



HAL
open science

Hypothèse de la “ distance ” appliquée à la robot-pédagogie pour les enfants en maternelle

Julian Alvarez, Katell Bellegarde, Julie Boyaval, Vincent Hurez, Jean-Jacques Flahaut, Thierry Lafouge

► To cite this version:

Julian Alvarez, Katell Bellegarde, Julie Boyaval, Vincent Hurez, Jean-Jacques Flahaut, et al.. Hypothèse de la “ distance ” appliquée à la robot-pédagogie pour les enfants en maternelle. Atelier “ Apprendre la Pensée Informatique de la Maternelle à l’Université ”, dans le cadre de la conférence Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain (EIAH), 2021, Fribourg, Suisse. pp.46-56. hal-03241690

HAL Id: hal-03241690

<https://hal.science/hal-03241690>

Submitted on 28 May 2021

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.

Hypothèse de la « distance » appliquée à la robot-pédagogie pour les enfants en maternelle

Julian Alvarez^{1,2}, Katell Bellegarde³, Julie Boyaval⁴, Vincent Hurez⁵,
Jean-Jacques Flahaut², Thierry Lafouge⁶

(1) CRISAL-NOCE, Université de Lille, France

(2) INSPE, Université de Lille, France

(3) CIREL, Université de Lille, France

(4) Académie de Lille, Circonscription de Carvin, France

(5) Académie de Dijon, Circonscription de Dijon-Est, France

(6) ELICO, Université de Lyon 1, France

julian.alvarez@univ-lille.fr, katell.bellegarde@inspe-lille-hdf.fr,
julie.boyaval@ac-lille.fr, vincent.hurez@ac-dijon.fr, jean-jacques.flahaut@inspe-lille-hdf.fr, thierry.lafouge@univ-lyon1.fr

RÉSUMÉ

Le projet Blue Bot a impliqué 230 élèves de cinq ans en troisième année de maternelle dans la région Nord-Pas de Calais (France). L'objectif était de les initier au codage, au décodage et à la conception de la programmation. Une séance ludopédagogique a été proposée. Elle comportait trois modalités : corps, robot et tablette. Les résultats statistiques ont confirmé la fiabilité de l'expérience scientifique et mis en avant que la bi-modalité associant robot et tablette a recensé les scores de performance les plus élevés dans une méthode évaluative de type pré et post tests. L'objectif de cette communication est d'exposer l'hypothèse de la « distance » pour tenter d'expliquer ce phénomène.

ABSTRACT

“Distance” Hypothesis applied to robot-pedagogy for children in kindergarten.

The Blue Bot project involved 230 five-year-old pupils of kindergarten in the Nord-Pas de Calais Region (France). The goal was to introduce them to coding, decoding and programming design. A ludopedagogy session was proposed with three main modalities: Body, Robot and Tablet. The statistical results confirmed the reliability of the scientific experiment and highlighted that the two modality combining Robot and Tablet recorded the highest performance scores in a pre- and post-test type evaluation method. The objective of this communication is to expose the "Distance" hypothesis as an attempt to explain this phenomenon.

MOTS-CLÉS : Robot, pédagogie, tablette numérique, étude comparative, maternelle, expérimentation, codage, décodage, conception de programmation, bi-modalité, mono-modalité, hypothèse de la distance.

KEYWORDS: Robot, pédagogie, tablette numérique, étude comparative, maternelle, expérimentation, codage, décodage, conception de programmation, bi-modalité, mono-modalité, hypothèse de la distance.

1 Introduction

Globalement, le projet de recherche Blue Bot s'est déroulé entre 2016 et 2019 et s'est attaché à étudier plusieurs aspects en lien avec les apprentissages du codage informatique auprès des enfants de maternelle. Il a impliqué 35 enseignants, 230 élèves de 5 ans répartis dans 28 classes de grande section maternelle du Nord de la France. Parmi les différents axes du projet, il s'agissait d'étudier comment une séance ludopédagogique pouvait contribuer à aider des enfants de 5 ans inscrits en grande section maternelle à s'initier au codage informatique (Bellegarde, Boyaval et Alvarez, 2019). En tant que médiations cognitives, nous avons utilisé trois variantes d'une même séance ludopédagogique convoquant la thématique du robot dans le but d'initier les élèves à la robotique / informatique, et au codage en particulier. En effet, la médiation robotique initiée par Papert dans les années 70 (Papert, 1981) a suscité très tôt bons nombres d'engouements et d'interrogations (Cohen & Milaret, 1987) sur leurs apports en termes de développements cognitifs chez l'enfant. Cette thématique du robot nous a donc fortement inspiré pour bâtir ce projet de recherche. Concrètement, les trois variantes des séances ludopédagogiques se distinguaient au niveau des modalités proposées aux enfants :

- Utilisation du corps : un enfant incarne un robot et doit se déplacer sur un damier tracé au sol. D'autres enfants lui dictent les instructions (Figure 1 - image de gauche).
- Utilisation d'un robot jouet : les enfants programment le robot jouet Blue Bot pour qu'il se déplace sur un damier imprimé sur un tapis en plastique et posé sur une table (Figure 1 - image du centre).
- Utilisation d'une tablette numérique : le jeu est proposé dans un environnement totalement virtuel. Il se joue sur une tablette (Figure 1 - image de droite).



Figure 1: De gauche à droite, les trois modalités utilisées pour la séance ludopédagogique de Blue Bot : Corps, Robot et Tablette

Quelle que soit la modalité mis en présence, Corps, Robot ou Tablette, la séance ludopédagogique propose des activités de programmation qui se déroulent toujours sur un damier de 24 cases (grille de 4 par 6). Le but est chaque fois identique : déplacer le robot d'un point de départ à un point d'arrivée. En parallèle, une progression est proposée au niveau du jeu mis en place. Le parcours devient plus long et plus sinueux tandis que le nombre d'obstacles à éviter augmente de niveau en niveau.

Afin de préparer les enfants à participer aux différentes variantes de la séance ludopédagogique, deux autres séances pédagogiques ont été proposées en amont : D'abord, les enfants sont invités à faire des activités « débranchées » inspirées des œuvres de Margarida Romero et Viviane Vallerand (Romero et Vallerand, 2016) ainsi que de Romero et Loufane (Romero et Loufane, 2016). Il s'agit d'initier les enfants à ce que représente un robot et sa logique de fonctionnement. Puis, des initiations à la prise en main du robot jouet Blue Bot ou de la tablette ainsi que des explications sur la notion de codage et d'algorithmique ont été proposés aux enfants (Bellegarde, Boyaval et Alvarez, 2019).

Dans le cadre de cette communication, nous nous inscrivons dans la lignée de la recherche évaluative (Depover, Karsenti & Komis, 2011) en associant de la robot-pédagogie pour enseigner la pensée informatique même si cette discipline reste à clarifier (Drot-Delange, Pellet, Delmas-Rigoutsos, & Bruillard, 2019). Il s'agit ainsi de nous focaliser sur la partie du projet Blue Bot visant à étudier les performances des élèves pour s'initier à la programmation informatique. La méthode de pré-test et post-test a été mobilisée pour étudier lesdites performances issues des activités ludopédagogiques. Les élèves ont été répartis en différents groupes comme suit : Corps seul (B), Robot seul (R), Tablette seule (T), Corps + Robot (BR) et Robot + Tablette (RT). En parallèle, un groupe témoin appelé P pour « Placebo », n'ayant été exposé à aucune séance ludopédagogique entre les phases de pré et post tests, a également été mis en place. Ceci pour vérifier que les performances associées aux cinq autres groupes (B, R, T, BR et RT) sont bien reliées aux différentes séances ludopédagogiques proposées.

Les activités de pré-test et post-test sont identiques, présentées sur un format papier A4 en mode analogique (utilisation d'un crayon papier) et structurées pour évaluer les performances des élèves sur les 3 aspects suivants :

- Activité n°1 – décodage : Il est demandé à l'enfant de déduire à partir d'une série de flèches symbolisant des instructions la trajectoire effectuée par le robot. Ce tracé doit être dessiné par l'enfant sur une grille.
- Activité n°2 – codage : En se basant sur la trajectoire du robot dessiné sur une grille, il est demandé à l'enfant de proposer la liste d'instructions idoines sous forme de flèches.
- Activité n°3 - conception de programme : l'enfant doit imaginer et tracer un chemin sur la grille pour que le robot puisse atteindre deux fleurs tout en évitant un oiseau. Puis il doit proposer les instructions idoines sous la forme de flèches.

Une fois les pré et post tests effectués, les enseignants ont remis les éléments aux chercheurs qui les ont évalués. Ceci pour s'assurer de l'homogénéité des évaluations. Ces dernières effectuées, toutes les données ont été vérifiées et traitées par statistiques (Alvarez, Katell, Boyaval, Hurez, Flahaut &

Lafouge, 2021 - publication en cours). Les résultats liés aux traitements statistiques ont révélé que les cinq groupes principaux (B, R, T, BR et RT) présentent une progression significative entre les pré-tests et les post-tests. Elle est bien supérieure à celle du groupe témoin (P). Ce qui signifie que les séances ludopédagogiques proposées ont eu un effet. Cette phase de vérification menée, nous avons éliminé à ce stade de notre analyse le groupe témoin. Nous avons aussi éliminé certains groupes d'élèves dont les tests semblaient incohérents à l'instar des élèves d'une même classe dont les résultats de performances étaient tous identiques et très élevés. Ce traitement opéré nous avons analysé les performances de 177 enfants.

Au niveau des performances liées aux différentes modalités, l'histogramme de la Figure 2 montre que les deux groupes, associant des bi-modalités, collectent le score le plus élevé de notes moyennes et honorables (Honorable-Moyen) : 39% pour BT 26% pour RT. Les mono-modalités B et R présentent des scores de 15% et 14%. La mono-modalité T ferme la marche avec un score de 7%. Dans le cas des notes faibles ou liées à des régressions (Faible-Régression), les bi-modalités RT et BR présentent aussi les scores les plus élevés : 25% pour BR, 29 % pour RT. Les mono-modalités T, R et B ont des scores quasi identiques. Pour le cas des scores faibles les différences entre modalité sont moins significatives. Ce constat permet de classer¹ les modalités en trois groupes du plus performant au moins performant : (RT BR), (R,B), T.

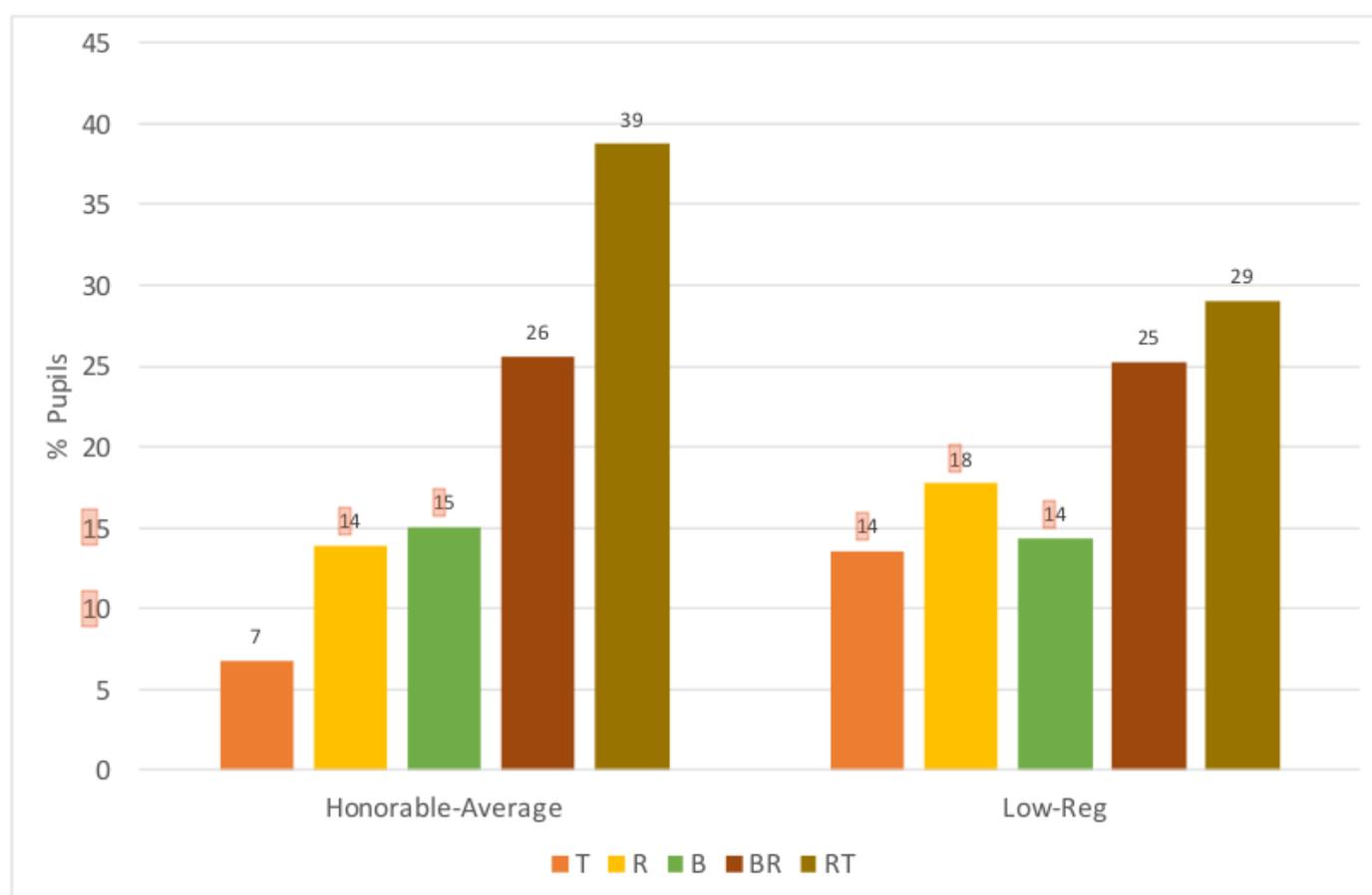


Figure 2: Scores de performances associés aux différentes modalités exprimés en pourcentages

¹ Ces 177 élèves peuvent être considérés comme un échantillon : la théorie des probabilités permet d'indiquer si deux pourcentages sont significativement différents ou non (la valeur la plus élevée de l'estimation de l'erreur est de 7,3% pour un risque de 5%). Les formules exactes peuvent être trouvées : chapitre 12 p 278 dans (Saporta, 2006).

Sur la base des résultats présentés, la modalité RT dépasse en terme de score toutes les modalités au niveau des notes Honorable-Average. Cependant, lorsqu'on se focalise sur les modalités T et R prises séparément, on observe que leurs scores de performances sont les plus faibles, respectivement 7% et 14%. En comparaison, B recense 15%. Il semble surprenant de voir que les deux mono-modalités aux scores les plus faibles composent au final la bi-modalité au score le plus performant. Ce qui induit une autre question : sachant que les mono-modalités B et R présentent réunis un meilleur score Honorable-Average de 29% (15+14) contre 21% (7+14) pour le duo R et T, pourquoi la bi-modalité RT présente-t-elle au final un meilleur score de 39% contre 26% pour BR ? Comment expliquer ce phénomène apparemment paradoxal ?

La présente communication vise à essayer de répondre à ces questions. Pour ce faire, nous allons rendre compte d'une hypothèse dite de la « distance » et la discuter via un raisonnement hypothético-déductif.

2 Deux hypothèses complémentaires

Un symposium en lien avec le projet Blue Bot s'est tenu à l'INSPE en Juin 2019 entre enseignants et chercheurs pour aborder notamment les questions liées aux classements des modalités. Deux hypothèses ont émergé pour tenter d'expliquer le paradoxe lié à la prédominance de la bi-modalité RT au regard de BR, sachant que les modalités T et R présentaient des scores Honorable-Moyen plus faibles que B. Il s'agit de l'hypothèse de la « double modalité » et celle dite de la « distance ». Ces deux hypothèses ne sont ni exclusives, ni antagonistes. Elles semblent au contraire complémentaires.

3 Hypothèse de la « double modalité »

L'hypothèse de la double modalité se base sur la notion qu'il est sans doute plus efficace pour un enfant d'expérimenter deux modalités différentes que d'en utiliser une seule (Alvarez, Katell, Boyaval, Hurez, Flahaut & Lafouge, 2021 - publication en cours). Ainsi, le facteur temps pourrait jouer un rôle prépondérant : les élèves qui ont expérimenté deux modalités ont consacré deux fois plus de temps dans leurs apprentissages que les élèves qui n'en ont exploré qu'une. Par conséquent, le temps supplémentaire peut avoir servi à promouvoir l'apprentissage dans le cas des bi-modalités. Un autre facteur fait référence aux travaux de Gardner (1996) sur les intelligences multiples. Il se pourrait que l'association de deux modalités pédagogiques constitue un moyen de différencier les situations d'apprentissages en termes d'activités cognitives prises en charge et de compétences travaillées par les élèves.

Si les deux bi-modalités BR et RT sont en tête de classement, elles sont également source de division puisqu'elles ont généré un nombre élevé de scores faibles voire de régression. Ainsi, ni la notion de temps, ni la référence aux intelligences multiples n'expliquent ce phénomène. D'autres facteurs, qui doivent encore être identifiés, sont nécessairement impliqués et ont une influence positive ou négative. Il convient de les identifier. C'est là qu'intervient l'hypothèse dite de la « distance » que nous n'avons pas eu l'occasion d'exposer jusqu'à présent.

4 Approche de Greff

L'hypothèse de la « distance » est basée sur les travaux de Greff qui se concentre sur l'écart entre le médium et la réalité physique de l'élève. Plus le médium est éloigné de l'élève, plus il devient virtuel (Greff, 2004). Plus la distance est importante, plus l'élève doit adopter un niveau d'abstraction élevé. En termes pragmatiques, lorsqu'il y a une plus grande distance, l'enfant ne peut plus compter sur ses doigts ou tracer le chemin avec son doigt... L'élève est donc amené à se représenter mentalement les choses, ce qui rend l'activité plus complexe.

Dans le contexte du projet Blue Bot, l'hypothèse de la « distance » se traduit par l'idée que les élèves doivent sans doute mieux réussir dans les activités de post-test lorsque des modalités aux distances réduites sont proposées pour appréhender l'informatique et la robotique. Dans une telle approche, il semble logique de penser que les performances doivent être plus faibles avec la modalité B qu'avec R ou la T. Pourquoi ?

5 Grille anamorphosée

Lors de l'utilisation de la modalité B, les enfants ont été invités à jouer sur un damier de 3 mètres sur 2 (voir figure 1- gauche). Une telle taille a permis aux enfants d'incarner le robot et d'exécuter sa trajectoire. L'implication du corps a permis à l'enfant d'acquérir une bonne conscience sensori-motrice, mais il ne pouvait pas disposer d'une vue panoramique du damier. Cela signifie que les enfants peuvent rencontrer des difficultés à appréhender les distances et à identifier les détails du jeu. Dans le même temps, étant donné que la taille moyenne des enfants de cinq ans est de 1,10 mètre selon l'Organisation mondiale de la santé², la représentation qu'ont les enfants du damier est anamorphosée.

Cette représentation a sans doute complexifié l'activité pour les enfants en créant de la distance, au sens où l'entend Greff. A contrario, les modalités du robot et de la tablette ne présentent pas de telles contraintes car les surfaces mobilisées sont plus petites : le tapis Blue Bot Robot mesure 1 x 0,60 m, et l'écran de 10 pouces mesure 0,22 x 0,12 m. Les élèves disposent donc d'une vue en mode plan non anamorphosée et peuvent percevoir le damier dans sa totalité. Dans le cadre de la robotique éducative, Vincent Hurez a proposé une solution pour réduire la distance du damier géant : il a encouragé ses élèves à se tenir en haut d'un escalier et à profiter d'une vue plus panoramique (Figure 3). Mais nous n'avons pas adopté cette solution dans le cadre du projet Blue Bot pour ne pas introduire de biais dans les données de l'étude. En effet, toutes les classes auraient eu besoin de jouer au jeu dans des conditions similaires.

Ajoutons que les évaluations pré-test et post-test (voir figures 3 à 5) ont été réalisées sur des feuilles de papier A4 (0,21 x 0,29 m). Cette modalité offre une distance réduite. Lorsque la feuille de papier A4 est utilisée comme distance de référence, alors la modalité de la tablette numérique (T) correspond à une distance nulle, le Robot (R) à une distance proche et la modalité Corps (B) avec le damier grandeur nature à une distance élevée.

² Taille filles de 5 ans selon l'OMS :

https://www.who.int/childgrowth/standards/cht_lfa_filles_z_2_5.pdf?ua=1 et garçons de 5 ans selon l'OMS : https://www.who.int/childgrowth/standards/cht_lfa_garcs_z_2_5.pdf?ua=1 - pour les deux sexes la norme est de 1,10 mètre en 2021.



Figure 3: Lorsqu'ils se tiennent en haut d'un escalier, les élèves disposent d'une vue panoramique sur l'ensemble d'un damier géant

Selon cette approche, il semble donc logique de penser que les enfants qui ont été exposés à la bi-modalité RT (Robot + Tablette) présentent des performances plus élevées dans les scores de post-tests que les élèves qui ont été exposés à la mono-modalité B. Les analyses statistiques ont confirmé cet aspect (cf. Figure 2). Cependant, cela devrait également être le cas pour les mono-modalités R et T prises séparément. Et pourtant, ce n'est pas ce que nous observons avec la Figure 2. Examinons de plus près la modalité T pour mieux comprendre ce phénomène.

6 Analyse de la modalité T

La modalité T, soit la tablette, soulève plusieurs interrogations : sa distance semble d'abord être une distance nulle puisqu'elle est très similaire au format papier des pré-tests et post-tests. Dans ce cas, on peut parler d'« isomorphisme ». Et pourtant, lorsque les élèves ont été exposés à la modalité tablette, leurs résultats de performance étaient parmi les plus faibles (cf. Figure 2). À première vue, cela semble paradoxal, à moins que la distance entre l'élève et la tablette ne soit considérée comme plus importante que ce que l'on pourrait penser au départ. La taille de l'objet est le seul facteur pris en considération - la tablette et la feuille de papier A4 sont en effet de taille similaire -, mais la nature même de l'objet n'a pas été prise en compte. L'utilisateur se voit présenter un environnement virtuel lorsqu'il manipule la tablette numérique. La dimension haptique - le sens du toucher de l'enfant - change donc et nous savons que les enfants acquièrent un sens plus naturel de cette dimension lorsqu'ils peuvent manipuler des objets tangibles comme le Robot (R). La sensopercption qu'implique le corps (B) devient donc le cadre de référence pour calculer cette nouvelle distance. Dans ce nouveau référentiel, B correspond à la distance zéro, le robot à une distance proche car étant extérieur du corps mais manipulable d'un point de vue haptique et la tablette est vue comme une distance éloignée par son environnement virtuel non saisissable car les éléments

numériques sont immatériels. Cela peut expliquer pourquoi une proximité entre les scores liés aux mono-modalités corps (B) et le robot (R) est mise en évidence par la Figure 2 au niveau du score Honorable-Average (cf. Figure 2). En revanche, la modalité Tablet (T) présente un score bien inférieur.

7 Représentation des distances mises en jeu

Pour représenter ces deux types de distance on construit Figure 4 un repère spatial symbolique avec deux axes : l'axe de la distance du damier (axe « Size ») en abscisse, et l'axe du sens haptique (axe « Senso-perception ») en ordonnée. Puis les quatre modalités sont projetées.

La modalité R se situe à égale distance des deux axes, contrairement aux modalités C et T qui sont sur les axes. La position centrale de la modalité R pourrait expliquer pourquoi la Figure 2 montre un résultat relativement équilibré en ce qui concerne la répartition des différentes notes obtenues par les élèves.

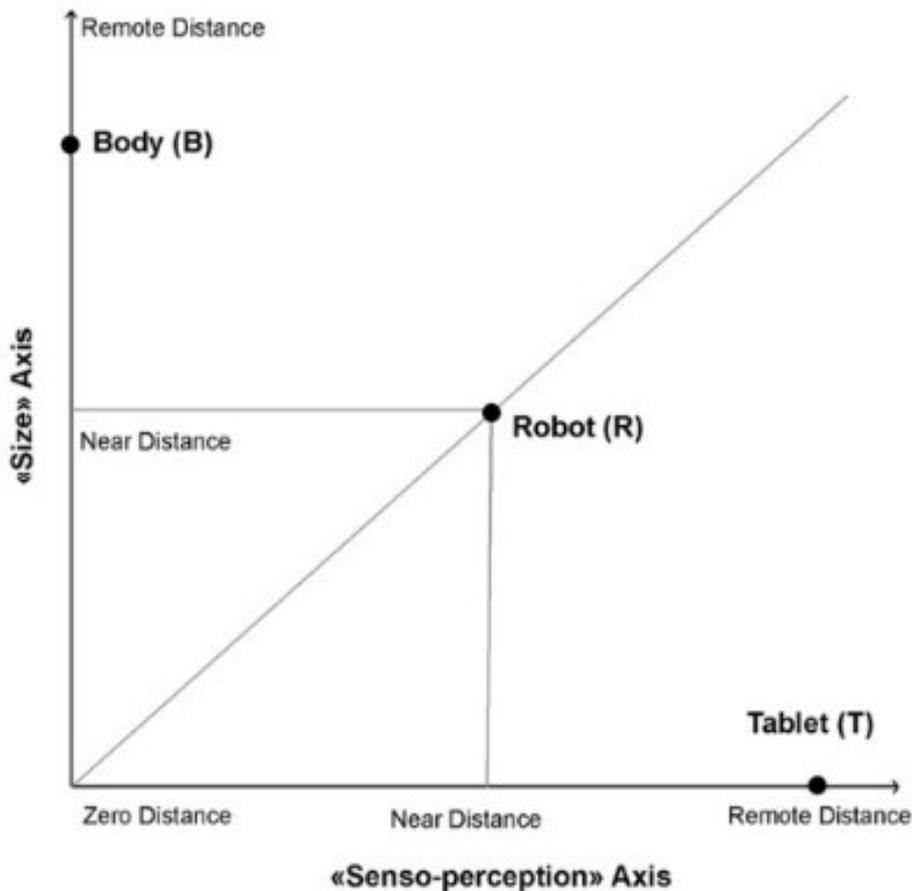


Figure 4: Distribution des modalités exprimées en distance selon les axes «Senso-perception» et «Tailles»

Dans le cas de la modalité B, une forme de distanciation peut être observée sur l'axe « Size », mais il faut rappeler que les enseignants utilisent régulièrement le corps comme modalité lors de l'enseignement aux élèves de maternelle (Bellegarde, Boyaval et Alvarez, 2019). Ces derniers ont donc potentiellement acquis une habitude qui peut les aider à compenser la distance associée à la

taille du damier. Cependant, la modalité de la tablette est probablement trop nouvelle pour que les élèves de maternelle puissent la compenser de quelque manière que ce soit à ce stade. Cela pourrait expliquer en partie pourquoi de si mauvaises performances ont été enregistrées lorsque la modalité T avait été utilisée seule. Cette compensation entre peut-être en œuvre lors des bi-modalités BT et RT ?

8 Perspectives

Si l'hypothèse de la « distance » semble donner des éléments de réponses pour expliquer le score de la bi-modalité RT au regard du faible score lié à la mono-modalité T, nous avons aussi noté des aspects qu'il conviendrait de vérifier. Tout d'abord, étudier si le phénomène de compensation est bien mis en œuvre par les élèves pour appréhender la tablette par exemple pour les bi-modalités BT et RT. Il se pourrait que l'ordre des modalités puisse jouer un rôle : il est peut-être contre-productif d'introduire la tablette avant les modalités B ou R ? Ce qui pourrait expliquer de telles régressions dans les bi- modalités.

Le temps laissé aux élèves pour assimiler et s'approprier une modalité est également un paramètre qu'il conviendrait d'étudier avec plus de rigueur. En effet, dans le cadre des expérimentations liées au projet Blue Bot, il convenait de prêter les robots et les tablettes aux différentes écoles à tour de rôle. Ces temps ont sans doute pu contribuer à créer des mises en tension chez les différents enseignants participant aux expérimentations pour déployer leurs enseignements auprès de leurs élèves. Cela a pu contribuer potentiellement à mettre en situation d'échec certains apprenants qui auraient eu besoin d'un temps d'apprentissage plus long le cas échéant pour appréhender l'usage du robot ou des tablettes.

D'autres hypothèses liées au développement cognitif des enfants de cinq ans peuvent également être étudiées. Peut-être que les enfants de cet âge ne sont pas encore capables d'effectuer des transpositions entre des environnements virtuels comme l'écran et des environnements plus analogiques comme le papier ? Dans ce registre, dans de précédents travaux nous avons ainsi mis en lumière la difficulté pour des enfants à reproduire des flèches en mode analogique (Alvarez, Katell, Boyaval, Hurez, Flahaut & Lafouge, 2021 - publication en cours). Tant que l'enfant ne peut pas établir une telle transposition, il est peut-être prématuré de vouloir l'exposer à des environnements virtuels ? D'autres expériences devraient également être menées avant d'exclure une autre possibilité : que les environnements virtuels puissent, au contraire, contribuer à améliorer le sens de l'abstraction d'un enfant de cinq ans. Mais cette approche doit être soigneusement envisagée d'un point de vue éthique à la lumière des écrits de Serge Tisseron. Ce dernier recommande en effet de limiter l'exposition à l'écran pour les enfants de moins de six ans (Tisseron, 2013).

Avant de poursuivre ces différents projets, nous proposons de refermer le présent article avec des recommandations à destination des enseignants. Employer différentes modalités pour initier des élèves de maternelle au codage, au décodage et à la conception de programmes informatiques semble être une clé pour maximiser les chances d'améliorer leurs performances au regard de la théorie des intelligences multiples avancée par Gardner. Concrètement, avec ces différentes modalités, il s'agit de diversifier les situations d'apprentissage. C'est aussi tenir compte des intelligences propres aux élèves, leur donner la possibilité de développer ou renforcer leurs intelligences.

Ce point étant précisé, il nous semble cependant important de proposer un ordre dans l'introduction de ces trois modalités. A ce stade de notre analyse, même s'il convient encore de le vérifier, nous pensons logique de proposer l'enseignement de séances ludopédagogiques telles que présentées dans le cadre du projet de recherche Blue Bot en débutant par la modalité Corps. En effet, cette dernière est déjà répandue dans les pratiques enseignantes opérées par les enseignants de maternelle et constitue de ce fait une continuité logique et naturelle pour la majorité des élèves. En outre, nous avons proposé des activités débranchées impliquant également le corps de l'élève en amont des séances ludopédagogiques liées avec le projet de Recherche Blue Bot en nous inspirant des travaux de Romero et Vallerand notamment. Au regard des résultats de performances obtenus par les groupes élèves avec l'emploi de la mono-modalité Robot et par sa position en terme de distance intermédiaire si l'on se réfère à la Figure 4, enchaîner avec la modalité Robot semble ensuite appropriée. Enfin, nous proposons de finir par la modalité Tablette, à condition que cela ne vienne pas se heurter à des problèmes éthiques en lien avec une surexposition éventuelle aux écrans chez les jeunes enfants.

Un tel enchaînement, Corps, Robot, Tablette semble donc être la séquence la plus adaptée pour maximiser chez les enfants d'école maternelle la possibilité de s'initier aux activités de codage, décodage et de conception informatique. Bien entendu, il s'agit là d'une proposition normée qui pourrait se retrouver en rupture éventuelle avec le profil de certains apprenants. Ces derniers pouvant présenter un développement de certaines facettes de leurs intelligences qui sera peut-être en déphasage avec l'ordre des modalités proposé. Il conviendra alors pour l'enseignant de le détecter le cas échéant et de voir comment adapter au mieux la situation pour les profils concernés.

Enfin, comme nous l'avons évoqué, la question de la temporalité est à prendre en compte. Si nous devons encore le vérifier et l'évaluer par des études complémentaires, nous pensons qu'il est important de laisser du temps aux élèves pour découvrir sereinement et avec plaisir, donc de manière motivée, les différentes modalités afin de pouvoir se les approprier. Sans cela, l'enseignant réduira sans doute les chances pour les différents élèves d'accéder pleinement aux aspects didactiques visés via l'emploi des modalités Corps, Robot ou Tablette.

Remerciements

Pour leurs conseils, expertises, le partage de leurs expériences, soutiens, traductions et suggestions, nous tenons à remercier : Véronique Alvarez, Anne Losq, Gilles Brougère, Serge Tisseron, Sylvie Leleu-Merviel, Dorothée Hallier-Vanuxemm, Margarida Romero, Jean-François Condette, Alfonsino Cutillo, Romain Deledicq, Yoann Lebrun, Philippe Leclercq, David Detève, Angelino Mascaro, Patrick Pelayo, Gilles Petit, Yvan Peter, Yann Secq et Marielle Léonard ainsi que tous les partenaires associés au projet de Recherche Blue Bot : l'Académie Lille et de Dijon, la DANE de Lille, le laboratoire DeVisu de l'université Polytechnique Hauts-de-France et l'INSPE Nord-de-France ainsi que l'University de Laval.

Références

ALVAREZ, J., BELLEGARDE, K., BOYAVAL, J., HUREZ, V., FLAHAUT, J-J. & LAFOUGE, T. (A paraître). « An educational robotics experiment conducted with five-year old pupils to learn coding / decoding / design », *Nature : Science of Learning*

BELLEGARDE, K., BOYAVAL, J. & ALVAREZ, J. (2019). « S'INITIER à la robotique/informatique en classe de grande section de maternelle - une expérimentation autour de l'utilisation du robot Blue Bot comme jeux sérieux, ReSMICTE, Vol.13, n°1, <https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/3105/3437>

COHEN, R. & MIALARET, G. (1987). « Les Jeunes Enfants, la découverte de l'écrit et de l'ordinateur », Paris : Presses Universitaires de France.

DEPOVER, C., KARSENTI, T. & KOMIS, V. (2011). « La recherche en éducation : étapes et approches » (pp.213-228) Chapter: La recherche évaluative Publisher: Saint-Laurent, QC : ERPI Editors: Thierry Karsenti, Lorraine Savoie-Zajc.

DROT-DELANGE, B., PELLET, J. P., DELMAS-RIGOUTSOS, Y., & BRUILLARD, É. (2019). Pensée informatique: points de vue contrastés. Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 26(1), 39-61.

GARDNER, H. (1996). Les Intelligences Multiples Pour Changer l'École: La Prise En Compte des Différentes Formes D'Intelligence, Paris : Retz.

GREFF JP. (2004). « Le corps d'abord! », Education enfantine, 1056, pp. 62-63.

PAPERT, S. (1981). « Jaillissement de l'esprit. Ordinateur et apprentissage ». Paris : Flammarion.

ROMERO, M., VALLERAND, V. (2016). « Guide d'activités technocréatives pour les enfants du 21ème siècle ». Québec, QC: Livres en ligne du CRIRES, ISBN 978-1523809622.

ROMERO, M. & LOUFANE (2016). « Vibot the Robot », Québec : Publications du Québec.

SAPORTA, G. (2006). « Probabilités analyse des données et statistique », Edition Technip, Paris.

TISSERON, S. (2013). « 3-6-9-12 Apprivoiser les écrans et grandir ». Toulouse : Erès.