



TITRE: TYPOLOGIE DE MESSAGES ÉCRITS POUR COMMUNIQUER UN TRAJET DANS UNE VILLE VIRTUELLE

AUTEURS: FRAUCHIGER THOMAS, MATRI SABRINA, COUTAT SYLVIA ET DORIER JEAN-LUC

PUBLICATION: ACTES DU HUITIÈME COLLOQUE DE L'ESPACE MATHÉMATIQUE FRANCOPHONE – EMF 2022

DIRECTEUR: ADOLPHE COSSI ADIHOUE, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE (CANADA/BÉNIN) AVEC L'APPUI DES MEMBRES DU COMITÉ SCIENTIFIQUE ET DES RESPONSABLES DES GROUPES DE TRAVAIL ET PROJETS SPÉCIAUX

ÉDITEUR: LES ÉDITIONS DE L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

ANNÉE: 2023

PAGES: 593 - 607

ISBN: 978-2-7622-0366-0

URI:

DOI:

Typologie de messages écrits pour communiquer un trajet dans une ville virtuelle

FRAUCHIGER¹ Thomas – MATRI² Sabrina – COUTAT³ Sylvia – DORIER⁴ Jean-Luc

Résumé – Le développement de tâches de navigation dans un macro-espace est un défi pour les classes de primaire. L'utilisation d'une ville virtuelle associée à des tâches de communication/reproduction de trajet permet l'étude des connaissances spatiales. Nous présentons l'analyse de deux séances impliquant la production de messages écrits. Cette utilisation conjointe d'un environnement virtuel et de messages écrits nous renseigne sur les éléments spécifiquement pris en compte par les élèves lors de tâches de navigation.

Mots-clefs : connaissances spatiales, environnement virtuel, macro-espace, point de repère, situation de communication

Abstract – The development of navigation tasks in a macro-space is a challenge for primary school classes. The use of a virtual city associated with route communication/reproduction tasks allows the study of spatial knowledge. We present the analysis of two sessions involving the production of written messages. This joint use of a virtual environment and written messages informs us about the specific elements taken into account by the students during navigation tasks.

Keywords: spatial knowledge, virtual environment, macro-space, landmark, communication situation

1. Equipe DiMaGe, Université de Genève, Suisse, thomas.frauchiger@etu.unige.ch

2. Equipe DiMaGe, Université de Genève, Suisse, sabrina.matri@unige.ch

3. Equipe DiMaGe, Université de Genève, Suisse, sylvia.coutat@unige.ch

4. Equipe DiMaGe, Université de Genève, Suisse, jean-luc.dorier@unige.ch

Présentation du projet

Le travail présenté ici s'inscrit dans un projet de recherche SPAGEO⁵, qui associe trois équipes de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'université de Genève : l'une d'elle en psychologie cognitive s'intéresse à l'orientation spatiale, une autre, TECFA est spécialiste des technologies éducatives et la nôtre, DiMaGe, de didactique des mathématiques.

En mathématiques, à la fin de l'école primaire, en Suisse romande, on attend de l'élève qu'il sache tracer un parcours sur un plan à partir de consignes ; situer sur un plan des positions relatives d'objets et utiliser un système d'axes orthonormé pour placer un point ou pour communiquer sa position (CIIP, 2010).

Un élément crucial qui émerge de nombreuses recherches en didactique comme en psychologie est la malléabilité des connaissances spatiales et le fait qu'elles commencent à apparaître avant même la scolarisation de l'enfant, dans ses expériences avec l'espace qui l'environne (Newcombe & Frick, 2010). Or, comme l'ont souligné Berthelot et Salin (1992), un point important mais non suffisamment pris en compte dans l'enseignement est de partir des expériences directes sur l'environnement avant d'aborder les représentations graphiques ou mentales d'un espace donné. Plus généralement, il s'agit d'opérer un va-et-vient entre action réelle sur l'espace sensible et action intériorisée (Piaget & Inhelder, 1948). Par ailleurs, des études montrent que de nombreux adultes sont en difficulté quant à la représentation d'un espace sur un plan et à l'orientation, notamment dans le cadre des métiers du bâtiment (Bessot, Deprez, Eberhard & Gomas, 1992), mais aussi dans leurs déplacements dans des espaces nouveaux, comme dans des villes lors de voyages. Or, comme il est impossible d'emmener des élèves dans des villes qui leur sont étrangères, les activités de classe permettant de travailler cette problématique sont souvent limitées à l'espace de la cour, ou, tout au plus, du quartier.

Par ailleurs, il est indéniable que depuis quelques années, notre relation à l'espace et certains de nos comportements spatiaux sont de plus en plus impactés par de nouvelles technologies et systèmes d'information. Ainsi, les environnements virtuels et les services de cartographie (GPS, Google Maps) complètent, voire supplantent les lectures statiques de cartes en deux dimensions (Duroisin, 2015). Pour les jeunes générations ces changements interviennent très tôt par les nombreux jeux-vidéo intégrant des réalités virtuelles tridimensionnelles dynamiques et de fait modifient les conditions de leur apprentissage spatial.

Il existe par ailleurs, une littérature importante en psychologie cognitive sur la question de l'orientation dans l'espace –voir Denis (2016), pour une vue d'ensemble, que les travaux de didactique des mathématiques n'exploitent pas toujours.

5. *Rethinking the links between spatial knowledge and geometry in primary education through virtual environment*, soutenu par le Fonds National Suisse pour la recherche FNS requête no 100019_188947 qui a commencé lors de l'année scolaire 2020/2021 pour 4 ans - Co-requérants Roland Maurer, Mireille Bétrancourt et Jean-Luc Dorier.

C'est sur la base de ces différents constats, que notre projet s'est construit, sur trois volets :

1. Un volet psychologique vise ainsi à évaluer sur une population d'enfants de 7 à 10 ans les habiletés spatiales, en tentant de les corrélérer avec leur usage des technologies.
2. Un volet technologique, où l'équipe du TECFA a construit et développé une ville virtuelle sur ordinateur (voir présentation plus bas).
3. Un volet didactique qui consiste à concevoir et expérimenter des ingénieries didactiques permettant l'utilisation en classe de l'environnement virtuel précédent pour entraîner le repérage spatial dans des espaces plus larges que ceux habituellement accessibles dans le contexte scolaire.

La centaine d'élèves participant à cette recherche est suivie sur trois ans de la 4P à la 6P⁶ (7 à 10 ans). Pour chaque année, une ingénierie didactique d'environ six à huit séances de 1h à 1h30 chacune, a été (ou va être pour la dernière) conçue et expérimentée dans cinq classes de deux écoles.

Dans ce texte, après avoir présenté les grandes lignes du projet, nous allons analyser deux séances destinées aux élèves de 4P, où la même tâche a été donnée en séances 3 et 6. Nous pourrions ainsi mesurer les évolutions éventuelles des élèves, sur un plan individuel et collectif.

Description de la ville

La ville virtuelle est implémentée sur ordinateur, elle utilise un modèle de ville nord-américaine, où toutes les rues sont parallèles ou perpendiculaires les unes aux autres, avec des blocs de tailles identiques. Le développement des connaissances du repérage spatial visé par l'ingénierie didactique s'appuie notamment sur la mise en œuvre de différentes procédures dans des tâches de navigation. Selon Cohen et Schuepfer (1980) les points de repère sont des éléments de l'environnement largement utilisés par les enfants de 8 à 12 ans dans des tâches de navigation. Ils sont utilisés au cours des différentes étapes de la navigation pouvant indiquer des changements de direction ou confirmer une position (Golledge, 1999). Il est aussi possible d'utiliser des stratégies sans point de repère en comptant les intersections et en indiquant les directions à prendre, comme : « Tourner à droite au 3^e carrefour » (Duroisin, 2015). Les points de repère constituent ainsi une variable didactique essentielle pour les tâches de navigation. Le développement de la ville a pris en compte les différentes valeurs de cette variable (l'unicité ou non de points de repère, leur présence ou non) pour définir différentes zones de la ville. Certains points de repère se répètent dans ce qui définit le centre-ville (passages piétons, panneaux de signalisation, arrêts de bus, ...), qui s'oppose au quartier résidentiel (illustration en annexe 1), dénuée de ces points de repère locaux (Gardony & al., 2011). Ces points de repères locaux qui se répètent sont les seuls disponibles dans certaines zones comme la vieille ville. Pour d'autres zones, comme les rues commerçantes ou du quartier d'affaire, ils sont complétés par des points de repère uniques comme des magasins ou des grandes tours. Des points de repère globaux

6. En Suisse romande, la 4P correspond au grade 2 (CE1 en France, élèves de 7 ans).

sont visibles depuis différents endroits de la ville, comme à l'est de la ville des montagnes, au sud du centre-ville une étendue d'eau (mer ou lac) avec le soleil au-dessus.

Description de l'ingénierie de 4P

La séquence didactique débute par l'action exploratoire simple, permettant aux élèves de se familiariser avec l'environnement virtuel et la manette de jeu. Dans la suite, les élèves ont un trajet à suivre, marqué au sol au milieu des rues par une large ligne de couleur et orientée par des chevrons ajourés sur la ligne (annexe 1). L'activité suivante se fait par deux en miroir (cf. annexe 2), chaque élève avec son ordinateur, l'élève émetteur-rice voit la ligne au sol, alors que l'élève récepteur-rice est placé-e au point de départ du trajet de son ou sa camarade orienté-e dans le bon sens, mais n'a pas de ligne (annexe 1). Il ou elle doit tenter de reproduire le trajet à l'aide des informations données oralement en direct par l'élève émetteur-rice. Cette activité permet de faire le lien entre l'action et la communication. Les quatre séances suivantes mettent en jeu des communications écrites selon différentes variables didactiques (création ou utilisation d'un message seul ou en groupe, utilisation de son message ou de celui d'autrui). Ces activités de communication permettent de questionner la nature du codage à utiliser lorsque l'on s'adresse à un autre que soi-même. Dans la phase en groupe, la sollicitation des pairs va permettre de se mettre d'accord sur un code universel, du moins compréhensible de la majorité.

Le fait de penser également une progression de l'oral (communication directe où le codage et le décodage se font quasiment simultanément) vers l'écrit (qui est différé) permet aux élèves de s'outiller petit à petit afin d'adopter des stratégies de codage efficaces. La figure 1 présente l'enchaînement des six séances d'enseignement en précisant pour chacune les points de repère utilisés et la modalité de travail.

No des séances	Type de communication – Modalité de travail	Points de repère
Séance 1	Familiarisation à l'environnement, Individuel	Locaux
Séance 2	Communication orale à autrui en direct, Binôme	Locaux + globaux
Séance 3	Auto-communication écrite immédiate, Individuel	Locaux + globaux
Séance 4	a) Auto-communication écrite différée, b) Communication à autrui Individuel (a) puis binôme (b)	Locaux + globaux
Séance 5	Communication écrite à autrui, En groupe	Locaux + globaux
Séance 6	a) Communication écrite à autrui, b) Communication orale à autrui en direct, Binôme (a et b)	Locaux + globaux (a) Globaux (b)

Tableau 1 – récapitulatif de l'ingénierie de 4P

Les premières séances se situent dans le centre-ville. Le fait de privilégier dans un premier temps, cette zone riche en points de repère a pour but de soutenir le repérage spatial, afin que les élèves puissent se référer à un maximum de points de repère. La séquence se termine autour d'une communication dans le quartier résidentiel, pour voir comment les élèves arrivent à élaborer un codage simple et efficace, sans recours aux points de repère locaux. En effet, le fait de confronter les élèves à des maisons toutes identiques, sans avoir de comparaison possible, devrait les inciter à opter pour un codage adapté à l'environnement (comme compter le nombre d'intersections par exemple).

Dans la suite nous allons nous focaliser sur les séances 3 et 6-a) et plus précisément sur les descriptions écrites des trajets produites par les élèves dans ces deux temps de l'ingénierie.

Annalyse des descriptions écrites d'un trajet

Description des séances 3 et 6

Lors des deux séances 3 et 6, les élèves ont à suivre un chemin dans la section urbaine et doivent écrire les informations qu'ils jugent nécessaires sur une feuille A4 blanche, pour pouvoir ensuite reproduire le même chemin sans la ligne orientée à partir du point de départ.

Dans la séance 3, il y a deux trajets différents donnés chacun à une moitié de la classe (annexe 3). En effet dans la séance 4, qui se déroule deux semaines plus tard, les élèves reprendront leurs notes pour tenter de reproduire le même trajet. Ils pourront alors améliorer leur message. Puis leur message éventuellement amélioré sera donné à un autre élève ayant eu l'autre trajet. Faute de place, nous ne rendons pas compte ici de ce dispositif, ni de l'étape de validation des messages. Dans la séance 6, il n'y a qu'un seul trajet et il n'y a pas d'amélioration ni d'échange (annexe 3). Les trajets ont des caractéristiques communes. Les trois trajets se situent dans la section urbaine et passent devant des points de repère uniques (station de bus, police, pizzeria, ...). Les trajets de la séance 3 sont translatés l'un par rapport à l'autre. Cela permet d'avoir le même enchaînement de changements de direction (tourner à droite, tourner à droite, tourner à gauche, tourner à gauche, tourner à droite, tourner à droite) et les mêmes portions de ligne droite (2 carrefours, 2 carrefours, 3 carrefours, 1 carrefour, 1 carrefour, 1 carrefour) entre les changements de direction. Le trajet de la séance 6 ne possède que quatre changements de direction (tourner à droite, tourner à gauche, tourner à gauche, tourner à gauche) et des portions de lignes droites de longueurs variables (2 carrefours, 2 carrefours, 3 carrefours, 1 carrefour, 1 carrefour). Les points de repère aux changements de direction sont différents pour chacun des trois trajets mais on retrouve trois changements de direction avec un point de repère unique et les autres sans point de repère unique.

Méthodologie de codage et catégorisation

A chacune des séances 3 et 6, nous avons récolté une centaine de messages. Dans un premier temps, nous avons classé les messages selon trois types qui semble correspondre à la façon dont les élèves se représentent le trajet.

Cette séparation en trois registres de représentation sémiotique fonctionne bien pour catégoriser les messages sur le plan de la forme. Par contre, elle ne suffit pas dans le sens où elle ne rend pas compte de la fonctionnalité de ces messages, de ce qu'ils traduisent sur la perception du trajet par les élèves et des éléments qu'ils jugent importants pour le décrire et le reproduire et donc sur leur représentation du trajet. Nous avons alors complété cette catégorisation par un autre découpage en trois types, selon ces fonctionnalités.

Le type 1 (*intersections*) correspond aux messages qui utilisent les intersections comme unité de référence et donnent quasi systématiquement les indications correspondant au choix à faire à chaque carrefour. Souvent ces messages ne prennent pas en compte les éléments particuliers de la ville permettant de se repérer. En effet, dans une ville nord-américaine comme la nôtre, cela peut être tout à fait efficace. En particulier, cela pourra s'avérer très utile, voire indispensable, dans la banlieue de la ville où tous les carrefours sont identiques avec des maisons toutes semblables les unes aux autres.

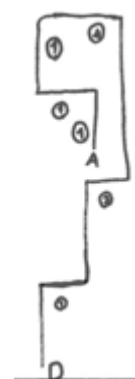
Le type 2 (*changement de direction*) correspond aux messages qui désignent (plus ou moins systématiquement) des points de repère visibles pour indiquer les endroits où il faut tourner. Dans ce type, nous retrouvons des messages tels que : « tourne à droite après la pizzeria », « juste après le musée, va à gauche ». Nous avons donc chaque fois un point de repère (pizzeria, musée, ...) qui indique le prochain endroit où il faut opérer un changement de direction. Il est alors sous-entendu qu'entre deux de ces informations il faut continuer tout droit. Parfois quand une partie du trajet sans changement de direction est longue, il peut être utile de donner quelques informations de position, comme : « tu passes devant l'épicerie », ce que l'on appelle des informations confirmatoires (Golledge, 1999).

Enfin le type 3 (*lieux de passage*) correspond aux messages qui n'indiquent pas les changements de direction mais énumèrent les lieux par lesquels on passe, ce qu'on voit autour de soi. Ces messages sont souvent moins efficaces. Il est en effet difficile de donner de bonnes indications sans jamais indiquer de changement de direction.

En complément de ces types, nous avons ensuite séparé les messages en trois catégories selon les registres de représentation sémiotique (Duval, 1993) utilisés par les élèves. La première catégorie regroupe tous les messages écrits sous forme d'un texte, la deuxième, ceux correspondant à des schémas (ou des dessins) et la troisième ceux qui représentent un plan (même sommaire) de la ville. Dans les textes, il n'y a que des mots de la langue française (plus ou moins bien orthographiés). Les élèves de cet âge n'utilisent généralement pas de raccourcis typographiques qui les auraient conduits à introduire des symboles au milieu du texte comme peuvent le faire des adultes ou des élèves plus âgés.

Cette première catégorie est donc facile à identifier. La séparation entre ce que nous appelons des schémas et des plans est plus délicate. Dans les deux cas les signes disposés sur la feuille n'utilisent pas de façon majoritaire des mots de la langue écrite, mais il peut y en avoir quelques-uns. Ils ne sont toutefois pas disposés dans des phrases, mais utilisés comme étiquettes : à droite, tout droit, police, etc. Les autres signes comportent des dessins plus ou moins schématiques ou au contraire réalistes, de lieux et d'objets de la ville (passages piétons, marchand de hot dog, boutique, etc.) soit de routes et de croisements ou de carrefours. Ils peuvent comporter également des flèches qui indiquent des directions, ou des relations spatiales entre les objets de la feuille (par exemple pour indiquer l'ordre de succession de deux objets dans le déplacement).

Pour distinguer les schémas des plans, il s'agit de voir si l'organisation spatiale des signes sur la feuille tente de reproduire de façon réduite et partielle (sur l'espace connexe au trajet) l'organisation spatiale des objets dans la ville. Cela nécessite forcément que les rues aient été représentées même par de simples traits, avec des bifurcations à angle droit et une prise en compte au moins approximative des rapports de distance. Comme les élèves ne disposent d'aucun instrument de mesure ou même de tracé, il est évident que ces plans sont faits à main levée et donc de type croquis. Pour rendre compte des rapports de distance, on peut soit noter toutes les intersections, soit essayer de rendre compte de la longueur des trajets rectilignes, comme dans la production ci-contre, qui est pour nous l'exemple le plus épuré des 'plans' que nous avons eu dans nos expérimentations.



Tout ce qui n'est pas que du texte et ne correspond pas aux critères que nous venons de décrire pour caractériser un plan, a été classé dans la catégorie des schémas. Il s'agit de messages comprenant des dessins d'objets de la ville avec éventuellement des flèches et même parfois quelques mots. L'organisation des signes sur la feuille suit le plus souvent les règles de la lecture de gauche à droite et de haut en bas, ou dans certains cas ils sont disposés sans organisation, et éventuellement numérotés pour ordonner la lecture.

En croisant les trois registres et les trois types, on obtient théoriquement une catégorisation en neuf genres de messages. Toutefois les messages de type 3 ne peuvent se trouver sous la forme d'un plan, cela n'aurait pas de sens car un plan donne nécessairement des informations sur les changements de direction, ce qui est exclu dans le type 3. Il nous reste donc huit genres, que nous illustrons chacun par un exemple en annexe 4.

Quelques résultats

Tableau 1, présente la répartition par genres aux deux séances simultanément. Comme les élèves étaient respectivement 91 et 89 à chacune de séance, c'est tout à fait comparable.

	Texte		Schéma		Plan		Total	
	Séance 3	Séance 6	Séance 3	Séance 6	Séance 3	Séance 6	Séance 3	Séance 6
Type 1	12	7	13	11	12	13	37	31
Type 2	26	36	7	10	4	8	37	54
Type 3	4	1	14	7			18	8
Total	42	44	34	28	16	21	92	93

Tableau 2 – Répartition par genres des messages dans la séance 3 / séance 6

Nous avons relevé quelques messages « mixtes » qui se retrouvent dans deux catégories distinctes. Pour la séance 3, il y en a un et pour la séance 6, il y en a quatre, c'est ce qui explique les totaux de 92 et 93 du tableau alors que nous avons obtenu respectivement 91 et 89 messages aux séances 3 et 6.

Ce double tableau met en évidence différents éléments intéressants pour l'analyse. Tout d'abord, les messages sous formes de textes sont les messages les plus utilisés, en particulier les textes de type 2 et cette tendance s'accroît entre les deux séances. En effet, ils étaient déjà majoritaires après la séance 3 (plus du quart) et ils le sont encore plus après la séance 6 (plus du tiers).

Dans les deux séances, le plan est la catégorie la moins représentée. Bien que l'on observe une légère augmentation dans la séance 6, cette catégorie reste toutefois en retrait par rapport aux deux autres. C'est un résultat intéressant car dans le programme de mathématiques de Suisse romande, les plans ne sont abordés qu'en 5P. D'ailleurs notre ingénierie de 5P les utilise fortement. Il sera intéressant de voir si plus d'élèves choisiront cette façon de procéder, lorsque nous proposerons une activité semblable à celle que nous analysons ici en fin de séquence de 5P (ceci est prévu en mai 2022, nous aurons donc la réponse pour le colloque).

Le type 3 a diminué de plus de la moitié entre les deux séances. Cela signifie que plusieurs élèves se sont rendu compte que ce procédé n'était pas efficace.

Les deux tableaux suivants récapitulent les changements de nature des messages qui ont été produits entre les deux séances 3 et 6. Nous avons exclu de ces tableaux les 6 élèves qui n'étaient présents qu'à une des deux séances.

Plusieurs éléments sont à relever. Tout d'abord, les élèves ayant choisi le registre textuel pour la séance 3 ont majoritairement gardé ce registre. Parmi les élèves qui ont changé de registre, le plus grand nombre de changements est également en faveur du registre textuel. Le même constat peut être effectué pour les élèves ayant choisi le type 2. Beaucoup ont gardé cette méthode (28 élèves), beaucoup l'ont opté lors de la séance 6 (22 élèves) et très peu l'ont abandonné (8 élèves). Précédem-

ment, nous avons remarqué que les textes de type 2 étaient les plus utilisés, ces résultats ne sont donc pas étonnants.

	Texte	Schéma	Plan
Registres similaires en S3 et S6	26	18	9
	Texte en S3	Schéma en S3	Plan en S3
Changement de registre entre S3 et S6	14	14	5
	Schéma en S6 : 7	Plan en S6 : 7	Texte en S6 : 10
		Plan en S6 : 4	Texte en S6 : 4
			Schéma en S6 : 1

Tableau 3 – Variation de registre entre les séances 3 et 6

	Type 1	Type 2	Type 3
Type similaire en S3 et S6	16	28	6
	Type 1 en S3	Type 2 en S3	Type 3 en S3
Changement de type entre S3 et S6	17	8	11
	Type 2 en S6 : 17	Type 3 en S6 : 0	Type 1 en S6 : 7
		Type 3 en S6 : 1	Type 1 en S6 : 5
			Type 2 en S6 : 6

Tableau 4 – Variation de type entre les séances 3 et 6

Le type 3 (désignation de lieux de passage) est, comme nous l'avons déjà dit, la méthode la moins efficace. Or, dans le tableau 3, nous pouvons constater que plusieurs élèves ont justement abandonné ce type. Environ deux tiers des élèves ont privilégié une autre sous-catégorie pour la séance 6. Seulement 6 élèves ont persisté et gardé cette méthode lors de la séance 6, contre 11 qui ont opté pour un autre type de message. Dans l'autre sens, un·e seul·e élève a changé de type pour adopter le type 3.

Conclusion

Les points de repère sont au centre de l'attention des élèves de 8 à 12 ans (Cohen & Schuepfer 1980) dans les tâches de navigation. Leur présence ou non, leur caractère unique ou non, ont été particulièrement pris en compte dans le développement de la ville et la conception de la séquence didactique. Nos résultats démontrent une augmentation de l'utilisation de ces points de repère lors de la dernière séance de production de messages écrits. En effet, les messages qui utilisent des points de repères pour indiquer des lieux de changement de direction ou des lieux de passage augmentent significativement. Les élèves qui les utilisaient dès la séance 3 les ont, pour la grande majorité, conservés lors de la séance 6. De nombreux élèves qui ne les utilisaient pas dans la séance 3 les ont finalement utilisés dans la séance 6. On peut cependant questionner l'efficacité des points de repère choisis. Par exemple nombreux sont les messages utilisant les passages-piétons pour désigner un lieu de changement de direction ou pour confirmer une position, aussi bien dans les messages écrits, que dans

les plans ou les schémas. Or, ils se retrouvent presque à chaque carrefour. Aussi ne représentent-ils pas un marqueur de changement de direction efficace, si on ne les compte pas.

Par ailleurs, une difficulté lors de la conception d'un message concerne ce qui touche à l'évaluation des distances à parcourir avant de changer de direction. Par exemple, certains élèves ont compté le nombre de chevrons présents sur la ligne verte indiquant le chemin à suivre et ont dessiné ce nombre de chevron dans leur message. Cette technique est non seulement coûteuse et sujette à des erreurs fréquentes de comptage mais surtout elle est totalement inefficace car, au moment de reproduire le chemin, la ligne verte n'est plus présente, ainsi les marqueurs de distance choisis deviennent inefficaces. Cette façon de coder une distance n'est quasiment pas présente dans les messages de la séance 6, ce qui montre que les élèves en ont compris l'inefficacité.

En utilisant une ville virtuelle, les informations proprioceptives et sensori-motrices ne sont pas disponibles, contrairement à un déplacement physique. Bien que ces informations soient perdues lors du passage au virtuel, les élèves parviennent tout de même à mobiliser un codage spécifique des distances dans l'environnement virtuel. De plus, selon Jansen-Osmann (2002) les informations visuelles sont suffisantes pour qu'un individu se construise une représentation spatiale au cours de l'exploration d'un environnement virtuel. La présence de la ligne verte a induit une autre erreur. Sur la route, elle prend la place de la ligne blanche séparant les voies de gauche et de droite (voir annexe 1). Cela a engendré des messages de la sorte : « Aux petites lignes blanches, tournent à droite ». Comment savoir à quel moment tourner à droite car la ligne blanche sera continue une fois la flèche verte disparue ? Ces différentes limites de l'environnement ont pu être, pour certaines, dépassées par les modalités de travail. La poursuite de nos observations de ces élèves sur deux années supplémentaires devrait confirmer nos premières analyses.

Références

- Bessot, A., Deprez, S., Eberhard, M., & Gomas, B. (1992). Le sens des graphismes techniques dans la formation professionnelle de base pour les travailleurs du bâtiment : une approche didactique. *Éducation Permanente*, 111, 87-105.
- Berthelot, R., & Salin, M.-H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse de doctorat en mathématiques, Université de Bordeaux I.
- Brousseau, G. (1983). Étude des questions d'enseignement, un exemple : La géométrie. *Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique*, 45, 183-226.
- CIIP (2010). *Plan d'étude romand*. <https://www.plandetudes.ch>
- Cohen, R. & Schuepfer, T. (1980). The representation of landmarks and routes. *Child Dev.* 51(4), 1065–1071
- Denis, M. (2016). *Petit traité de l'espace : Un parcours pluridisciplinaire*. Bruxelles : Éditions Mardaga.
- Duroisin, N. (2015). *Quelle place pour les apprentissages spatiaux à l'école ? Etude expérimentale du développement des compétences spatiales des élèves âgés de 6 à 15 ans*. Thèse de doctorat en psychologie cognitive, Université de Mons (Belgique).
- Duval, R. (1993), Registres de représentation sémiotiques et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et des sciences cognitive*, 5, 37-65.
- Gardony, A., Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., & Taylor, H. A. (2011). Affective states influence spatial cue utilization during navigation. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(3), 223-240
- Golledge, R. (1999). Human wayfinding and cognitive map. In R. G. Golledge (Ed.), *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes* (pp. 5-45). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Jansen-Osmann, P. (2002). Using desktop virtual environments to investigate the role of landmarks. *Computers in Human Behavior*, 18, 427-436.
- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early Education for Spatial Intelligence: Why, What, and How. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102-111.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant* (1^{ère} éd.). Paris : Presses Universitaires de France.

Annexes

Annexe 1 – Prises de vue dans la ville :



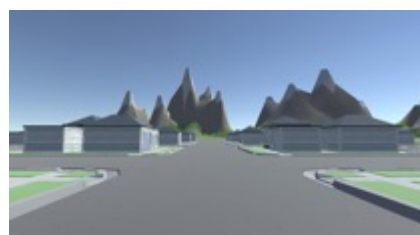
Séance 3, élève émetteur



Séance 3, élève récepteur



Séance 6, élève émetteur



Vue du quartier résidentiel/ banlieue

Annexe 2 – Disposition des binômes lors des activités en miroir et de groupe



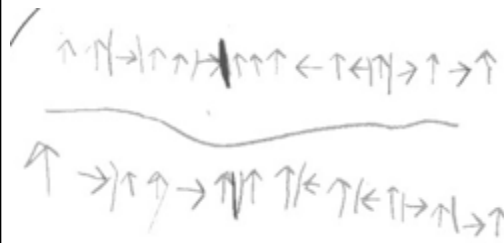
Annexe 3 - Plan de la ville avec les trajets de la séance 3 (rouge et bleu) et le trajet de la séance 6 (ligne verte) :



Annexe 4 - Exemples de messages selon les 8 genres :

tout droit et adroite / tout droit /
 tourner après les barrière rouge et blanc
 a droite / tout droit après
 a gauche / après a gauche après
 droit et a droite / droit et a droite
 tout droit /

Intersections - Texte



Intersections - Schéma



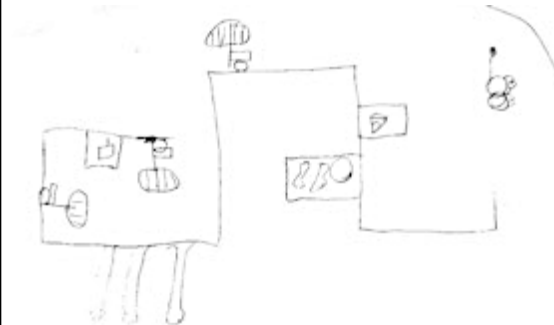
Intersections - Plan

AVENUE DROIT Jusqu'à
 3 poubelle 4 POTTO
 dorot
 jusqu'à nouveau AVENUE
 va droite LAPOU le truc orange
 jusqu'à PANEN TOURNER
 DU TRUC BUS AVENUE jusqu'à A
 le couloir et la police
 ADR TOURNE A DROITE A LA POUS
 ELLE AVENUE jusqu'à du tronc
 piéton A LA PIZZERIA ADRIST
 CORSE jusqu'à comme LE FRIGO

Changement direction - Texte



Changement de direction - Schéma



Changement de direction - Plan

- a gauche il y a des 8 poubelle.
 - a gauche il y a des
 Maisons verte
 - a gauche il y a une affiche de boulig
 - tout au fond il y a des montagnes.
 - il y a des arbres.
 - a droite il y a des maisons rouge
 - il y a un passage piéton
 Des deux côté il y a des maisons gr
 a droite il y a un bar padeiro.
 des deux côté il y a des flus
 a droite des voitures de police.
 a gauche des maisons faibles.
 a droite un restaurant
 a droite une église il y a gauche un can

Lieux de passage - Texte



Lieux de passage - Schéma