



**HAL**  
open science

# Informatique, musique et créativité : en quoi la programmation de son propre instrument de musique influence-t-elle la créativité musicale ?

Adélaïde Vivien

## ► To cite this version:

Adélaïde Vivien. Informatique, musique et créativité : en quoi la programmation de son propre instrument de musique influence-t-elle la créativité musicale ?. Education. 2023. dumas-04320365

**HAL Id: dumas-04320365**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04320365>**

Submitted on 4 Dec 2023

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

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

## **Master MEEF**

**« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation »**

**Mention premier degré**

**Mémoire**

### **Informatique, Musique et Créativité**

**En quoi la programmation de son propre instrument de musique influence-t-elle la créativité musicale ?**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master**

**soutenu par**

**Adélaïde VIVIEN**

**le 4 juillet 2023**

en présence de la commission de soutenance composée de :

Jean-Marc LEGRAND, directeur de mémoire

Hervé GIRAULT, membre de la commission

# Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Monsieur Jean-Marc LEGRAND, pour sa disponibilité, ses conseils et son encadrement.

J'adresse également mes remerciements à l'INSPE d'Angers qui m'a permis de réaliser mon expérimentation dans de bonnes conditions avec le prêt d'ordinateurs portables et des robots Thymio.

Enfin, je tiens à remercier Madame Mélanie LEBAS ainsi que ses élèves de CM2 pour leur disponibilité et leur engagement dans mon projet d'expérimentation de mémoire.

# Sommaire du Mémoire

Remerciements.....	1
Sommaire du Mémoire.....	2
Introduction.....	3
I- Le cadre théorique.....	4
A- L'informatique .....	4
1. Définition.....	4
2. Les algorithmes.....	5
3. Langage et programmation .....	5
4. Les robots Thymio.....	7
5. La place de l'informatique dans les programmes de cycle 3 .....	10
B- La musique .....	11
1. Définition.....	11
2. L'évolution de la musique.....	11
3. La musique dans les programmes de cycle 3 .....	12
C- La créativité.....	13
1. Définitions.....	13
2. La créativité musicale.....	14
3. La créativité en éducation .....	14
D- Articulation entre informatique, musique et créativité.....	15
II- La méthodologie d'expérimentation.....	17
1. Le contexte.....	17
2. La séquence d'expérimentation .....	17
2.1. La conception de la séquence .....	17
3. Présentation des résultats.....	27
4. Analyse des résultats.....	34
III- Discussion .....	42
Conclusion.....	44
Bibliographie.....	46
Annexes .....	47
4 <sup>ème</sup> de couverture.....	53

# Introduction

« L'École contribue au projet d'une société de l'information et de la communication pour tous. Elle forme les élèves à maîtriser ces outils numériques et le futur citoyen à vivre dans une société dont l'environnement technologique évolue constamment. »<sup>1</sup>. Cette citation issue du site du Gouvernement sur l'utilisation du numérique à l'école illustre bien l'importance de l'inclure dans les programmes. Nous sommes dans une société qui se développe constamment et plus particulièrement, dans le secteur du numérique et de la technologie. L'un des rôles de l'École, aujourd'hui, est de former les futurs citoyens au numérique, à l'informatique et aux nouvelles technologies. Et ce, afin de leur garantir une ouverture au monde et une évolution dans l'avenir. L'augmentation de l'usage du numérique et de l'informatique nous intéresse plus particulièrement. En tant qu'enseignant, il semble important de se questionner sur le rôle du numérique à l'école et découvrir les compétences que cela peut faire ressortir chez les élèves. Nous devons apprendre à enseigner avec les nouvelles technologies. Par ailleurs, il nous semble intéressant de se pencher sur la transdisciplinarité. C'est un moyen d'apporter des connaissances, de développer des compétences en les mêlant à plusieurs disciplines. Cela va préparer les élèves à utiliser des connaissances et des compétences dans un autre contexte et faire du lien entre celles-ci. Toutefois, nous pouvons noter que nous ne parlons que d'informatique et de numérique. C'est pourquoi, afin d'appliquer cette transdisciplinarité dans notre sujet, nous avons décidé d'intégrer une partie éducation musicale en lien avec la musique électronique.

Par conséquent, nous souhaitons nous questionner sur la relation entre l'informatique et la musique en éducation. A travers ce sujet, nous cherchons à nous interroger autour des sujets suivants : la créativité musicale, les algorithmes, les programmes et l'informatique. Nous venons d'évoquer les termes de numérique et d'informatique. Dans ce mémoire, nous parlerons d'informatique car nous allons faire de la programmation, ce qui relève de ce domaine. C'est pourquoi, ce sujet est l'occasion de nous interroger sur la manière d'enseigner l'informatique avec des élèves de cycle 3. Afin d'illustrer ce mémoire, nous souhaiterions faire créer aux élèves leur propre instrument de musique avec des robots Thymios. En effet, il n'est pas forcément évident d'aborder une nouvelle matière qui peut parfois être inconnue

---

<sup>1</sup> *L'utilisation du numérique à l'École*. (s. d.). Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse. <https://www.education.gouv.fr/l-utilisation-du-numerique-l-ecole-12074>

avec des élèves. Nous voulons donc voir ce qu'il est possible de mettre en place afin de faciliter cela. Nous souhaitons observer si l'apprentissage d'un projet qui sort de l'ordinaire peut influencer leur créativité. Par ailleurs, nous trouvons qu'il est également intéressant de se questionner sur l'influence de la création d'un algorithme, d'un langage de programmation sur la créativité musicale des élèves. Tout au long de ce mémoire, nous allons chercher à établir le lien qu'il peut y avoir entre l'influence de la programmation de son propre instrument de musique avec les Thymios (réalisation d'un algorithme, programmation du robot pour qu'il devienne un instrument de musique) et la créativité musicale. Notre question de recherche est la suivante : **en quoi la programmation de son propre instrument de musique peut-elle influencer la créativité musicale ?**

Tout d'abord, nous ferons le point sur les différentes notions de ce sujet (l'informatique, la musique et la créativité). Puis, nous verrons la méthodologie d'expérimentation que nous souhaitons mettre en place afin d'analyser mon sujet. Enfin, nous observerons les données obtenues et nous les analyserons afin de pouvoir répondre à notre question de recherche.

## I- Le cadre théorique

### A- L'informatique

#### 1. Définition

Tout d'abord, nous allons définir le terme d'informatique. L'informatique est une « science du traitement rationnel, notamment par des machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances et des communications ». Ce domaine met en œuvre du matériel technique tel que les ordinateurs. L'informatique se construit sur la base de quatre concepts (Dowek, 2011). Ces concepts sont les suivants : le concept d'algorithme, de machine, de langage et d'information. L'association de ces 4 concepts construit la définition de l'informatique. Le développement de ces concepts va se réaliser ci-dessous. Cela va permettre d'éclairer le sujet et de mieux comprendre comment fonctionne l'informatique afin de l'appliquer pour la création d'un instrument de musique

avec un robot Thymio. Dans cette partie, nous parlerons principalement des algorithmes, du langage et de la programmation.

## 2. Les algorithmes

Simon Modeste définit l’algorithme comme ceci : « Un algorithme est une procédure de résolution de problème, s’appliquant à une famille d’instances du problème et produisant, en un nombre fini d’étapes constructives, effectives, non-ambigües et organisées, la réponse au problème pour toute instance de cette famille » (Modeste, 2013). Il est à noter qu’un algorithme a la possibilité de s’exprimer sous différentes formes comme le langage de programmation, le langage courant, les diagrammes... (Modeste, 2013). Dowek définit les algorithmes de la manière suivante : c’est une « recette qui permet de résoudre un certain problème de manière systématique » (Dowek, 2011). Cette définition est très explicite sur la notion d’algorithme. Il est important de noter qu’un algorithme est une méthode, nous pouvons également parler de procédure, si celui-ci est écrit nous parlerons de programme. En effet, sans s’en rendre compte, nous sommes entourés d’algorithmes dans notre vie quotidienne. Lorsque nous cuisinons, nous suivons un algorithme. Une recette de cuisine est un algorithme. Notre téléphone ou notre ordinateur fonctionne grâce à ces algorithmes. Les algorithmes sont des séries d’instructions données afin de résoudre un problème donné et essayer d’en trouver le résultat. Toutefois, il est important de respecter les conditions pour que cet algorithme fonctionne. Dans un premier temps, il faut construire et écrire un algorithme qui va permettre de résoudre le problème posé. Et dans un second temps, l’algorithme doit être traduit dans le langage de la machine qui va l’interpréter.

## 3. Langage et programmation

Le langage est “une faculté qui permet d’exprimer une pensée et de communiquer. Celui-ci fonctionne par le moyen d’un système de signes conventionnels vocaux et/ou graphiques qui va constituer une langue”<sup>2</sup>. Il existe différents types de langages et il est

---

<sup>2</sup> LANGAGE : Définition de LANGAGE. (s. d.). <https://www.cnrtl.fr/definition/langage>

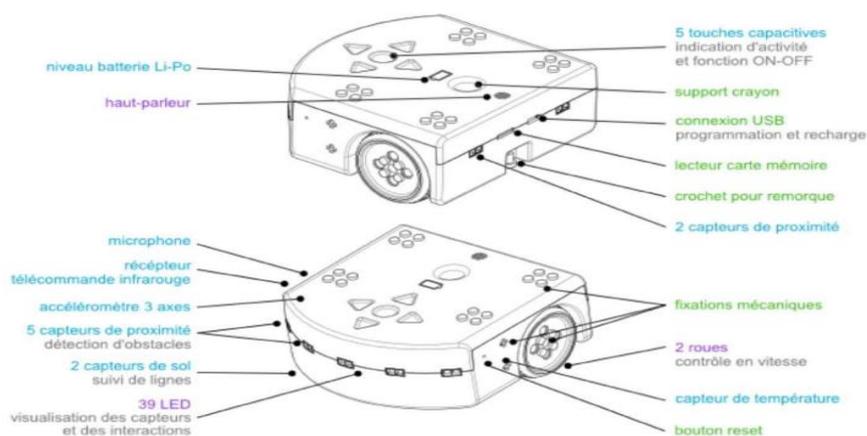
important de noter que le langage est différent d'une langue. En effet, le langage va demander une spécialisation dans un certain domaine comme le langage informatique qui se spécialise dans l'expression des algorithmes. *A contrario*, une langue va être universelle, elle va être utilisée pour donner des commandes, pour communiquer, pour faire passer des idées, par exemple. Le langage va avoir son propre vocabulaire et sa propre syntaxe. Celui-ci est limité mais extensible, une action peut être dite de différentes manières contrairement à la langue où le vocabulaire est important mais il ne peut servir pour plusieurs expressions. Dowek l'illustre ainsi "On appellera épagneul breton un steak saignant, puis Je voudrais manger un épagneul breton" (Dowek, 2019). Le langage est limité mais extensible à différentes manières d'expression du vocabulaire. La langue contient un large choix de vocabulaire mais n'est pas extensible. Enfin, la grammaire est importante dans le langage. Elle va jouer dans la compréhension, une erreur de signe et cela peut nuire au langage (Dowek, 2019). Dans la langue, certes il faut être précis dans la grammaire, mais une erreur ne va pas jouer un grand rôle dans la compréhension. En général, la phrase sera tout de même compréhensible. Mais attention, dans certains cas, cela ne sera pas vrai.

Après nous être penché sur la définition du langage et de ses différences avec le concept de langue. Nous allons plus particulièrement nous intéresser au langage informatique qui est ici le cœur de notre sujet. Le langage informatique va être une succession de mots qui va permettre de commander une machine, un ordinateur, un robot. Celui-ci va être l'expression de l'algorithme. En effet, dès lors que l'algorithme est écrit, nous parlerons de langage de programmation. Ce langage de programmation peut s'écrire de différentes manières selon la machine mais pourra obtenir un même résultat si nous le souhaitons. Le langage informatique pose une double contrainte dans son utilisation. Ce langage doit pouvoir être utilisable pour nous les humains mais aussi pour les machines et les robots. C'est pourquoi, ce langage essaye de se rapprocher des différentes langues. Toutefois, cela peut parfois être difficile. Chaque langage à sa notation, dans le langage mathématique par exemple, nous pouvons retrouver les chiffres, les symboles comme le =, le +, etc... La musique connaît elle aussi son propre langage avec l'écriture de notes et de rythme, c'est un codage que les musiciens apprennent pour apprendre à jouer des partitions, chaque symbole va avoir une durée ou une façon de jouer particulière. Chaque langage est illustré par des symboles particuliers, un codage particulier.

## 4. Les robots Thymio

Après nous être intéressé aux concepts d’algorithme, de langage et de programmation, nous allons découvrir l’outil qui est le cœur de l’expérimentation de ce mémoire : les robots Thymio. Avant cela, nous trouvons important de définir ce qu’est un robot. Selon une définition du CNRTL, un robot est un “Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique ou domestique.”<sup>3</sup>. Le robot va effectuer les tâches qui lui sont commandées. Le langage de programmation est constitué des différentes instructions qui vont permettre de coder un algorithme, c’est-à-dire une suite d’actions que le robot va exécuter. Le robot interagit également avec son environnement à l’aide de capteurs.

Après cette brève présentation de ce qu’est un robot. Nous allons nous focaliser sur les robots Thymio<sup>4</sup>. Les robots Thymio sont des robots “Open-source”, développés à Lausanne en Suisse. Un logiciel Open-Source est un logiciel dont le code source est libre d’accès et donc modifiable et réutilisable par tous<sup>5</sup>. Le robot Thymio dispose de modes préprogrammés, de capteurs (de températures, de proximité, accéléromètre, microphone), d’actionneurs (moteurs, leds, sons) et il dispose également d’un support pour crayon. Les modes préprogrammés fonctionnent avec la boucle sensori-motrice suivante “Si... alors...”.



Découvrir le matériel

[https://dane.ac-caen.fr/IMG/pdf/pistes\\_seances\\_decouverte\\_thymio.pdf](https://dane.ac-caen.fr/IMG/pdf/pistes_seances_decouverte_thymio.pdf)

<sup>3</sup> ROBOT : Définition de ROBOT. (s. d.). <https://www.cnrtl.fr/definition/robot>

<sup>4</sup> Thymio by Mobsya. (2023, 30 mars). Accueil - Thymio. Thymio. <https://www.thymio.org/fr/>

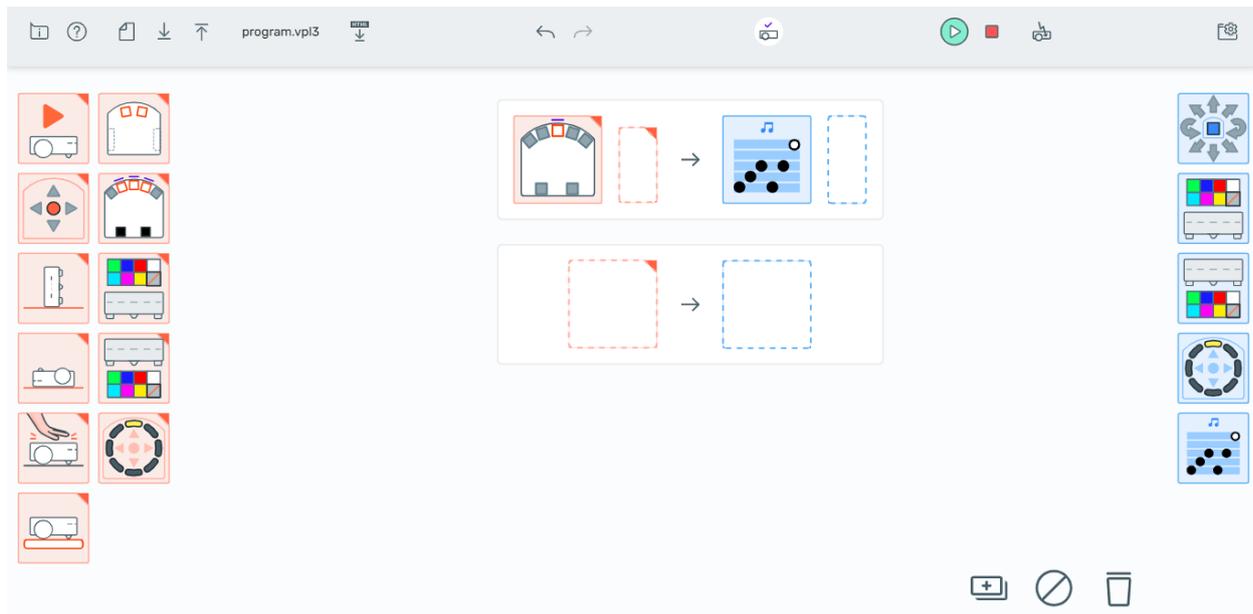
<sup>5</sup> Larousse, É. (s. d.). Définitions : open source - Dictionnaire de français Larousse. [https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/open\\_source/188163](https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/open_source/188163)

Le robot Thymio peut utiliser différents langages tels que VPL, VPL 3, Scratch, Blockly, Aseba studio. Les langages VPL et VPL 3 fonctionnent par iconographie, les langages Scratch et Blockly fonctionnent par blocs et le langage Aseba Studio fonctionne de façon textuelle.

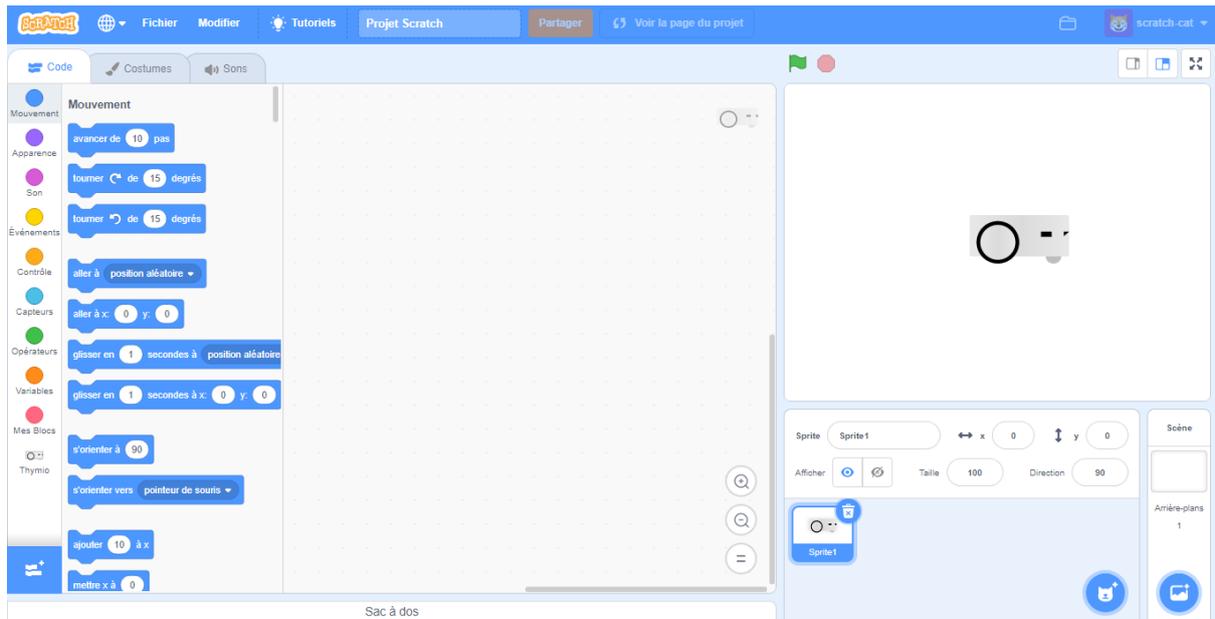
Lors de notre expérimentation, nous travaillerons avec un langage iconographique pour la programmation des robots Thymios.

- Les langages VPL et VPL3 :

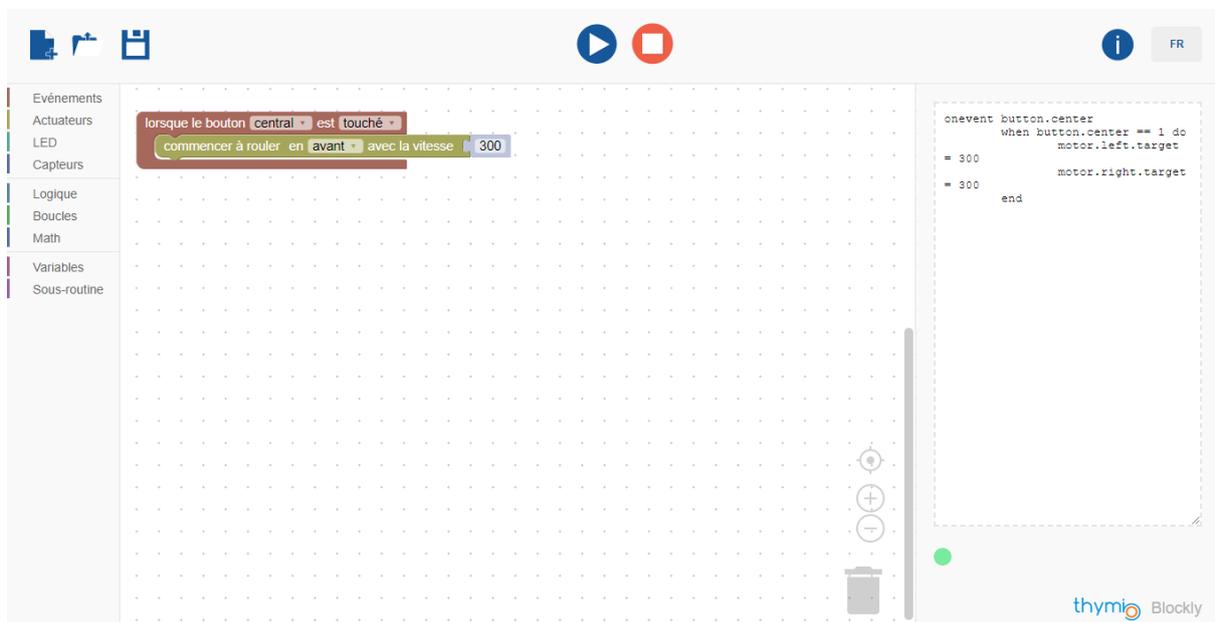
Les langages VPL et VPL3 fonctionnent sous forme de blocs d'actions. En effet, nous pouvons voir sur les captures ci-dessous des blocs iconographiques du langage VPL3. Les blocs se trouvant à gauche sont les évènements correspondant au « Si... » et les blocs à droite correspondent aux actions « alors... ». Ce type de langage est très visuel pour l'utilisateur.



## - Le langage Scratch :

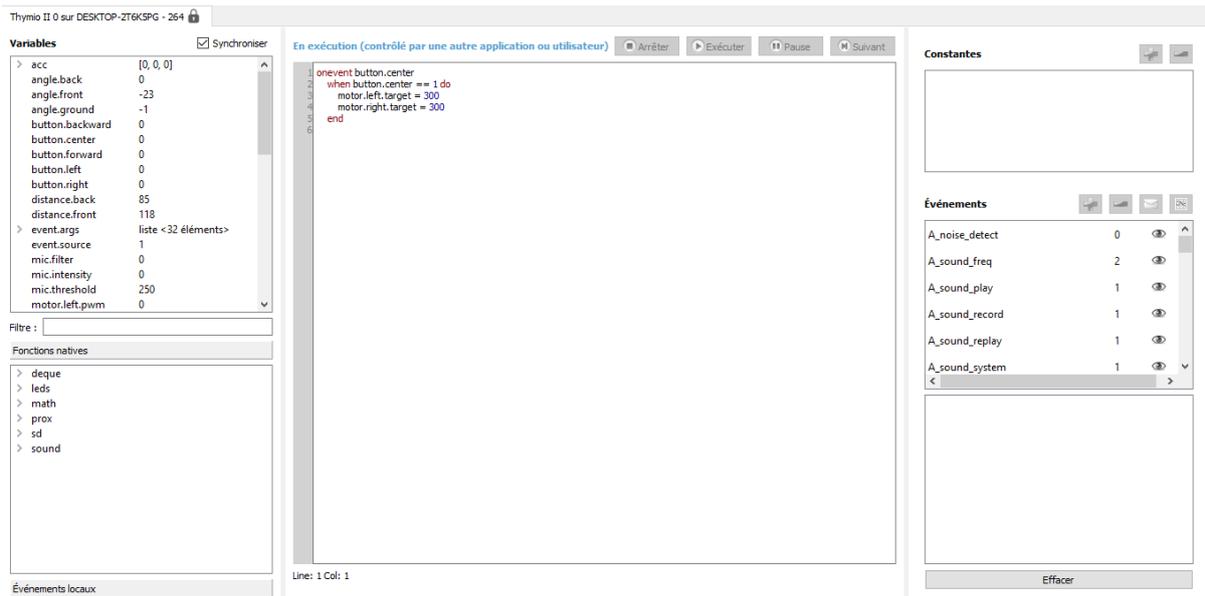


## - Le langage Blockly :



Les langages Scratch et Blockly fonctionnent comme nous l'avons expliqué précédemment sous forme de blocs. Ce langage fonctionne avec des blocs textuels, un bloc peut contenir plusieurs actions et les répéter si nous le demandons.

## - Le langage Aseba Studio :



Le langage Aseba Studio est un langage se basant sur un code texte. Ce langage permet d'avoir une plus grande liberté dans la programmation, contrairement aux autres langages vus ci-dessus.

## 5. La place de l'informatique dans les programmes de cycle 3

L'informatique n'a pas une place prépondérante dans les programmes de cycle 3. Toutefois, nous pouvons retrouver l'informatique plusieurs fois en mathématiques ainsi que dans d'autres disciplines comme en français... Par exemple, en cycle 3, les élèves doivent être initiés à la programmation. Durant le cycle 3, l'élève va approfondir ses connaissances et compétences en informatique et en programmation en multipliant les démarches et les approches telles que les expériences, les observations, les manipulations. Les élèves de cycle 3 apprennent à utiliser des langages afin d'utiliser des logiciels, de programmer, de lire et de prendre en main des algorithmes. Tout cela dans le but de développer la pensée informatique, de structurer la pensée, la curiosité, la créativité et l'esprit critique. La découverte d'un nouveau mode de travail, d'une nouvelle notion peut peut-être laisser place à de nouvelles idées.

L'informatique est la base de ce sujet et de l'expérimentation voulue afin que celle-ci se passe au mieux. En effet, avec notre expérimentation, nous souhaitons voir si la programmation d'un robot Thymio en tant qu'instrument de musique peut influencer la

créativité musicale des élèves. Avant d'entrer dans l'expérimentation, penchons-nous sur la question de la notion de musique, de ses caractéristiques, de son évolution et de sa place à l'école.

## B- La musique

### 1. Définition

La musique est un concept artistique qui réalise « des combinaisons harmonieuses ou expressives de sons »<sup>6</sup>. La réalisation de cet art se base sur des règles spécifiques de la musique. Ces règles se sont diversifiées par l'éloignement géographique et le temps historique. Les styles musicaux ne sont pas les mêmes en Asie et en Europe, par exemple. De même, nous pouvons remarquer que les styles musicaux évoluent selon les différentes époques.

### 2. L'évolution de la musique

La musique évolue au même rythme que la société et ses innovations. L'arrivée des nouvelles technologies dans la société a amené à changer notre quotidien dans différents domaines. Ce changement peut se constater dans le milieu de la musique. Effectivement, l'arrivée des nouvelles technologies a permis de développer de nouveaux instruments de musique et d'en élargir la notion. Les nouvelles technologies n'ont pas seulement élargi la famille des instruments de musique, elles ont également créé une rupture avec les règles classiques de la musique mises en place depuis plusieurs siècles. Déjà, la musique classique dite musique tonale était passée à une musique atonale. Cela signifie que les harmonies n'étaient plus aussi importantes qu'avant. Les harmonies sont devenues moins importantes au fur-et-à-mesure de l'histoire de la musique, d'autant plus avec la musique électronique. La musique électronique s'appuie moins sur les harmonies. Deux innovations vont jouer un rôle décisif, le phonographe d'Edison et le son électrique (Heinrich, 2002). On peut penser aux électroniciens comme Léon Thérémine et Maurice Martenot mais également au compositeur

---

<sup>6</sup> MUSIQUE : Définition de MUSIQUE. (s. d.). <https://cnrtl.fr/definition/musique>

Edgar Varèse. L'arrivée de ces innovations permet de produire une autre musique que celle connue auparavant. A partir de 1950, la musique prend un tournant. C'est l'arrivée de la musique électronique. Le son est alors produit de A à Z. Il n'y a plus besoin d'enregistrer un son pour le travailler. En effet, grâce à l'association de différentes vibrations transformées par un circuit électrique, cela permet de produire un son sans avoir à jouer d'instrument de musique. La musique électronique amène à se faire croiser les arts, les sciences et la technologie, et cela, au profit de la recherche musicale (Heinrich, 2002).

### 3. La musique dans les programmes de cycle 3

Le programme de cycle 3 en musique se focalise principalement sur deux axes: la perception et la production. Ici, dans ce sujet, c'est la partie production qui va nous intéresser même si la perception reste tout de même nécessaire. En effet, la perception est un travail en amont pour analyser et découvrir les caractéristiques de la musique. Nous travaillerons cela avant de commencer la création musicale autour de la musique électronique. Intéressons-nous plus particulièrement à l'axe de la production. Il est intéressant de voir que dans la partie éducation musicale du programme de cycle 3, l'une des compétences à travailler se nomme « explorer, imaginer et créer ». Nous allons approfondir cet axe de travail afin de découvrir ce que cela peut apporter dans les apprentissages et dans notre recherche.

Cette partie est le moyen de faire le point sur la notion de musique, de découvrir son évolution avec la place des nouvelles technologies. Nous avons pu également voir dans le programme de cycle 3 que l'éducation musicale jouait un rôle dans le développement de la compétence de perception et de production avec une place pour l'imagination et la création. C'est pourquoi, nous allons maintenant nous intéresser au concept de créativité qui est un point central de ce sujet.

## C- La créativité

### 1. Définitions

A travers les différentes lectures autour de la créativité, il est possible de remarquer qu'il est difficile d'avoir une seule et unique définition. La définition dépend de la vision que nous en avons. Selon une définition du dictionnaire Larousse, les élitistes sont des personnes ayant une « Attitude ou politique visant à former et à sélectionner les meilleurs éléments d'un groupe sur le plan des aptitudes intellectuelles ou physiques » . Cette tendance élitiste définit la créativité comme une chose innée chez l'Homme, selon eux, la créativité, c'est être doué pour quelque chose (Bonnardel & Lubart, 2019). *A contrario*, les démocrates donnent une définition de la créativité comme une capacité, c'est être capable de... (Bonnardel & Lubart, 2019) Dans cette définition, la créativité est alors accessible à tous en s'adaptant aux capacités de chacun. La créativité est également définie comme « la capacité à produire une idée exprimable sous une forme observable ou à réaliser une production qui soit à la fois novatrice et inattendue, adaptée à la situation et (dans certains cas) ayant de la valeur » (Bonnardel & Lubart, 2019). Cette dernière définition fait état d'une production qui est novatrice et inattendue. En effet, il est à noter que la créativité est souvent associée au concept d'innovation. A partir de ces différentes définitions, nous pouvons principalement en ressortir que la créativité, c'est avoir la capacité d'imaginer une chose nouvelle qui sorte de l'ordinaire. La créativité va impliquer de nombreux facteurs comme des facteurs cognitifs (les connaissances, l'intelligence), conatifs (motivation, personnalité...), émotionnels et environnementaux (lieu de création, les pairs...) qui entourent le sujet. L'adaptation à la situation afin de pouvoir résoudre le problème peut aussi influencer la créativité. En effet, il faudra suivre une certaine procédure afin d'arriver à résoudre le problème, cela peut amener des contraintes et être pris en compte dans la créativité. Tout cela va jouer sur la créativité de l'individu et peut peut-être l'influencer dans ce qu'il va faire. Nous avons chacun des perceptions différentes. En plus de ces facteurs, nous pouvons évoquer les caractéristiques de la créativité (Rey & Feyfant, 2012) que développe Craft. Celle-ci va être démocratique, sociale et culturelle, ce qui rejoint le facteur environnemental de la créativité. Il est à noter également que la créativité n'est pas mesurable avec des outils classiques, nous devons les construire (Rey & Feyfant, 2012).

## 2. La créativité musicale

Tout d'abord, la créativité musicale détermine la production d'une musique du début à la fin. Le créateur d'une musique que l'on nomme compositeur ne joue pas forcément sa musique par la suite. Toutefois la création de musique électronique est un processus qui va mêler production et exécution. En effet, lors d'une création de musique électronique, le compositeur gère tout de A à Z dans ce qu'il souhaite faire. Cette citation l'illustre « le créateur peut contrôler toutes les phases de création, et être à la fois luthier, compositeur et interprète » (Heinrich, 2002). Cette citation prend d'autant plus de sens avec l'arrivée des nouvelles technologies dans le secteur de la musique. Le créateur n'est pas obligé de suivre les règles dites classiques de la musique, il peut s'en défaire et partir sur un genre atonal comme nous l'avons expliqué dans la partie précédente sur l'évolution de la musique. Avec les nouvelles technologies, le créateur a plus de liberté et il ne s'enferme pas dans des limites et règles données. En effet, les nouvelles technologies jouent un nouveau rôle dans la création musicale, elles « favorisent la dissolution de la frontière entre le son et la composition » (Heinrich, 2002). La créativité musicale mêlée aux nouvelles technologies est le moyen de laisser libre cours à son imagination et de créer une musique comme le souhaite le créateur. C'est une réelle question de liberté.

## 3. La créativité en éducation

Dans notre société, nous connaissons une réelle volonté de passer d'une « école immobile » à « une adaptabilité des modèles éducatifs » (Rey & Feyfant, 2012). Cela amène donc les enseignants à se remettre en question et à laisser place à l'expérimentation en classe. Il ne faut pas avoir peur de prendre des risques (Rey & Feyfant, 2012). La créativité est importante. Elle doit se trouver au cœur des apprentissages. La créativité permet aux élèves de développer plusieurs compétences telles que la communication, la capacité à élaborer, l'originalité... mais également essayer de mettre en place des projets qui soient inventifs et qui sortent de l'ordinaire afin d'attiser leur curiosité et donc leur créativité. Pour aider à la créativité en classe, il est possible de mettre plusieurs choses en place telle que changer les façons de travailler par rapport aux habitudes et changer l'environnement. Il est important de

montrer à l'élève qu'il a le droit à l'erreur. C'est par l'erreur que l'élève va avancer et innover. Par ailleurs, il est possible de s'appuyer sur les travaux de Wallas en 1926 sur le processus de créativité. Il décompose ce processus en plusieurs phases (Bonnardel & Lubart, 2019) :

- La phase de préparation mentale : cette phase va être le moment de la recherche des différentes informations dont nous avons besoin pour créer. Cela est appelé le travail préliminaire. Cette phase permet de se renseigner et de poser un cadre à sa création.
- La phase d'incubation : C'est un temps où des liens inconscients vont se faire sur les différentes recherches effectuées. Sans s'en rendre compte, des liens vont se créer et vont permettre de faire avancer la création.
- La phase d'illumination : A la suite de la phase d'incubation, vient une phase où les idées vont apparaître. Les différentes phases se mettent en lien et font apparaître plus ou moins des idées de création.
- La phase de vérification : Ce moment va permettre de tester les idées, de les modifier si besoin.

Il est possible de répéter cela autant de fois qu'il y a besoin, la phase de vérification est le moyen de mettre en avant les possibles lacunes qu'il faudrait changer. La créativité est sans doute difficile à mettre en place en classe, mais elle est bénéfique au développement de nombreuses compétences chez les élèves.

## D- Articulation entre informatique, musique et créativité

A travers ces différentes notions d'informatique, de musique et de créativité, nous pouvons voir que toutes ces notions sont finalement peut-être liées. Assembler toutes ces notions dans un même projet transdisciplinaire pourrait peut-être faire naître une certaine créativité chez les élèves de cycle 3 et plus particulièrement une créativité musicale. L'usage

de robots afin de créer une musique peut éventuellement influencer les élèves dans ce qu'ils vont produire. Ils vont devenir créateurs de A à Z de leur musique, mais également de leur instrument de musique. Nous avons pu voir que l'informatique était un moyen de structurer, d'établir des stratégies, des méthodes pour résoudre un problème par le biais de la programmation. La musique est, elle, au contraire, un moyen de laisser libre court à ses envies, faire ressortir ses affects, ses sentiments. Après les différentes recherches effectuées, nous avons pu nous rendre compte que l'informatique avait sa place en musique. En effet, jouer de la musique c'est avoir son propre langage et suivre un algorithme comme en informatique. La créativité, c'est laisser l'élève libre dans sa réalisation. Les différentes hypothèses que nous pouvons faire sont les suivantes :

- La programmation du robot Thymio va faire naître des idées nouvelles aux élèves et donc développer et influencer leur créativité musicale.
- La programmation va aider à structurer les pensées des élèves et va les amener à développer leur créativité musicale.
- Les élèves vont voir autrement la production musicale et vont se laisser entraîner par la programmation du robot Thymio.
- Les élèves auront du mal à s'approprier un nouveau langage et l'entrée dans la programmation peut être complexe
- Les élèves vont assimiler assez facilement les différents langages et en comprendre l'utilisation ce qui va permettre d'aborder la programmation plus simplement et de se consacrer au travail de créativité.

En regroupant tous ces aspects de chaque notion, nous pouvons nous demander si faire du robot Thymio un instrument de musique pourrait jouer sur la créativité musicale des élèves. Les élèves seront acteurs de A à Z de leur travail. Cela va-t-il influencer leur rendu final ? C'est ce que nous allons chercher à examiner par le biais d'une expérimentation avec des élèves de CM2.

## II- La méthodologie d'expérimentation

### 1. Le contexte

En tant qu'étudiant en Master MEEF 1er degré et au cours de notre première année de formation, l'INSPE nous permet de réaliser 6 semaines de stages sur l'année (3 semaines au 1er semestre et 3 semaines au 2nd semestre).

Pour le stage du second semestre, nous avons été accueillis 3 semaines dans une école de la ville d'Angers en classe de CM2 comptant 22 élèves.

C'est une classe qui connaît une certaine mixité sociale et des niveaux scolaires différents. Certains élèves de la classe connaissent déjà un peu le monde de la musique avec des parents musiciens ou bien des élèves musiciens. Et d'autres aiment, sur leur temps libre, s'intéresser à la robotique. Ce groupe classe est complémentaire et se porte mutuellement dans les apprentissages. Les élèves s'entraident et prennent en compte tous leurs camarades de classe. Si un élève rencontre des difficultés, les élèves vont vers lui, vont l'aider, vont l'inviter à venir travailler avec eux. Nous sommes arrivés dans une classe très motivée pour participer à l'expérimentation.

### 2. La séquence d'expérimentation

#### 2.1. La conception de la séquence

Les objectifs de la séquence	Les Objectifs de la chercheuse
<ul style="list-style-type: none"><li>- Découvrir le fonctionnement d'un robot.</li><li>- Comprendre le fonctionnement d'un robot.</li><li>- Prendre en main un robot Thymio et comprendre les différentes fonctionnalités.</li><li>- Découvrir la musique électronique et son histoire.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Observer les échanges et les réflexions faites durant les activités et les séances.</li><li>- Observer les évolutions de la production musicale.</li><li>- Comprendre et interroger les choix des élèves.</li><li>- Evaluer la créativité des élèves (choix opérés,</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produire et enregistrer des sons</li> <li>- Coder des sons créés</li> <li>- Apprendre à programmer un robot Thymio</li> </ul>	pourquoi ?)
--	-------------

Afin de réaliser au mieux cette expérimentation, il nous semble intéressant de concevoir une séquence (plan de séquence en annexe 1) regroupant informatique et musique. Nous sommes partis dans l'idée que les élèves ne connaissaient pas le fonctionnement d'un robot et ne connaissaient pas la programmation.

Nous allons commencer cette séquence par présenter le projet (ce que nous allons faire, quel est le projet final) et par un travail d'informatique débranchée. C'est-à-dire que nous allons aborder les notions d'informatique sans utiliser d'ordinateurs ou de robots. Passer par l'informatique débranchée, c'est permettre aux élèves de se rendre compte par eux-mêmes du fonctionnement d'un robot. Dans le cadre de cette activité, les élèves peuvent par exemple devenir le robot et un autre élève le guide pour qu'il se déplace avec un vocabulaire précis. Si la mauvaise instruction est donnée, l'élève jouant le robot ne peut ni avancer, ni reculer, ni tourner. Cette séance a été pensée sous forme de petits ateliers, ce qui permet aux élèves de prendre le temps de questionner et de participer.

Ensuite, nous avons décidé de faire une séance découverte des robots Thymio. Cette séance est le moyen d'introduire l'outil qui est au cœur du projet. Lors de cette séance, les élèves utiliseront les Thymio en petits groupes afin de le prendre en main et d'avoir une première approche avec celui-ci.

Pour la séance d'après, nous avons fait le choix de faire une petite pause dans le travail autour des robots en faisant un apport au niveau de l'éducation musicale. Cette séance porte sur la musique électronique et son fonctionnement. Le but de cette séance est d'amener des apports théoriques mais aussi faire du lien avec le projet d'expérimentation en leur faisant comprendre que ce qu'ils vont faire s'apparente à la musique électronique. Puis, en leur donnant le thème de leur production qui est : la forêt. Les élèves doivent faire le choix des sons qu'ils vont enregistrer et de comment coder le son pour se repérer dans leur production musicale.

Enfin, les élèves vont programmer leur robot et écrire leur musique en lien avec le thème de la forêt. Dans cette partie, les échanges des élèves sont enregistrés. Cela permet de voir leurs réflexions sur le sujet, voir ce qui va rentrer en compte pour eux dans la création de leur musique. Les projets finaux sont enregistrés, si cela est possible.

### 2.1.1. Développer la pensée informatique

Pour cette première séance et en concertation avec notre MAT, nous avons fait le choix travailler sous forme de petits groupes de 8 élèves environ. Ces groupes ont été constitués de façon aléatoire. Nous nous sommes mis en accord pour fonctionner sous le format d'ateliers tournants d'environ 25 minutes chacun.

Nous avons débuté l'atelier en réalisant une présentation globale du projet, en quoi celui-ci consistait et dans quel contexte ce projet intervenait. Cette présentation a permis aux élèves de se situer et aussi de se rendre compte que c'est un projet qui allait durer dans le temps avec plusieurs séances.

Ensuite, en amont de la séance nous avons préparé un grand drap avec un quadrillage ainsi que des petites images à placer sur le drap. Ce matériel a été le support de toute la séance. En effet, l'objectif de cette séance était de comprendre le fonctionnement d'un robot et de découvrir ce qu'est un robot. Pour cela, nous avons décidé de faire une activité permettant aux élèves de se mettre à la place d'un robot, c'est le jeu du robot. Cette activité permet « d'utiliser son corps pour apprendre » (Romero et al., 2018). Cette activité est aussi le moyen de travailler les repères dans l'espace afin de passer de « son propre corps à la perspective de vision décentrée » (Romero et al., 2018). Les élèves ont pu assimiler la notion d'informatique différemment.

L'avantage d'avoir pu faire des petits groupes sur cette séance est que cela a permis à tous les élèves de participer au moins une fois à l'activité. L'enseignante a joué un rôle d'accompagnateur et d'animateur dans la séance. Ce sont les élèves qui ont mené la séance dès lors qu'ils avaient compris.

Comme synthèse de ce que nous venons de découvrir, cette séance a permis d'apporter les notions de robot, de programmation et de langage de façon ludique. Nous avons fait de l'informatique débranchée dans cette activité. En effet, les élèves ont découvert le domaine de l'informatique sans utiliser d'ordinateurs ou bien de robots.

### 2.1.2. Prendre en main le robot Thymio

Durant la seconde séance, nous avons décidé de présenter le robot Thymio aux élèves et de les laisser prendre en main. Pour cela, nous avons fonctionné comme lors de la première séance sous forme d'ateliers tournants de vingt-cinq minutes avec des groupes d'environ 8 élèves afin que chacun puisse manipuler et découvrir de façon aisée le robot. Les groupes étaient les mêmes que lors de la première séance.

Dans une première partie, nous avons présenté le robot Thymio dans sa globalité et ses différentes fonctionnalités, tels que les capteurs, les différentes touches présentes. A la suite de cela, nous les avons mis en activité afin qu'ils puissent découvrir les différents modes préprogrammés du robot et qu'ils comprennent le principe des conditions « Si... alors... ». Comme appui de cette activité, nous avons travaillé avec l'aide d'une fiche réalisée par l'académie de Caen (Annexe 2). Cette fiche a été le moyen d'explorer 4 modes préprogrammés du Thymio : amical (vert), peureux (rouge), explorateur (jaune) et obéissant (violet). Voici la description des différents modes préprogrammés :

Les modes	Description
Amical (vert)	Le Thymio avance avec une main devant lui. Attention, si la main est trop près du Thymio, celui-ci va se mettre à reculer au lieu d'avancer.
Peureux (rouge)	Le Thymio fuit dès qu'un objet ou une main s'approche de ses capteurs. Si nous touchons le robot, celui-ci émet un son.
Explorateur (jaune)	Le Thymio avance et détecte les objets ou obstacles qui se trouvent devant lui pour les éviter.
Obéissant (violet)	Le Thymio avance en fonction des ordres qui lui sont donnés par le biais des flèches présentes sur le dessus du robot.

Après avoir expliqué les consignes, nous avons mis les élèves en trinôme ou binôme avec un robot Thymio et la fiche d'activité. Les élèves se sont retrouvés en autonomie et avec un temps de recherche. Ce temps leur a permis de bien assimiler le concept de conditions. Si j'ai tel évènement alors telle action se produit. Les élèves sont entrés facilement dans l'activité et s'y sont investis.

Les élèves ont pu garder une trace écrite de cette activité en gardant la fiche d'activité que nous avons distribuée et qu'ils ont remplie au fur-et-à-mesure de l'activité. Nous avons vérifié cette fiche lorsque le groupe avait terminé. Nous avons pu remarquer qu'à la fin de l'activité les élèves avaient bien compris que le robot avait des conditions pour réaliser les actions. Ils étaient capables de réexpliquer les différentes conditions et actions.

### 2.1.3. Découverte de la musique électronique

Lors de cette troisième séance, nous avons fait le choix d'amener un apport théorique autour de la musique électronique et son histoire sans faire de lien avec le projet dans un premier temps. La séance a été découpée en six parties et était en classe entière. Cette séance a duré environ trente cinq minutes.

En introduction de cette séance, nous avons réalisé une écoute musicale. Sans rien apporter comme information, nous leur avons demandé d'écouter la musique et les élèves devaient nous dire ce qu'ils pensaient sur le genre de musique, ce qu'ils pouvaient entendre, ce qu'ils pouvaient ressentir. La musique que nous avons fait écouter est « *Around the world* » du groupe Daft Punk. Au cours de l'écoute, les élèves ont eu de nombreuses idées. Ils ont réalisé des comparaisons, ils nous ont donné les idées de « musique enregistrée » ainsi que de « musique électronique », de « DJ » (*Disc Jockey*).

Nous avons ensuite abordé la définition de musique électronique, et ce, en s'appuyant sur les notions que les élèves ont pu donner lors de l'écoute musicale comme musique enregistrées et DJ. La définition de la musique électronique était « c'est le nom donné à toutes les musiques qui utilisent pour leur composition, leur réalisation, leur exécution des appareils électroniques comme des synthétiseurs, des magnétophones, des ordinateurs... ». Afin de faciliter la compréhension, nous avons illustré cette définition en présentant

brièvement le synthétiseur et le magnétophone en montrant quelques photos et en expliquant leur fonctionnement.

Après avoir défini le concept de musique électronique, nous avons fait un retour en arrière en allant découvrir les débuts de la musique électronique. Nous avons donc présenté les deux innovations qui ont permis de développer la musique électronique : le phonographe et le son électrique. Nous avons fait une brève présentation du phonographe d'Edison puisque dans le cadre de leur projet cinéma, c'est une innovation autour de laquelle les élèves ont déjà travaillé. Nous avons donc seulement réalisé un rappel et remontré une image d'un phonographe. Nous nous sommes plus attardés sur le concept de son électrique en expliquant qu'un son électrique était produit de A à Z à l'aide de vibrations transformées par un circuit électrique, ce qui permettait de produire le son. Pour illustrer cela, nous leur avons présenté les premières musiques électroniques ainsi que quelques compositeurs de celles-ci. Nous leur avons fait écouter un extrait de l'œuvre : « Poème électronique » d'Edgar Varèse ainsi que « Psyché rock » de Pierre Henry.

Nous leur avons ensuite présenté la place de la musique électronique aujourd'hui. Les élèves ont fait le constat par eux-mêmes sur le fait que l'on pouvait retrouver beaucoup de musiques électroniques aujourd'hui. Nous leur avons montré l'évolution du matériel et des instruments utilisés pour la musique électronique. Nous leur avons présenté le pad, les logiciels sur tablettes et ordinateurs... Le pad est le matériel qui a suscité le plus de questionnements de la part des élèves. Nous avons donc montré une image et nous avons prévu de présenter une vidéo<sup>7</sup> d'un groupe utilisant un *launchpad* dans ses compositions. Le groupe est *French Fuse*.

---

<sup>7</sup> French Fuse. (2017, 16 mai). *Remix Musiques De Films - French Fuse - Movies Fuse*

[Vidéo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=w-ao3Fnuu\\_I](https://www.youtube.com/watch?v=w-ao3Fnuu_I)



Figure 1- Image de launchpad<sup>8</sup>

Le launchpad est un appareil permettant de jouer des sons enregistrés. Un son est enregistré par petit carré présent sur le pad. Lorsque l'on appuie sur le carré, le pad joue le son enregistré.

Nous avons terminé la séance en faisant un lien avec le projet d'expérimentation. Nous avons trouvé une vidéo de Jean-Michel Jarre jouant de la musique avec lasers, ce qui permet de lier au fait que les élèves vont jouer de la musique avec les capteurs des robots Thymio. La vidéo est « Lasershap » de Jean-Michel Jarre.

Ces trois premières séances de la séquence d'expérimentation ont permis aux élèves d'avoir les mêmes bases théoriques que ce soit au niveau de l'informatique ou au niveau de l'éducation musicale. Un lien entre les différentes séances a toujours été fait afin que les élèves se situent et qu'inconsciemment assimilent les notions et commencent à avoir des possibles idées pour la suite du projet. Ce point est ce que l'on peut appeler la phase d'incubation selon Wallas.

#### 2.1.4. Création de sons et d'un codage

Afin de pouvoir faire du robot Thymio son instrument de musique, nous avons dû préparer et enregistrer des sons pour la programmation. C'est pourquoi, dans cette séquence d'expérimentation, une séance a été prévue à cet effet. Lors de cette quatrième séance, nous avons prévu un set de percussions que les élèves pourront utiliser durant la création des sons.

La séance s'est déroulée en fin de matinée avec la classe entière. Les élèves avaient à leur disposition un tambourin, un djembé, des maracas, des claves, des castagnettes et un Agogo

---

<sup>8</sup> *Launchpad X* | Novation. (s. d.). <https://novationmusic.com/fr/launch/launchpad-x>

en bois. A partir de tous ces instruments, nous leur avons donné le thème de leur création musicale : la forêt. Nous leur avons expliqué qu'ils devaient trouver des sons qu'ils voudraient utiliser pour leur création. Ils ont alors cherché plusieurs sons qu'ils voudraient utiliser. Lorsque le son était validé par la classe, nous avons créé un codage ensemble qui nous a servi dans la suite de la séquence et plus particulièrement dans la séance suivante. Ce codage nous a servi à avoir leur langage commun pour l'écriture de leur partition, de leur musique avant de programmer leur instrument de musique. Nous avons donc enregistré 10 sons différents que nous avons tous codé. Voici le codage qui a été créé avec les élèves :

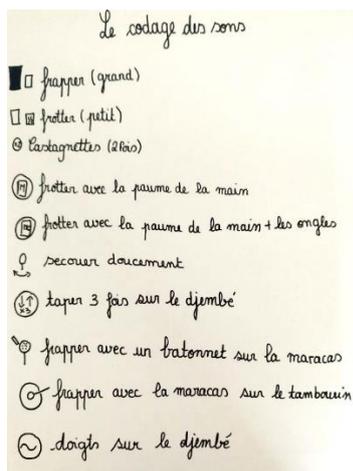


Figure 2- Fiche récapitulative du codage créé

Les élèves ont opté pour un codage iconique, celui-ci ressemble assez aux percussions utilisées pour les sons. En face de chaque icône, nous avons inscrit le descriptif du son, de comment il est réalisé afin de se rappeler pour la prochaine séance.

### 2.1.5. Création de leur partition

Durant la cinquième séance de la séquence, nous avons décidé de diviser la classe en 5 groupes de 4 élèves pour la programmation de leur instrument de musique et la création de leur musique. Afin que cela tourne plus vite, nous prenions des groupes de 4 élèves dans une pièce à côté de la classe.

Dans un premier temps, nous avons donné les consignes de la séance qui étaient : « en groupe et à l'aide du codage créé la dernière fois, vous devez écrire votre partition, votre musique en lien avec le thème de la forêt. C'est-à-dire que vous allez noter le codage des sons dans l'ordre dans lequel vous voulez les jouer ».

L'intérêt de créer une partition de musique à leur manière avec le langage qu'ils avaient créé, était de faire entrer les élèves dans la peau d'un compositeur et d'un musicien mais aussi de les préparer au travail d'un programme. En effet, implicitement les élèves ont travaillé avec un programme qu'ils suivent pour jouer leur production finale. Nous pouvons noter que la partition pour un musicien est comme un programme car le musicien est obligé de la suivre pour jouer et respecter la musique. Il est de même pour un programme, si nous voulons résoudre un problème, nous sommes obligés de suivre ce programme comme il faut.

Ces partitions sont un support dans la suite de la séquence. En effet, ce sont par ces feuilles que les élèves ont programmé les sons dont ils avaient besoin et l'ordre dans lequel ils allaient jouer les sons. Lors de cette séance, les élèves ont travaillé en groupe et en autonomie. Ils avaient à leur disposition le codage créé durant la dernière séance ainsi le numéro du son qui était utilisé pour la programmation était en face de chaque icône. Ces sons sont nommés P1, P2, P3... Les contraintes techniques d'utilisation de différents sons du Thymio sont qu'il faut suivre un protocole très précis pour que ces sons soient utilisables par la suite. Tout d'abord, il faut enregistrer les sons, les modifier avec des conditions spécifiques sur Audacity, enfin il faut les renommer P1, P2... pour qu'ils puissent être exploitables par Thymio Suite.

Voici la feuille dont disposaient les groupes durant la création de leur partition soit de leur composition musicale :

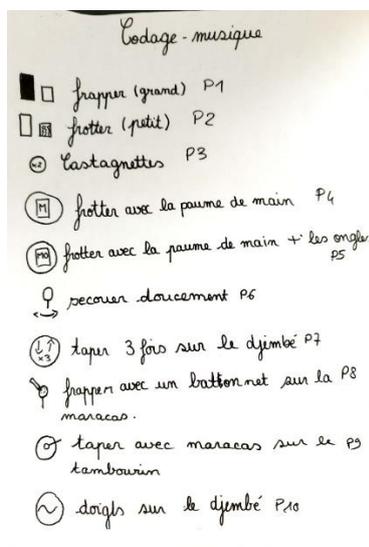


Figure 3-Fiche récapitulative du codage créé avec le nom des sons pour la programmation

Au cours de cette séance, les élèves ont pu faire preuve d'anticipation dans leur travail. Nombreux sont ceux qui se sont projetés dans la suite du projet et se sont préparés à l'utilisation du nom des sons dans l'écriture de la partition. Nous analyserons cela plus en détails dans la partie 4 de ce mémoire.

#### 2.1.6. Production finale

La dernière séance de cette séquence d'expérimentation portait sur la programmation du Thymio afin qu'il devienne l'instrument de musique des élèves. Au cours de cette séance, les élèves ont utilisé le logiciel Thymio Suite et ils ont programmé avec le langage VPL3 qui nous le rappelons fonctionne sous forme de blocs événements et blocs actions. Les élèves se sont donc remis dans les mêmes groupes que pour la création de leur partition. Pour cette séance, nous étions installés dans deux classes différentes afin de pouvoir les espacer pendant leur temps de programmation. Les élèves avaient à disposition un ordinateur et un Thymio par groupe. Par ailleurs, lors de la dernière séance, nous leur avons présenté VPL3, son fonctionnement et les différentes fonctionnalités disponibles. Les élèves avaient donc déjà pu voir sur quoi ils allaient travailler. Cette séance a duré cinquante minutes.

Au cours de cette séance, nous avons pu voir que chacun s'est investi dans l'activité. La plupart des groupes a suivi les sons qu'ils avaient décidé d'utiliser mais tous ont fait quelques modifications par rapport à leur partition. De plus, tous les groupes ont pris l'initiative, en parallèle de la programmation du Thymio comme instrument de musique, d'ajouter une couleur en fonction du son que jouait le Thymio. Les élèves ont donc été en autonomie pendant cette activité. Nous tournions entre les groupes afin de voir comment ils procédaient et d'être à disposition pour toute aide ou questions.

A la fin de cette séance, nous avons pu obtenir quatre productions sur les cinq au total. En effet, un groupe a eu un problème technique et a perdu tout son programme. Nous allons utiliser ces 4 productions afin de pouvoir les analyser et essayer de répondre à notre question de recherche.

### 3. Présentation des résultats

Afin de pouvoir répondre à notre question de recherche qui nous le rappelle est la suivante : « En quoi la programmation de son propre instrument de musique peut-elle influencer la créativité musicale ? ». Nous allons vous présenter les différents résultats obtenus lors de la réalisation de la séquence d'expérimentation. Nous avons pu récolter la partition de certains groupes, des paroles d'élèves ainsi que leur programme.

#### 3.1. Les partitions créées par les élèves

Au cours d'une des séances de la séquence d'expérimentation, les élèves ont pu écrire en groupe leur propre partition avec le langage qu'ils avaient préparé auparavant. Ces partitions vont être pour nous un support d'analyse pour répondre à notre question de recherche. Nous allons pouvoir analyser leurs choix et la façon d'écrire cette partition. Il est à noter que les élèves étaient libres dans l'écriture de la partition, ils devaient juste utiliser le codage que nous avons créé et présent sur la feuille suivante :

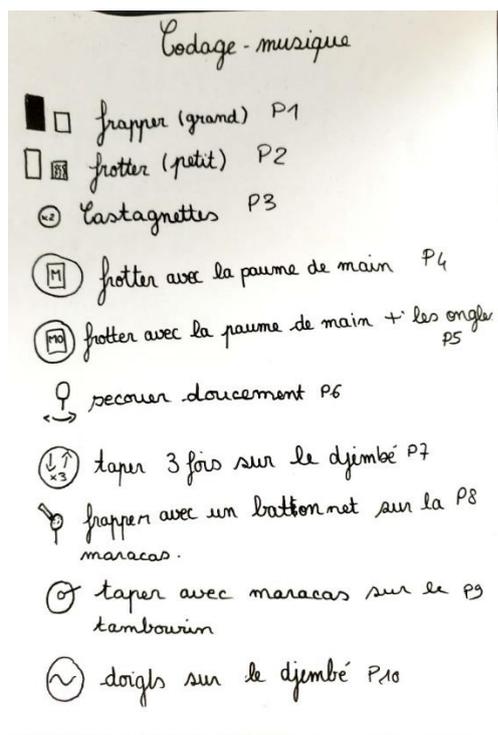


Figure 4-Fiche récapitulative du codage créé avec le nom des sons pour la programmation

Nous avons pu récupérer quatre partitions sur les cinq groupes. Un groupe ne m'a pas rendu sa feuille. Pour faciliter notre travail nous avons nommé les groupes : A, B, C, D et E.

Cela facilitera notre travail de restitution et d'analyse. Nous allons voir les différentes partitions des groupes que nous allons analyser dans la prochaine partie.

Le groupe A a réalisé une partition sur deux lignes se lisant de gauche à droite avec le descriptif de chaque codage et le son correspondant sur le programme VPL3. Voici sa production :

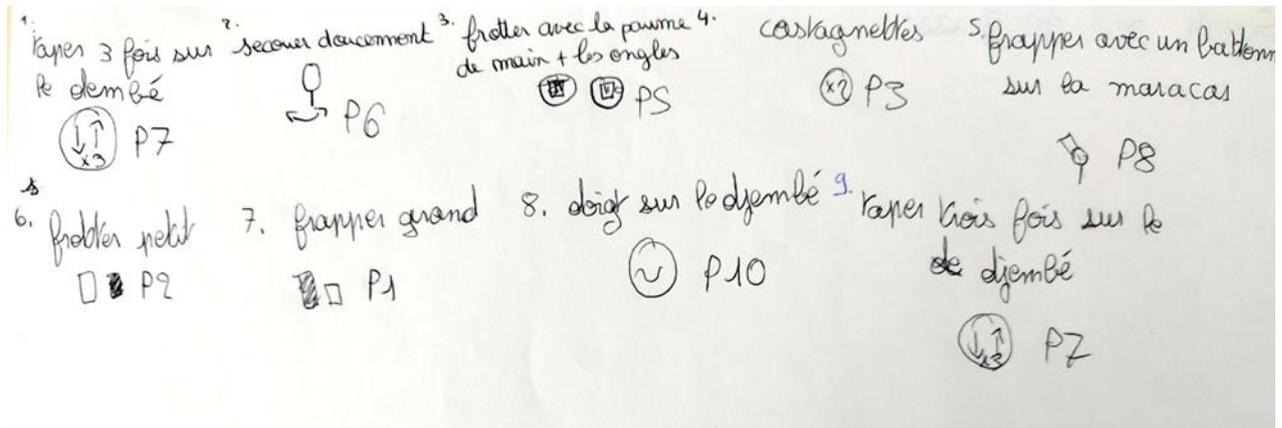


Figure 5-Partition créée par le groupe A

Le groupe B a lui fait deux partitions. Une première en utilisant que le nom des sons correspondant au codage de façon verticale et la seconde en ajoutant des codages et en écrivant horizontalement. Voici les partitions ci-dessous :

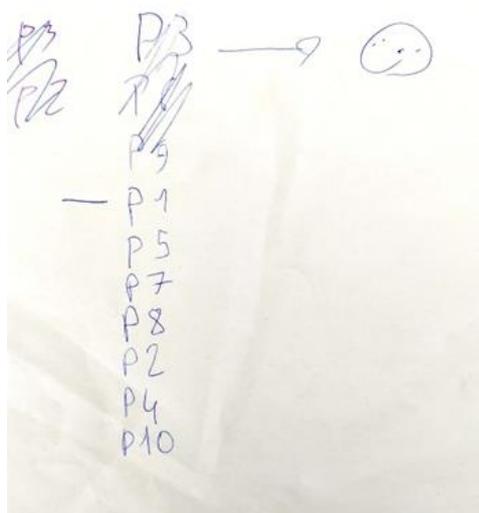


Figure 6- Première partition créée par le groupe B

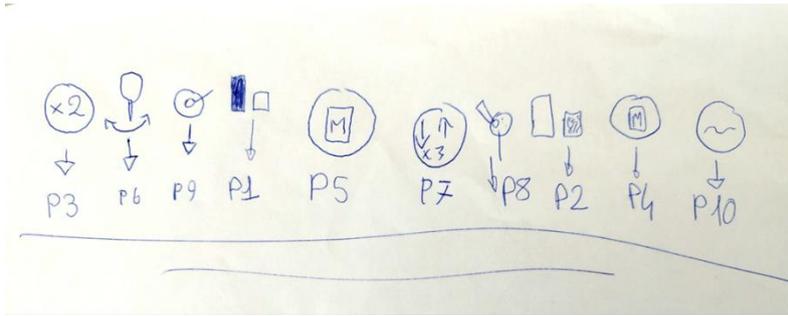


Figure 7- Seconde partition créée par le groupe B

Le groupe C a créé une partition sans les codages, ils n'ont indiqué que le nom des sons utilisés sur VPL3 pour Thymio. Ils ont écrit leur partition comme une addition en mathématique. Ils ont ajouté une notion de durée des sons. Voici leur travail :

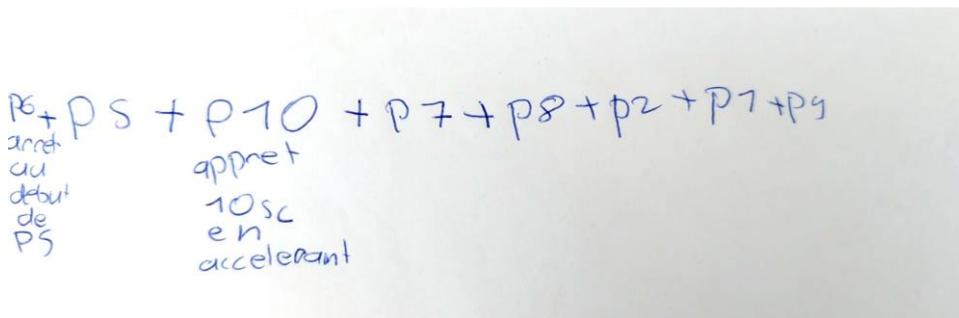


Figure 8- Partition créée par le groupe C

Pour cette partie du travail, nous n'avons pas pu avoir le travail du groupe D. Ce groupe a oublié de nous rendre leur feuille de travail.

Le groupe E a lui écrit horizontalement et avec les codages créés auparavant. Ils ont également utilisé la nomination des sons pour la programmation sur leur partition. Voici leur travail :

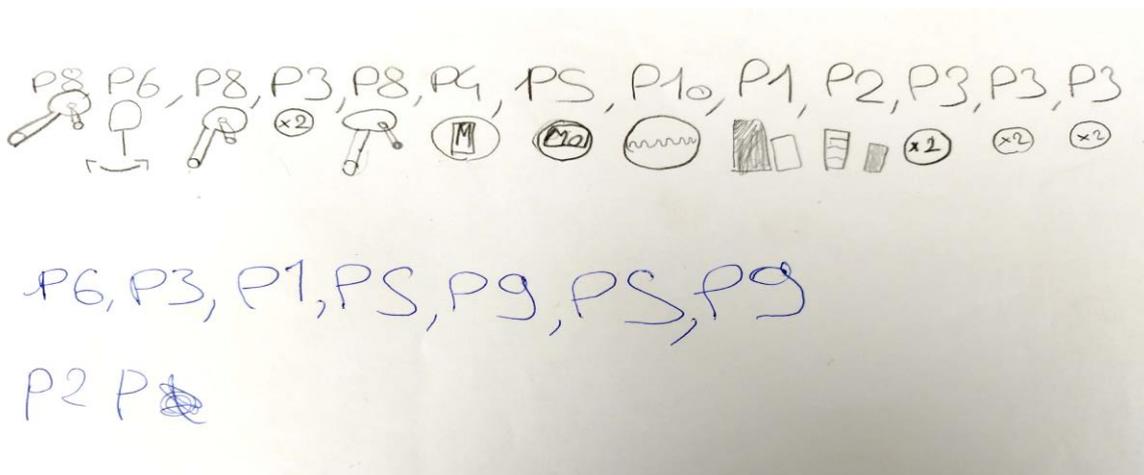


Figure 9- Partition créée par le groupe E

Ces partitions seront analysées dans la partie utilisation des langages dans l'analyse des résultats.

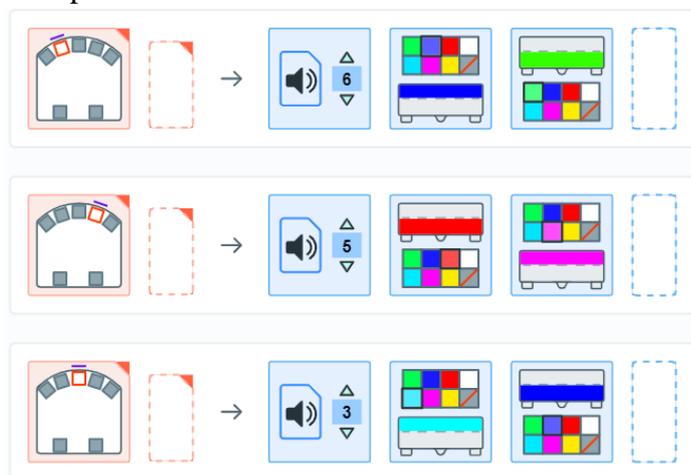
### 3.2. L'inspiration des élèves pour la création de la partition

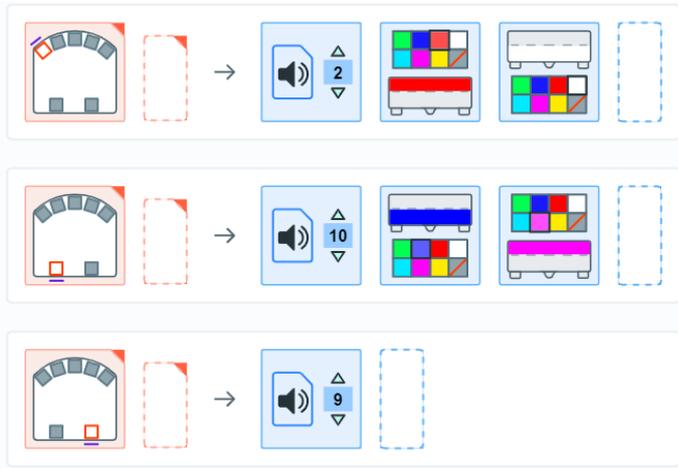
Durant la séance de la création de leur partition, nous avons pu avoir l'occasion d'effectuer des enregistrements vocaux des élèves pendant les moments de recherches mais aussi en les questionnant sur leurs différents choix. Nous allons donc nous appuyer sur ces enregistrements que nous avons pu retranscrire afin de les rendre exploitables et analysables. Les différentes retranscriptions réalisées et utilisées dans ce mémoire sont en annexe. Les retranscriptions vont nous permettre de voir comment les élèves ont opéré dans la création de leur production, que ce soit la partition ou la programmation des Thymio avec des possibles modifications de leur travail.

### 3.3. La programmation des Thymio

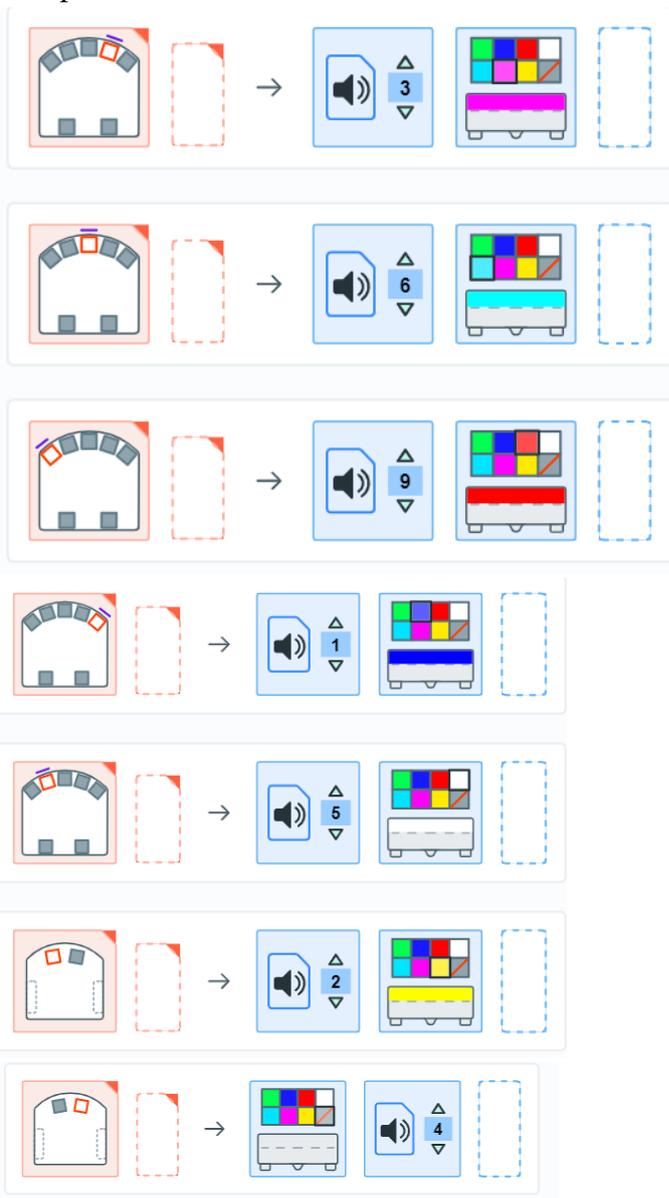
La dernière séance de cette séquence d'expérimentation a été l'occasion pour les élèves de programmer leur Thymio et de réaliser leur production finale. Les différentes programmations des Thymio vont nous permettre de prendre appui et d'illustrer notre analyse.

Groupe A :





Gruppe B :



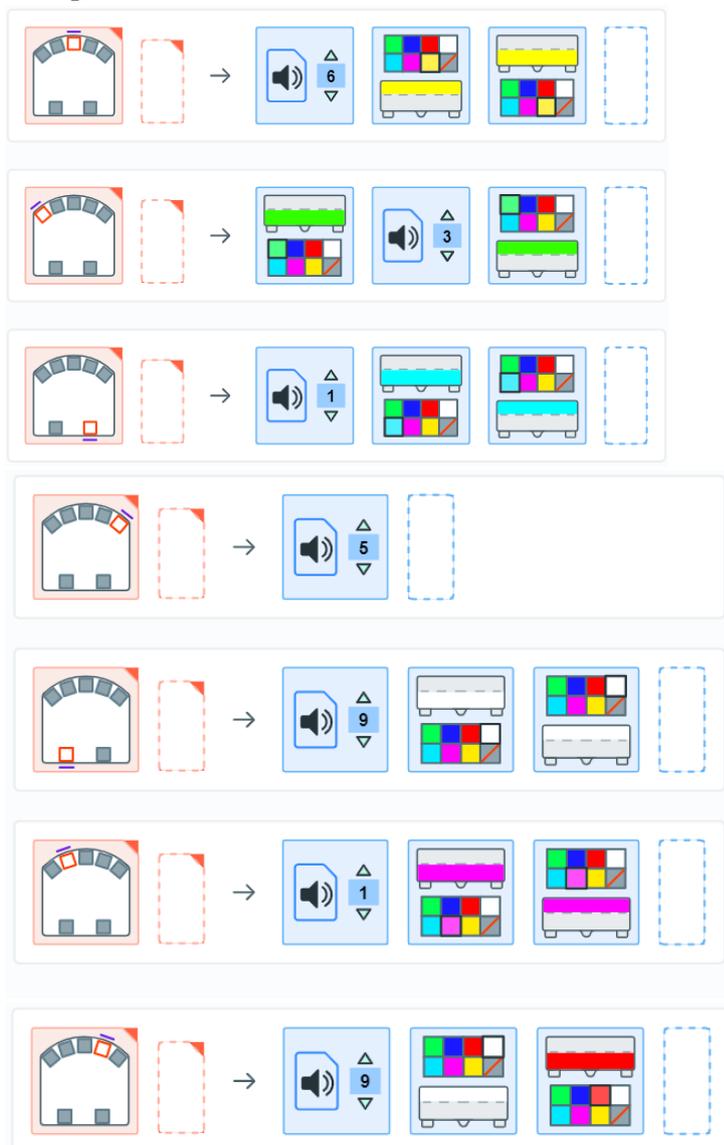
Nous n'avons pas pu récupérer et utiliser le programme du Groupe C qui a eu un plantage du logiciel et n'a pu récupérer son travail.

Groupe D :

The puzzle consists of eight rows, each containing a sequence of icons connected by arrows. The icons are: a printer with a red square on the top left; a document with a red border; a color calibration chart; a printer tray with a colored strip; a speaker icon with a number in a blue box; and a dashed rectangular box.

- Row 1: Printer (red square top-left) → Document (red border) → Color chart (top-left to bottom-right) → Printer tray (purple strip) → Speaker (5) → Dashed box.
- Row 2: Printer (red square top-left) → Document (red border) → Color chart (top-left to bottom-right) → Printer tray (red strip) → Speaker (2) → Dashed box.
- Row 3: Printer (red square top-left) → Document (red border) → Speaker (3) → Color chart (top-left to bottom-right) → Printer tray (purple strip) → Dashed box.
- Row 4: Printer (red square top-left) → Document (red border) → Speaker (6) → Printer tray (red strip) → Color chart (top-left to bottom-right) → Dashed box.
- Row 5: Printer (red square top-left) → Document (red border) → Speaker (4) → Color chart (top-left to bottom-right) → Printer tray (green strip) → Dashed box.
- Row 6: Printer (red square bottom-left) → Document (red border) → Color chart (top-left to bottom-right) → Printer tray (yellow strip) → Speaker (3) → Dashed box.
- Row 7: Printer (red square bottom-right) → Document (red border) → Color chart (top-left to bottom-right) → Printer tray (cyan strip) → Speaker (14) → Dashed box.
- Row 8: Printer (two red squares top) → Document (red border) → Speaker (music note) → Dashed box.

Groupe E :



Ces différents programmes vont nous servir à analyser leur créativité mais aussi à analyser leur démarche pour faire de Thymio, un instrument de musique. Nous pouvons déjà faire ressortir que les groupes ont programmé leur Thymio en faisant un ajout de couleur à chaque fois.

### 3.4. Retour sur leur travail

Pour le retour de leur travail autour de ce projet, nous avons pu récupérer quatre productions finales sur les cinq en prise vidéo. Ces vidéos ont permis de capturer le travail des élèves mais d'aussi voir le rendu final. En effet, certains groupes, en plus d'avoir fait de Thymio un instrument de musique, ils les ont également agrémentés de lumières en fonction des sons joués, etc...

Par ailleurs, nous avons pu obtenir par le biais des enregistrements vocaux effectués lors de la dernière séance des précisions sur le travail de certains groupes et sur leurs choix dans la programmation de leur robot Thymio. Ces échanges avec les élèves sont retranscrits et seront en annexe de ce mémoire de recherche en Annexe 3 et 4 de la page cinquante à cinquante-deux.

## 4. Analyse des résultats

### 4.1. Evaluation de la créativité

Dans un premier temps, nous avons évalué la créativité des différents groupes en nous appuyant sur les lectures faites lors de l'écriture du cadre théorique. Nous pouvons dire d'un travail qu'il est créatif en regardant si celui-ci répond au problème posé, s'il est pertinent vis-à-vis du problème et si celui-ci est innovant. Nous pouvons aussi voir qu'un travail est créatif si nous voyons les différentes phases de création développées par Wallas. Pour rappel, les différentes phases de création sont la phase de préparation mentale, la phase d'incubation, la phase d'illumination et la phase de vérification. Dans le cadre de cette expérimentation, nous allons, plus particulièrement, observer les différentes étapes de la création ainsi que la présence d'innovation dans leur travail. Les élèves avaient tous le même incitateur. Cela va nous permettre de voir comment ils ont pu réagir sur un même thème.

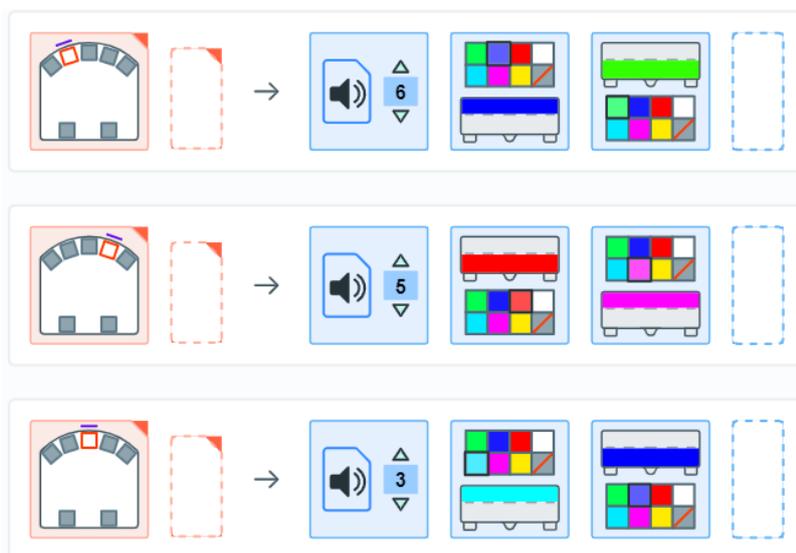
#### 4.1.1. Les phases de la création

Tout d'abord, comme nous l'avons vu dans la partie précédente, nous avons fait le choix de mettre en place une séquence d'expérimentation de six séances. Lors de ces six séances, les élèves ont pu acquérir des connaissances en informatique ainsi qu'en éducation musicale. Nous pouvons voir que les élèves se sont retrouvés et sont entrés dans un processus de créativité en mettant en lien avec les phases de création de Wallas. Les élèves ont d'abord été dans une phase de préparation mentale durant la première séance. En effet, lors de cette première séance, nous leur avons présenté le projet, dans quel but il était réalisé et quel était le final de ce projet. Cela a pu les préparer à ce qu'ils allaient faire avec nous. Dès l'annonce du projet, il y a eu pas mal de questionnements la manière d'effectuer ce travail, etc. Lors des

deux séances suivantes les élèves ont appris de nouveaux savoirs autour de l'informatique et de l'éducation musicale. Lors de ces séances, les élèves ont commencé à faire des liens et à réfléchir à la suite. Ils sont entrés dans la phase d'incubation qui est de faire des liens inconscients sur le sujet de création. Au bout de la quatrième et la cinquième séance, les idées ont commencé à émerger avec l'annonce du thème, la création des sons pour le Thymio et la création de la partition. Les élèves ont alors abordé dans la phase d'illumination, phase où les idées apparaissent. Enfin, la sixième séance a été l'occasion pour les élèves de programmer leur Thymio et de tester les idées de partition pour voir si cela fonctionne, si cela leur plaît. Les élèves étaient alors dans la phase de vérification, c'est-à-dire que les élèves ont testé leurs idées, ils les ont validées ou non et ont pu faire des modifications sur leur production. Nous pouvons donc remarquer que les élèves sont entrés dans une démarche de création.

#### 4.1.2. L'innovation

Ensuite, nous pouvons évaluer la créativité des élèves sur le point de l'innovation. En effet, lors de la programmation des robots Thymio, les élèves ont pris l'initiative d'utiliser d'autres fonctionnalités disponibles avec le langage VPL3. Nous avons pu voir que tous les groupes avaient fait le choix d'associer à un capteur, en plus d'un son, une couleur. L'ajout de la couleur n'était pas obligatoire dans la consigne. Ils avaient la possibilité d'ajouter d'autres fonctionnalités s'ils le souhaitaient. Les élèves sont alors entrés dans la capacité à innover et à sortir de la consigne initiale pour agrémenter leur production. Nous pouvons le voir sur leur programme, nous pouvons prendre pour exemple un extrait du groupe A.



Nous pouvons voir que ce groupe n'a pas décidé de mettre une couleur pour un son mais deux couleurs sans que cela leur soit demandé. Si nous regardons dans les autres groupes, les élèves ont utilisé au moins une couleur par son environ.

Nous pouvons voir lors de cette séquence que les élèves ont pu entrer dans un processus de créativité. Nous avons pu retrouver les différentes phases de création développées par Wallas que nous avons pu voir dans le cadre théorique. Par ailleurs, la créativité c'est la capacité à innover. Nous avons pu voir que par eux-mêmes, les élèves ont agrémenté leur Thymio avec des couleurs. Ils sont entrés dans un processus d'innovation et de création.

#### 4.2. L'utilisation des langages

Après avoir pu évaluer la créativité des élèves, nous allons nous intéresser à l'utilisation des différents langages dans leurs productions. Nous avons pu voir qu'au cours de la séquence les élèves ont utilisé divers langages. Ils ont pu travailler avec un langage descriptif, un langage iconique, un langage abstrait et un langage par blocs avec la programmation.

##### 4.2.1. Anticipation des élèves

Au cours de cette séquence, nous avons pu voir que les élèves se sont assez facilement appropriés les différents langages utilisés. Les élèves ont même fait preuve d'anticipation dans leur travail. Nous allons pouvoir observer cela avec le travail du groupe B qui a écrit deux partitions lors de la séance 5.

Leur première feuille a été écrite avec le nom des sons utilisés pour la programmation soit P1, P2, P3...

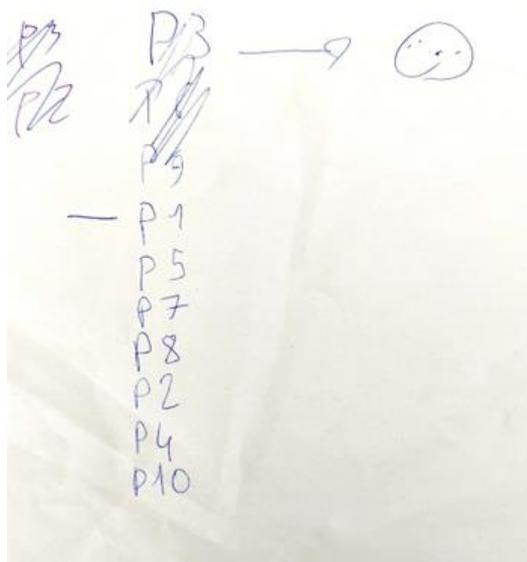


Figure 9 - Première partition créée par le groupe B

Cette première partition montre que les élèves sont déjà entrés dans le processus de programmation. Ils n'ont pas du tout utilisé le codage qu'ils avaient créé en classe. C'est lors de la deuxième écriture de la partition que les élèves ont utilisé leur codage. Comme nous pouvons le voir ci-dessous.

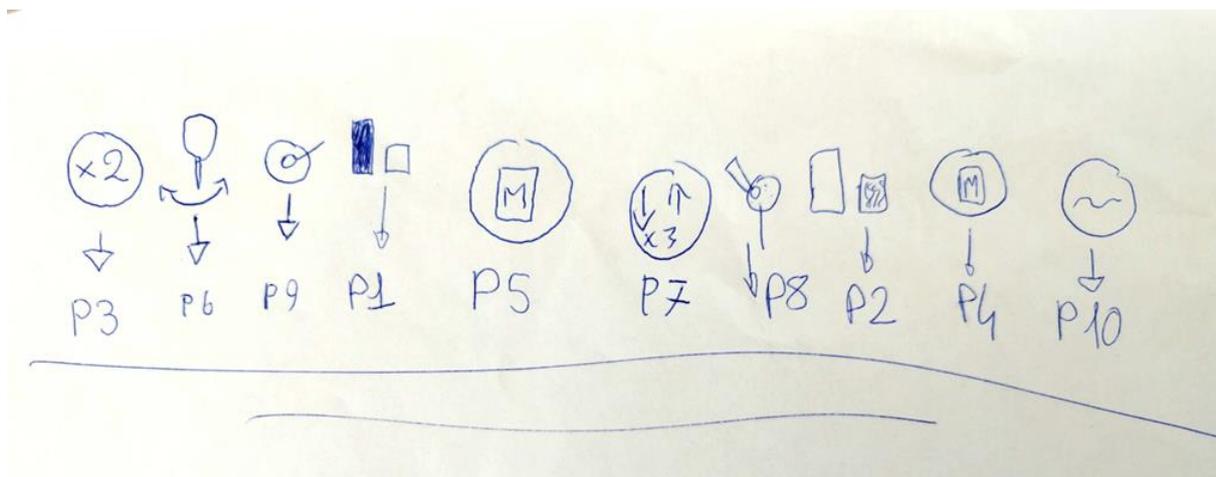


Figure 10- Seconde partition créée par le groupe B

Le groupe B a donc d'abord utilisé un langage abstrait et a ensuite utilisé un langage iconique en plus du précédent.

A *contrario*, nous avons un groupe qui a d'abord utilisé le langage descriptif du son réalisé, puis le langage iconique avant d'utiliser le langage abstrait. Nous pouvons voir cela sur la partition du groupe A.

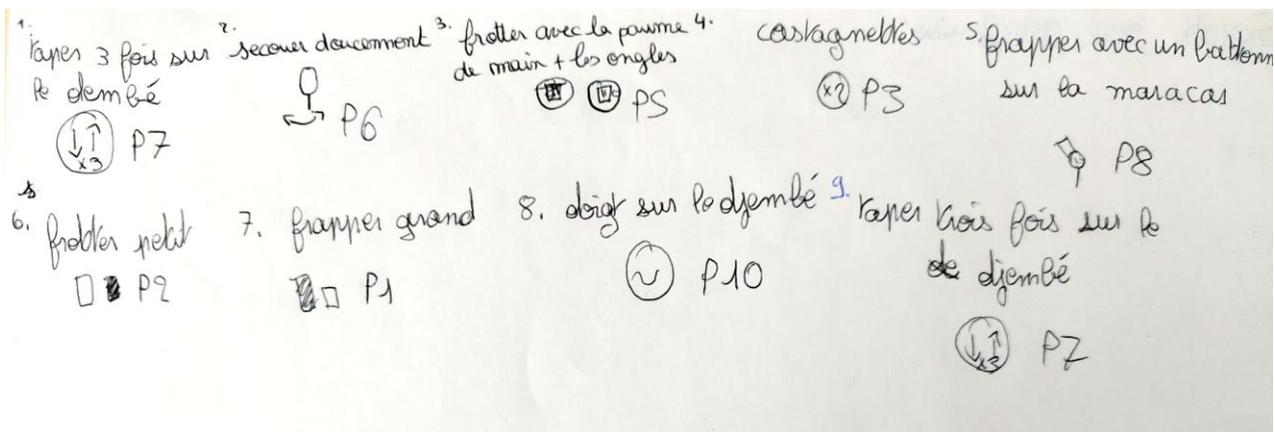


Figure 11- Partition créée par le groupe A

Nous avons donc pu voir déjà entre ces deux groupes qu'il y a eu deux méthodes différentes. Le groupe B a anticipé et est directement entré dans le travail de programmation contrairement au groupe A qui a pris le temps de passer par les différentes étapes de langages appris. Toutefois, nous pouvons noter que sur les quatre partitions que nous avons pu récupérer afin de les analyser, trois groupes ont anticipé la programmation en écrivant plutôt le nom des sons que le codage créé en classe entière. Nous pouvons alors relever que les élèves étaient déjà dans la perspective de la programmation en utilisant un langage plus abstrait mais qui leur a été utile au moment de la programmation du Thymio. La programmation a, d'un côté, influencé l'écriture de leur partition en souhaitant utiliser un autre langage que celui proposé.

#### 4.2.2. Langage de programmation et production finale

Après avoir analysé le langage utilisé par les élèves lors de la création de leurs partitions, nous allons maintenant nous attarder sur le travail de programmation des élèves. En effet, après avoir écrit leur partition pour préparer la programmation de leur instrument de musique et la réalisation de leur production finale. Les élèves ont pu débuter le travail de programmation du robot Thymio avec le logiciel Thymio Suite.

Lors de la programmation des Thymio, nous avons pu noter que les élèves ont bien acquis l'utilisation du langage VPL3 du logiciel Thymio Suite. Pour rappel, le langage VPL3 est un langage qui fonctionne par bloc. Il y a d'un côté les blocs-événements et de l'autre les blocs-actions, cela se réfère à la phrase « Si je fais tel événement alors c'est telle action qui se produit ». Ils n'ont peu ou pas eu besoin d'aide dans la programmation du robot. Ils ont su associer un capteur à un son qu'ils avaient enregistré dans une séance auparavant et ils ont

agrémenté leur robot Thymio avec des couleurs. De plus, les élèves avaient à disposition la partition qu'ils avaient pu écrire lors de l'avant dernière séance. C'est à l'aide de cette partition que les élèves ont pu programmer leur robot Thymio afin d'en faire un instrument de musique.

Toutefois, nous avons pu remarquer au moment des enregistrements que les élèves ont été plus loin que de faire du robot Thymio, un instrument de musique. Ils se sont adaptés au logiciel de programmation. Le programme est devenu leur partition de musique, sans que cela soit dans la consigne. Les élèves se sont appropriés un autre langage qu'ils devaient exécuter afin de jouer la musique créée. Ils sont devenus comme dépendants du programme qu'ils venaient de créer, nous pouvons nous poser la question : ne seraient-ils pas devenus eux-mêmes un robot en exécutant le programme ? Afin d'illustrer cela, nous allons comparer un programme avec une partition écrite à la main. Nous allons nous pencher sur le travail du groupe B.

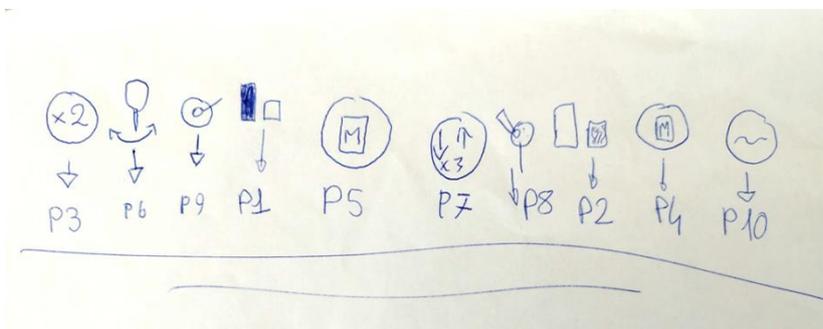
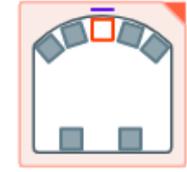
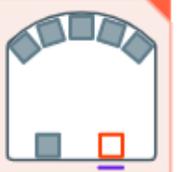


Figure 12-Seconde partition créée par le groupe B



Si nous regardons bien la partition et le programme, nous pouvons voir que les élèves ont voulu suivre leur partition. Nous pouvons également remarquer que les élèves ont fait quelques ajustements entre la partition finale et leur production finale. Les élèves ont adapté leur musique à la réalisation du programme. Ils ont essayé, corrigé afin que cela soit le mieux au moment de l'enregistrement. Nous pouvons donc voir qu'il y a eu une volonté de suivre le travail déjà commencé à l'écrit. Nous allons ensuite regarder de plus près la partie gauche du programme qui est devenue leur partition de musique à la fin du projet. En effet, lors de l'enregistrement des productions finales, nous avons pu nous rendre compte que les élèves ne portaient pas avec la partition qu'ils ont pu écrire à la main mais avec l'ordinateur où se trouvait leur programme. Les élèves ont alors pris comme partition leur programme mais plus particulièrement l'ordre des capteurs qui se trouvent sur la gauche du programme. Pour cela, nous allons analyser le travail du groupe E. Voici la partition finale que les élèves du groupe E ont suivi pour jouer leur morceau de musique sur le thème de la forêt :

1	
2	
3	
4	

5	
6	
7	

Ce qui reste très étonnant dans ce processus de faire du programme la partition de musique est sur le choix des capteurs utilisés. Chaque groupe a fait des choix différents, certains ont fait le choix de prendre les capteurs dans l'ordre et d'autres dans un ordre aléatoire. Ces choix sont différents selon les groupes, ce sont des choix dans l'utilisation du langage.

#### 4.3. La créativité musicale

L'évaluation de la créativité musicale est complexe. En effet, comme nous avons pu l'expliquer dans le cadre théorique, dans le cadre d'une création musicale, les élèves deviennent compositeurs et produisent de A à Z leur propre musique. Toutefois, se posent les questions suivantes : comment peut-on évaluer une création musicale ? Comment pouvons-nous savoir si les élèves sont entrés dans un processus de création musicale ?

En questionnant et en écoutant les élèves travailler sur leur musique qui nous le rappelons est sur le thème de la forêt, nous avons pu remarquer que nombreux sont les élèves qui se font des images. En effet, les élèves se sont souvent imaginé une image de la forêt et afin de créer leur musique, ils ont essayé de prendre des sons qui reproduisent des oiseaux, des cascades, du vent, soit tout ce que l'on peut potentiellement retrouver dans une forêt. Cela nous amène à réfléchir sur les conditions de la créativité musicale avec la mise en place d'un inducteur qui est celui de la forêt. Les élèves ont été amené à créer sur le thème de la forêt.

Les différents échanges que les élèves ont pu avoir entre eux ou avec nous font ressortir cette méthode d'essayer de représenter une image, un paysage qu'ils s'imaginent dans leur tête pour reproduire comme une sensation, un paysage sonore. Pour illustrer cela, nous allons prendre appui sur des paroles d'élèves enregistrées lors de leurs échanges sur la création de leur musique. Les paroles que nous allons citer sont issues de la retranscription du groupe C réalisées lors de la séance 5 sur la création de leur partition musicale. « Non non mais arrête toi ! Castagnettes donc euh Castagnettes euh froter avec la paume des mains. Ah bah c'était ça. "Reproduit le son" comme ça » (C, 10) et « Ah ça fait le vent » (C, 11). Avec ces paroles du groupe C, nous pouvons voir que leur création musicale a fait référence à des images et des représentations que les élèves se font du thème qui est ici la forêt. Un peu plus loin dans les échanges un élève après avoir reproduit un son dit : « ça fait la cascade » (C, 15). Nous avons pu échanger avec le groupe E après l'enregistrement de leur production finale et lors de cet échange ce côté représentation par une image était très présent dans leur création comme nous pouvons le voir dans ces paroles : « ça c'est le bruit du pivert, on a mis du violet, mais il n'est pas violet mais il a des couleurs. Attends, attends, lui on a fait ça pour le tremblement de terre. » (E, 5). Les élèves ont laissé libre court à leur imagination et ont créé leurs images en fonction des sons qu'ils entendaient.

Nous avons donc pu observer que la créativité musicale chez les élèves était principalement une représentation par des images. Ils s'imaginent une histoire, une action qu'ils entendent et les mettent en lien avec le thème donné.

### III- Discussion

Pour rappel, le sujet de ce mémoire est l'influence de la programmation de son propre instrument de musique sur la créativité musicale. Notre question de recherche était la suivante : « En quoi la programmation de son propre instrument de musique peut-elle influencer la créativité musicale ? » Nous nous sommes donc appuyés sur différents concepts importants pour notre recherche. Ces différents concepts sont l'informatique en se focalisant sur la partie langage, la musique ainsi que la créativité. Ces apports théoriques ont été importants dans un premier temps pour construire une base solide de recherche mais aussi pour construire nos hypothèses de recherche qui sont les suivantes :

- La programmation du robot Thymio va faire naître des idées nouvelles aux élèves et donc développer et influencer leur créativité musicale.
- Les élèves auront du mal à s'approprier un nouveau langage et l'entrée dans la programmation peut être complexe
- La programmation va aider à structurer les pensées des élèves et va les amener à développer leur créativité musicale.
- Les élèves vont voir autrement la production musicale et vont se laisser entrainer par la programmation du robot Thymio.
- Les élèves vont assimiler assez facilement les différents langages et en comprendre l'utilisation, ce qui va permettre d'aborder la programmation plus simplement et se consacrer sur le travail de créativité.

Nos différentes recherches et notre séquence d'expérimentation ont pu valider en grande partie nos hypothèses de recherche. Ce sont nos trois dernières hypothèses qui sont complètement validées. En effet, après avoir analysé les différents résultats obtenus nous avons pu voir une grande anticipation des élèves dans l'utilisation des langages, nous pouvons sentir que ce travail leur a permis de structurer leur pensée et donc de se projeter dans la création musicale. Les élèves ont pris alors plus le temps de bien travailler leur musique car leur pensée était structurée. Ils ont développé une pensée informatique rapidement, ce qui a permis à tous d'être à l'aise sur la programmation et sur le projet.

L'analyse de nos résultats a pu aussi mettre en exergue le fait que les élèves ont été plus loin que faire du robot Thymio un instrument de musique. Ils ont fait de leur programme, une partition de musique. C'est-à-dire qu'au lieu de suivre celle qu'ils avaient écrite à la séance précédente, ils ont programmé les sons dans l'ordre dans lequel ils voulaient les jouer et au moment de l'enregistrement ont suivi le programme. Cet apport par le biais de l'expérimentation a été très intéressant puisque nous ne nous attendions pas à ce que les élèves fassent de leur programme leur partition de musique mais d'un autre côté cela a été complexe pour analyser les résultats car cela va au-delà de notre sujet de recherche.

Par ailleurs, notre recherche a montré ses limites au moment de l'analyse. Nous avons fait le choix lors de l'expérimentation de faire les mêmes modalités d'expérimentation avec tous les élèves. Nous aurions pu distinguer la classe en deux groupes et donner plus ou moins des contraintes aux élèves pour réaliser le projet. Il aurait pu être intéressant de comparer un

travail de création musicale avec la programmation d'un instrument de musique comme nous l'avons fait ici et la création d'une musique à partir d'un instrument de musique classique. Cela nous aurait permis de comparer les productions finales mais aussi les méthodes mises en place par les élèves. Cela pourrait être mis en place et être questionné dans une possible poursuite du sujet. Il est aussi possible d'approfondir et de se questionner sur le langage, les différentes utilisations et se questionner sur les choix que peuvent faire les élèves. En effet, nous avons pu voir des choix dans l'utilisation des capteurs qui pourrait amener à se questionner sur le choix du langage que les élèves ont pu faire.

## Conclusion

Pour conclure, à la suite des différentes recherches réalisées et développées dans le cadre théorique autour de l'informatique, de la musique et de la créativité, nous avons analysé et travaillé sur une séquence d'expérimentation afin d'alimenter nos recherches et nous permettre de répondre à notre question de recherche. Nous le rappelons, notre question de recherche est la suivante : « **En quoi la programmation de son propre instrument de musique influence-t-elle la créativité musicale ?** » C'est pourquoi, durant notre séquence d'expérimentation, nous avons cherché à établir le lien qu'il peut y avoir entre programmer son instrument de musique et la créativité musicale. Nous avons souhaité analyser si cela pouvait avoir une influence sur le processus de création des élèves.

Lors de cette séquence d'expérimentation, il a été important d'expliquer les concepts d'informatique et de programmation auprès des élèves afin qu'ils puissent avoir les bases pour la production finale qui était de programmer le robot Thymio pour en faire un instrument de musique. Par ailleurs, la notion de musique électronique a été importante afin que les élèves puissent se projeter dans ce projet.

Nous avons pu observer que les élèves sont entrés dans le processus de créativité et qu'ils ont fait preuve d'innovation. Nous avons pu également remarquer que les élèves se sont assez facilement appropriés les langages et ont utilisé le langage abstrait rapidement.

Grâce à cette expérimentation et aux recherches scientifiques effectuées, nous avons pu noter que la programmation de son propre instrument de musique pouvait influencer la créativité musicale. En effet, les élèves sont entrés facilement dans le processus de création et dans les notions apportées afin de réaliser le projet. Cela aurait pu être plus compliqué avec un instrument classique que les élèves n'auraient pas géré de A à Z comme ici. Par ailleurs, les élèves sont allés plus loin que nous le pensions et sans s'en rendre compte, ils ont fait de leur programme final leur partition de musique avec pour langage les capteurs choisis pour jouer des sons.

Enfin, nous pouvons mettre en exergue que différents paramètres de la programmation permettent d'influencer la créativité musicale. Effectivement, la programmation d'un robot pour en faire un instrument de musique permet de donner une nouvelle vision d'une activité musicale, celle-ci sort de l'ordinaire. De plus, en programmant leur instrument de musique les élèves en sont responsables de A à Z. Par ailleurs, en utilisant le logiciel qui a permis de programmer les robots, les élèves ont pu découvrir par leurs propres moyens d'autres fonctionnalités afin d'agrémenter leur instrument de musique qu'est le robot Thymio.

# Bibliographie

- Bonnardel, N., & Lubart, T. (2019). La créativité : Approches et méthodes en psychologie et en ergonomie. *RIMHE : Revue Interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise*, 37, 8(4), 79-98. <https://doi.org/10.3917/rimhe.037.0079>
- Cuq, P. (2017, 15 novembre). *Présentation du robot Thymio - Dane*. <https://dane.ac-caen.fr/Presentation-du-robot-Thymio>
- Dowek, G. (2011). *Les quatre concepts de l'informatique*. 21. <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00676169>
- Dowek, G. D. (2019). *Ce dont on ne peut parler, il faut l'écrire*. Le Pommier.
- French Fuse. (2017, 16 mai). *Remix Musiques De Films - French Fuse - Movies Fuse* [Vidéo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=w-ao3Fnuu\\_I](https://www.youtube.com/watch?v=w-ao3Fnuu_I)
- Heinrich, M. (2002). Création musicale et nouvelles technologies : quelle rencontre possible ? *Quaderni*, 48(1), 41-51. <https://doi.org/10.3406/quad.2002.1739>
- Larousse, É. (s. d.). Définitions : open source - Dictionnaire de français Larousse. [https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/open\\_source/188163](https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/open_source/188163)
- Launchpad X / Novation. (s. d.). <https://novationmusic.com/fr/launch/launchpad-x>
- L'utilisation du numérique à l'École. (s. d.). Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse. <https://www.education.gouv.fr/l-utilisation-du-numerique-l-ecole-12074>
- MUSIQUE : Définition de MUSIQUE. (s. d.). <https://cnrtl.fr/definition/musique>
- Rey, O. R., & Feyfant, A. F. (2012). Vers une éducation plus innovante et créative. *Institut français de l'éducation*, 70, 1-20.
- ROBOT : Définition de ROBOT. (s. d.). <https://www.cnrtl.fr/definition/robot>
- Romero, M., Duflot, M., & Viéville, T. (2018). Le jeu du robot : analyse d'une activité d'informatique débranchée sous la perspective de la cognition. . . *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/329583878\\_Le\\_jeu\\_du\\_robot\\_analyse\\_d'une\\_activite\\_d'informatique\\_debranchee\\_sous\\_la\\_perspective\\_de\\_la\\_cognition\\_incarne](https://www.researchgate.net/publication/329583878_Le_jeu_du_robot_analyse_d'une_activite_d'informatique_debranchee_sous_la_perspective_de_la_cognition_incarne)
- Thymio by Mobsya. (2023, 30 mars). Accueil - Thymio. Thymio. <https://www.thymio.org/fr/>

# Annexes

## Annexe 1 : Plan de la séquence d'expérimentation

<b>Fiche de séquence</b> <b>Faire du robot, un instrument de musique</b> <b>Domaine(s) : Education musicale et informatique</b>	
Ce qui est attendu des élèves durant la séquence : <ul style="list-style-type: none"><li>- S'approprier le robot Thymio</li><li>- Programmer et interagir avec les Thymio</li><li>- Programmer son propre instrument de musique</li><li>- Créer une musique sur le thème de la Forêt</li></ul>	
Les objectifs généraux de la séquence : <ul style="list-style-type: none"><li>- Comprendre le fonctionnement d'un robot</li><li>- Programmer un robot Thymio</li><li>- Réaliser une production musicale avec un robot Thymio</li><li>- Comprendre et utiliser un codage</li></ul>	
Cycle : 3	Période de l'année scolaire : 4 – 5
Niveau de classe : CM2	Dates : 16 mars – 17 mars – 6 avril – 7 avril – 4 mai – 5 mai
Nombre de séances : 6 séances	Organisation de la classe : <ul style="list-style-type: none"><li>- Fonctionnement en petits groupes de 8 élèves</li></ul>
Matériels à prévoir : <ul style="list-style-type: none"><li>- Ordinateurs portables</li><li>- Robots Thymios</li><li>- Image</li><li>- Dictaphone</li><li>- Camera</li><li>- Draps avec quadrillage</li><li>- Instruments type percussion</li></ul>	

Séances	Objectif(s)	Activités de l'élève	Matériels
Séance N° 1	S'initier à l'informatique	Mise en place d'un petit atelier sur le questionnement « Qu'est-ce qu'un robot ? » et découverte du robot Thymio	Robots Thymio Grand drap avec un quadrillage Images
Séance N° 2	Découvrir le fonctionnement d'un robot Thymio	Continuité de la séance 1 avec une prise en main des thymio, découvrir les différents modes et comment il fonctionne.	Robots Thymio Fiches d'activités
Séance N° 3	Découvrir la musique électronique	Découverte de ce qu'est la musique électronique et écouter de différentes musiques électroniques	Supports vidéo Fiche synthèse
Séance N° 4	Créer son propre langage, son propre codage et ses sons avec l'aide de percussion	Préparer l'écriture de leur partition de musique en enregistrant des sons et en créant un codage.	Robots Thymio Ordinateurs portables
Séance N° 5	Ecrire sa partition musicale avec le codage créé	Utilisation du codage créé par les élèves pour écrire leur musique avant de programmer leur instrument de musique.	Ordinateurs portables Robots Thymio
Séance N° 6	Programmer le robot Thymio et Enregistrer sa production finale	Programmation des robots et enregistrement de sa production finale	Ordinateurs portables Robots Thymio

## Annexe 2 : Fiche d'activité de la séance N°2

### Si Thymio ... alors il ...

#### AMICAL



- |                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Si Thymio détecte un objet devant lui | alors il tourne à gauche. |
| Si Thymio détecte un objet à droite   | alors il tourne à droite. |
| Si Thymio arrive au bord d'une table  | alors il avance.          |
|                                       | alors il s'arrête.        |

#### PEUREUX



- |   |                           |
|---|---------------------------|
| Si Thymio détecte un objet devant lui   | alors il recule.          |
| Si Thymio détecte un objet à droite     | alors il avance.          |
| Si on tapote sur le dos de Thymio       | alors il tourne à droite. |
| Si Thymio détecte un objet derrière lui | alors il tourne à gauche. |
|   | Alors il fait du bruit.   |

#### EXPLORATEUR



- |   |                           |
|---|---------------------------|
| Si Thymio détecte un objet devant lui   | alors il recule.          |
| Si Thymio détecte un objet à droite     | alors il s'arrête.        |
| Si Thymio détecte un objet à gauche     | alors il tourne à gauche. |
| Si Thymio détecte un objet derrière lui | alors il tourne à droite. |
| Si Thymio arrive au bord d'une table    | alors il ne fait rien.    |

#### OBÉISSANT



- |                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Si on appuie sur la flèche avant     | alors il avance.          |
| Si on appuie sur la flèche arrière   | alors il recule.          |
| Si on appuie sur la flèche de droite | alors il tourne à gauche. |
| Si on appuie sur la flèche de gauche | alors il tourne à droite. |
|                                      | alors il ne fait rien.    |

Cuq, P. (2017, 15 novembre). *Présentation du robot Thymio - Dane*. <https://dane.ac-caen.fr/Presentation-du-robot-Thymio>

## Annexe 3 : Retranscription Groupe C

1	Codage musique frapper du coup avec le truc euh frotter comme ça du coup ?
2	Bah fin c'était sur le côté mais ouai
3	C'était sur le côté cassé non ?
4	Quai...
5	Non c'était tu tapais sur le côté cassé.
6	Je sais pas c'est quoi
7	"Reproduisent les sons sur la table"
8	Après Castagnettes
9	Arrête de faire des bruits bizarres
10	Non non mais arrête toi ! Castagnettes donc euh Castagnettes euh frotter avec la paume des mains. Ah bah c'était ça. "Reproduit le son" comme ça
11	Ah ça fait le vent
12	Ah j'avoue
13	Ah oui bonne idée
14	on est à la main... Frotter avec la paume de la main + les ongles. "Reproduit le son"
15	ça fait la cascade.
16	genre comme un tigre
17	ça j'arrive bien à le faire "continu de reproduire le son sur la table, les autres élèves le rejoigne"
18	C'est bon, c'est bon on a compris.
19	Oui, c'est pas faux.
20	Secouer doucement les castagnettes du coup je pense comme ça
21	Non je pense pas
22	Du coup... Après on va taper 3 fois sur le djembélé
23	C'est djembé, c'est pas le djembélé
24	C'est djembé, ah oui mince.
25	Ensuite...
26	Frapper avec un bâton euh comment on pourrait faire, frapper avec un bâton...
27	C'était un espèce de... de...
28	C'était un truc en bois
29	On frappait sur la maracas
30	Ah oui !

31	Ah ouaiiii
32	ça faisait tss tss
33	Ah ouai t'as une bonne imitation
34	"Rires"
35	Taper avec les maracas sur le P9 tambourin, c'est incompréhensible. Doigts sur le djembélé, comme ça sur le djembélé "Reproduit le son". Voilà !
36	C'était pas le djembélé mais le djembé seulement
37	On a fini, euh comment elle s'appelle ?
38	Bah euh on écrit... non non non !
39	Adélaïde, Adélaïde, Adélaïde
40	Adélaïde, Adélaïde
41	J'arrive
42	On a lu et voilà
43	On va faire les Thymio, maintenant
44	Donc, Alors non parce que votre feuille, elle est blanche et moi je veux vous m'écriviez votre codage, c'est-à-dire que vous allez m'écrire votre partition de musique. Là..
45	oui
46	En fait, ce qui serait bien, c'est que, vous savez dans quel ordre vous allez jouer les sons etc...
47	Mais le problème, c'est que l'on sait pas, on se rappelle plus des sons bah aïe aïe aïe
48	Les sons frappés c'était juste frapper sur le grand, il y avait les deux
49	Oui, mais il y avait des trucs comme frotter sur le... sur le ...
50	Frotter ça faisait un son un petit peu comme un son de grenouille
51	Ah ouiii
52	Ah oui ça faisait, oui oui
53	Vous vous souvenez ?
54	Ah oui ça faisait groua
55	Oh je m'en souviens plus
56	ça faisait rrrrrrrrrrrrrrrrrrr
57	Ici, frotter ça ressemble beaucoup au son du vent, de la cascade...
58	oui comme ça
59	Comme vous disiez toute à l'heure, c'était très bien
60	Oui comme ça

61	On pourrait commencer par là et du coup après on fait..
62	Plus doucement
63	ce que je veux donc vous vous souvenez le thème c'est la forêt. Là ce que je veux, c'est que vous choisissiez dans quel ordre vous allez jouer les sons, d'accord ?
64	Oui
65	Il faut que vous réfléchissiez à comment vous voulez jouer les sons et dans quel ordre par rapport au thème, etc.. Pourquoi vous voulez les jouer comme ça
66	Et on aura plusieurs essais ou... ?
67	Quand vous avez l'ordre vous écrivez sur la feuille après avec les codages et vous pouvez mettre à côté à quel son ça correspond P1 P2 P3 P4
68	Quai mais du coup par exemple imaginons frapper par exemple sur euh... bah je sais pas frotter comme ça
69	Oui ?
70	ça peut faire par exemple frotter comme ça, ça peut faire reculer le Thymio ou truc comme ça ?
71	non ça ne marchera pas car nous ce que l'on veut faire tu te rappelles la séance de musique électronique
72	Oui je m'en souviens
73	On avait vu une vidéo avec les lasers
74	oui oui
75	Nous ça sera moins impressionnant mais avec le Thymio on va jouer, c'est-à-dire que vous allez associer un capteur à un son
76	Ah ok
77	Ah oui ok
78	Donc quand vous appuyerez sur le capteur ça jouera le son
79	Ok
80	Après on pourra mettre le programme sur plusieurs Thymio
81	Ah ok
82	Vous pourrez avoir plusieurs Thymio et vous jouez ensemble la même partition
83	Ah ouiiii
84	Donc euh voilà
85	Donc on pourra réfléchir à ça
86	Après je vais vous montrer vous aurez d'autres fonctionnalités que vous pourrez ajouter etc
87	Dj Mattéo
88	Mais pour l'instant, je veux que vous m'écriviez votre partition de musique, ça sera une partition de musique, c'est juste que c'est pas des notes de musique avec les codages, après on pourra modifier au moment de la programmation
89	Oui oui ok
90	Là c'est déjà pour vous aider à structurer un peu une première fois ok ? Ça vous va ?

91	Oui euh c'est bon
92	Du coup on pourrait commencer genre euh on frotte avec la paume ou plus avec les ongles ou sans les ongles je sais pas
93	plus avec les ongles
94	Mais Adélaïde t'as les instruments ?
95	Les instruments ?
96	Tu les a ou pas là ?
97	Non
98	Ah. Comme ça moi je voulais frotter pour faire la grenouille
99	Attends Attends
100	Comme ça "reproduit un son"
101	Arrête arrête. Comme ça "reproduit un son"
102	Oui ça fait un bruit plutôt rythmé comme ça
103	Regarde t'arrive comme ça
104	Le vent comme ça "reproduit le son"
105	Plus doucement
106	Yaurait quelqu'un qui pourrait faire "fais un son" et genre l'autre mais du coup on fait quoi du coup?
107	Bah du coup là on va commencer avec frotter comme ça là "reproduit le son"
108	Du coup c'est combien ? P5
109	Tiens, lis
110	le frotter, non c'est frotter avec la paume des ongles P5
111	Oui justement
112	Ah frotter avec la paume de main c'est P4
113	Oui mais on fait P5
114	Ok P5
115	Ah j'ai une idée !
116	doigts sur le djembé
117	T'as une idée ?
118	C'est quoi Les doigts sur le djembé ? P10
119	P10 P10 P10... C'est quoi ?
120	doigts sur l...

121	Ah ouai, tu fais...
122	sur le djembé comme ça "reproduit le son"
123	Fais ça fais ça
124	Ah non c'était Lucien, il savait bien le faire tu sais il faisait "reproduit". Je sais plus comment il faisait là
125	Comme ça "reproduit un son"
126	Mais non, il faisait "reproduit le son"
127	Oui il faisait un truc comme ça. Après ça...
128	Attends j'ai une idée, ce que l'on pourrait aussi c'est... Ah non
129	C'est compliqué... mais c'est marrant
130	Bon du coup on marque P10 c'est ça ?
131	P10
132	Plus P10
133	Taper 3 fois sur le djembé
134	Du coup...
135	Non c'était... "Reproduit le son"
136	Quai, j'avoue on pourrait commencer calmement pendant à peu près 10 sec et là il y a quelqu'un qui va commencer à faire paṃ paṃ comme ça
137	Et non, il va commencer à faire
138	Mais non... ah ouai !
139	Et puis tu sais il va accélérer
140	Oh oui, bonne idée
141	Et du coup
142	ça fait "reproduit le son"
143	Oḱ c'est bon j'ai compris
144	P10 en accélérant après 10 secondes en accélérant, je sais plus c'est ça ?
145	Euuuh P10 c'est doigts sur le djembé, c'est celui que tu viens de mettre
146	Quai mais après P10 après 10 secondes en accélérant
147	Taper 3 fois sur le djembé tu sais quand tu fais...
148	OUI (en s'énervant). Oḱ je je vais mettre ça
149	Euh après
150	Par contre ça je sais pas ce que ça représente la flèche

151	C'était parce que on tapait 3 fois comme ça sur le djembé. Vous allez voir les sons sont un peu modifiés par rapport à ce que l'on a enregistré.
152	Pourquoi ?
153	Parce qu'il fallait que je diminue la qualité, etc pour que ça passe sur les Thymio
154	Ah
155	Ah parce que les Thymio ne sont pas de très bonne qualité au niveau son ?
156	Oui c'est ça
157	Ah c'est dommage
158	ça c'est un peu... un peu...
159	Le robot de base
160	le problème, oui, après tant que vous savez comment vous structurez votre musique etc on va réussir à trouver des alternatives et puis la pour la programmation vous avez une première idée mais ça va pouvoir évoluer quand vous allez programmer
161	Oui
162	là ce que vous écrivez ça ne va pas être fixé
163	Mais euh le son il est dans son programme de base ou pas ? À Thymio
164	Non c'est des sons, les sons qu'on a enregistré, je les ai préparés
165	Oui mais produire, mais faire des sons qu'on a enregistré dessus, ça fait partie de son programme de base
166	on peut le faire
167	Bon après P10 on fait quoi ?
168	On a dit P7
169	P7 c'est quoi ?

## Annexe 5 : Retranscription Groupe E

1	Enseignante	Alors, est-ce que vous avez fait des choix spécifiques pour les couleurs, pour programmer votre instrument de musique sur le Thymio ?
2	E1	Oui, des fois oui, des fois non
3	E2	Oui par exemple je sais pas, euh attends, là c'est quand on tape un arbre alors on a mis vert.
4	Enseignante	Oui
5	E2	ça c'est le bruit du pivert, on a mis du violet, mais il est pas violet mais il a des couleurs. Attends, attends, lui on a fait ça pour le tremblement de terre.
6	Enseignante	ok
7	E2	Là, c'est la cascade d'eau, c'est pour ça qu'on a mis blanc et rouge.
8	Enseignante	D'accord, parce que pour vous il y a du blanc et du rouge ?
9	E2	non non mais c'est... et après regarde... là c'est la cascade d'eau
10	E1	Là, on a inversé
11	Enseignante	ah, vous vouliez mettre bleu ? Vous vouliez faire l'inverse avec blanc pour l'autre
12	E2	oui oui
13	Enseignante	ok, donc vous avez associé vos sons et vos lumières
14	E1 + E2	oui
15	Enseignante	avec vos... par rapport à vos sons
16	E2	oui
17	Enseignante	Et ces idées c'est venu en voyant le programme ou ...
18	E2	En entendant les bruits.
19	Enseignante	en entendant les bruits et du coup vous vous êtes dits ont peu ajouter des lumières.
20	E2	C'est pour ça j'ai mis les deux mêmes couleurs et pas des différentes.
21	Enseignante	Ok, super merci.

## 4<sup>ème</sup> de couverture

Mots-clés : Programmation, langage, éducation musicale, informatique, créativité

Résumé en Français :

L'informatique est un concept qu'il est important de travailler avec les élèves de cycle 3. Ce concept général englobe différentes notions dont celle du langage et de la programmation. C'est pourquoi à travers ce mémoire de recherche, nous avons souhaité nous pencher sur la question du langage et de la programmation à travers l'univers de la musique en cycle 3. Nous nous sommes donc questionnés sur l'influence que pouvait avoir la programmation de son propre instrument de musique sur la créativité musicale chez des élèves de cycle 3. Tout au long de ce mémoire, nous nous penchons sur la notion de langage et de programmation.

Résumé en Anglais :

Computer science is an important concept to work on with pupils. This general concept encompasses various notions, including language and programming. That's why, in this research paper, we wanted to look at the question of language and programming through the world of music. We therefore wondered about the influence that programming one's own musical instrument could have on the musical creativity of pupils. Throughout this dissertation, we look at the notion of language and programming.