



HAL
open science

Initiation à l'algorithmique au cycle 1 avec des robots de déplacement

Émilie Launay

► **To cite this version:**

Émilie Launay. Initiation à l'algorithmique au cycle 1 avec des robots de déplacement. Education. 2019. dumas-02570864

HAL Id: dumas-02570864

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02570864>

Submitted on 12 May 2020

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
METIERS DE L'ÉDUCATION, DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA FORMATION

Mention	Parcours
Premier degré	Professeur des écoles

MEMOIRE

Initiation à l'algorithmique au cycle 1 avec des robots de déplacement

Emilie LAUNAY

Directeur-trice de mémoire (en précisant le statut)	Co-directeur-trice de mémoire (en précisant le statut)
Eric LAGUERRE (MCF)	Bénédicte PARMENTIER (PRCE)
Membres du jury de soutenance : (en précisant le statut)	
-	
-	
-	
-	
Soutenu le 26/06/2019	



**UE Recherche : Initiation à l'algorithmique
au cycle 1 avec des robots de déplacement**



Emilie LAUNAY

ESPE Toulouse, Juin 2019

Directeur de mémoire : Éric LAGUERRE

INTRODUCTION	2
1 CONTEXTE	3
2 DEVELOPPEMENT DE MA PROBLEMATIQUE	4
3 METHODOLOGIE	5
3.1 DONNEES DOCUMENTAIRES	5
3.2 RECUEIL PRATIQUE SUR LE DEPARTEMENT DE HAUTE GARONNE	5
4 CADRE THEORIQUE	7
4.1 THEORIE DES SITUATIONS DIDACTIQUES	7
4.2 DIALECTIQUE OUTIL –OBJET APPLIQUEE A L’INFORMATIQUE	11
5 L’INFORMATIQUE : QUELQUES DEFINITIONS PREALABLES	12
5.1 PENSEE INFORMATIQUE ET ALGORITHMIQUE	13
5.2 LANGAGE DE PROGRAMMATION, CODE, PROGRAMME INFORMATIQUE, LOGICIEL	13
6 BREF HISTORIQUE DE L’INFORMATIQUE A L’ECOLE	14
6.1 LES DEBUTS	14
6.2 1985-2000 : PERIODE DE VERSATILITE	14
6.3 2000-2013 : VERS UNE CULTURE DU NUMERIQUE	15
6.4 LES IO DE 2016, UNE REAFFIRMATION DES DIFFERENTES COMPOSANTES DU NUMERIQUE.....	15
7 EVOLUTION ET ETAT DE LA RECHERCHE EN MATERNELLE	16
7.1 LES ACTIVITES DEBRANCHEES	18
7.2 DU LANGAGE COURANT VERS LE LANGAGE ROBOT.	21
7.3 MATERNELLE, DE L’ALGORITHMIQUE IMPLICITE VERS L’ALGORITHMIQUE EXPLICITE.	21
8 LES OUTILS ET FORMATIONS EXISTANTES	22
8.1 LES FORMATIONS	22
8.2 LES RESSOURCES SPECIFIQUES A LA HAUTE GARONNE	23
8.3 LES ROBOTS DE DEPLACEMENT.....	25
8.4 AU-DELA DES ROBOTS, AUTRES ACTIVITES BRANCHEES.....	27
8.5 CONCLUSIONS PARTIELLES.....	28
9 DEVELOPPEMENT	28
9.1 SEQUENCE PREVUE (EN CLASSE DE GRANDE SECTION)	28
9.2 QUESTIONNAIRE	35
10 CONCLUSION	45
11 BIBLIOGRAPHIE	46

Introduction

A l'heure où l'intelligence artificielle n'est plus un terme de science-fiction, force est de constater que notre monde est envahi par les technologies du numérique, et ce alors qu'elles ne sont apparues qu'il y a moins d'un siècle. Communications et échanges entre individus ont été révolutionnés par les évolutions successives, procédés pour conception et fabrication ont été impactés et, grâce à elles, il est devenu beaucoup plus facile et plus efficace de garder trace, stocker et archiver des documents. Elles ont impacté l'organisation des entreprises, des états, le rapport au travail. Elles ont démocratisé l'accès à la connaissance, modifié notre manière de créer et de diffuser des œuvres, de faire des sciences et de la médecine en apportant puissance, précision et capacité d'action ou de diagnostic à distance. D'un autre côté, l'ultra puissance des outils numériques et l'immédiateté des données disponibles via les réseaux sociaux ou l'internet questionnent aussi l'omniprésence et le caractère intrusif de nombre d'objets connectés et rendent toujours plus important le recul, la place du jugement éclairé sur les technologies et sur leur contenu, sur l'impact des algorithmes orientés qui déterminent les contenus proposés au regard des contenus déjà consultés.

Bref nous vivons une véritable révolution sociétale qui change le rapport des individus au monde et nécessite plus que jamais une vision éclairée de leur part, qui passe par la constitution d'un modèle mental correct de ce qu'est l'informatique.

Bien évidemment l'avènement des TICE est lié à l'évolution des techniques et des matériaux mais leur capacité de traitement de tout type d'information, quel qu'en soit le domaine, repose essentiellement sur l'humain et sa puissance intellectuelle de conception et de réalisation d'algorithmes et de langages de programmation de plus en plus performants.

Dans ce contexte qui évolue de manière exponentielle, on peut se demander comment l'institution « école » s'adapte et intègre ces changements, et comment cela est décliné dans les postures enseignantes.

De manière personnelle, en 1984 j'étais dans une école primaire dans laquelle un enseignant était en pointe sur le sujet. Il avait réussi à doter l'école d'une dizaine de

« TO7 » et « MO5 », et faisait découvrir aux élèves de CM1 le LOGO¹ autrement appelé langage « TORTUE » qui nous a permis d'aborder l'informatique en tant qu'objet d'apprentissage. Il semble que cette opportunité nous a été donnée car nous avons eu la chance d'avoir un enseignant pionnier, totalement convaincu de l'intérêt de cette approche au regard des apprentissages que cela générerait et référent au niveau du groupe scolaire.

Aujourd'hui, l'offre en matière de numérique éducatif est pléthorique, néanmoins elle n'exclut pas une réflexion sur les moyens mis en relation avec des injonctions ministérielles ambitieuses, ni d'une mise à distance des activités possibles pour en assurer la pertinence en terme d'apprentissages et une plus-value pour les élèves. Enfin, les programmes de 2015 -2016 ont mis en exergue la formation de citoyens éclairés et cela implique une éducation aux nouvelles technologies qui passe aussi par la compréhension de leur fonctionnement.

1 Contexte

Dans son rapport daté de mai 2013, l'Académie des sciences constate : «On réduit souvent la « fracture numérique » au clivage qui sépare ceux qui possèdent un ordinateur et un accès à Internet de ceux qui n'en possèdent pas. (...) La véritable fracture sera entre ceux qui posséderont les outils intellectuels pour comprendre ces transformations et ceux qui ne les posséderont pas...» (...) (Rapport sur la formation des professeurs à l'enseignement des sciences)².

Il préconise d'inclure l'informatique dans la formation initiale des professeurs des écoles et que l'enseignement de l'informatique doit être destiné à l'ensemble des élèves afin qu'ils puissent maîtriser les formes de pensées inhérentes à la « science informatique » et ce dès le primaire.

¹ Langage de programmation créé par Seymour PAPERT à destination des enfants

² Rapport de l'Académie des sciences sur la formation des professeurs à l'enseignement des sciences,
<http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/avis131107.pdf>.

2 Développement de ma problématique

Ma première question est celle de la place actuelle de l'informatique à l'école, et particulièrement à l'école maternelle. Pour y répondre, je la mettrai en perspective avec l'analyse des données historiques de 1962 à aujourd'hui.

Dans un second temps, en m'appuyant sur deux cadres théoriques la « TSD : Théorie des situations didactiques » (BROUSSEAU, Théorie des situations didactiques, 1998)³ ainsi que sur celui de la « dialectique outil-objet » (DOUADY R. , 1984)⁴, appliquée à l'informatique que je détaillerai ultérieurement, je ferai un éclairage sur la pertinence de la robotique pédagogique et sur les activités informatiques qui relèvent de chaque champ. Puis, l'informatique étant un terme relativement générique, il me semble nécessaire d'éclaircir ce qui se cache derrière ce terme.

Je m'interrogerai aussi sur le parcours des enseignants qui exploitent l'informatique dès le cycle 1 et sur les obstacles considérés par ceux qui n'y ont pas recours.

Il est ambitieux de parler de pensée informatique au cycle 1, néanmoins la recherche montre que s'appuyer sur l'algorithmie, de même que d'initier à la démarche d'investigation semble être accessible dès la maternelle. En m'appuyant sur les initiatives d'enseignants qui mettent en place des situations d'apprentissage en maternelle s'appuyant sur les robots de déplacement (parfois appelés robots de plancher), je regarderai quelle est leur analyse des apports pour l'élève, quels domaines d'apprentissages cela permet de couvrir et faisant un focus sur les apprentissages dans le champ des mathématiques et en particulier sur les objectifs que l'on peut se fixer en fonction du niveau.

Je souhaiterais enfin conclure sur le fait que cette approche puisse ou non permettre à certains enfants en difficulté avec les méthodes traditionnelles, de rentrer plus facilement dans les concepts de positionnement dans l'espace, de chronologie des étapes, d'anticipation et de représentations mentales. Je m'intéresserai enfin à analyser si un effet de territoire est décelable.

³ Régine DOUADY, RDM Vol 7-2 «Jeux de cadres et dialectique outil-objet »

⁴ Guy BROUSSEAU : Théorie des situations didactiques : Didactique des mathématiques 1970-1990. Grenoble : La Pensée Sauvage

3 Méthodologie

3.1 Données documentaires

Pour répondre aux premières questions, j'ai effectué un ensemble de recherches documentaires à la fois sur les textes institutionnels et sur des publications de recherches dont la synthèse est présentée dans les parties suivantes.

3.2 Recueil pratique sur le département de Haute Garonne

Dans un premier temps, j'ai sollicité le groupe de référence en Haute Garonne pour les TICE afin de m'aiguiller sur

- Le choix du panel d'enseignants (1 circonscription ? plusieurs ?) pour évaluer le niveau de pénétration de l'informatique en tant qu'objet à la maternelle, plus précisément leur connaissance et leur utilisation ou non des robots de déplacement. Pour ceux qui ne les utilisent pas, pour quelle raison (matériel, formation initiale, formation continue).
- Le recensement des ressources à disposition des enseignants en Haute Garonne (référents / matériel de prêt et modalités, écoles équipées en propre, offre de formation).
- L'identification d'enseignants pratiquant ou ayant pratiqué des activités avec des robots de déplacements au-delà de ceux ayant répondu au premier questionnaire si le nombre est trop faible, pour une analyse des pratiques et des apports identifiés par les enseignants concernés.

J'ai mené un entretien avec Christian GROSSE, ERUN sur 2 circonscriptions de Haute Garonne, familier des robots de déplacement et ayant mené différentes formations sur ces activités en cycle 1, 2 et 3.

J'ai ensuite rédigé un questionnaire⁵ à l'attention des enseignants de maternelle de Haute Garonne en utilisant l'application mise à disposition sur l'ENT « LIMESURVEY® ». J'ai donc construit un questionnaire conditionnel visant à recueillir des éléments sur le parcours initial des enseignants, sur leur sensibilité au numérique

⁵ <https://enquetes.univ-tlse2.fr/index.php/553224?lang=fr>

éducatif, et pour ceux ayant mis en place des activités avec des robots de déplacements de préciser les objectifs mathématiques visés, les obstacles identifiés.

J'ai sollicité l'accord préalable des IEN de circonscription pour diffuser ce questionnaire à l'ensemble des écoles maternelles de la Haute Garonne. Je souhaitais avoir un nombre important de réponses pouvant légitimer les conclusions à en tirer, et me permettre aussi d'entrevoir ou non des orientations en fonction des territoires.

J'ai dressé des tendances selon 3 axes :

3.2.1 Du point de vue de l'Institution

En effet, je détaillerai comment le département de la Haute Garonne s'est saisi du sujet en précisant la mise en place

- D'un site de ressources départemental sw@n31⁶.
- De l'organisation d'un groupe de référence composé d' E.R.U.N.⁷ , enseignants référents par circonscription, d'un Inspecteur de l'Education Nationale et d'un conseiller pédagogique spécialisé.
- Des modalités de mise à disposition de matériel et de formation.
- De l'organisation et l'animation de défis de programmation.

3.2.2 Du point de vue des enseignants

La première partie de mon questionnaire (cf. annexe 1) me permettra d'analyser les représentations initiales des enseignants pour dégager des grands domaines :

- Leurs représentations de l'informatique, leur parcours professionnel, leur utilisation des TICE, leur connaissance des ressources et leur utilisation.
- Pour ceux qui exploitent les robots de déplacement, quels objectifs visent-ils ? quels apports ?

Sachant qu'il y a forcément un décalage entre ce que l'enseignant pense, pense avoir mis en place, pense être capable de faire/ce qu'il est capable de faire, j'envisageais éventuellement visiter quelques uns d'entre eux pour me faire une opinion, néanmoins,

⁶ <https://edu1d.ac-toulouse.fr/politique-educative-31/swan31/>

⁷ Enseignant Référent pour les Usages du Numérique

compte tenu du calendrier, de l'anonymat du questionnaire cela ne se fera que dans un second temps l'an prochain et pourra faire l'objet d'un nouvel écrit réflexif.

3.2.3 Du point de vue des élèves à travers la vision des enseignants

Mon ambition était de pouvoir expérimenter en classe cette année une séquence que je détaillerai plus loin, afin de percevoir et de traduire les apports et les limites que j'aurais identifiés au niveau des élèves et de confronter mes observations à celles recueillies dans la seconde partie du questionnaire conditionnel.

- Quels sont les domaines travaillés : situation dans l'espace, anticipation d'actions, modélisation, situation dans le temps, chronologie des étapes ?
 - Plus spécifiquement quels sont les apports ciblés au niveau des mathématiques ?
- Y a-t-il des difficultés spécifiques à la mise en œuvre ?
- Quelle est la place des dispositifs déconnectés ?
- Quels sont les apports au regard des enseignements classiques ?

La séquence devrait mettre en œuvre les différents aspects développés (approche en mode déconnecté, connecté...), avec un travail sur les variables didactiques (présence ou absence de quadrillage, type de modélisation des déplacements...).

Néanmoins je ne pourrai logistiquement pas réaliser cette mise en œuvre. Je me contenterai donc de présenter la séquence telle que je l'imagine d'une part, et d'autre part d'analyser les données collectées auprès des professeurs des écoles. Là encore, cette mise en œuvre pourrait se faire l'an prochain dans le cadre de l'écrit réflexif.

4 Cadre théorique

4.1 Théorie des situations didactiques

On peut, en introduction rappeler que la didactique, et notamment celle des mathématiques s'est fortement développée au cours des années 1970-80 sous l'influence notamment de Guy BROUSSEAU, Yves CHEVALLARD. Elle s'articule autour de 3 pôles que l'on peut schématiser :

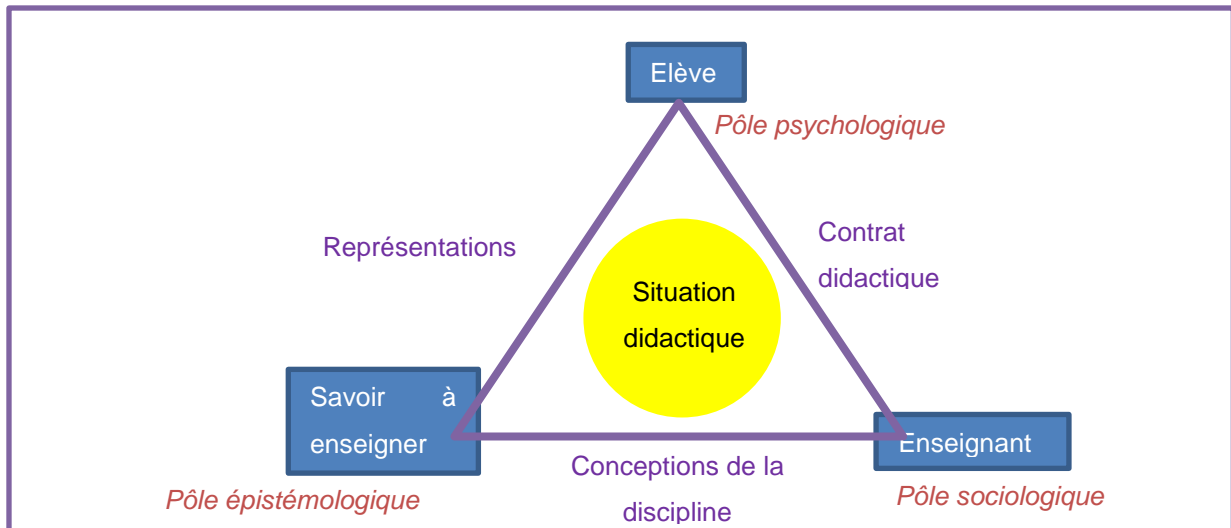


Figure 1 : Triangle didactique

Le savoir à enseigner s'appuie sur le savoir savant (corpus de connaissances produit par la communauté scientifique) ayant subi une transposition didactique (COLOMB, 1986)⁸. C'est-à-dire adapté par l'enseignant, en conformité avec les injonctions des programmes, ses pratiques, ses représentations, le contexte sociétal, pour sa classe. On peut noter que ce savoir diffère encore des savoirs acquis par les élèves, que l'on peut nommer « savoir appris ».

4.1.1 Contrat didactique

Guy BROUSSEAU, dès 1978, définit le Contrat Didactique comme représentant les droits et les devoirs implicites des élèves et de l'enseignant à propos des objets de savoir mathématique enseignés.

Le contrat didactique est le résultat de la négociation des rapports établis explicitement et/ou implicitement entre un élève ou un groupe d'élèves, un certain milieu et un système éducatif (la classe, l'enseignant), afin que les élèves s'approprient un savoir construit ou en cours de construction.

Il recèle un paradoxe fondamental. L'enseignant ne doit pas dire à l'élève ce qu'il veut que ce dernier fasse (dans le cas contraire il déroge à son rôle d'enseignant)

⁸ https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1986_num_76_1_2401_t1_0089_0000_1
: Résumé de "La Transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné de Yves CHEVALLARD"

néanmoins, il doit mettre en place les conditions pour que l'élève construise et produise la réponse attendue (sinon son enseignement a échoué).

4.1.2 Situations adidactiques et situations didactiques

Il faut donc que l'enseignant choisisse avec soin les situations qu'il soumet aux élèves de sorte qu'elles provoquent chez eux les adaptations souhaitées. C'est ce qu'Yves CHEVALLARD résume en disant : « L'enseignant n'a pas pour mission d'obtenir des élèves qu'ils apprennent, mais bien de faire en sorte qu'ils puissent apprendre. Il a pour tâche, non la prise en charge de l'apprentissage - ce qui demeure hors de son pouvoir - mais la prise en charge de la création des conditions de possibilité de l'apprentissage. » (CHEVALLARD, 1986)⁹

Cela amène à introduire un modèle de la situation didactique : situation adidactique / contrat didactique qui peut être schématisé comme suit :

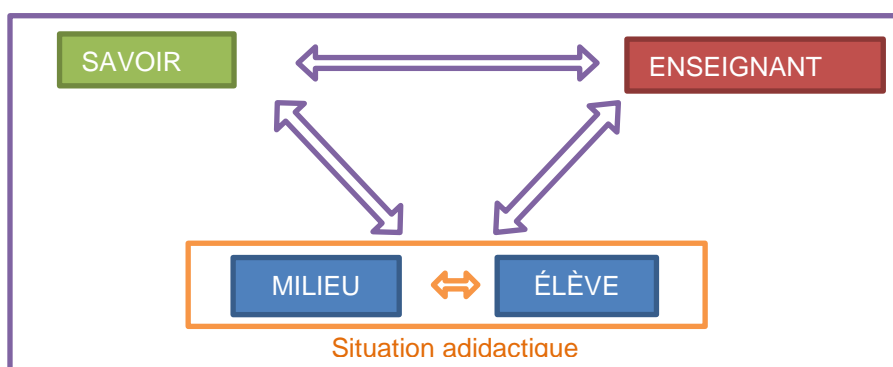


Figure 2 : Situation didactique

L'enseignant va chercher à proposer une situation telle que les élèves construisent leur rapport à l'objet de connaissance ou modifient ce rapport comme réponse aux exigences d'un milieu et non au désir de l'enseignant. Une telle situation est une situation dans laquelle ce qu'on fait a un caractère de nécessité.

4.1.3 Interactions avec le milieu et dévolution

BROUSSEAU définit le milieu comme l' « ensemble des conditions extérieures dans lesquelles vit et se développe un individu humain, [qui] joue un rôle important dans la détermination des connaissances que le sujet, son antagoniste, doit développer pour

⁹ http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=107

contrôler une situation d'action » (BROUSSEAU, 1990)¹⁰. Ce milieu interagit avec l'élève en situation d'apprentissage soit de manière physique (adaptation piagétienne) soit de manière sociale (socioconstructivisme vygotkien). Ce sont ces interactions qui permettent la dévolution.

La dévolution est un « acte par lequel l'enseignant fait accepter à l'élève la responsabilité d'une situation d'apprentissage [...] et accepte lui-même les conséquences de ce transfert » (BROUSSEAU, 1998). Pour cela, l'enseignant soumet des situations artificielles pour que les élèves s'engagent dans la résolution du problème et construisent de nouveaux apprentissages. Cela donne du sens au savoir et permet le tissage entre les savoirs. La dévolution se situe dans un équilibre entre le lâcher prise de l'enseignant pour laisser l'élève se confronter à des obstacles épistémologiques et l'abandon de l'élève à des difficultés qu'il ne peut surmonter sans guidage.

Dans les activités de la séquence développée, le milieu est très favorable à une dévolution.

Dans le cas des activités débranchées c'est l'enfant « piloté » qui va renvoyer au(x) pilote(s)-programmeur(s) l'information sur la pertinence de leurs choix (nombre de cases avancées, nombre de pivotements, atteinte de la cible), et inversement, ce sont les interactions avec les observateurs qui vont permettre à l'enfant piloté de comprendre les subtilités du nouvel apprentissage (latéralité, dénombrement, pivoter sans avancer...).

Dans le cas des activités avec les robots de déplacement, là encore le milieu va pouvoir rétroagir en renvoyant l'information de validation ou d'invalidation de la solution, à la fois de manière physique (la séquence d'instructions permet ou non d'atteindre la cible) mais aussi dans les interactions au sein du groupe (penser à effacer les instructions précédentes avant de lancer un nouvel essai, nombre d'appui sur les touches incorrect par rapport aux instructions dictées...)

Le choix des robots et ensuite d'applications sur PC ou tablettes, permet aussi de faire une place à l'erreur dédramatisée, puisque que les élèves peuvent et doivent analyser

¹⁰ <https://guy-brousseau.com/2325/le-contrat-didactique-et-le-concept-de-milieu-devolution-1990/>

leur « programme » pour identifier et rectifier la ou les instructions en ordre ou en nombre pour les remettre en œuvre très rapidement pour tester de nouveau.

4.2 Dialectique outil –objet appliquée à l’informatique

En 1984, Régine DOUADY théorise le fait qu’un concept mathématique passe par différents statuts (outils et objet) et que le cadre utilisé peut modifier son approche.

« Ainsi, nous disons qu’un concept est **outil** lorsque nous focalisons notre intérêt sur l’usage qui en est fait pour résoudre un problème. [...] L’**objet** est mathématiquement défini indépendamment. Le statut d’objet permet la capitalisation du savoir [...]. Il permet aussi le réinvestissement dans de nouveaux contextes éventuellement très éloignés du contexte d’origine.» (DOUADY r. , 1992). Un même problème peut être résolu avec plusieurs outils adaptés. Ces derniers peuvent appartenir à des cadres différents : physique, géométrique, numérique, graphique ou autre. Et chaque cadre a ses objets, ses relations et leurs formulations.

En s’inspirant de « Jeux de cadres et dialectique outil-objet » (DOUADY R. , 1984), on peut schématiser synthétiquement, en assimilant l’informatique à un concept mathématique :

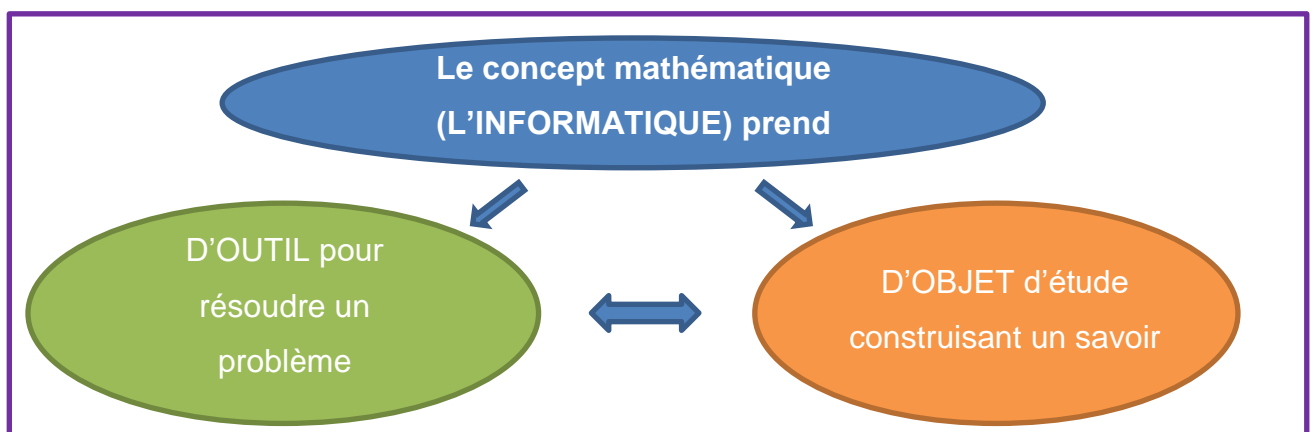


Figure 3 : Dialectique outil - objet appliquée à l'informatique

4.2.1 Activités Outils

L’informatique en tant qu’outil peut être exemplifiée dans l’utilisation de logiciels (traitement de texte, tableur, Scratch®) pour résoudre une situation : mettre en page un texte, trouver un résultat approché d’un minimum, réaliser une figure, ou

d'applications qui peuvent être développées pour des évaluations plus interactives et moins formelles tout en permettant à l'enseignant d'avoir accès aux résultats et à la démarche de l'élève (Etigliss®).

4.2.2 Activités Objets

Les activités dans lesquelles l'informatique prend le statut d'objet, sont celles où c'est par exemple l'algorithmique qui est étudiée en tant que savoir, elles permettent de construire un objet algorithme identifié par la classe, ayant son vocabulaire et ses notations propres.

Dans « Algorithmique et apprentissage de la preuve » Simon MODESTE, Sylvain GRAVIER, et Cécile OUVRIER-BUFFET (MODESTE s. ,.-B., 2010)¹¹ détaillent ces notions outil/objet pour l'algorithmique : « Regarder l'algorithme en tant qu'objet, c'est s'intéresser aux questions de bon fonctionnement, de domaine de validité, de complexité et de description des algorithmes. [...]Regarder l'algorithme en tant qu'outil, c'est s'intéresser à l'utilisation que l'on en fait pour résoudre des problèmes. »

Mon propos et la séquence imaginée s'inscrivent dans cette catégorie d'activité, puisque même modestement, c'est bien la programmation avec son nouveau langage (codage par cartes et transposition avec les boutons du robot) qui est visée. Le robot ne fait que médium et sert de support et de véhicule à un élément de connaissance.

5 L'informatique : quelques définitions préalables

L'informatique est aussi parfois nommée science informatique de la traduction de l'anglais « computer science ». Dans cette acception, il s'agit de la discipline au sein de laquelle il existe différents domaines comme le précisent Robert STRANDH et Irène DURAND¹²: « informatique pratique (programmation, génie logiciel, compilation) et informatique fondamentale (algorithmique, structures de données) » (DURAND, 2003).

¹¹ Simon MODESTE, Sylvain GRAVIER et Cécile OUVRIER-BUFFET, REPERE avr 2010 p51-71 «Algorithmique et apprentissage de la preuve »

¹² Robert STRANDH est professeur et Irène DURAND est maitre de conférences à l'Université Bordeaux 1, <http://dept-info.labri.fr/ENSEIGNEMENT/INITINFO/initinfo/supports/book/node6.html> 2003 «Initiation à l'informatique »

5.1 Pensée informatique et algorithmie

Jeannette WINGS¹³ définit la pensée informatique de la manière suivante : «La pensée informatique est un processus de réflexion qui visualise tant la formulation d'un problème que la représentation de sa solution de façon à ce qu'elles puissent être exécutées par des humains ou des machines.» (WING, 2006). Penser informatiquement signifie beaucoup plus que savoir programmer, cela nous donne une chance d'utiliser plusieurs niveaux d'abstraction.

Le mathématicien perse du IXe siècle Al-Khwârizmî, dont l' "*al-jabr*" est à l'origine du mot "algèbre", est considéré comme un précurseur de l'informatique car pour résoudre ses calculs, il décrit des procédures qui sont un enchaînement d'instructions manipulant des nombres. Et son nom Al-Khwârizmî a été traduit par "*Algorismi*" en Latin, et donnera plus tard le mot "Algorithme".

Une définition empruntée à Simon MODESTE : « *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 S. , 2012)

5.2 Langage de programmation, code, programme informatique, logiciel

En informatique, les algorithmes travaillés doivent ensuite être implémentés. On parle alors de code, de langage de programmation, pour aboutir à un logiciel ergonomique et destiné à être un outil au service de non informaticiens.

Le terme code est généralement utilisé pour désigner un langage de programmation. Ce dernier est un langage similaire à une langue naturelle avec laquelle on exprime les instructions du programme informatique. Alexander REPENNING¹⁴ précise que « *chaque langage de programmation se distingue par sa syntaxe, que les utilisatrices et utilisateurs doivent maîtriser pour pouvoir écrire un programme fonctionnel*». (REPENNING, 2015)

¹³ WINGS est professeur d'informatique à l'Université Carnegie et directrice du département d'informatique

¹⁴ Repenning A. (2015). La pensée informatique dans la formation des enseignants. Cahiers, Haslerstiftung Janvier 2015

Un programme source est un code écrit par un informaticien dans un langage de programmation. Il sera traduit en langage machine grâce à la traduction réalisée par un « compilateur » qui sera une forme binaire, ou directement interprété.

Un programme binaire décrit les instructions à exécuter par un microprocesseur sous forme numérique. Ces instructions définissent un langage machine.

Un programme fait généralement partie d'un logiciel : un ensemble de composants numériques destiné à fournir un service informatique; un logiciel peut comporter plusieurs programmes.

A l'école maternelle on n'évoque bien évidemment pas ces notions complexes mais on peut évoquer avec les élèves l'objet « robot » pour recueillir leurs représentations de celui-ci, et aborder simplement les instructions ou la commande à distance.

6 Bref historique de l'informatique à l'école

6.1 Les débuts

Le mot « informatique » est créé en 1962. Il faut attendre 1970 et le Congrès de Sèvres en 1970 pour sceller les origines de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement général français, mais pas encore en primaire.

A partir de 1980, un plan est lancé et quelques enseignants sont formés dans les écoles normales mais c'est véritablement avec la circulaire de 1983 que l'informatique pénètre dans les écoles primaires.

6.2 1985-2000 : Période de versatilité

En 1981, arrivée de Mitterrand au pouvoir et le nouveau gouvernement donne la priorité aux « technologies nouvelles » dans le système éducatif. Annoncé en janvier 85, le plan « Informatique pour tous » (IPT) est interrompu par le retour de la Droite en mars 86. La suppression de l'option informatique des lycées en 1992, son rétablissement en 1995, sa nouvelle suppression en 1998 symbolise le manque de cohérence et de volonté qui se ressent aussi au primaire. Malgré une prise de conscience grandissante de l'importance des TICE, les moyens suivent mal. Les points faibles restent la formation initiale et continue des enseignants, la politique des

logiciels. Et l'informatique est essentiellement vue sous son aspect utilitaire et non sous son aspect disciplinaire.

6.3 2000-2013 : Vers une culture du numérique

En 2000, le Brevet Informatique et internet B2I est créé avec 3 niveaux dont le B2I Ecole devenu en 2005 le B2I niveau 1. L'ambition affichée est que l'École doit prendre la mesure de ces transformations et accompagner tous les élèves dans l'acquisition et la maîtrise des compétences numériques. Les compétences numériques font leur apparition dans le domaine 4 du Socle commun de compétences et de connaissances (MEN, socle commun connaissances et compétences, 2006)¹⁵. Il n'est néanmoins pas question de connaissances dans le domaine de la pensée informatique mais plus d'une acculturation au numérique, d'un accompagnement pour un utilisateur averti et responsable sachant se servir des outils de base, être en mesure d'avoir un regard distancié sur les sources.

6.4 Les IO de 2016, une réaffirmation des différentes composantes du numérique

En 2013, dans la loi de refondation de l'école, le gouvernement intègre certaines conclusions issues de différentes réflexions et s'appuyant sur le rapport de l'Académie des Sciences¹⁶. En 2015, le Socle commun de compétences de connaissances et de culture remplace le précédent : l'utilisation responsable du numérique a sa place dans le domaine 3, tandis que l'usage des TICE en tant qu'outils au service des apprentissages est explicite dans le domaine 2.

Le sous domaine *Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques* du domaine 1 introduit la notion de langage informatique : «l'élève sait que les langages informatiques sont utilisés pour programmer des outils numériques et réaliser des traitements automatiques de données. Il connaît les principes de base de l'algorithmique et de la conception des

¹⁵ Socle commun de compétences et de connaissances _ décret 11 juillet 2006 http://cache.media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/00/0/socle-commun-decret_162000.pdf

¹⁶ Rapport de l'Académie des sciences sur la formation des professeurs à l'enseignement des sciences, <http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/avis131107.pdf>.

programmes informatiques. Il les met en œuvre pour créer des applications simples (MEN, Programmes Cycle1, 2015)¹⁷.

Les programmes de Cycle 1 (MEN, Programmes Cycle1, 2015) ¹⁸ précisent que l'enfant « *sait utiliser les supports numériques qui, comme les autres supports, ont leur place à l'école maternelle à condition que les objectifs et leurs modalités d'usage soient mis au service d'une activité d'apprentissage.* » et l'utilisation des robots de déplacements à la maternelle s'inscrit dans le domaine *Explorer le monde*, utiliser fabriquer et manipuler des objets et répond à utiliser des outils numériques ainsi que dans le sous domaine *se situer dans l'espace et dans le temps* « *Ces mises en relations seront plus précisément étudiées à l'école élémentaire, mais elles peuvent déjà être utilisées pour coder des déplacements ou des représentations spatiales.* »

7 Evolution et état de la recherche en maternelle

On a vu précédemment que la pensée informatique n'est pas formellement inscrite dans les programmes et mon propos est de m'interroger sur sa place en maternelle ? Pourquoi et comment l'enseigner ?

En prenant appui sur les outils naissants de la robotique pédagogique et sur des activités psychomotrices, les recherches en didactique de l'informatique notamment de Jean-Pierre PEYRIN¹⁹ ont argumenté dès les années 1990 en faveur de l'enseignement de la pensée algorithmique dès l'école maternelle. Une de ses transcriptions est le jeu de l'enfant-robot.

En 2012, Vassilis KOMIS, Anastasia MISIRLI²⁰ publient les résultats de leurs recherche en didactique de la robotique en maternelle qui « met l'accent sur la conception de scénarios qui utilisent des jouets programmables et la façon dont ces scénarios peuvent soutenir la construction des notions au sein des différentes disciplines telles que l'informatique, les mathématiques » (Komis, 2012) Ils mettent

¹⁷ Socle commun de compétences de connaissances et de culture _ décret 31 mars 2015 http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=87834#socle_commun

¹⁸ Programmes Cycle 1, BO du 15-02-2015,

¹⁹ Jean pierre PEYRIN est Professeur honoraire de l'Université de Grenoble

²⁰ Vassilis KOMIS est Professeur Titulaire en sciences de l'éducation (Technologies de l'information et des communications en éducation) à Université de Patras, Anastasia MISIRLI diplômée de l'Université de Patras

l'accent sur les différentes phases que doit comporter le scénario de la séquence pédagogique et que je reprendrai dans ma séquence (recueil des conceptions initiales, création d'un contexte communicationnel autour d'une situation-problème, évolution progressive du degré de difficulté conceptuelle, mise en œuvre d'un contrat didactique précis en classe pour organiser l'accès et l'interaction avec le jouet, création/utilisation de cartes représentant les commandes, mise en œuvre dans des contextes « réels » avec enseignant facilitateur et co-investigateur.)

En 2016, Éric GREFF s'enthousiasme pour Blue-Bot®, robot de déplacement qu'il considère comme l'offre la plus complète et adaptable y compris à des élèves en situation de handicap (GREEF, 2016).

Marina UMASCHI BERS²¹ a fait sa thèse au MIT sous la direction de Seymour PAPERT, a montré dans ses travaux plus récents (UMASCHI BERS, 2018) que des interfaces simples de programmation sont utilisables par des élèves dès quatre ans. Elle s'intéresse, entre autres, à la conception et l'étude de technologies d'apprentissage qui améliorent le développement positif des enfants, telles que la robotique et les langages de programmation. Elle a développé avec l'équipe de Mitchel RESNICK²² l'application ScratchJr²³ pour tablette et elle a créé le kit robotique KIBO²⁴, destinés aux enfants de 4 à 7 ans et proposé un kit clé en main avec activités à destination des enseignants.

Je citerai plus loin quelques exemples, mais les robots de déplacements sont nombreux sur le marché et très attractifs, en raison leur caractère anthropomorphique, de leurs fonctionnalités ou de leurs accessoires. Ils offrent donc aux enseignants de nombreuses possibilités didactiques pour des élèves dès le cycle 1.

²¹ Marina Umaschi Bers :professeur au département Child Study and Human Development et professeur adjoint au département des Sciences Informatiques de l'Université de Tufts.

²² Mitchel Resnick professeur de recherche sur l'apprentissage, directeur du groupe Lifelong Kindergarten MIT

²³ ScratchJr est une version récente du projet Scratch destinée aux enfants de 5 à 7 ans, qui a été créée par le laboratoire Média du MIT, à l'université Tufts et PICO (Playful Invention Company) afin d'initier les jeunes élèves aux notions de programmation

²⁴ KIBO est une plateforme de construction robotique et de programmation pour enfants à partir de 4 ans. C'est un jouet robotique à assembler soi-même grâce à des composants modulaires.

7.1 Les activités débranchées

7.1.1 L'enfant robot

Dans son article *Le "jeu de l'enfant-robot" : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*. (GREFF, 1998). Éric GREFF²⁵ et son équipe développe un projet accessible à la maternelle et utilisant des structures algorithmiques de base :

- répéter n fois,
- si alors ... sinon.

Il constate que cette approche intègre d'autres notions essentielles habituellement abordées différemment :

- la latéralisation,
- la construction de l'espace et du temps
- la représentation de l'espace
- la signalétique
- le codage...

L'activité s'appuie sur un jeu de cartes-instructions d'actions de déplacement (Avance, Recule, Pivote à droite, Pivote à gauche...), deux figurines orientées, un quadrillage au sol et deux quadrillages plus petits pour les figurines. Sa mise en œuvre est donc accessible à tout enseignant, sans prérequis de notion d'informatique et avec un matériel simple.

On sait que le développement moteur est essentiel pour la structuration de la pensée et que, durant les années de maternelle l'enfant aura besoin de passer par des expériences sensori-motrices pour construire progressivement des concepts plus abstraits et des références qui vont s'éloigner de plus en plus de son environnement direct.

Donc la première activité sera « vécue » par les enfants à leur échelle. Successivement dans le rôle de programmé, de programmeur ou même de contrôleur de bonne exécution, l'enfant va prendre dans un premier temps conscience de l'espace, des déplacements et du sens du codage introduit.

²⁵ Éric Greff est titulaire d'un doctorat de didactique de l'informatique et encadre des TD à l'ESPE de Versailles.

Les mettre en position d'acteur-robot et de spectateur-pilote sur un quadrillage à leur échelle est une étape importante préalable à l'utilisation du média robot à une échelle réduite. Je reprendrai donc ce type d'activité dans les premières séances de ma séquence.

L'activité évolue ensuite pour mettre en jeu des figurine 3D sur une maquette avant de passer à un niveau qui semble être un premier obstacle d'abstraction, d'une représentation en 2D.

Des tests ont été ensuite réalisés auprès d'un panel représentatif d'élève dans le but de mesurer l'impact de l'activité en réinvestissement sur des apprentissages premiers ou seconds. Les conclusions sont que cette activité

- favorise la construction de la représentation du temps et de l'espace (remise en ordre d'images séquentielles),
- améliore nettement la maîtrise de la latéralité et le repérage sur un plan (reproduction de positionnement sur un quadrillage), la capacité à décrire un parcours avec un vocabulaire précis (analyse d'un plan de quartier).

Pour ce qui est d'apprentissages culturels ou seconds, l'activité préalable de l'enfant-robot

- donne des résultats probants sur la discrimination et l'interprétation de pictogrammes
- amène les enfants à appréhender le fonctionnement d'une machine, comme résultant de commandes exécutées et que l'erreur vient souvent de l'opérateur (mauvaise instruction).
- Semble préparer les enfants à des niveaux de maîtrises d'instructions itératives ou conditionnelles complexes.

7.1.2 Autres activités

Dans leur ouvrage *Computer science unplugged*, Tim Bell, Ian H. Witten et Mike Fellows²⁶ ont l'ambition première de promouvoir l'informatique auprès des jeunes élèves en tant que discipline accrocheuse, engageante et intellectuellement stimulante et « les familiariser avec les bases du fonctionnement d'un ordinateur sans jamais

²⁶ Tim BELL est professeur en science informatique à l'université néozélandaise de Canterbury , Mike FELLOWS est professeur émérite de science informatique à l'université de Bergen en Norvège et Ian WITTEN est professeur en science informatique à l'université néozélandaise de Waikato. Ils sont fondateurs du site <https://csunplugged.org>

avoir à utiliser un ordinateur » (Tim Bell, 2009). Toutes les activités et les fichiers sont gratuitement téléchargeables sur <https://csunplugged.org>, le site qu'ils ont développé, soutenus par des géants de l'informatique comme GOOGLE® et Microsoft®.

Cela, notamment, est organisé suivant différentes entrées, dont les disciplines majeures travaillées. Il y a plusieurs activités autour des mathématiques mais elles s'adressent en général plus à des élèves de cycle 2.

Dans les documents pédagogiques de l'académie de Grenoble, Dominique MOUCHENÉ²⁷ présente plusieurs activités, le jeu de NIM dont l'analyse du déroulé sous forme d'algorithme avec des décisions conditionnelles aboutit à un gain systématique. (MOUCHENE, 2018)

Là encore il me semble que ces activités sont trop complexes pour des enfants de maternelle. Néanmoins l'approche consistant à mettre en perspectives des tâches complexes en montrant qu'elles répondent finalement à un algorithme identique à celui de la programmation peut être une source d'inspiration pour des activités de maternelle vues en les abordant sous cet angle.

	<i>recette de cuisine</i>	<i>programmation jeu du robot</i>	<i>tâche complexe</i>	<i>résolution de problème</i>
<i>entrée</i>	ingrédients	point de départ du robot	projet	énoncé
<i>algorithme</i>	instructions	suite des instructions de déplacement	conception des étapes	étapes de résolution
<i>exemples d'actions mises en oeuvre</i>	éplucher découper mélanger cuire ...	avancer tourner ...	analyser le projet émettre des hypothèses tester choisir ...	reformuler manipuler dessiner collaborer ...
<i>accepter de</i>	essayer, se tromper, rectifier, améliorer, optimiser			
<i>sortie</i>	plat	point d'arrivée du robot	objet final	solution du problème

Figure 4 : Tableau comparatif des démarches : Algorithmique / résolution de problème / tâche complexe (MOUCHENE, 2018)

²⁷ Dominique MOUCHENÉ est ERUN sur l'académie de Grenoble dans la circonscription de Tarentaise.

7.2 Du langage courant vers le langage robot.

Nathalie DAVAL²⁸ propose dans *Codage et mathématiques : du langage aux algorithmes, des ressources pour débiter à l'école* (DAVAL, 2016), des ressources pour débiter dans le codage et met en parallèle le langage courant d'orientation et celui de codage

- Le langage classique est composé des mots de vocabulaire : « haut », « bas », « droite » et « gauche » ;
- Le langage Robot est composé des mots de vocabulaire « avancer », « tourner à droite » (qui signifie « tourner sur soi-même d'un quart de tour vers la droite ») et « tourner à gauche ».

A travers le codage c'est un apprentissage puissant et interdisciplinaire qui est abordé : « Apprendre le code aux enfants, c'est permettre un rapprochement entre l'école et le monde extérieur : »

- en codant, les enfants développent leur logique et structurent leur raisonnement ;
- apprendre à programmer, c'est apprendre de ses erreurs ;
- apprendre à programmer, c'est apprendre à travailler ensemble, à collaborer.

7.3 Maternelle, de l'algorithmie implicite vers l'algorithmie explicite.

Didier Severin ²⁹ de l'IREM (institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques) de la Réunion montre dans son article *Une séquence d'initiation à l'algorithmique en maternelle* (SEVERIN, 2017) que nombre d'activités classiques en maternelle font appel à de l'algorithmique cachée :

- réaliser des gestes enchaînés de manière répétée en motricité
- suivre ou de reproduire des rythmes musicaux
- réaliser un tissage, des suites logiques
- placer des images dans un certain ordre
- de ranger logiquement des objets (taille, couleur...)
- d'effectuer un pavage

²⁸ Nathalie DAVAL est agrégée de mathématiques et formatrice à l'ESPE de la Réunion mathématiques et TICE

²⁹ Didier Severin est professeur de mathématiques en collège

- de réaliser une construction en 3D à l'aide de legos ou de kaplas
- construire un objet avec des matériaux (pâte à sel,) en suivant une fiche de fabrication...

On peut traduire la plupart de ces activités dans un langage formel qui s'apparente à de l'algorithmique selon trois grands modèles :

- la répétition
- la récursivité
- la classification

Il conclut sur le fait qu'il est nécessaire que les enseignants de cycle 1 prennent conscience du lien étroit qui existe entre leurs gestes quotidiens pour enseigner des savoirs et des savoir-faire et l'algorithmique pour en avoir un enseignement plus explicite. Il propose une séquence permettant de travailler des apprentissages fondamentaux (raisonner, manipuler finement, s'exprimer, décrire, s'orienter...) par le biais de l'exploitation de tablettes numériques équipées de *TUXBOT*³⁰. Je m'appuierai en partie sur la séquence proposée pour construire la mienne.

8 Les outils et formations existantes

8.1 Les formations

Force est de constater que le sujet est peu abordé au niveau de la formation initiale. Néanmoins de nombreuses ressources en ligne sont disponibles et parmi elles :

- Le site « <http://123codez.org> », par « la main à la pâte » propose à la fois des activités branchées (nécessitant un ordinateur, une tablette ou un robot) permettant d'introduire les bases de la programmation et des activités débranchées (informatique sans ordinateur) permettant d'aborder des concepts de base de la science informatique (algorithme, langage, représentation de l'information...). Ces activités sont organisées en progressions clés en main, propres à chaque cycle, mettant en avant une approche pluridisciplinaire et une pédagogie active telle que la démarche d'investigation ou la démarche de projet.

³⁰ TuxBot est une application permettant de programmer les déplacements d'un automate virtuel

- Le site «<https://code.org/>» propose des cours progressifs avec des activités associées. Ils sont basés sur le logiciel Scratch. Il est possible de s'inscrire comme élève ou comme professeur, mais on peut aussi accéder à de nombreux exercices sans inscription. Certains supports sont en anglais ce qui peut être un frein.
- Le MOOC « Class'Code » (MOOC, s.d.) développé en partenariat avec le Ministère de l'Education Nationale, permet à n'importe qui de s'initier à la robotique en mettant le participant en situation. Ce dernier expérimente des activités qu'il pourra mettre en œuvre en classe, des premiers pas en codage vers des projets plus complexes.

8.2 Les ressources spécifiques à la Haute Garonne

La Haute Garonne a constitué un groupe de référence piloté par un Inspecteur de l'Education nationale et composé d'E.R.U.N 31 et d'un conseiller pédagogique spécialisé. Ces ERUN sont des enseignants ayant postulé sur des postes à profil, avec une sensibilité particulière au numérique éducatif, une certification C2I2E et idéalement avec un CAFIPEMF option « Technologie et Ressources Educatives ».

Leurs missions sont les suivantes :

Accompagnement :

- Impulser des projets pédagogiques intégrant l'usage des outils numériques, aide à leur conception.
- Contribuer à renseigner l'observatoire des usages pour les écoles de la circonscription.
- Accompagner les enseignants pour la mise en œuvre des pratiques liées au numérique dans les écoles.
- Accompagner le développement des ENT, de leurs usages et des protocoles de sécurité.
- Encourager l'usage du numérique pour l'analyse des résultats des élèves et les différenciations pédagogiques.
- Participer au déploiement et à la prise en main des applications nationales et départementales.

³¹ Enseignant Référent pour les Usages du Numérique

Conseil :

- Sensibiliser à la diversité possible des usages du numérique avec différents matériels
- Être personne ressource pour l'IEN, les équipes d'écoles ainsi que les élus qui s'engagent dans des investissements numériques au bénéfice des écoles selon le cahier des charges départemental des réseaux pédagogiques
- Apporter son soutien logistique à l'équipe de circonscription (secrétariat, conseillers pédagogiques, site internet, ...).

Formation :

- Faire partie des personnes ressources de la circonscription pour s'inscrire dans les dispositifs de formation de circonscription et départementaux en présentiel comme hybrides.

Veille :

- Poursuivre et approfondir dans le cadre du groupe départemental pour les usages du numérique, des groupes de pilotage départementaux, voire académiques, la réflexion pédagogique et la veille technologique en matière d'utilisation du numérique : remédiation, différenciation, VNI, TBI, Robots ...

Il existe un site de ressources départemental sw@n31³² qui regroupe l'ensemble des coordonnées du groupe de numérique éducatif, des ressources en ligne de logiciels, d'exploitation de ceux-ci, d'activités numériques, ainsi que des défis de programmation classés par cycle. Pour le cycle 1, il s'agit de la réalisation d'un tapis de cases de 15 centimètres sur 15 centimètres permettant le déplacement d'un robot de type BeeBot ou Bluebot. Néanmoins je n'ai pas trouvé de proposition d'une séquence clé en main pour l'exploitation de cette réalisation mais il est rappelé la possibilité que la circonscription mette à disposition sur demande, pendant une période, le matériel pour réaliser le défi.

La dotation en matériel de chaque circonscription est laissée à sa discrétion, en fonction du budget, des orientations choisies par l'IEN, de la personnalité et de la volonté de l'ERUN. Ce matériel, à titre d'exemple est d'une dizaine de robots de déplacement pour la circonscription HG19. Cela peut permettre la formation de classe

³² <https://edu1d.ac-toulouse.fr/politique-educative-31/swan31/>

ou d'école, le prêt de matériel pour que les écoles de se lancent sereinement dans l'achat du matériel si cela les convainc.

Les formations dispensées par les ERUN peuvent l'être dans le cadre du plan de formation départemental soit sur inscription individuelle soit en faisant partie d'un public désigné, ou dans le cadre d'animations pédagogiques, ou encore une participation ponctuelle de l'ERUN sur sollicitation d'une école ou d'une classe.

A travers les réponses au questionnaire (cf. annexe 1), j'analyserai quel est le degré de connaissance de ce dispositif par les professeurs enseignants et la manière dont il est sollicité.

8.3 Les robots de déplacement

Un automate objet muni d'un dispositif mécanique se comportant de manière automatique obéissant à un programme préétabli et immuable. On peut considérer qu'un robot est un automate amélioré doté de capteurs et d'effecteurs lui donnant une capacité d'adaptation et de déplacement proche de l'autonomie. Ces capteurs recueillent des informations de l'environnement dans lequel ils évoluent, influençant ainsi l'activité des organes moteurs.

Dans la suite nous confondrons les deux sous le terme « Robots de déplacement » (parfois appelés robots de plancher), mais certains des exemples suivants sont soit des automates, soit des robots pouvant dans un premier temps être utilisés comme automates : On trouve des automates de type abeille (BeeBot® et Blue-Bot®) ou souris Code&Go®, les robots (Thymio®, Ozobot®, Botley®).



Figure 5 : Blue bot®



Figure 6 : Code and go®



Figure 7 : Bee Bot®



Figure 8 : Botley®



Figure 9 : Thymio®



Figure 10 : Thymio®

Blue-Bot®, BeeBot®, Code and Go® évoluent au sol. Sept touches permettent de les programmer et de les piloter (avant, arrière, gauche, droite, démarrer, pause, effacer) et conviennent pour le cycle 1.

Néanmoins on peut noter quelques différences fondamentales entre eux :

- Blue-Bot® est muni d'un dispositif Bluetooth et est couplé à une application gratuite. Cette dernière peut être utilisée de manière autonome ou avec le robot Blue-Bot®. Le corps transparent de Blue-Bot® permet aussi de voir les composants électroniques qui le composent et cela aide certains élèves à mettre un peu de distance avec son caractère anthropomorphique. Un autre accessoire intéressant mais onéreux est une barre de programmation dans laquelle on insère la séquence d'instruction à l'aide des cartes et qui s'implémente dans le robot.
- Code and Go® est fourni avec les cartes-défi et un parcours modulable que l'on peut ou non utiliser, moins cher il est à noter que la précision de ses déplacements, et notamment de ses pivotements semblent moins fiables que celle de ses concurrents. Il n'y a pas d'application couplée.
- Botley® est fourni avec des accessoires pour exploiter ses capteurs, il est programmé par une télécommande à 8 touches et s'adresse plus à des élèves de grandes section ou de cycle 2.
- Enfin les robots Thymio® ou Ozobot® sont eux, plus adaptés à des élèves de cycle 2, 3 et au-delà.



Figure 11 : Barre de commande

Le coût grand public du matériel basique est entre 60 € et 120 € TTC mais peut-être est-il possible d'avoir des tarifs attractifs et abordables dans le cadre d'une commande scolaire. Il est à rappeler ici, que suivant les circonscriptions, les ERUN de Haute Garonne ont des robots à mettre à disposition des classes en faisant la demande.

8.4 Au-delà des robots, autres activités branchées

Plusieurs logiciels sur PC peuvent être un prolongement, en ajoutant une nouvelle variable, celle de l'abstraction de l'écran et son orientation verticale simulant un parcours jusqu'ici horizontal. «BeeBot» propose une application sur PC, tout comme «Blue-Bot» sur Android ou sur IOS ou «TuxBOT»³³ pour Android ou Windows.

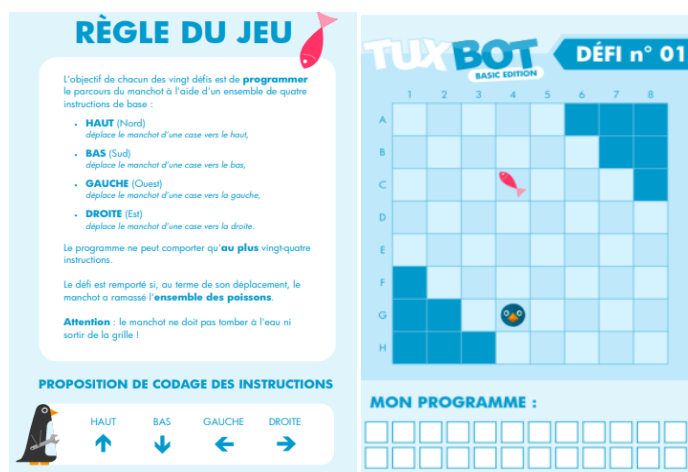


Figure 5 : Application PC TUXBOT

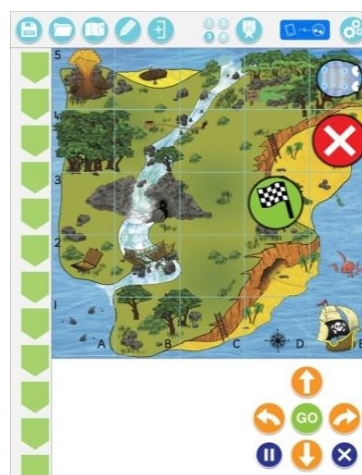


Figure 6 : Application tablette BeeBot

Cela préparera une introduction de la programmation avec Scratch Jr sur tablette sous forme de défis très simples dans lesquels pourront apparaître les premières notions de boucle. Cette approche, très adaptée aux jeunes enfants, permet au pédagogue d'utiliser des situations de jeu, de défis engageantes et motivantes en interaction avec les élèves tout en leur laissant la possibilité de tâtonner, d'expérimenter, de valider, de se corriger en s'appuyant sur l'émulation du groupe.

En outre dans l'optique d'une dévolution et d'un retour du milieu il est intéressant de noter que TUXBOX peut être paramétré pour de ne pas effacer la séquence d'instructions à l'issue d'une exécution erronée, facilitant ainsi le travail de débogage. Il me paraît néanmoins utile de ne pas s'exonérer de la réflexion concernant les jeunes enfants et les écrans, et limiter le temps de pratique des élèves de maternelle sur écran (PC ou Tablette) me semble relever du respect des recommandations générale en terme de temps passé sur les écrans. Réserver aux classes de maternelle l'utilisation

³³ <http://appli-etna.ac-nantes.fr:8080/ia53/tice/ressources/tuxbot/index.php>

de la programmation via l'interface physique des boutons des robots de déplacement est donc l'option que je retiendrai.

8.5 Conclusions partielles

Même si la recherche n'est pas très fournie en maternelle sur les premiers pas dans l'algorithmie, l'offre assez importante à la fois d'activités branchées et débranchées, les programmes et les publications appuient la mise en œuvre des activités d'initiation précoce à la science informatique. L'analyse des questionnaires nous montrera si cela est effectivement mis en œuvre dès le cycle 1, et les raisons qui justifient sa pénétration franche ou son caractère marginal.

9 Développement

9.1 Séquence prévue (en classe de Grande Section)

9.1.1 Objectifs généraux

Les principaux objectifs que j'identifie sur cette séquence sont :

- Se situer dans l'espace par rapport à des points repères et le représenter.
- Codage
 - Découvrir un codage pour les commandes de direction et d'orientation (avancer, reculer, droite, gauche) et des commandes de manipulation (démarrer et vider la mémoire),
 - Le comprendre,
 - L'utiliser de manière séquentielle puis automatisée.
- Apprendre à anticiper des événements.

En lien avec les mathématiques :

- Développer une pensée analytique et logique (raisonner).
- Elaborer des stratégies de résolution de problèmes en travail coopératif (raisonner, communiquer, argumenter).
- Dénombrer chaque type d'action nécessaire pour éventuellement trouver la solution la plus efficace (dénombrement, mesure).
- Se situer dans l'espace et le représenter (géométrie).

J'ai choisi de m'appuyer sur certaines propositions du site 123 codez ³⁴, mais aussi sur les éléments échangés lors de mon entretien avec un ERUN de Haute Garonne ayant formé des enseignants de maternelle et particulièrement impliqué sur ce sujet. Ma séquence comportera une partie débranchée afin que les élèves de maternelle puissent entrer physiquement dans cette activité. En effet, les jeunes élèves y compris en grande section, ont une approche du monde encore très sensorielle. Si notre objectif est de développer leur raisonnement et leurs capacités d'abstraction, cela passe pour beaucoup par du concret et notamment par le corps.

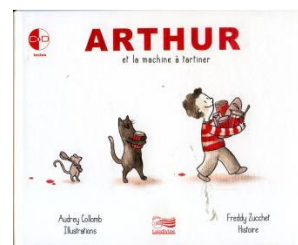
Un second point essentiel de la maternelle est le développement du langage, je privilégie donc le travail en atelier dirigés avec environ 6 élèves afin que ceux-ci puissent tous s'exprimer seul où avec mon étayage, que les interactions entre élèves puissent avoir lieu dans un groupe suffisamment restreint pour limiter les conflits.

Après un recueil des conceptions initiales, nous introduirons le codage avec des activités débranchées, avant de passer à la médiation du robot. La prise en main de l'objet précédera les premières activités de codage en passant par des cartes pour l'écriture de la suite d'instructions. Les parcours seront différenciés en fonction de la réponse des élèves afin que chacun puisse stabiliser les étapes, ou pour les plus à l'aise introduire des contraintes complémentaires.

9.1.2 Détail du déroulé

9.1.2.1 Séance 0 : Qu'est-ce qu'un robot ?

Cette séance préalable vise à introduire l'activité. Elle va s'appuyer sur un livre de jeunesse : Arthur et la machine à tartiner de Freddy Zucchet, illustré par Audrey Collomb. Cet album met en scène un petit garçon qui n'aime pas tartiner son pain. Alors ses grands parent prennent les choses en main et sa mamie va imaginer et dessiner une machine à tartiner que son grand père va construire. Mais c'est la catastrophe; la machine s'emballe et "tartine" les murs du salon !



³⁴ <http://www.fondation-lamap.org/node/34468>

Cela permettra de lancer une discussion pour recueillir des conceptions initiales des élèves. Quelques questions que je pourrais poser :

- C'est quoi un robot ?
- Est-ce qu'un robot agit seul ?
- Comment se déplace-t-il ? C'est lui qui décide ?
- Est-ce qu'un robot ça pense ?

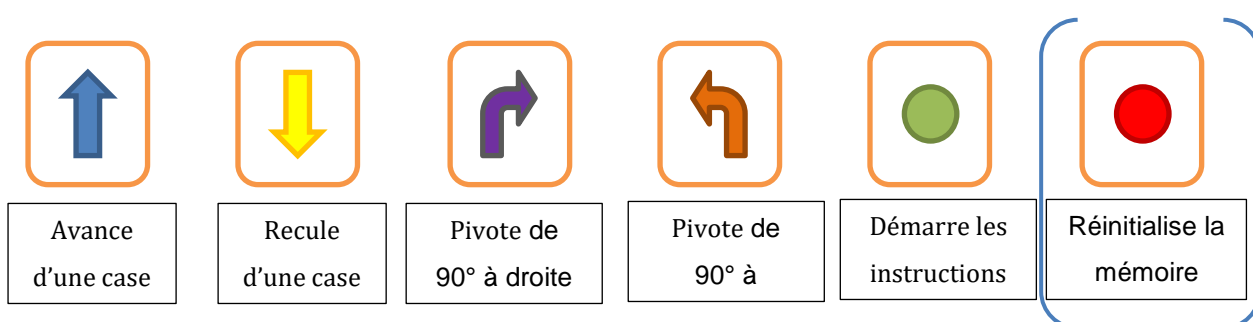
Je prolongerai cette séance par une activité en atelier autonome en leur demandant de dessiner un robot. Nous légèrerons ce dessin qui prendra sa place dans le cahier d'expérience, dans la rubrique « ce que je pense » de la séquence sur les robots.

J'introduirai alors la séquence en leur expliquant que nous aussi nous allons explorer le monde des robots, et pour cela il va falloir apprendre un langage que le robot va pouvoir comprendre : le codage.

9.1.2.2 Séance 1 : Le jeu de l'enfant Robot (introduction du codage)

Cette première séance va permettre de présenter les cartes qui vont reprendre le code couleur éventuel du robot utilisé ultérieurement. Pour la suite, je choisis de me baser sur la souris Code an Go.

La carte réinitialisation de la mémoire sera introduite en séance 3 après découverte et expérimentation du matériel.



J'aurai préparé des quadrillages au sol pour l'exécution et les élèves par groupe de 4 vont devoir dans un premier temps essayer de deviner la signification des instructions. Ils devront montrer le déplacement imaginé pour chaque carte et nous confronterons les points de vue différents (notamment on peut imaginer qu'un élève avance et pivote au lieu d'uniquement pivoter, ou se retourne et avance au lieu de reculer)

Il y aura un retour collectif pour se mettre d'accord sur la signification de chaque carte et le faire illustrer par différents élèves.

9.1.2.3 Séance 2 : Le jeu de l'enfant Robot (mise en œuvre)

Cette séance en atelier dirigé va permettre l'expérimentation par le corps d'une activité débranchée. Ce sera un jeu de rôle sur quadrillage au sol :

- 1 élève écrit un code (4 cartes max) à l'aide des cartes introduites à la séance précédente.
- 1 élève se place sur le quadrillage pour exécuter le code dicté à l'aide des cartes introduites à la séance précédente.



Figure 72 : Exemple de quadrillage dans la classe

Variables didactiques possibles:

- Déplacement sur les cases du quadrillage ou sur les nœuds (peut-être à réserver au CP où la notion est clairement abordée)
- Dictée ou lecture par l'élève robot de la séquence d'instructions sur une feuille (problème d'orientation déplacements / feuille)
- Contraintes (taille du quadrillage, but à atteindre, type d'instruction)

Les élèves vont pouvoir interagir pour valider ou faire rectifier l'exécution du code par l'enfant-robot. Cela va permettre de travailler le lexique d'orientation (avance, recule, tourne à droite/à gauche). La latéralisation étant une notion difficile, les enfants pourront aussi piloter le « robot » en lui indiquant des repères (tourne du côté de la fenêtre ...) A cet effet il peut être judicieux de poser des repères sur chaque côté extérieur du quadrillage (plots de couleurs par exemple)

On peut aussi imaginer reprendre cette activité en salle de motricité.

Séance 3 : Découverte du matériel

Cette séance en atelier dirigé va permettre la découverte du matériel (souris Code&GO).

Il semble nécessaire de satisfaire le besoin des élèves de manipuler, toucher, prendre en main ce nouvel objet de manière relativement libre pour leur permettre ensuite de se concentrer sur les tâches de programmation. Dans le cas contraire, le risque de dissipation me paraît important.

Les élèves vont donc expérimenter sans contraintes pour découvrir des différentes touches et de leur signification. La seule restriction sera de ne pas utiliser la touche « action » qui fait réaliser aléatoirement une action à la souris (avance ou recule, pousse un cri, s'allume) qui perturberait la compréhension stable des instructions. Pour ce faire cette touche sera masquée par un scotch. Ils vont pouvoir appréhender les touches et notamment de la fonction remise à zéro avant nouvelle programmation.

La structuration se fera par la réalisation d'une affiche pour rappeler le fonctionnement de chaque touche.

Remarque : Pour la différenciation, les cartes fournies avec le kit Code&GO ont deux options, soit avec la souris soit sans ce qui peut permettre à certains enfants de mieux comprendre le déplacement relatif, néanmoins c'est un point qui nécessite d'être mis à l'épreuve car l'aide à priori apportée n'est peut-être pas si évidente.



Figure 8 : Cartes sans souris orientée



Figure 9 : Cartes avec souris orientée

9.1.2.4 Séance 4 : Codage pas à pas

Cette séance en atelier dirigé va permettre l'entrée dans le codage avec un quadrillage adapté aux déplacements de la souris. Elle sera, dans un premier temps, déplacée pas à pas par un élève en suivant les instructions sous le contrôle des autres. Soit cela permet de positionner les instructions en fonction d'un parcours réalisé, soit cela permet de concrétiser le parcours correspondant à une suite d'instructions.

Défis de parcours simples

- codés à l'aide des cartes disposées devant lui par 1 ou 2 élèves,
- 1 élève fait exécuter pas à pas le déplacement au robot au fur et à mesure du codage dans un premier temps,
- puis reprend le parcours complet sous le contrôle du troisième élève.

9.1.2.5 Séance 5 : Les défis souris-fromage 1

Cette séance en atelier dirigé va mettre concrètement les élèves en action de programmeurs. On limitera les parcours proposés à 8 instructions maximum.

Souris programmée pour réaliser un parcours simple :

- Codage à l'aide des cartes disposées devant lui par 1 ou 2 élèves,
- 1 élève implémente le code en programmant la souris à l'aide des touches sous la dictée d'un autre,

Test du parcours, si non réussi repasser éventuellement par le mode pas à pas pour que les élèves identifient l'instruction à modifier.



Figure 105 : Exemple de parcours

Les erreurs de parcours peuvent provenir :

- De la suite d'instructions comportant des erreurs (qui peut être levé par le retour au test pas à pas).
- D'un problème de transcription dans la dictée des instructions.
- D'un problème de transcription dans l'implémentation des instructions.

La coopération entre les élèves est ici importante, car le contrôle par les autres de chaque étape est un gage de réussite.

9.1.2.6 Séance 6 : Les défis souris-fromage 2

Cette séance reprend le même dispositif en complexifiant éventuellement les parcours avec la mise en place d'obstacles pour les groupes en réussite (augmentation du nombre d'instructions), ou en reprenant des parcours simples pour les groupes en difficulté pour bien fixer les étapes.

9.1.2.7 Séance 7 : Les défis souris-fromage 3 optimisation

Cette séance va permettre de comparer des solutions pour un même défi en le faisant réaliser à plusieurs équipes en parallèle. Il pourra être envisager d'inviter des parents à cette séance pour réguler le fonctionnement des différentes équipes et permettre à l'enseignant d'avoir un pilotage global.

Plusieurs équipes en parallèle.

- Comparer le nombre d'instructions pour réaliser le parcours.
- Essayer de les réduire.
- Ajouter des contraintes (utiliser la carte Y n fois, moins de p fois cette carte...)
- Réaliser une figure géométrique (carré, rectangle)

L'enseignant pourra alors faire des arrêts sur image et faire expliciter les stratégies de différents groupes.

9.1.2.8 La suite

On peut imaginer, une fois la prise en main bien réalisée, proposer cette activité sous forme d'atelier autonome pour 1 à 2 élèves par souris. En proposant des fiches parcours pour construire le support (assemblage des carrés, positionnement des obstacles, du point de départ, du fromage), les élèves apprennent à suivre une notice explicative et collaborent. Ils réalisent ensuite de la programmation pour atteindre le fromage d'abord en positionnant les cartes correspondant à la suite d'instruction puis en implémentant sur la souris. Le fait que le milieu renvoie l'information sur la pertinence de la solution proposée permet aux élèves par essais de faire en autoévaluant leurs choix.

Dans le cadre d'un projet plus large, on pourra construire un ou différents tapis-quadrillage avec les élèves qui pourraient être avec des lettres amovibles pour faire suivre le chemin du prénom, d'un mot connu, faire un parcours pour passer sur toutes les cases avec le chiffre X ce qui permet de combiner l'apprentissage du code et de l'algorithmique avec un objectif de discrimination visuelle de nombres ou de lettres.

A	a	C	F	o	1	1	1	2	4
D	A	P	S	y	2	3	1	4	1
R	a	A	a	A	4	5	1	1	1
e	t	E	L	a	2	6	4	4	3

On peut aussi faire réaliser des codages sans robot avec des défis sur feuille qui trouveront leurs places dans le cahier d'expérience à la rubrique ce que j'ai appris.

COLORIE LE CHEMIN DE TON PRENOM

J	U	L	T	H
A	V	E	V	S
B	F	S	K	I
F	C	N	R	R

CODE LE DEPLACEMENT DE LA SOURIS POUR ECRIRE TON PRENOM

9.2 Questionnaire

9.2.1 Remarques préalables

J'ai choisi d'adresser le questionnaire volontairement à un panel très large d'enseignants puisque je visais l'ensemble des circonscriptions de Haute-Garonne. Mon ambition était de pouvoir en tirer des conclusions fiabilisées par la dimension de l'échantillon, et de pouvoir m'intéresser aussi à d'éventuels effets de territoires. Malheureusement, le mode de diffusion retenu ne s'est pas avéré efficace. En effet, j'ai sollicité les inspectrices et inspecteurs de circonscription pour avoir leur accord préalablement à la diffusion aux directrices et directeurs des écoles maternelles. Seuls 30% m'ont répondu. La Haute-Garonne compte environ 1540 enseignants de

préélémentaire, j'ai donc statistiquement visé 460 enseignants en diffusant à ces écoles.

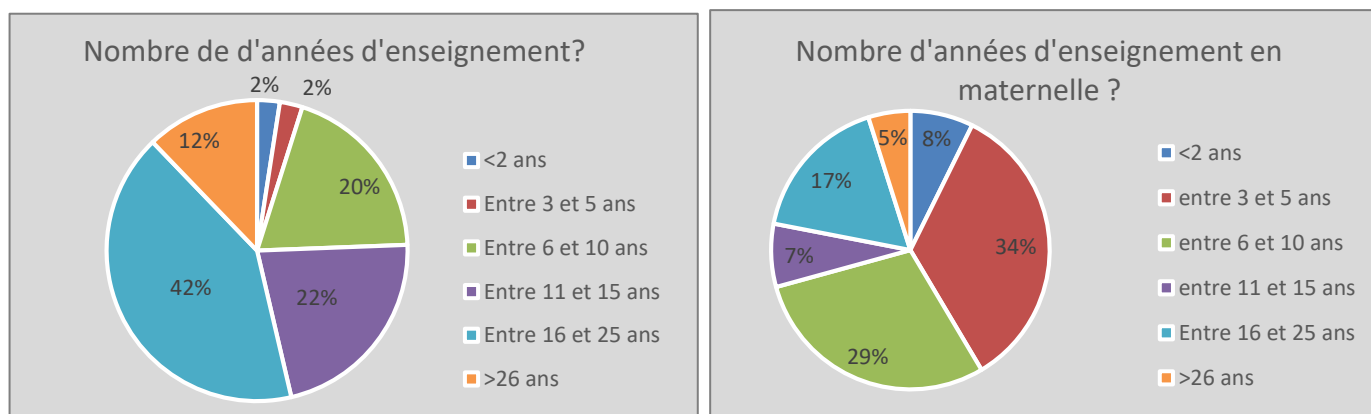
Ne pouvoir vérifier que l'ensemble des enseignants a bien été sollicité, ne pas pouvoir les relancer directement a sans doute été un autre frein à l'efficacité de l'enquête. Quoiqu'il en soit, j'ai donc obtenu 41 réponses, soit moins de 10% du public potentiellement approché, et moins de 3 % du public initialement identifié sur l'ensemble de la Haute-Garonne.

L'analyse que je vais présenter dans la suite me permet donc uniquement d'ébaucher des pistes mais les conclusions peuvent ne pas être totalement représentatives de la situation réelle en Haute-Garonne.

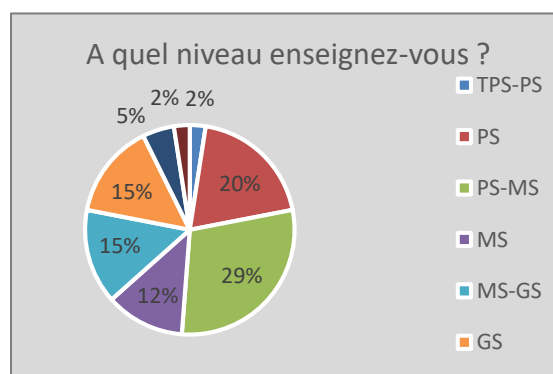
9.2.2 Analyse des données: le rapport des enseignants de maternelle à l'informatique

9.2.2.1 Le parcours des enseignants

Sur les 41 enseignants ayant répondu à l'enquête, une grande majorité est dans le métier depuis plus de 10 ans (78%), néanmoins une majorité (63%) n'a enseigné en maternelle qu'entre 3 et 10 ans et seuls deux enseignants ont fait la totalité de leur carrière en préélémentaire.



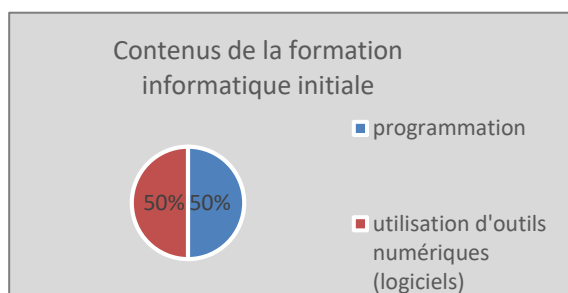
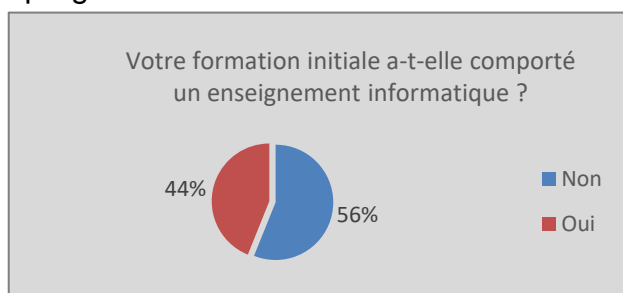
En outre le niveau actuel des classes dans lesquels ces enseignants sont en poste sont très variés, 47 % enseignent en classe multi-niveaux, et 42 % avec des moyennes ou des grandes sections potentiellement plus concernées par le sujet de ce mémoire.



Le parcours universitaire est varié : 17 ont une formation scientifique, dont 10 avec au moins un BAC+3, 10 ont une formation littéraire avec tous au moins un BAC+3. 16 ont suivi une formation aux métiers de l'enseignement avec ou sans autre formation.

9.2.2.2 Enseignants et informatique

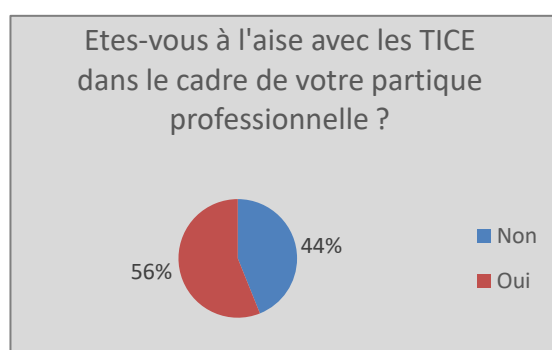
44 % déclarent avoir eu une formation en informatique lors de leur formation, qui touchait à parts égales la programmation et l'utilisation de logiciels. Donc 22% des enseignants ayant répondu ont une sensibilisation à l'algorithmique et à la programmation.



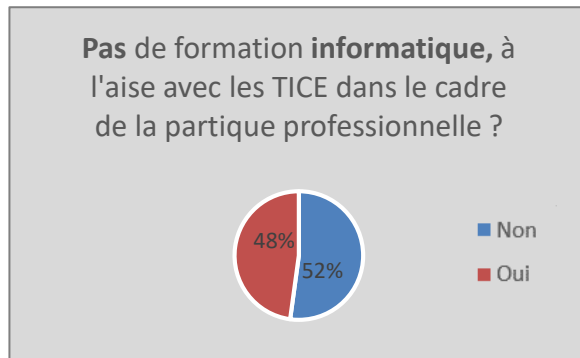
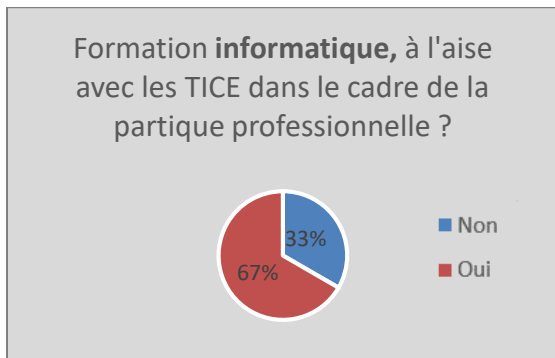
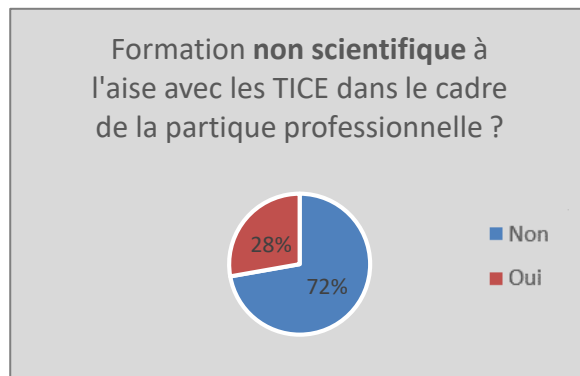
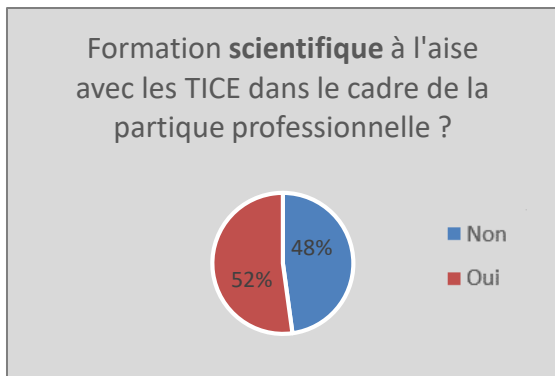
Il est à noter que sur 16 enseignants ayant une formation aux métiers de l'enseignement la majorité (10) déclare ne pas avoir eu de formation en informatique, y compris pour certains ayant passé le CRPE et validé un MASTER MEEF.

On peut remarquer que la proportion d'enseignants se disant à l'aise avec les TICE n'est que de 54%, et en regardant selon les tranches d'années d'enseignement, il apparaît que pour ceux qui ont moins de 10 ans d'ancienneté balance penche très fortement du côté des gens à l'aise (12/15), mais au-delà c'est à peu près à l'équilibre quelle que soit la tranche.

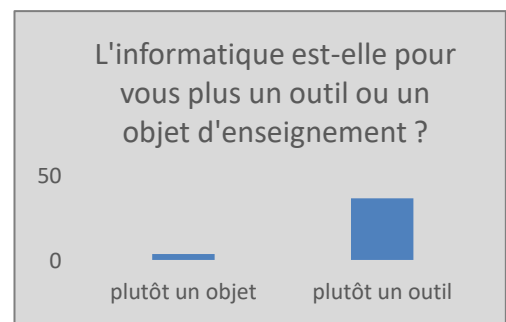
Par contre il ressort que parmi les enseignants avec une formation scientifique, la majorité est à l'aise avec les TICE, alors que cela s'inverse fortement lorsqu'ils n'ont pas suivi de formation scientifique.



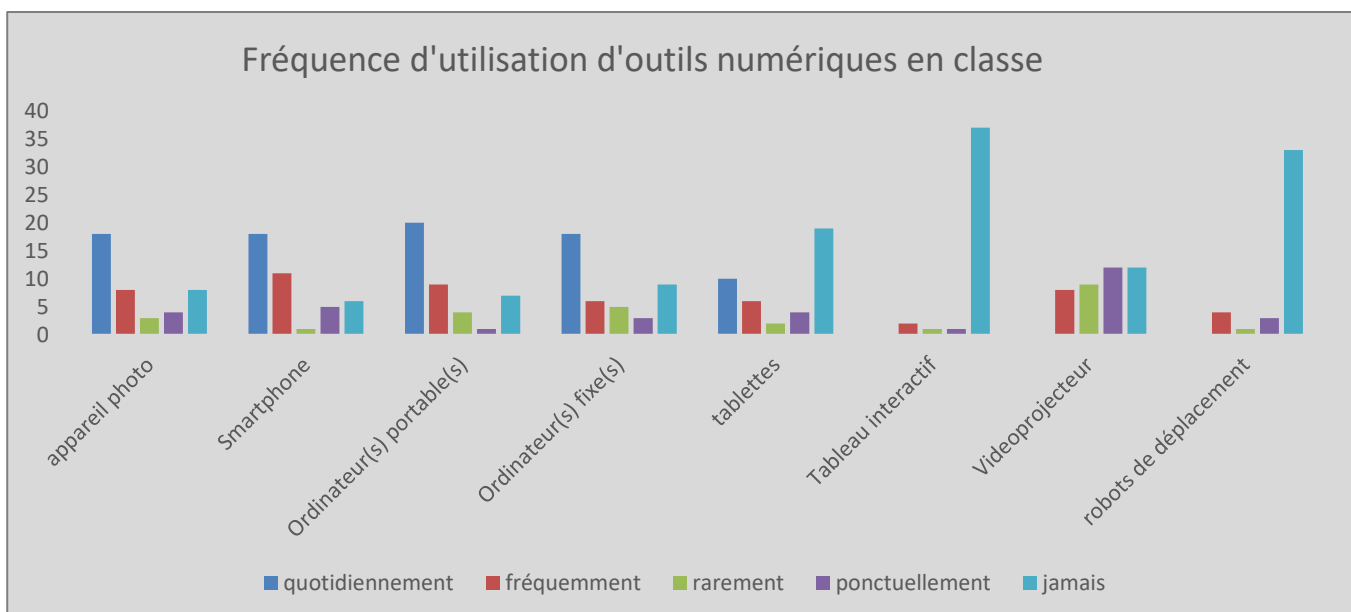
Sans surprise, ceux qui ont reçu une formation en informatique sont très majoritairement plus à l'aise avec les TICE (67%), et cela s'équilibre pour ceux n'en ayant pas reçue.



L'informatique est considérée plutôt comme un outil d'enseignement par une très large majorité des enseignants, seuls 4 la considèrent plutôt comme un objet, et cela sans corrélation avec la formation initiale.



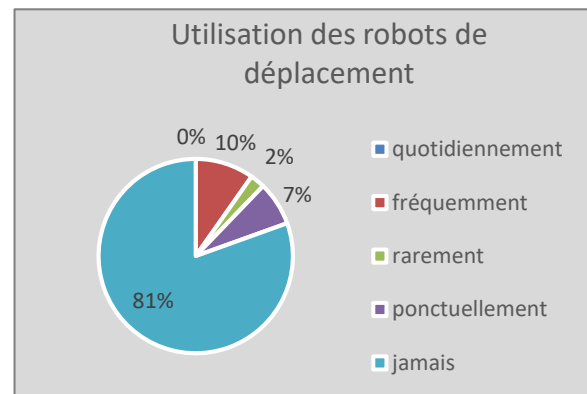
Dans le cadre de la classe on peut constater que les enseignants ont recours à différents outils numériques de manière plus ou moins régulière.



Ils utilisent pour la moitié d'entre eux l'appareil photo et/ou leur smartphone de façon quotidienne, et un ordinateur fixe ou mobile. Seul 1 enseignant déclare ne rien utiliser d'autre que l'appareil photo numérique. On constate que les tableaux interactifs n'ont pas encore pénétré les salles de classes maternelles 90% des enseignants interrogés n'en sont pas doté, ce qui n'a rien d'étonnant puisque l'équipement des cycles 3 n'est pas encore achevé pour nombre de communes, et que les classes préélémentaires sont les dernières cibles de ce type d'investissement. Deux des quatre chanceux n'utilisent que rarement cet outil. Néanmoins 70% des classes ayant répondu ont accès à un vidéoprojecteur.

Le questionnaire n'est pas suffisamment précis pour savoir si les ordinateurs et tablettes sont utilisés exclusivement par l'enseignant ou s'ils font l'objet d'un apprentissage de prise en main et d'exploitation pour les élèves.

Enfin pour la partie robots de déplacements, 80% n'en utilisent jamais, mais 4 enseignants déclarent les utiliser fréquemment, pour avoir pris contact avec l'un d'entre eux, c'est une activité pour laquelle elle pratique l'échange de services notamment dans le cadre de l'APC.



Parmi les expressions qu'évoquent chez les enseignants le mot « ALGORITHMIQUE », les 3 plus fréquentes sont programmation, informatique et mathématiques, mais sous différentes appellations on voit que le sujet est connu mais pas toujours corrélé avec des activités informatiques (perles, couleurs, enchaînement, rythme) avec souvent une idée de répétition.

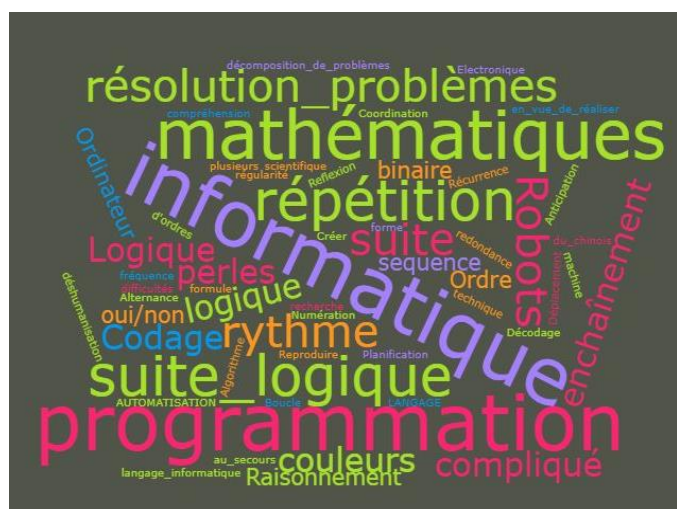
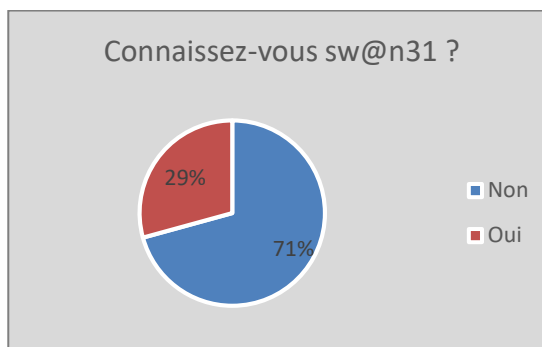
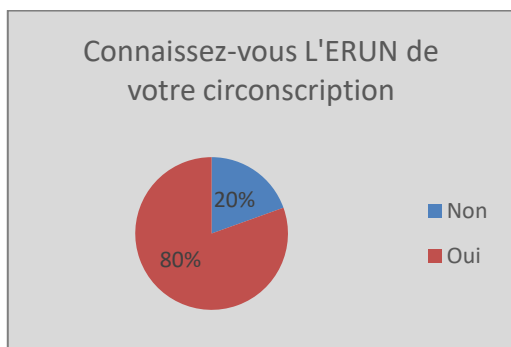


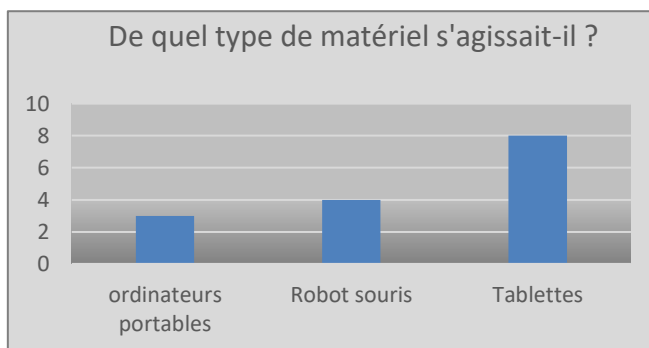
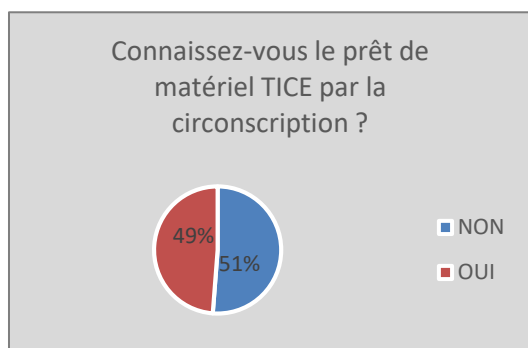
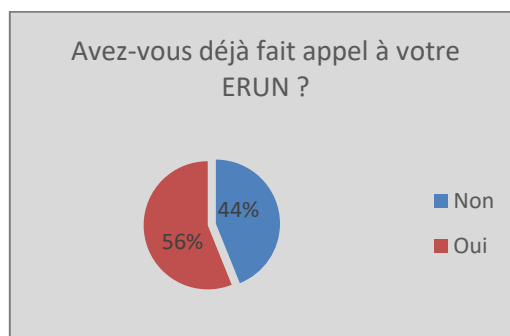
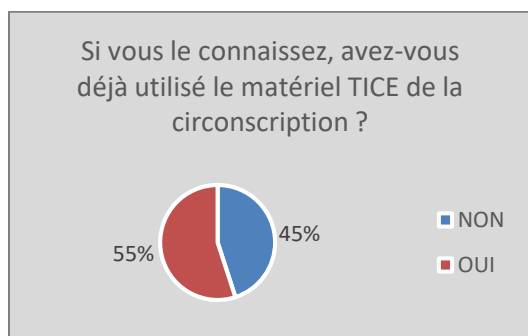
Figure 11 : nuage de mots évoqué par ALGORITHMIQUE

Ils connaissent très majoritairement l'ERUN de leur circonscription, mais il est à noter que 1 enseignant sur 5 ne le connaît pas. Quant aux ressources en ligne mises à

disposition sur sw@n31, force est de constater qu'elles ne sont pas connues par une très large majorité des enseignants. On peut donc s'interroger sur l'efficacité d'un tel dispositif qui se veut accessible à tous mais dont l'efficacité dépend de l'information et de la volonté de chacun à s'intéresser à ces sujets.

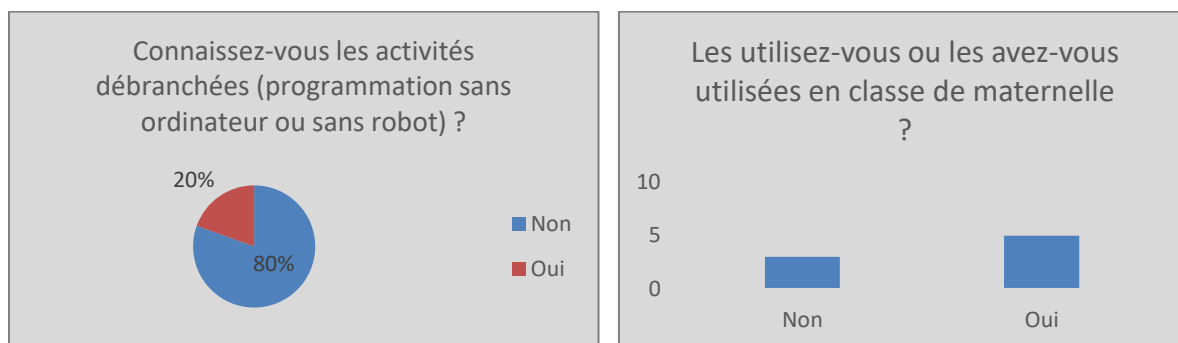


Globalement 56% des enseignants ont fait appel à l'ERUN ou bénéficié d'une formation pédagogique, mais 70 % lorsqu'ils en connaissent l'existence. La possibilité de prêt de matériel n'est connue que de la moitié des enseignants et un peu plus de 50% de ceux qui le connaissent y ont déjà eu recours. Essentiellement pour le prêt de tablettes, mais 4 enseignants ont bénéficié de matériel pour des activités avec des robots de déplacement.

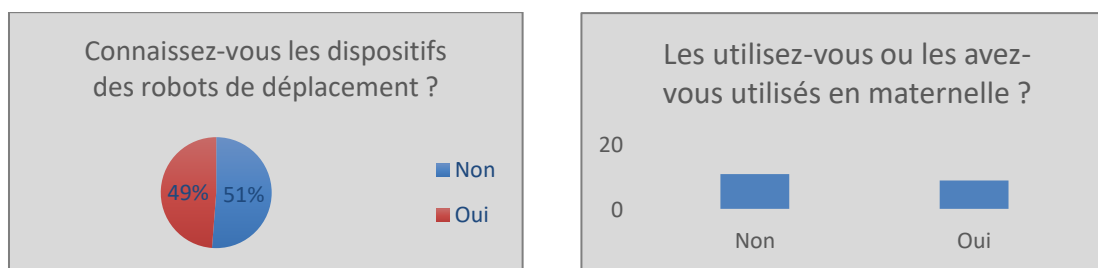


9.2.2.3 Les activités débranchées et l'utilisation des robots de déplacement

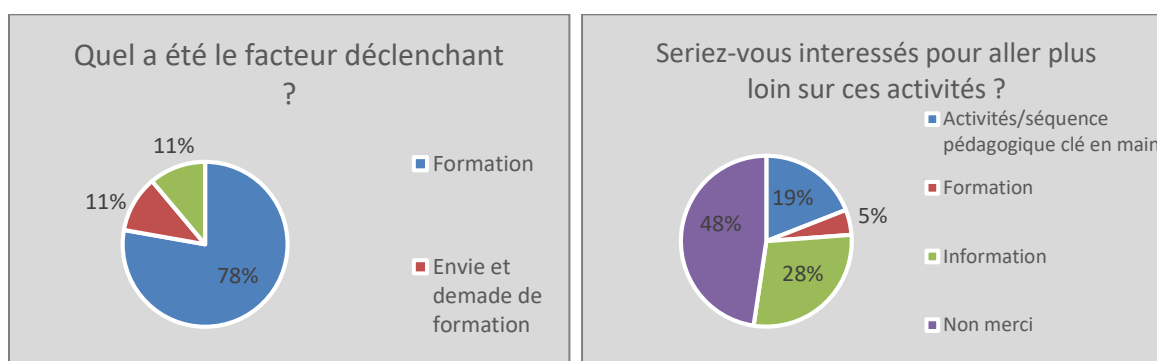
80% des enseignants déclarent ne pas connaître les activités débranchées, et étonnamment, y compris pour 60% des enseignants qui connaissent par ailleurs les dispositifs des robots de déplacement.



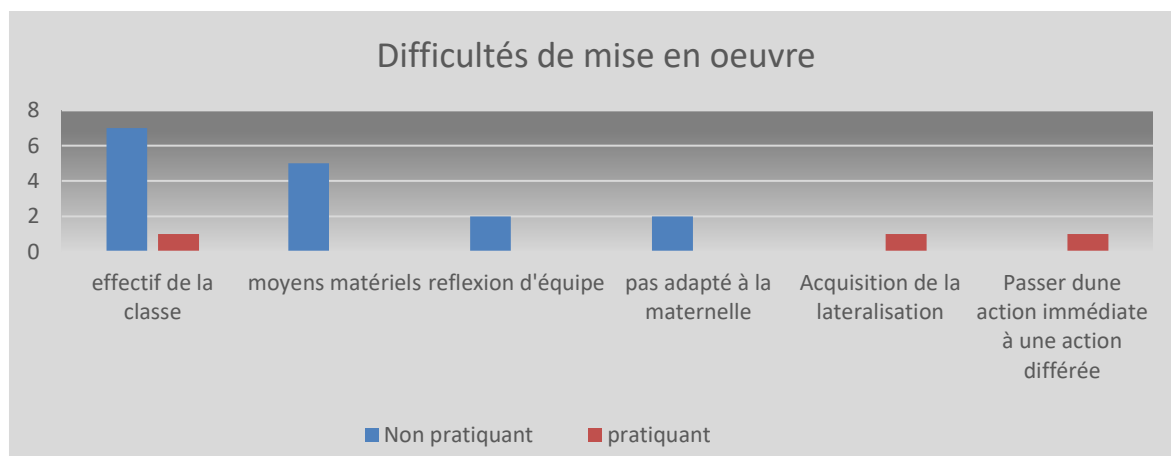
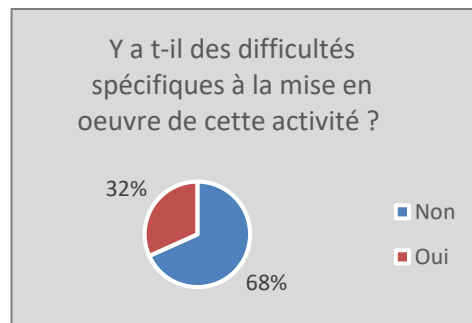
Ils sont plus nombreux à avoir entendu parler des activités avec les robots de déplacement, mais parmi cette moitié ils ne sont que 45 % à la pratiquer ou à l'avoir pratiquée en classe de maternelle.



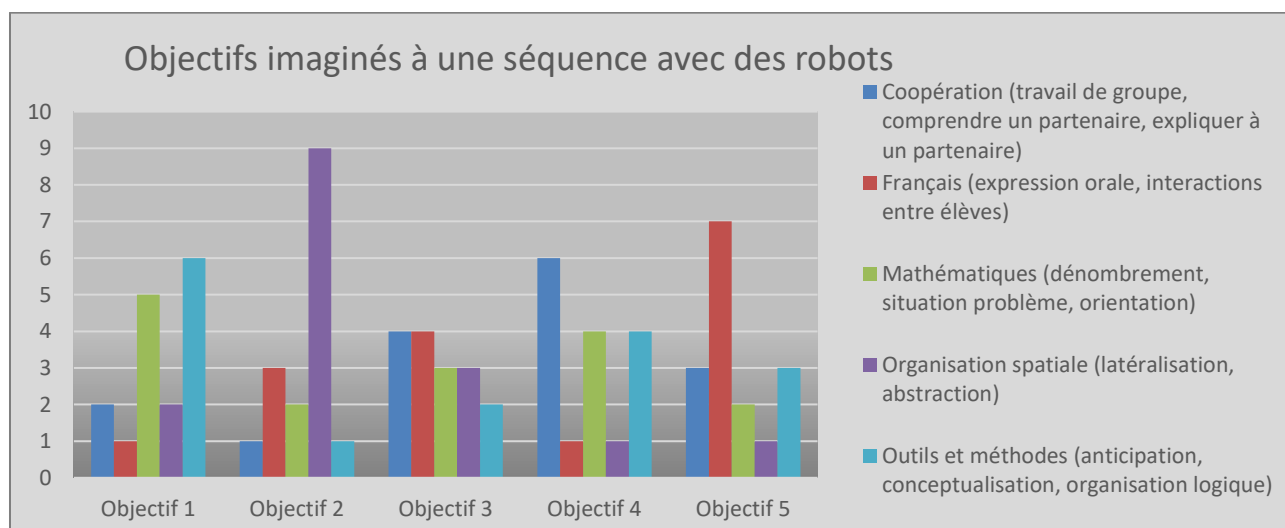
On constate que très largement c'est la formation qui est le principal facteur déclenchant. D'autre part pour les enseignants non pratiquants, la moitié n'est pas intéressée par le sujet, 20 % souhaiteraient une proposition clé en main et seulement 5% pencheraient pour une formation. Pour eux une information sur les possibilités et les enjeux serait sans doute une première étape pour nourrir leur réflexion avant d'aller plus loin.



De manière globale, 68 % des enseignants interrogés n'identifient pas de difficulté à priori à la mise en œuvre d'une séquence avec les robots de déplacement. Néanmoins parmi ceux qui en expriment, l'effectif des classes et le manque/ la disponibilité de matériel sont les plus fréquents, mais la moitié des enseignants n'ayant pas le matériel ne connaît pas les ressources de leur circonscription.

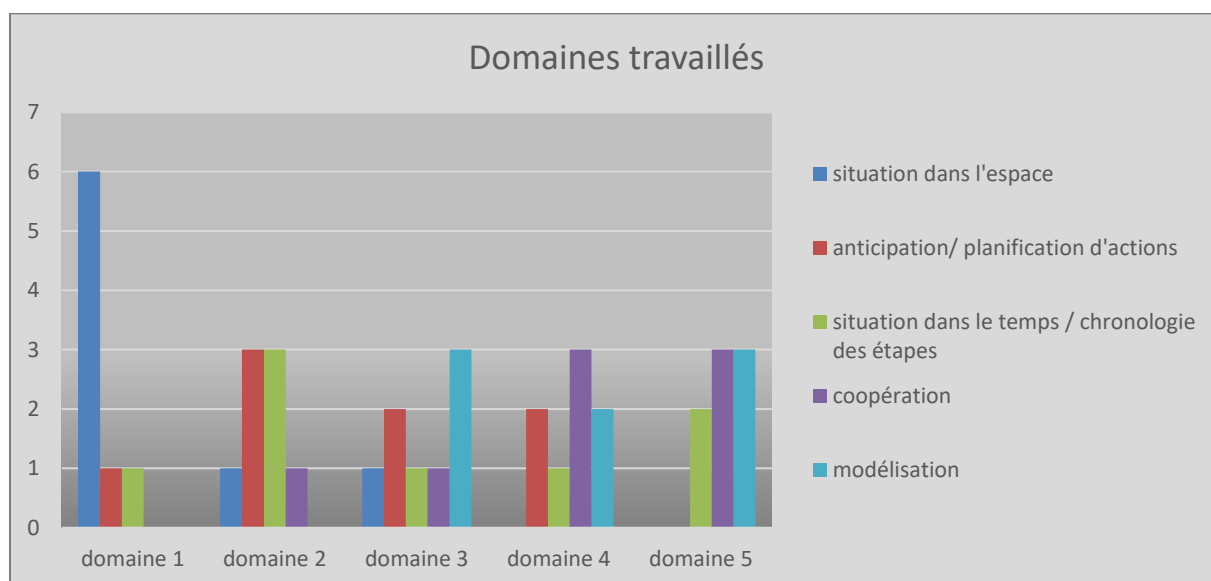


Pour 16 enseignants n'ayant pas recours aux robots de déplacements, les objectifs qu'ils envisagent à ce type de séquence sont avant tout liés aux outils et méthodes, dans la capacité à anticiper, à conceptualiser et à organiser logiquement sa pensée, puis l'organisation spatiale qui si elle ne figure que peu en objectif principal est très largement évoquée en deuxième objectif, puis les mathématiques et enfin la coopération et le travail sur la langue.

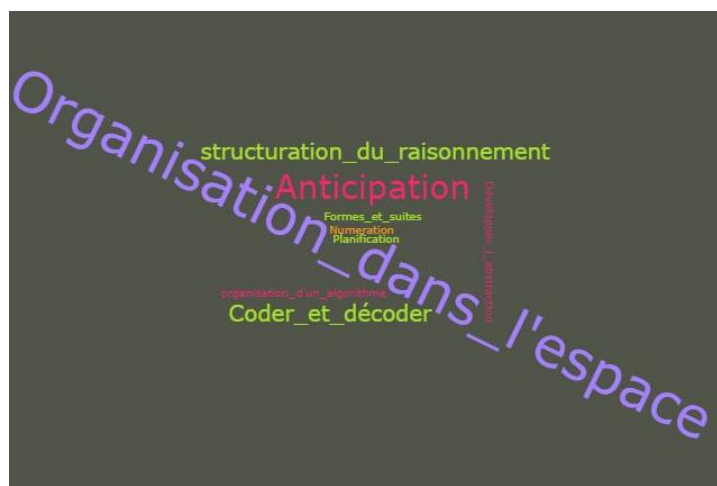


9.2.3 Analyse des données : les observations d'enseignants pratiquant les activités robots de déplacements

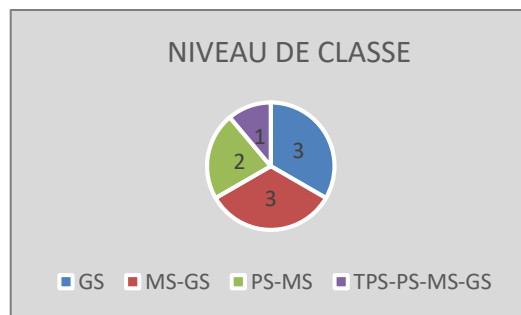
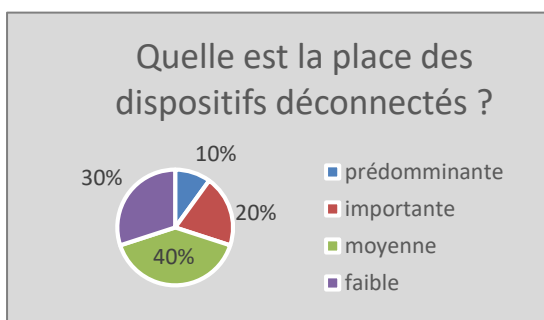
Il ressort des données des 9 enseignants ayant mis en œuvre des séquences avec des robots de déplacements, que le domaine qu'ils estiment travailler prioritairement est la situation dans l'espace, puis viennent « l'anticipation / la planification d'actions ainsi que la situation dans le temps / chronologie des étapes. Enfin viennent la modélisation et la coopération.



Il ressort très fortement que le principal apport en terme de mathématiques d'une séquence est l'organisation dans l'espace. Cela pourra donc potentiellement faciliter pour certains élèves une approche de la géométrie. Mais la numération est rarement citée et je n'ai pu porter un regard sur les objectifs en fonction du niveau avec le questionnaire, mais je l'ai fait dans l'entretien avec l'ERUN rencontré.



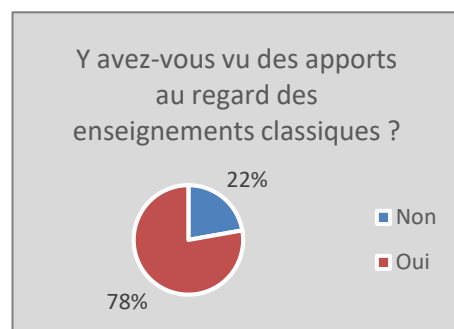
Les enseignants pratiquant cette activité ont des niveaux de classes pour les 2 tiers GS ou MS GS qui semblent les plus adaptés.



La place des dispositifs connectés est très hétérogène selon les déclarations des enseignants pratiquant l'activité.

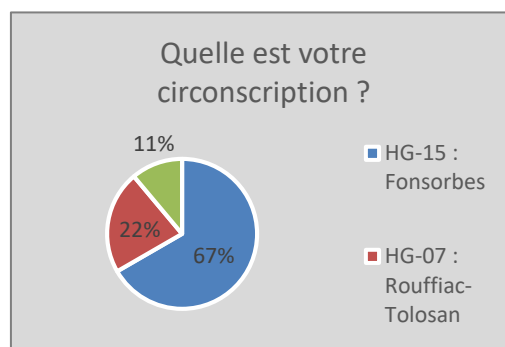
Mais pour une grande majorité, cette activité amène des apports complémentaires à aux dispositifs d'enseignement plus classiques. Notamment en termes de motivation par la variation des supports, mais aussi de manière spécifique dans l'organisation, la nécessaire anticipation des résultats. Cela contribue aussi à construire une démarche scientifique par essais-erreurs.

Apports
Réflexion
Organisation
Anticipation
Coordination
Adopter une démarche scientifique : langage spécifique, contrôle, essais-erreurs
Prérequis à l'utilisation ultérieure et à la fabrication de plans en cycle 2
Explorer le monde des objets
Commencer à s'approprier un environnement numérique
Pratiquer divers usages du langage oral : expliquer, décrire...
Collaborer avec ses camarades et participer à des échanges dans des situations diversifiées.
Motivation et intérêt des élèves
Varier le support d'apprentissage
Manipulation différente



Néanmoins le questionnaire n'a pas permis d'éclairer le fait que l'approche puisse ou non permettre à des élèves en difficulté de rentrer plus facilement dans les concepts de positionnement dans l'espace, de chronologie qu'avec des méthodes traditionnelles.

Une très modeste analyse des territoires montre que la grosse majorité des enseignants pratiquant des activités avec les robots de déplacements est concentrée sur une circonscription et que tous ont suivi une formation qui, selon toute vraisemblance, a porté ses fruits.



10 Conclusion

Pour reprendre les points soulevés par ma problématique, on peut constater que la place de l'informatique à l'école a évolué, certes lentement mais profondément. L'algorithmique et la programmation sont maintenant explicites dans les programmes dès le cycle 2, mais ces derniers évoquent le numérique éducatif dans le cycle 1 plutôt sous l'angle de l'outil plus que de l'objet et cela ressort aussi dans les conceptions des enseignants interrogés. Pourtant l'offre de ressources pour exploiter les robots de déplacements est actuellement diversifiée et accessible et les apports pour les élèves sont identifiés par la recherche et balayent plusieurs domaines. L'algorithmique est d'ailleurs très présente en maternelle mais sous sa forme concrète de suites organisées (perles, formes, couleurs) et il n'est pas rare d'entendre des élèves de moyenne ou grande section parler d'algorithme pour les désigner.

Mes échanges avec enseignants ou ERUN ne font pas ressortir de modification notable d'entrée dans les apprentissages pour des enfants en difficulté en passant par la médiation des robots de déplacement et mon questionnaire n'abordait pas ce point. Même si la taille de l'échantillon des données collectées ne permet pas d'avoir l'ambition de tirer de conclusions fiabilisées, on constate néanmoins que peu de classes de maternelle sont équipées d'outils numériques interactifs, même si les enseignants utilisent majoritairement l'outil informatique. L'enjeu d'information, de dynamique locale pour insuffler un regard sur les ressources et les outils à disposition des enseignants semble primordial pour que ces derniers s'en saisissent réellement. Et lorsque des formations sont menées localement, il semble que l'adhésion d'enseignants est clairement décelable.

11 Bibliographie

- Académie des sciences. (2013). *Rapport sur la formation des professeurs à l'enseignement des sciences*.
- BROUSSEAU, G. (1990). Le contrat didactique et le concept de milieu: Dévolution. *Recherches en didactique des Mathématiques » Vol 9.3 éditions la Pensée Sauvage*, pp. 309-336.
- BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La pensée sauvage.
- CHEVALLARD, y. (1986, février). Les programmes et la transposition didactique - Illusions, contraintes et possibles. *Bulletin de l'APMEP*, 352, pp. 32-50.
- COLOMB, J. (1986). Résumé de "La Transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné de Yves CHEVALLARD". *La pensée sauvage n°76*, pp. 89-91.
- DAVAL, N. (2016, juin). Consulté le mai 2018, sur IREM de la Réunion: <http://irem.univ-reunion.fr/spip.php?article886>
- DOUADY, R. (1984). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *RDM, Vol7-2*.
- DOUADY, r. (1992, janvier). Des apports de la didactique des mathématiques à l'enseignement. *REPERE*, pp. 132-158.
- DURAND, R. S. (2003). *Initiation à l'informatique*. metamodulaire.
- GREEF, E. (2016). Le robot Blue-Bot et le renouveau de la robotique pédagogique. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation - no75*.
- GREFF, E. (1998). Le " jeu de l'enfant-robot " : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants. *Sciences et Techniques Educatives, Hermes*, pp. 47-61.
- Komis, V. (2012). L'usage des jouets programmables à l'école maternelle : concevoir et utiliser des scénarios pédagogiques de robotique éducative. *Cahiers de la Recherche et du Développement*, pp. 145-154.
- MEN. (2006, juillet). *socle commun connaissances et compétences*. Récupéré sur Eduscol:

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/00/0/socle-commun-decret_162000.pdf

MEN. (2015).

http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=87834#socle_commun. Récupéré sur [education.gouv.fr](http://www.education.gouv.fr).

MEN. (2015). *Programmes Cycle1*. Récupéré sur [education.gouv.fr](http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=86940):
http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=86940

MEN. (2015, avril). *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*. Récupéré sur [education.gouv.fr](http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=87834#socle_commun):
http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=87834#socle_commun

MEN. (s.d.). *socle commun de compétences et de connaissance _ décret 11 juillet 2006*. Récupéré sur [education.gouv.fr](http://cache.media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/00/0/socle-commun-decret_162000.pdf):
http://cache.media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/00/0/socle-commun-decret_162000.pdf.

MODESTE, s. ,.-B. (2010, avril). *Algorithmique et apprentissage de la preuve. REPERE*.

MODESTE, S. (2012). *Enseigner l'algorithme pour quoi ? Quelles nouvelles questions pour les mathématiques ? Quels apports pour l'apprentissage de la preuve ?* Récupéré sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00783294/file/Modeste-these-TEL.pdf>

MOOC. (s.d.). Consulté le mai 2018, sur classcode: <https://pixees.fr/classcode-v2/>

MOUCHENE, D. (2018, 3). *Algorithmes : des activités débranchées à la résolution de problèmes et à la tâche complexe*. Consulté le 01 6, 2019, sur <http://www.ac-grenoble.fr>:
http://www.ac-grenoble.fr/savoie/pedagogie/docs_pedas/unplugged/index.php?num=1287

REPENNING, A. (2015). *La pensée informatique dans la formation des enseignants*. . Consulté le mai 2018, sur Cahiers, Haslerstiftung : <http://docplayer.fr/5992525-La-pensee-informatique-dans-la-formation-des-enseignants.html>

SEVERIN, D. (2017, juin). *Une séquence d'initiation à l'algorithmique en maternelle*. Consulté le Mai 7, 2018, sur IREM de la Réunion: <http://irem.univ-reunion.fr/spip.php?article937>

Tim Bell, I. W. (2009). *Computer science unplugged*.

UMASCHI BERS, M. (2018). *Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. an eye on education book.

WING, J. (2006, mars). Computational Thinking. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, pp. 33-35.

ANNEXE 1 : Questionnaire

Mémoire de recherche : informatique au cycle 1 et robots de déplacements

Bonjour,

dans le cadre de mon mémoire de recherche je m'intéresse aux enseignements mathématiques au cycle 1 et plus précisément à la pertinence d'activités pédagogiques avec des robots de déplacements pour une entrée dans l'algorithmique à travers la vision d'enseignants.

Je vous remercie donc chaleureusement de consacrer quelques minutes à répondre à cette enquête ANONYME qui compose mon recueil de données, car de votre participation massive dépend la pertinence de l'analyse que je pourrai en tirer.

Bon questionnaire !

Il y a 30 questions dans ce questionnaire.

Depuis combien d'années enseignez vous ? *

● Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- <2 ans
- entre 3 et 5 ans
- entre 6 et 10 ans
- entre 11 et 15 ans
- Entre 16 et 25 ans
- >26 ans

Combien d'années d'enseignement avez-vous faites en maternelle ? *

● Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- <2 ans
- entre 3 et 5 ans
- entre 6 et 10 ans
- entre 11 et 15 ans
- Entre 16 et 25 ans
- >26 ans

A quel niveau enseignez-vous ? *

● Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- TPS
- PS
- MS
- GS
- PS-MS
- MS-GS
- PS-MS-GS
- Autre

Quelle est votre formation initiale ? *

● Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Scientifique (précisez le diplôme le plus élevé)

Littéraire (précisez le diplôme le plus élevé)

sociologie (précisez le diplôme le plus élevé)

métiers de l'enseignement et de la formation (précisez le diplôme le plus élevé)

Autre ou compléments (précisez)

Votre formation initiale a-t-elle comporté un enseignement informatique ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui

Non

De quel type d'enseignement s'agissait-il ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question 'S [A005]' (Votre formation initiale a-t-elle comporté un enseignement informatique ?)

● Cochez la ou les réponses

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

programmation

utilisation d'outils numériques (logiciels)

algorithmique

Enseignement de l'informatique

Autre:

L'informatique est-elle pour vous plus un outil ou un objet d'enseignement ? *

● Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

plutôt un outil

plutôt un objet

Vous pouvez faire plusieurs choix et/ou remplir la zone de texte libre

De manière générale êtes-vous à l'aise avec les TICE dans le cadre de votre pratique professionnelle ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui

Non

Notez pour chaque outil numérique la fréquence avec laquelle vous vous en servez :

1 : quotidiennement

2 : fréquemment

3 : rarement

4 : ponctuellement

5 : jamais

*

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5
Appareil photo numérique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tableau Interactif	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vidéo projecteur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Smartphone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ordinateur(s) fixe(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ordinateur(s) portable(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablette(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robots de déplacement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quels sont les mots ou expressions qui vous viennent lorsqu'on parle d'algorithmique ? *

Connaissez-vous les activités débranchées (programmation sans ordinateur ou sans robot) ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Les utilisez-vous ou les avez-vous utilisées en classe de maternelle ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Oui' à la question '11 [A009]' (Connaissez-vous les activités débranchées (programmation sans ordinateur ou sans robot) ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Connaissez-vous les dispositifs des robots de déplacement ? (ex Bluebot, code&go, beebot,thymio...)*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
- Non

Les utilisez-vous ou les avez-vous utilisés en maternelle ?*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '13 [A012]' (Connaissez-vous les dispositifs des robots de déplacement ? (ex Bluebot, code&go, beebot,thymio...))

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
- Non

Quel a été le facteur déclenchant ?*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '14 [A013]' (Les utilisez-vous ou les avez-vous utilisés en maternelle ?)

● Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Formation
- Collègue référent
- Motivation personnelle
- Autre

Seriez-vous intéressés par une formation ou une information sur ces activités ?*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non' à la question '13 [A012]' (Connaissez-vous les dispositifs des robots de déplacement ? (ex Bluebot, code&go, beebot,thymio...))

● Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Information
- Formation
- Activités/séquence pédagogique ci en main
- Non merci

Quels objectifs pédagogiques verriez-vous à ce type d'activité ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non' à la question '13 [AD12]' (Connaissez-vous les dispositifs des robots de déplacement ? (ex Bluebot, code&go, beebot, thymio...))

❶ Vos réponses doivent être différentes, et vous devez les classer dans l'ordre.

Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 5

Coopération (travail de groupe, comprendre un partenaire, expliquer à un partenaire)

Outils et méthodes (anticipation, conceptualisation, organisation logique)

Organisation spatiale (latéralisation, abstraction)

Français (expression orale, interactions entre élèves)

Mathématiques (dénombrement, situation problème, orientation)

Connaissez-vous sw@n31 ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Connaissez-vous les référents TICE de votre circonscription ? (ERUN : enseignant référent pour les usages du numérique) *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Avez-vous déjà fait appel à votre ERUN pour une animation pédagogique ou bénéficié d'une formation proposée ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Connaissez-vous le matériel TICE qui peut être mis à votre disposition par la circonscription ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Avez-vous déjà utilisé le matériel TICE de la circonscription ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '21 [AD19]' (Connaissez-vous le matériel TICE qui peut être mis à votre disposition par la circonscription ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

De quel type de matériel s'agissait-il ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '22 [AD21]' (Avez-vous déjà utilisé le matériel TICE de la circonscription ?)

Veillez écrire votre réponse ici :

Classer les domaines, du plus travaillé au moins travaillé, par l'activité *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '14 [AD13]' (Les utilisez-vous ou les avez-vous utilisés en maternelle ?)

i Vos réponses doivent être différentes, et vous devez les classer dans l'ordre.

Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 5

situation dans l'espace

anticipation/ planification d'actions

modélisation

situation dans le temps / chronologie des étapes

coopération

Quels sont selon vous les apports ciblés au niveau des mathématiques ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '14 [AD13]' (Les utilisez-vous ou les avez-vous utilisés en maternelle ?)

➊ Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

apport 1

apport 2

apport 3

Y a-t-il des difficultés spécifiques à la mise en oeuvre de cette activité ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui

Non

Lesquelles ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '25 [A25]' (Y a-t-il des difficultés spécifiques à la mise en oeuvre de cette activité ?)

➋ Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Difficulté 1

Difficulté 2

Difficulté 3

Quelle est la place des dispositifs déconnectés ?

1 : prédominante

2 : importante

3 : moyenne

4 : faible

5 : aucune

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '14 [AD13]' (Les utilisez-vous ou les avez-vous utilisés en maternelle ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- 1
 2
 3
 4
 5

Quels sont, selon vous, les apports au regard des enseignements classiques ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '14 [AD13]' (Les utilisez-vous ou les avez-vous utilisés en maternelle ?)

📌 Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Apport 1

Apport 2

Apport 3

Apport 4

Autre :

Quelle est votre circonscription ? *

● Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- HG-01 : Toulouse Deux Rives
- HG-02 : Toulouse Sud
- HG-03 : Toulouse Rive Gauche
- HG-04 : Toulouse Pont-Neuf
- HG-05 : Toulouse Nord
- HG-06 : Bruguières
- HG-07 : Rouffiac-Tolosan
- HG-08 : Lanta
- HG-09 : Villefranche-de-Lauragais
- HG-10 : Castanet
- HG-11 : Muret
- HG-12 : Rieux-Volvestre
- HG-13 : Saint-Gaudens
- HG-14 : Portet-sur-Garonne
- HG-15 : Fonsorbes
- HG-16 : Tournefeuille
- HG-17 : Colomiers
- HG-18 : Blagnac
- HG-19 : Toulouse Garonne Pré-élémentaire
- HG-23 : Grenade
- HG-24 : Toulouse Education Prioritaire - Politique de la ville
- HG-25 : Haut-Comminges
- HG-26 : Leguevin

Merci encore de votre participation précieuse.

Envoyer votre questionnaire.

Merci d'avoir complété ce questionnaire.