudre des problèmes concrets |
| | 11'40 | Elvs écrivent le programme de l'activité N° 1 | | | |
| | 2'04 | Ens intervient pour vérifier le fonctionnement | | | |
| | 5'10 | Elvs vérifient le fonctionnement et jouent avec la LED | | | |
| Phase 6 : Activité 2 (servo-moteur) | 7'49 | Elvs réalisent l'activité 2 (commande d'un servomoteur) | Le fait que les élèves peuvent vérifier le bon fonctionnement de leurs montages et s'amuser avec les composants, leur motivation et leur satisfaction personnelle sont renforcées. | Facteurs motivationnels. → La réalisation de l'activité et la vérification de l'exécution correcte du programme, renforce leur motivation en leur permettant de voir les résultats concrets de leur travail. | Mettre leurs compétences en pratique et voir des résultats concrets. → Augmenter leur motivation et leur sentiment d'accomplissement |
| | 5'34 | Ens intervient pour vérifier le fonctionnement | | | |
| | 8'20 | Elvs vérifient l'exécution correcte du programme. Filment des séquences | | | |
| Phase 7 : Activité 3 (Capteur de distance) | 3'38 | Elvs réalisent l'activité 3 | Les activités deviennent encore plus complexes. → Stimuler la motivation des élèves en les faisant se sentir plus compétents au fur et à mesure de leur progression. | Facteurs motivationnels. → La réalisation de l'activité avec le soutien de l'enseignant L'intervention de l'enseignant pour résoudre les problèmes de téléversement et la simulation des fonctionnalités du capteur suscitent également la | Favoriser l'autonomie des élèves, tout en leur fournissant un soutien lorsque nécessaire |
| | 0'26 | Ens intervient pour aider les Elvs. | | | |
| | 3'25 | Elvs écrivent le programme du capteur de distance | | | |
| | 0'58 | Ens intervient pour résoudre le problème de téléversement | | | |
| | 7'54 | Elvs réalisent le câblage et simulent. Ils | | | |

| | | | | | |
|---|-------|--|--|---|--|
| | | jouent avec le capteur en s'éloignant ou en s'approchant. | | motivation des élèves. | |
| | 4'24 | Elvs modifient le programme et ajoute une LED qui s'allume si la distance mesurée est Inférieure à 20 cm | | | |
| | 05'05 | Elvs téléversent le programme dans la carte. Ils ont amusé par l'allumage de la LED | | | |
| Phase 8 : Activité 4 (Robot) | 46'29 | Elvs écrivent le programme complet du robots | | Facteurs motivationnels. → Leur plaisir dans cette phase indique une motivation continue et un sentiment de réalisation. | Phase qui peut être perçue comme un défi plus complexe, ce qui peut stimuler la motivation des élèves à relever ce défi et à aboutir à un projet concret |
| | 20'05 | Elvs réalisent le câblage et la simulation. Ils se plaisantent | | | |
| Fin | | | | | |

TABLEAU 6
Répartition de temps pour chaque activité (Groupe 1)

| Type de l'activité | Groupe 1 | | | Groupe 2 | | |
|-----------------------------|------------|-------|---------|------------|---------|---------|
| | Enseignant | Elève | Total | Enseignant | Elève | Total |
| Activité d'enseignement | 1h14'20 | - | 1h14'20 | 1h14'20 | - | 1h14'20 |
| Réalisation de l'activité 1 | 6'00 | 30'23 | 36'23 | 2'04 | 29'30 | 31'34 |
| Réalisation de l'activité 2 | 2'07 | 27'13 | 29'20 | 3'34 | 13'54 | 19'28 |
| Réalisation de l'activité 3 | - | 33'42 | 33'42 | 1'24 | 24'26 | 25'50 |
| Réalisation de l'activité 4 | - | 60'21 | 60'21 | - | 1h06'34 | 1h06'34 |

FIGURE 2



Répartition de temps de chaque activité

L'enseignant a choisi de commencer par la découverte du rôle de chaque composant du robot et de vérifier son fonctionnement. Dans cette leçon, le robot est utilisé comme un outil

médiateur. Chaque activité est composée de plusieurs phases qui reflètent le degré de motivation et la persévérance des élèves.

Cependant, durant la réalisation des activités, les élèves ont rencontré plusieurs difficultés citées ci-après :

- *Défaut des câbles* : l'usage régulier des câbles les rendre non résistif aux forces appliquées, ils seront détruits facilement.
- *Défaut de la batterie* : le robot est autonome. Il nécessite une source d'alimentation extérieure sous forme de 4 piles. Il arrive que les piles de charge très rapidement et les élèves doivent tenir compte de cette contrainte.
- *Défauts relatifs aux brochage des composants* : il y a des composants tel que le servomoteur possède des polarisations à respecter. S'il y a échec, c'est que l'ordre du fil n'est pas pris en considération.

DISCUSSION

Selon Clot (2020), l'activité est principalement créatrice. Le fait de créer un environnement ludique, et de proposer d'utiliser un outil graphique pour la programmation, a créé chez les élèves des émotions positives (enthousiasme), ce qui les a rendus plus créatifs. De plus, les activités des élèves sont collectives ; les élèves ont montré une forte collaboration. Ils ne veulent pas perdre de temps ; pour cela, ils divisent quelquefois le travail.

Tout au long des séances enregistrées, l'enseignant donne des explications courtes et de brèves consignes pour aider les élèves à construire leur savoir sans toutefois leur donner les réponses. Durant ces séances, les compétences cibles sont d'ordre personnel en développant l'autonomie et l'initiative chez les apprenants. Elles sont aussi d'ordre méthodologique et communicationnel pour lesquelles les élèves peuvent s'exprimer oralement avec confiance en soi.

Nous avons observé aussi que l'enseignant présente des encouragements avant chaque tâche et la considère comme un défi pour les groupes d'élèves. Il n'y a pas de récompense mais un enjeu : « *qui va terminer le premier et montrer le fonctionnement correct pour ses camarades* ».

Durant les séances, l'enseignant utilise une démarche expérimentale décomposée en cinq séquences : l'observation, l'hypothèse, l'expérience, les résultats et l'interprétation. L'apprentissage progresse car les élèves co-construisent leurs connaissances en alternant des phases d'activités pratiques et de réflexion qui leur permettent d'organiser les nouvelles connaissances nécessaires à leurs activités.

Les résultats de cette étude montrent que le recours au robot-voiture a influencé et augmenté la motivation des élèves. Elle a des effets positifs sur l'acquisition de connaissances et de compétences en Sciences Techniques. Elle permet de développer des compétences transversales et de stimuler la créativité et la coopération entre les élèves. Nous avons constaté que les élèves sont curieux, désireux d'exprimer leur opinion, attentifs à leurs pairs, désireux de poser des questions. Nos observations et analyses révèlent une forte motivation, un fort plaisir d'apprendre et un engagement accru des élèves. Les résultats de nos analyses confirment plusieurs travaux qui suggèrent que l'apprentissage de la programmation aurait un impact sur la dynamique motivationnelle des élèves et leur permettrait de participer plus activement.

Ces processus aident à comprendre les principaux problèmes de l'électronique d'une part, et de l'informatique d'autre part car la robotique éducative ne se limite pas à l'apprentissage des robots, c'est-à-dire à l'étude de caractéristiques technologiques avancées. L'analyse des données recueillies nous a permis de montrer que la robotisation et la programmation sont perçues comme une activité ludique. La finalité éducative des activités

proposées aux élèves est l'acquisition de connaissances et compétences technologiques. En plus, leurs desseins éducatifs reposent dans l'acquisition de compétences transversales tel que la résolution des problèmes, la communication, la prise des initiatives, etc.

CONCLUSION

L'utilisation des logiciels de programmation traditionnels peut contribuer à un refus partiel de l'apprentissage chez les élèves. Dans cette communication, nous avons testé l'influence de la manipulation des robots sur l'apprentissage de l'électronique et de la programmation en même temps. Les élèves sont motivés et leurs activités ont été modifiées, ils sont impliqués encore plus dans les phases d'apprentissages. Le guidage strict de l'activité a été diminué, voire disparu.

RÉFÉRENCES

- Barma, S., Voyer, S., Dewailly, C., Vincent, M. C., Duguay, S., & Kouamkam, R. K. (2015). Réaliser une étude de cas multiple qui vise à affiner les connaissances sur l'usage pédagogique ou didactique de la programmation dans les écoles du Québec : Rapport final. *Centre de Recherche et d'Intervention sur la Réussite Scolaire (CRIRES)*, Canada.
- Clot, Y. (2020). *Éthique et travail collectif : Controverses*. Érès.
- Darveau, P., & Viau, R. (1997). *La motivation des enfants. Le rôle des parents*. Les Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.
- Fenouillet, F., & Lieury, A. (1996). Faut-il secouer ou dorloter les élèves ? Apprentissage en fonction de la motivation induite par l'ego et du niveau de mémoire encyclopédique en géographie. *Revue de Psychologie de l'Éducation*, 1, 99-124.
- Houimli, R., & Ben Kilani, C. (2014). Mode de raisonnement des apprenants relatif à la conception des microcontrôleurs : Cas des élèves tunisiens de classe terminale. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 1(2), 54-67.
- Mozo, J. R., Quintero, H.-M., & Ariza, H.-M. (2017). Educational Robotics: Algorithm logic learning comparison. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(24), 15470-15474.
- Programme Officiel Tunisien (2013). *Ministère de l'Éducation et de la Formation. Direction générale des programmes et de la formation continue*. Tunisie.
- Satratzemi, M., Dagdilelis, V., & Kagani, K. (2005). Teaching programming with robots: A case study on Greek secondary education. In P. Bozanis & E. N. Houstis, (Eds.), *Advances in Informatics. PCI 2005. Lecture Notes in Computer Science (LNCS)* (V. 3746, pp. 502-512). Springer.
- Vallerand, R. J., & Thill, E. A. (1993). *Introduction à la psychologie de la motivation*. Vigot.
- Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Les Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.
- Viau, R. (2004). La motivation : Condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire. In *Actes du 3e congrès des chercheurs en éducation*. Bruxelles. Retrieved from https://projetadef.files.wordpress.com/2011/12/la_motivation.pdf.