



HAL
open science

Autorégulation et hétérorégulation en situation d'apprentissage d'itinéraires chez des adolescents et des jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle

Laurie Letalle

► **To cite this version:**

Laurie Letalle. Autorégulation et hétérorégulation en situation d'apprentissage d'itinéraires chez des adolescents et des jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle. Psychologie. Université Charles de Gaulle - Lille III, 2017. Français. NNT : 2017LIL30010 . tel-01779138

HAL Id: tel-01779138

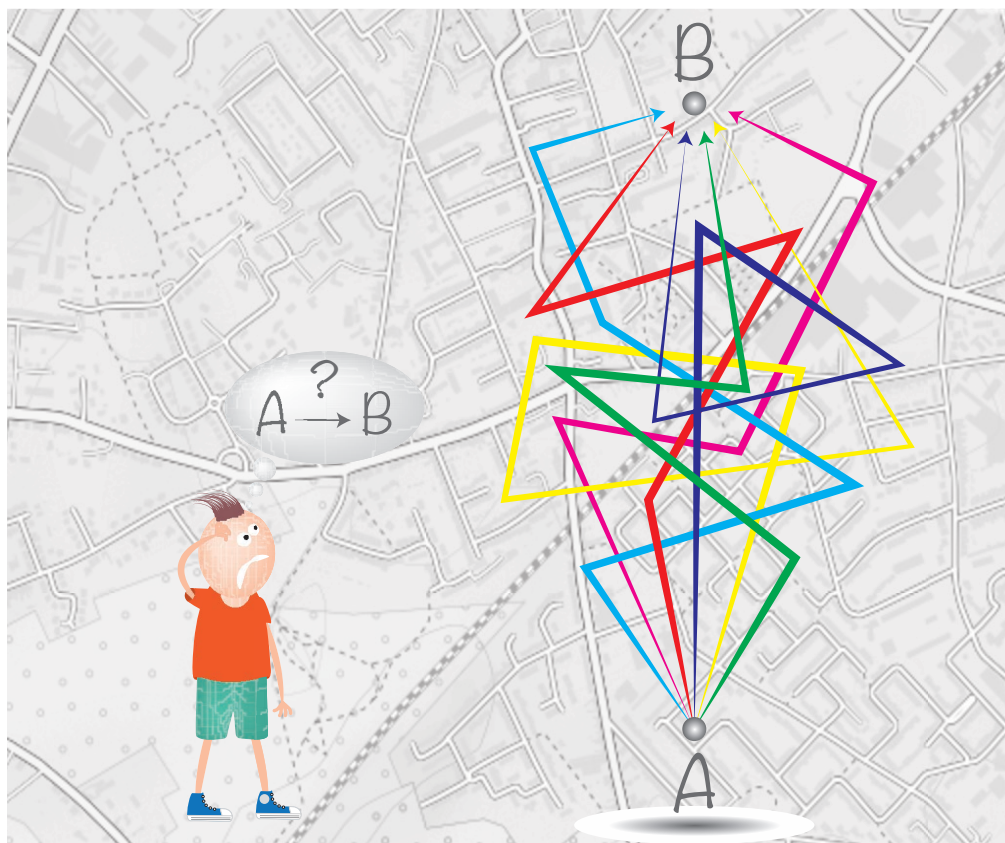
<https://theses.hal.science/tel-01779138>

Submitted on 26 Apr 2018

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.

AUTORÉGULATION ET HÉTÉRORÉGULATION EN SITUATION D'APPRENTISSAGE D'ITINÉRAIRES CHEZ DES ADOLESCENTS ET DES JEUNES ADULTES PRÉSENTANT UNE DÉFICIENCE INTELLECTUELLE



Laurie LETALLE

Sous la direction de Yannick COURBOIS, Professeur

Thèse en vue de l'obtention du grade de Docteur en Psychologie

Présentée et soutenue publiquement le 12 juillet 2017

Membres du jury

Monsieur Yannick COURBOIS, Professeur, Université de Lille 3

Monsieur Daniel MELLIER, Professeur, Université de Rouen

Madame Hursula MENGUE-TOPIO, Maître de Conférence, Université de Lille 3

Madame Nathalie NADER-GROSBOIS, Professeure, Université Catholique de Louvain

Monsieur Bernard N'KAOUA, Professeur, Université de Bordeaux 2

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA) et la Mission Recherche de la Direction de la Recherche, des Etudes et de l'Evaluation et des Statistiques (MiRe-DREES) pour avoir financé ce projet de recherche. En effet, ce travail a bénéficié de l'aide conjointe de la MiRe-DREES et de la CNSA dans le cadre de l'appel à projet lancé par l'Institut de Recherche en Santé Publique (IReSP) en 2012.

J'adresse ensuite mes sincères remerciements à mon directeur de thèse, Monsieur Yannick Courbois, qui a accepté de diriger ce travail et qui est à mes côtés et m'accompagne dans mes travaux de recherche depuis le Master, toujours avec patience, disponibilité et bienveillance. Les moments de travail partagés sont toujours source de bonne humeur et d'enrichissement. Alors, un grand merci pour vos nombreux conseils et votre confiance.

Je remercie les membres du jury, Mesdames Hursula Mengue-Topio et Nathalie Nader-Grosbois et Messieurs Daniel Mellier et Bernard N'Kaoua, de me faire l'honneur d'accepter de lire et d'évaluer mon travail.

La réalisation de cette thèse a demandé un long travail de mise au point des environnements virtuels sans lesquels les études n'auraient pas pu être conduites. Je tiens donc à remercier Messieurs Boris Gambet et Valentin Logeais pour leur travail de programmation et leur disponibilité.

Je remercie également Camille, Emeline, Eric et Gauthier pour m'avoir aidée à récolter les données pour ces trois études.

Ce travail de thèse a également été rendu possible grâce aux établissements qui ont accepté de nous accueillir afin de récolter les données. Je tiens donc à remercier Mesdames Françoise Cugny et Marie-Angélique Luciani (Inspectrices de l'Education Nationale), Monsieur Géry Quennesson (Inspecteur de l'Education Nationale), l'association La Vie Active, l'association UDAPEI, les directeurs d'établissements, les enseignants, les psychologues et les éducateurs spécialisés pour leur aide et leur disponibilité. Je remercie également tous les participants pour avoir donné de leur temps et accepté de participer à cette recherche.

Durant mon parcours, j'ai pu compter sur le soutien et la disponibilité de l'ensemble des membres du laboratoire PSITEC : professeurs, maîtres de conférence, personnels et doctorants. Je les en remercie.

Le doctorat a été pour moi une aventure très enrichissante constituée de bons moments mais aussi de périodes plus difficiles. Tout au long de mon parcours, j'ai eu la chance d'être bien entourée. Je tiens donc à exprimer mes sincères et profonds remerciements à mes proches pour leur présence de chaque instant. Merci à Fred pour son soutien et sa patience au quotidien. Merci à mon père et à Manue pour leur confiance sans limite, leurs conseils et leurs encouragements qui m'ont permis d'avancer et d'arriver là où j'en suis aujourd'hui. Merci à mon petit-frère, à ma famille et à ma belle-famille d'avoir cru en moi. Enfin, merci à mes amis pour leur présence et leur soutien.

TABLE DES MATIÈRES

INDEX DES TABLEAUX.....	11
INDEX DES FIGURES	13
INDEX DES ANNEXES	15
INTRODUCTION.....	17
PLAN DE LA THÈSE.....	21
CHAPITRE 1 : L’AUTORÉGULATION ET L’HÉTÉRORÉGULATION.....	23
1. L’autorégulation.....	24
<i>1.1. Définitions</i>	<i>24</i>
<i>1.2. Développement de l’autorégulation.....</i>	<i>25</i>
<i>1.3. Autorégulation et déficience intellectuelle</i>	<i>26</i>
2. L’hétérorégulation.....	28
<i>2.1. Définitions</i>	<i>28</i>
<i>2.2. Hétérorégulation soutenant le développement de l’autorégulation</i>	<i>28</i>
3. Modèles de l’autorégulation et de l’hétérorégulation	29
<i>3.1. Modèle sociocognitif de l’autorégulation, Zimmerman (2000).....</i>	<i>29</i>
<i>3.2. Modèle intégré de l’autorégulation et de l’hétérorégulation, Nader-Grosbois (2007).....</i>	<i>31</i>
4. Variabilités et influences de l’autorégulation et de l’hétérorégulation	34
4.1. Variabilité du niveau d’autorégulation	34
<i>4.1.1. Les compétences autorégulatrices sont-elles d’un niveau similaire chez les personnes présentant une déficience intellectuelle et chez les personnes au développement typique de même niveau de développement ?</i>	<i>34</i>
<i>4.1.2. L’âge chronologique a-t-il un effet sur le niveau d’autorégulation ?.....</i>	<i>35</i>
4.2. Domaines influencés par le processus d’autorégulation.....	36
4.3. Impact de l’hétérorégulation.....	37
4.4. Variabilité du niveau d’hétérorégulation	39
<i>4.4.1. Variabilité de l’hétérorégulation en fonction des caractéristiques de l’enfant .</i>	<i>39</i>
<i>4.4.2. Variabilité de l’hétérorégulation parentale en fonction du sexe du parent.....</i>	<i>41</i>
<i>4.4.3. Variabilité de l’hétérorégulation en fonction du support de présentation du matériel</i>	<i>41</i>

4.5. Ajustements entre l'autorégulation et l'hétérorégulation	42
CHAPITRE 2 : LA COGNITION SPATIALE	45
1. La représentation mentale de l'espace	46
1.1. <i>Le wayfinding</i>	46
1.2. <i>Taxonomie de Wiener, Büchner & Hölscher (2009)</i>	47
1.2.1. <i>Wayfinding aidé vs non aidé</i>	47
1.2.1.1. <i>Wayfinding non dirigé</i>	49
1.2.1.2. <i>Wayfinding dirigé</i>	49
1.2.1.2.1. <i>Tâches de recherche</i>	49
1.2.1.2.2. <i>Approche de la cible</i>	50
1.2.2. <i>Enchaînement des tâches de wayfinding</i>	50
1.3. <i>Les connaissances spatiales</i>	50
1.3.1. <i>Les points de repère</i>	51
1.3.2. <i>Les itinéraires</i>	52
1.3.3. <i>La configuration ou carte cognitive</i>	52
1.3.4. <i>Le modèle de Siegel et White (1975)</i>	53
1.4. <i>Développement des connaissances spatiales et du wayfinding</i>	54
1.4.1. <i>Chez les enfants au développement typique</i>	54
1.4.2. <i>Chez les personnes présentant une déficience intellectuelle</i>	55
2. La représentation de l'espace par le langage : la description d'itinéraires	56
2.1. <i>Définition de la description d'itinéraires</i>	56
2.2. <i>Une méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires : Denis (1997)</i>	57
2.3. <i>Les points de repère : un élément essentiel de la description d'itinéraires ?</i>	58
2.4. <i>Développement de la capacité à décrire un itinéraire</i>	58
CHAPITRE 3 : PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE	61
CHAPITRE 4 : L'AUTORÉGULATION EN SITUATION D'APPRENTISSAGE	
D'ITINÉRAIRES EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL (ÉTUDE 1)	63
1. Objectifs de l'étude et hypothèses de recherche	63
2. Méthodologie	64
2.1. <i>Participants</i>	64
2.2. <i>Tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel</i>	65
2.3. <i>Instruments d'évaluation</i>	68
2.3.1. <i>Mesure de l'intelligence fluide</i>	68
2.3.2. <i>Mesure des fonctions exécutives</i>	68
2.3.3. <i>Mesure de la connaissance et de la compréhension des concepts spatiaux</i>	72

2.3.4. <i>Mesure de l'autorégulation</i>	73
2.3.4.1. Identification de l'objectif.....	74
2.3.4.2. Stratégies de planification.....	74
2.3.4.3. Stratégies sociales de régulation du comportement.....	75
2.3.4.4. Stratégies attentionnelles.....	75
2.3.4.5. Stratégies d'évaluation.....	75
2.3.4.6. Accord inter-juges.....	76
2.3.5. <i>Mesures associées à l'apprentissage des itinéraires</i>	77
2.3.6. <i>Mesures associées à la phase test</i>	78
2.4. Procédure	79
2.4.1. <i>Plan d'expérience</i>	79
2.4.2. <i>Déroulement</i>	80
3. Résultats	80
3.1. Autorégulation	81
3.2. Apprentissage des itinéraires	82
3.3. Phase test	83
3.4. Effet de l'itinéraire (boulangerie vs pharmacie vs supermarché) sur l'autorégulation et l'apprentissage	85
3.4.1. <i>Effet de la longueur (boulangerie vs pharmacie)</i>	85
3.4.2. <i>Effet du nombre de changements de direction (pharmacie vs supermarché)</i>	86
3.4.3. <i>Effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction (boulangerie vs supermarché)</i>	87
3.4.4. <i>Résumé des résultats communs aux trois groupes (DI, AD et AC)</i>	88
3.5. Corrélations	89
3.5.1. <i>Groupe DI (N = 18)</i>	89
3.5.2. <i>Groupe AD (N = 17)</i>	90
4. Discussion	91
4.1. Autorégulation	92
4.2. Apprentissage d'itinéraires	94
4.3. Phase test	95
4.4. Liens avec l'âge chronologique, le score aux PMC et la connaissance des concepts spatiaux (ECS)	96
4.5. Liens entre l'autorégulation et la phase test	97
5. Conclusion	98
CHAPITRE 5 : L'AUTORÉGULATION ET L'HÉTÉRORÉGULATION EN SITUATION D'APPRENTISSAGE D'ITINÉRAIRES EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL (ÉTUDE 2)	99

1. Objectifs de l'étude et hypothèses de recherche	99
2. Méthodologie.....	100
2.1. Participants	100
2.2. Tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.....	100
2.3. Instruments d'évaluation	102
2.3.1. <i>Mesure de l'intelligence fluide.....</i>	<i>102</i>
2.3.2. <i>Mesure des fonctions exécutives</i>	<i>102</i>
2.3.3. <i>Mesure de la connaissance et de la compréhension des concepts spatiaux</i>	<i>102</i>
2.3.4. <i>Mesure de l'autorégulation et de l'hétérorégulation.....</i>	<i>102</i>
2.3.4.1. <i>Identification de l'objectif.....</i>	<i>103</i>
2.3.4.2. <i>Stratégies de planification</i>	<i>103</i>
2.3.4.3. <i>Stratégies sociales d'attention conjointe</i>	<i>104</i>
2.3.4.4. <i>Stratégies sociales de régulation du comportement</i>	<i>104</i>
2.3.4.5. <i>Stratégies attentionnelles.....</i>	<i>105</i>
2.3.4.6. <i>Stratégies d'évaluation</i>	<i>105</i>
2.3.4.7. <i>Calcul des scores d'autorégulation et d'hétérorégulation</i>	<i>106</i>
2.3.4.8. <i>Accord inter-juges</i>	<i>108</i>
2.3.5. <i>Analyse des verbalisations</i>	<i>109</i>
2.4. Procédure.....	110
2.4.1. <i>Plan d'expérience.....</i>	<i>110</i>
2.4.2. <i>Déroulement</i>	<i>110</i>
3. Résultats	111
3.1. Statistiques descriptives concernant l'apprentissage d'itinéraires et la phase test	111
3.2. Effet de l'itinéraire sur les scores d'autorégulation et d'hétérorégulation.....	112
3.3. Liens entre hétérorégulation et caractéristiques des participants présentant une <i>déficience intellectuelle</i>	113
3.4. Liens entre hétérorégulation et caractéristiques des éducateurs.....	114
3.5. Liens entre autorégulation et hétérorégulation	114
3.6. Analyse des verbalisations.....	115
3.6.1. <i>Nature de l'aide verbale fournie par les éducateurs.....</i>	<i>115</i>
3.6.2. <i>Liens entre le nombre de verbalisations et les caractéristiques des participants</i> <i>et des éducateurs</i>	<i>117</i>
3.6.3. <i>Liens entre le nombre de verbalisations, l'autorégulation et l'hétérorégulation</i>	<i>117</i>
4. Discussion	118
4.1. Liens entre hétérorégulation et caractéristiques des participants et des éducateurs	119

4.2. Liens entre hétérorégulation et autorégulation	120
4.3. Analyse des verbalisations.....	121
4.3.1. Nature des verbalisations.....	121
4.3.2. Variation du nombre de verbalisations.....	122
5. Conclusion.....	123
CHAPITRE 6 : IMPACT DU TYPE D'AIDE VERBALE SUR L'APPRENTISSAGE	
D'ITINÉRAIRES EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL (ÉTUDE 3)....	125
1. Objectifs de l'étude et hypothèses de recherche	125
2. Méthodologie.....	126
2.1. Participants.....	126
2.2. Tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.....	127
2.3. Instruments d'évaluation	129
2.3.1. Mesure de l'intelligence fluide.....	129
2.3.2. Mesure de la connaissance et de la compréhension des concepts spatiaux	129
2.3.3. Mesures associées à l'apprentissage d'itinéraires	130
2.4. Procédure.....	130
2.4.1. Plan d'expérience.....	130
2.4.2. Déroulement.....	130
3. Résultats	131
3.1. Analyses du nombre d'erreurs aux tests TA et TAR de la tâche d'apprentissage	
d'itinéraires.....	131
3.1.1. Comparaison des scores entre le groupe DI et AD.....	131
3.1.2. Effet de la condition	132
3.1.3. Comparaison des scores entre TA et TAR.....	133
4. Discussion	134
4.1. Comparaison des groupes DI et AD	135
4.2. Impact du type d'aide verbale	135
4.3. Transfert de l'apprentissage	137
5. Conclusion.....	138
CHAPITRE 7: DISCUSSION GÉNÉRALE.....	139
1. Synthèse des résultats.....	140
1.1. L'autorégulation.....	140
1.2. L'apprentissage d'itinéraires	141
1.3. L'hétérorégulation.....	142
1.4. Les aides verbales	143

<i>1.5. Quelles relations y a-t-il entre l'autorégulation, l'hétérorégulation et le wayfinding ?</i>	145
2. Limites de la recherche	147
3. Perspectives de recherches et applications pratiques	150
4. Conclusion générale	154
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	155
ANNEXES	165

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1. Indices d'accords inter-juges d'un échantillon de vingt vidéos pour l'analyse de l'autorégulation et des stratégies autorégulatrices en situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.....	76
Tableau 2. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Kruskal-Wallis pour les scores des stratégies autorégulatrices (max = 2) et de l'autorégulation globale (max = 9) des groupes DI, AD et AC.....	82
Tableau 3. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Kruskal-Wallis pour les scores liés à l'apprentissage d'itinéraires des groupes DI, AD et AC.....	83
Tableau 4. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Kruskal-Wallis pour la distance parcourue et le nombre de cibles atteintes (max = 4) pour les groupes DI, AD et AC.....	84
Tableau 5. Effectifs et significations exactes au test exact de Fisher pour l'organisation de l'itinéraire lors du test pour les groupes DI, AD et AC.....	85
Tableau 6. Effectifs et significations exactes au test exact de Fisher pour l'atteinte du critère d'apprentissage en fonction de l'itinéraire pour les groupes DI, AD et AC.....	89
Tableau 7. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre les scores d'autorégulation et les scores au test pour le groupe DI (N = 18).....	90
Tableau 8. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre les scores d'autorégulation et les scores au test pour le groupe AD (N = 17).....	91
Tableau 9. Exemple de calcul des scores moyens de régulation.....	107
Tableau 10. Indices d'accords inter-juges d'un échantillon de sept vidéos pour l'analyse de l'autorégulation, de l'hétérorégulation et des stratégies autorégulatrices et hétérorégulatrices en situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.....	109
Tableau 11. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre l'hétérorégulation, l'âge chronologique et les scores aux PMC et à l'ECS des participants.....	114
Tableau 12. Sommes, pourcentages, moyennes et écarts-types des verbalisations par catégorie.....	116
Tableau 13. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre le nombre total de verbalisations, l'autorégulation et l'hétérorégulation.....	118
Tableau 14. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Mann-Whitney pour le nombre d'erreurs aux tests TA et TAR pour les groupes DI et AD (Condition 1 = aide sans point de repère, condition 2 = aide avec points de repère ; TA = Test Aller, TAR = Test Aller-Retour).....	132

Tableau 15. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Wilcoxon pour le nombre d'erreurs aux tests TA et TAR en fonction de la condition dans les groupes DI et AD	133
Tableau 16. Effectifs et significations exactes au test exact de Fisher pour la réussite aux tests TA et TAR pour les groupes DI et AD	134
Tableau 17. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique et les scores aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC), à l'évaluation de la connaissance des concepts spatiaux (ECS), aux subtests évaluant les fonctions exécutives, d'autorégulation, d'apprentissage d'itinéraires et de test pour les groupes DI, AD et AC	171
Tableau 18. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'apprentissage d'itinéraires pour l'itinéraire de la boulangerie pour les groupes DI, AD et AC.....	172
Tableau 19. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'apprentissage d'itinéraires pour l'itinéraire de la pharmacie pour les groupes DI, AD et AC.....	172
Tableau 20. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'apprentissage d'itinéraires pour l'itinéraire du supermarché pour les groupes DI, AD et AC.....	173
Tableau 21. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique et les scores aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC), à l'évaluation de la connaissance des concepts spatiaux (ECS), aux subtests évaluant les fonctions exécutives et d'autorégulation des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle	185
Tableau 22. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique, l'expérience professionnelle, les scores d'hétérorégulation et les verbalisations par catégories des éducateurs spécialisés	186
Tableau 23. Médianes et intervalles interquartiles des scores liés à l'apprentissage des itinéraires et au test des dyades éducateur-jeune présentant une déficience intellectuelle	186
Tableau 24. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'hétérorégulation en fonction de l'itinéraire pour les dyades éducateur-jeune présentant une déficience intellectuelle.....	187
Tableau 25. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique et les scores aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC) et à l'évaluation de la connaissance des concepts spatiaux (ECS) pour les groupes DI et AD.....	191
Tableau 26. Médianes et intervalles interquartiles concernant le nombre d'erreurs aux tests TA et TAR en fonction de la condition pour les groupes DI et AD (TA = Test Aller ; TAR = Test Aller-Retour ; Condition 1 = aide sans point de repère ; Condition 2 = aide avec points de repère).....	191

INDEX DES FIGURES

Figure 1.-Modèle triadique de l'autorégulation (Zimmerman, 2000, traduction libre)	30
Figure 2.-Modèle intégré de l'autorégulation et de l'hétérorégulation (Nader-Grosbois, 2007)	32
Figure 3.-Représentation de la taxonomie de Wiener, Büchner et Hölscher (2009).....	48
Figure 4.-Vue de l'environnement virtuel.....	66
Figure 5.-Plan de l'environnement virtuel et des trois itinéraires qui sont appris successivement.....	67
Figure 6.-Exemple d'item tiré des Progressives Matrices Colorées de Raven (Raven et al., 1998)	69
Figure 7.-Matériel de l'épreuve Catégorisation, tiré de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)	69
Figure 8.-Exemples d'items de dessin de l'épreuve Horloges, tirés de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)	70
Figure 9.-Exemples d'items visuels de l'épreuve Horloges, tirés de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)	70
Figure 10.-Ensembles de points à relier de l'épreuve Fluidité de dessins, tirés de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012).....	71
Figure 11.-Exemple de la série formes géométriques de l'épreuve Inhibition, tiré de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)	72
Figure 12.-Exemple de la série flèches de l'épreuve Inhibition, tiré de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)	72
Figure 13.-Exemple d'item utilisé pour évaluer les concepts spatiaux, tiré des Tests de Concepts de Base de la BOEHM 3ème édition (Boehm, 2009a et b)	73
Figure 14.-Schématisation de la méthode de cotation utilisée pour calculer le nombre de segments parcourus par les participants.....	78
Figure 15.-Exemple de parcours au test, à gauche un itinéraire considéré comme organisé, à droite un trajet considéré comme non organisé	79
Figure 16.-Vue de l'environnement virtuel (les pastilles rouge et verte servent à indiquer la direction à suivre)	127
Figure 17.-Plan de l'environnement virtuel de la condition C1	128
Figure 18.-Représentation schématique des principaux résultats	148

INDEX DES ANNEXES

ANNEXE 1. Grille d'analyse de l'autorégulation et des stratégies autorégulatrices en situation individuelle d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.....	167
ANNEXE 2. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les participants et leurs représentants légaux pour (étude 1).....	169
ANNEXE 3. Tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles des scores de l'étude 1	171
ANNEXE 4. Grille d'analyse de l'autorégulation et des stratégies autorégulatrices en situation interactive d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel	175
ANNEXE 5. Grille d'analyse de l'hétérorégulation et des stratégies hétérorégulatrices en situation interactive d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel ...	177
ANNEXE 6. Exemple d'analyse des verbalisations fournies par l'éducateur spécialisé lors de l'apprentissage de l'itinéraire de la boulangerie	179
ANNEXE 7. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les participants et leurs représentants légaux (étude 2).....	181
ANNEXE 8. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les éducateurs spécialisés (étude 2)	183
ANNEXE 9. Tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles des scores de l'étude 2	185
ANNEXE 10. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les participants et leurs représentants légaux (étude 3).....	189
ANNEXE 11. Tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles des scores de l'étude 3	191

INTRODUCTION

La déficience intellectuelle est définie, par l'American Psychiatric Association (APA), dans le DSM-V (2016), comme un trouble du neurodéveloppement se manifestant par des déficits intellectuels et adaptatifs dans les domaines conceptuels, sociaux et pratiques. Selon cette classification, le diagnostic de déficience intellectuelle peut être posé lorsqu'une personne présente à la fois : (1) un déficit des fonctions intellectuelles (dans les domaines du raisonnement, de la résolution de problèmes, de la planification, de l'abstraction, du jugement, de l'apprentissage scolaire et de l'apprentissage par expérience), confirmé par l'évaluation clinique et les tests d'intelligence individuels standardisés (critère A) et (2) un déficit des fonctions adaptatives limitant le fonctionnement dans un ou plusieurs champs d'activité de la vie quotidienne (communication, participation sociale, indépendance) dans des environnements variés tels que la maison, l'école, le travail ou la collectivité (critère B). Enfin, le début du déficit intellectuel et adaptatif apparaît pendant la période du développement (critère C). L'APA distingue quatre niveaux de sévérité de la déficience intellectuelle (léger, moyen, grave et profond) en fonction du comportement adaptatif cognitif, social et pratique et de l'intensité du besoin de soutien de la personne.

Depuis la fin des années 90 et le début des années 2000, les modèles proposés pour comprendre et définir le handicap insistent sur l'interaction entre les caractéristiques individuelles de la personne et les facteurs environnementaux. Ainsi, au Québec, Fougere, Cloutier, Bergeron, Côté et St-Michel (1998) ont proposé le modèle de Processus de Production du Handicap (PPH) dans lequel ils définissent le handicap comme une limitation des habitudes de vie d'un individu, découlant d'une interaction entre des facteurs personnels et des facteurs environnementaux, agissant comme des obstacles ou des facilitateurs. En 2001, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) publie la Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) qui repose également sur une approche interactionniste du handicap. Selon cette classification, le handicap est une restriction de la participation sociale résultant de l'interaction entre une limitation d'activité, consécutive à un problème de santé, et des obstacles environnementaux.

Le rôle des facteurs environnementaux dans la conception de la notion de handicap est donc reconnu aujourd'hui dans les différents modèles et classifications proposés. Il est

également bien présent dans le cadre juridique régissant les droits des personnes en situation de handicap.

En effet, au plan national, l'adoption de la loi du 11 février 2005 revendique l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées. Elle vise à favoriser l'accès à l'autonomie des personnes en situation de handicap en articulant l'objectif d'accès au droit commun et le droit à la compensation. Elle constitue ainsi une évolution afin de répondre aux attentes des personnes handicapées et ce dans cinq grands domaines : la compensation, la scolarité, l'emploi, l'accessibilité et la simplification administrative (création des Maisons Départementales des Personnes Handicapées, MDPH). A un niveau international, en 2006, l'Organisation des Nations Unies (ONU) adopte la Convention relative aux Droits des Personnes Handicapées (CDPH), signée par quatre-vingt-deux pays et entrée en vigueur en France, en février 2010. Cette convention a pour objectif de « promouvoir, protéger et assurer la pleine et égale jouissance de tous les droits de l'homme et de toutes les libertés fondamentales par les personnes handicapées et de promouvoir le respect de leur dignité intrinsèque ». Le handicap y est défini comme l'interaction entre une incapacité durable (physique, mentale, intellectuelle ou sensorielle) et diverses barrières, pouvant faire obstacle à la participation pleine et effective à la société des individus. La CDPH revendique alors plusieurs principes généraux dont le respect de l'autonomie individuelle, la liberté de faire ses propres choix, la participation sociale et l'accessibilité.

Dans ce cadre, la participation sociale des personnes en situation de handicap constitue une des priorités de l'accompagnement qui leur est proposé. L'objectif est alors de faciliter l'accès à des activités comparables à celles de la population générale de même âge, de donner aux personnes la possibilité d'exercer leur autonomie et d'avoir une appartenance et une vie sociale (Carrier, 2003). En permettant aux individus de circuler librement entre les différents lieux de vie (travail, loisirs, domicile, etc.), l'autonomie des déplacements est un élément essentiel à la participation sociale.

Pourtant, les personnes présentant une déficience intellectuelle se déplacent rarement seules (Mengue-Topio & Courbois, 2011), limitées par des obstacles environnementaux (accessibilité, réticence de l'entourage familial, etc.) et des facteurs d'ordre cognitifs et émotionnels (Slevin, Lavery, Sines & Knox, 1998). Devenir autonome dans ses déplacements nécessite l'acquisition de stratégies de wayfinding efficaces telles que la capacité à planifier un déplacement, à le réaliser sans erreur et à pouvoir faire face aux éventuels imprévus en

réajustant son itinéraire. Ces différentes stratégies sont comparables à celles mobilisées par l'autorégulation en situation d'apprentissage. L'autorégulation permet à la personne de s'adapter à l'environnement en utilisant des stratégies telles que la planification, l'évaluation et l'ajustement des actions, la sollicitation d'aide extérieure en cas de difficultés, etc. Les recherches déjà réalisées auprès des personnes présentant une déficience intellectuelle montrent la présence de difficultés autorégulatrices. Par ailleurs, l'on sait aussi que les conditions d'apprentissage et les aides apportées ont une grande influence sur le développement des capacités autorégulatrices et sur les acquisitions réalisées.

Ainsi, nous nous demandons si les difficultés autorégulatrices des personnes présentant une déficience intellectuelle pourraient constituer une hypothèse explicative des difficultés de déplacements qui réduisent leur autonomie et leur participation sociale. Nous pensons également que l'étayage (hétérorégulation) et les situations proposés par l'environnement social, lors de l'apprentissage de cette capacité, peuvent avoir une influence non négligeable.

L'objectif de ce travail de recherche est donc d'étudier la navigation spatiale des personnes présentant une déficience intellectuelle sous l'angle de l'autorégulation et de l'hétérorégulation, lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel. Plus précisément, nous souhaitons évaluer si les difficultés de déplacements rencontrées par les personnes présentant une déficience intellectuelle sont en lien avec leur déficit d'autorégulation. En outre, nous voulons également analyser l'impact de l'hétérorégulation et observer dans quelle mesure celle-ci peut intervenir dans les difficultés de déplacements.

PLAN DE LA THÈSE

Ce travail de recherche se compose de sept chapitres organisés en trois parties : une partie théorique, une partie expérimentale et une partie de discussion générale.

La première partie est composée de trois chapitres présentant les bases théoriques et empiriques à partir desquelles nous avons développé notre problématique. Le premier chapitre propose une définition des processus d'autorégulation et d'hétérorégulation par l'intermédiaire des modèles de Zimmerman (2000) et de Nader-Grosbois (2007). Il apporte également des éléments de connaissance concernant le développement, l'influence et la variabilité des processus de régulation chez les enfants au développement typique et chez les personnes présentant une déficience intellectuelle. Le second chapitre est consacré à la cognition spatiale, c'est-à-dire aux connaissances qui permettent de se représenter l'environnement, dans le champ de la psychologie du développement et de la déficience intellectuelle. Il vise à définir la navigation spatiale et plus particulièrement le processus de wayfinding. Il décrit également les connaissances spatiales impliquées dans la représentation mentale de l'espace et dans la communication linguistique des informations spatiales par l'intermédiaire de la description d'itinéraires. Le troisième chapitre présente la problématique générale de ce travail de thèse en questionnant l'existence d'une relation entre l'autorégulation, l'hétérorégulation et le wayfinding chez les personnes présentant une déficience intellectuelle.

La seconde partie de ce travail est composée de trois chapitres se référant chacun à une étude expérimentale. La première recherche évalue l'autorégulation mise en œuvre lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires par des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle et des personnes au développement typique de même niveau de développement intellectuel et de même âge chronologique. La seconde étude analyse les liens entre l'hétérorégulation et l'autorégulation lors d'une situation interactive d'apprentissage d'itinéraires chez des dyades composées d'éducateurs spécialisés et d'adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle. Elle s'intéresse également au contenu des aides verbales apportées par les éducateurs. Enfin, la troisième recherche évalue l'impact de deux types d'aide verbale sur l'apprentissage d'itinéraires d'adolescents et de jeunes adultes

présentant une déficience intellectuelle et d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel.

La troisième et dernière partie de cette thèse constitue une synthèse et une discussion générale des résultats des trois études. Elle soulève également les limites inhérentes à ce travail et propose des perspectives de recherches futures ainsi que des implications pratiques pour l'accompagnement des personnes présentant une déficience intellectuelle.

CHAPITRE 1

L'AUTORÉGULATION ET L'HÉTÉRORÉGULATION

Les concepts d'autorégulation et d'hétérorégulation sont étudiés dans diverses approches : psychologie développementale, psychologie des apprentissages, psychologie du handicap, orthopédagogie, éducation cognitive, etc. Nous développons ici certains éléments que nous pensons importants pour une bonne compréhension des processus d'autorégulation et d'hétérorégulation notamment dans les champs de la psychologie développementale, de la psychologie des apprentissages et de la psychologie du handicap.

Ce chapitre s'articule autour de quatre grandes parties. Dans un premier temps, nous nous attacherons à définir le concept d'autorégulation et à exposer la manière dont celui-ci se développe. Nous aborderons également l'autorégulation dans le champ de la déficience intellectuelle. Dans un second temps, nous définirons le concept d'hétérorégulation et exposerons la manière dont l'environnement social, par son hétérorégulation, soutient le développement de l'autorégulation. Dans un troisième temps, nous présenterons deux modélisations des processus de régulation : le modèle proposé par Zimmerman (2000) et le modèle intégré de l'autorégulation et de l'hétérorégulation développé par Nader-Grosbois (2007), modèle que nous avons choisi comme référence pour ce travail de thèse. Enfin, dans un quatrième temps, nous aborderons, à l'aide des résultats issus des recherches réalisées dans le champ de l'autorégulation et de l'hétérorégulation, les domaines influencés par ces processus, leurs variabilités intra et interindividuelles ainsi que le lien entre autorégulation et hétérorégulation.

1. L'autorégulation

1.1. Définitions

Le processus d'autorégulation mobilise plusieurs dimensions du fonctionnement humain jouant toutes un rôle essentiel : cognitives, métacognitives, affectives et motivationnelles. Il nécessite, en outre, la mobilisation de ressources personnelles, environnementales et matérielles (Fiasse & Nader-Grosbois, 2009 ; Forgas, Baumeister & Tice, 2009 ; Nader-Grosbois, 2009).

Zimmerman (2000), dans le champ de la psychologie de l'apprentissage, définit l'autorégulation comme un processus se référant aux pensées auto-générées, aux sentiments et aux actions qui sont planifiées et adaptées à l'atteinte de buts personnels. L'autorégulation est vue ici comme un processus cyclique de sorte que les expériences précédentes sont utilisées pour s'ajuster aux suivantes. En psychologie du handicap, Whitman (1990a) définit l'autorégulation comme «un système complexe de réponses qui permet aux individus d'examiner leur environnement et leur répertoire de réponses pour s'adapter à leur environnement, en faisant des plans d'actions, en agissant, en évaluant la désirabilité des conséquences de l'action, et en révisant leurs plans si nécessaire ». Dans le même champ, Karoly et Kanfer (1997, cités par Nader-Grosbois, 2007a) définissent l'autorégulation comme « l'agrégat de processus par lesquels les variables psychologiques de la personne, son répertoire biologique et son environnement immédiat, sont interreliés en vue d'orienter ou de soutenir le comportement dirigé vers un but de l'organisme ». En outre, Nader-Grosbois (2009) définit l'autorégulation comme « un processus dynamique par lequel l'individu mobilise ses ressources personnelles, sociales et environnementales et par lequel il active plusieurs stratégies en résolution de problème divers ou en gestion de vie ».

A partir des différentes conceptions de l'autorégulation proposées dans la littérature, Nader-Grosbois (2007a) a identifié sept stratégies autorégulatrices, classées en trois groupes, pouvant être mobilisées en situation d'apprentissage ou de résolution de problème : (1) les stratégies autorégulatrices cognitives (identification de l'objectif, planification et exploration des moyens, autorégulation de l'attention et auto-évaluation) ; (2) les stratégies autorégulatrices socio-communicatives (solicitation et réponses de l'attention conjointe et régulation du comportement par des requêtes, des demandes d'aide ou d'approbation, par exemple) ; (3) les stratégies autorégulatrices motivationnelles. L'autorégulation est donc un

processus par lequel la personne, pour atteindre un objectif, planifie et anticipe son action, maintient son attention et sa motivation, évalue et ajuste ses actions et, lorsque c'est nécessaire, sollicite son environnement social en demandant de l'aide, de l'attention conjointe ou une approbation (Haelewyck & Palmadessa, 2009).

1.2.Développement de l'autorégulation

Les capacités autorégulatrices semblent se construire pendant la période sensori-motrice et préscolaire et se développent graduellement pour passer d'un contrôle d'abord externe, fourni par les adultes, à un autocontrôle efficace des comportements, par l'intégration progressive des normes sociales et le développement d'un stock de stratégies que l'enfant peut ensuite utiliser en fonction de la situation dans laquelle il se trouve (Bailleux & Paour, 2013 ; Bronson, 2000 ; Kopp, 1982).

Le développement de l'autorégulation semble fortement lié à celui des fonctions exécutives. Celles-ci correspondent à l'ensemble des processus impliqués dans le contrôle et la régulation du comportement et sont surtout mobilisées dans de nouvelles situations ou dans des situations non routinières (Danielsson, Henry, Rönnerberg & Nilsson, 2010 ; Noël, 2007). Dans leur modèle, Pennington & Ozonoff (1996) distinguent cinq composants des fonctions exécutives : la flexibilité (set-shifting), la planification/résolution de problème, la fluence, la mémoire de travail et l'inhibition/persévérance. Plus récemment, Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter et Wager (2000) ont proposé une modélisation des fonctions exécutives en trois facteurs, souvent citée dans la littérature, comprenant : l'inhibition, la mise à jour en mémoire de travail (updating) et la flexibilité (shifting). Ainsi, les fonctions exécutives réunissent les capacités nécessaires à la réussite de tâches complexes (définition des objectifs, planification, adaptation à l'environnement, inhibition de réponses non pertinentes, maintien de l'action jusqu'à la réalisation de la tâche, évaluation de la réponse et, si nécessaire, correction) (Eustache, Lambert & Viader, 1997).

Les origines de l'autorégulation sont basées sur la capacité cognitive de planification, fonction exécutive qui permet d'élaborer et de coordonner une séquence d'actions afin d'atteindre un but ou de résoudre un problème (Bronson, 2000 ; Gauvain & Rogoff, 1989 ; Szepkouski, Gauvain & Carberry, 1994). A l'âge préscolaire, vers deux ans, lorsque l'enfant est capable de représentation mentale, il peut identifier des objectifs, planifier des séquences d'actions et des événements de la vie quotidienne (Kopp, 1982 ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011 ; Parent, Gosselin & Moss, 2000). Le jeune enfant gagne en flexibilité et devient de plus

en plus capable de contrôler et réguler son comportement pour s'adapter à des changements de situation (Diaz, Neal & Amaya-Williams, 1990 ; Kopp, 1982). Ainsi entre 3 et 5 ans, l'enfant progresse en autorégulation et se montre plus performant dans ses capacités d'inhibition et de planification (Bronson, 2000 ; Garon, Bryson & Smith, 2008). Le développement de l'autorégulation se poursuit pendant l'enfance, l'adolescence et même ultérieurement et il peut présenter des variabilités selon l'âge, le niveau de développement et l'étayage offert par l'environnement (Nader-Grosbois, 2007a ; Vieillevoye, 2007).

Le développement de l'autorégulation est également fortement influencé par le langage qui est décrit par Vygotsky (1962, 1978, *cité par* Bronson, 2000) comme le moyen principal pour développer la compréhension et l'autorégulation. Dans un premier temps, l'enfant intériorise les instructions données par les adultes. Ensuite, il s'appuie progressivement sur ses propres verbalisations pour contrôler ses actions et ses pensées. Vers l'âge de six-sept ans, ces verbalisations s'internalisent progressivement en ce qu'on appelle un « discours privé » inaudible, ce qui marquerait une étape dans le développement de l'autorégulation (Alarcón-Rubio, Sánchez-Medina & Prieto-García, 2014 ; Bailleux & Paour, 2013 ; Bronson, 2000).

1.3. Autorégulation et déficience intellectuelle

Depuis plusieurs décennies, dans l'étude du fonctionnement cognitif des personnes présentant une déficience intellectuelle, deux grandes approches théoriques s'opposent : l'approche déficitaire issue de la psychologie cognitive et l'approche développementale issue de la psychologie du développement. La première tente de mettre en évidence des différences dans le développement des personnes présentant une déficience intellectuelle comparativement à la population typique alors que la deuxième, parle plutôt en terme de retard de développement (Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale (INSERM), 2016). Ainsi, concernant le développement de l'autorégulation chez les personnes présentant une déficience intellectuelle, deux hypothèses sont avancées (Vieillevoye, 2007) : (1) celle d'un déficit généralisé d'autorégulation sous-tendue par l'hypothèse d'un développement différent et (2) celle d'un déficit spécifique de certaines stratégies autorégulatrices sous-tendue par l'hypothèse d'un retard du développement.

Selon la première hypothèse, notamment défendue par Whitman (1990a et b), un déficit généralisé d'autorégulation serait à l'origine des difficultés de comportement adaptatif rencontrées par les personnes présentant une déficience intellectuelle. Ainsi, Whitman

(1990a) définit la déficience intellectuelle comme un trouble de l'autorégulation entraînant chez ces personnes des difficultés à agir indépendamment et, plus précisément, des difficultés à maintenir et à généraliser, dans des situations nouvelles, ce qu'elles ont appris. Pour lui, ce déficit d'autorégulation serait alimenté par les limites des compétences langagières présentes dans la déficience intellectuelle. Des résultats de recherche allant dans ce sens sont retrouvés dans la littérature. Ainsi, Nader-Grosbois (2014) observe que l'autorégulation globale et les stratégies autorégulatrices spécifiques sont moins élevées chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle comparativement à des enfants au développement typique, de même niveau de développement intellectuel, en situation de résolution de problème.

A l'inverse, selon la deuxième hypothèse, les personnes présentant une déficience intellectuelle disposeraient d'un niveau d'autorégulation globale similaire à celui des personnes au développement typique (Gilmore, Cuskelly & Hayes, 2003 ; Nader-Grosbois, 2007b ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011) mais certaines stratégies spécifiques seraient déficitaires comme l'identification de l'objectif, l'attention conjointe et la régulation du comportement (Nader-Grosbois & Vieillevoye, 2012 ; Vieillevoye & Nader-Grosbois, 2008).

Toutefois, il semblerait que le développement de l'autorégulation dépende de la période développementale dans laquelle il est étudié. En effet, dans les recherches s'intéressant aux enfants d'âge préscolaire, les résultats montrent souvent un développement de l'autorégulation similaire chez les enfants présentant une déficience intellectuelle comparativement à des enfants tout-venant ayant le même niveau de développement intellectuel (Nader-Grosbois, 2007b). Par contre, les recherches s'intéressant aux adolescents ou aux jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle pointent généralement des compétences autorégulatrices plus faibles que chez des personnes typiques de même niveau de développement intellectuel. Nader-Grosbois (2014) suggère ainsi, qu'aux périodes de développement sensorimoteur et symbolique, on puisse parler d'un retard de développement de l'autorégulation chez les enfants présentant une déficience intellectuelle alors qu'on parlera de différence de développement de l'autorégulation dans la période développementale de l'adolescence.

Cette opposition entre approche déficitaire et approche développementale tend progressivement à laisser la place à une approche plus récente, celle du neuroconstructivisme, basée sur l'analyse des trajectoires développementales et non plus sur les comparaisons de moyennes entre des participants appariés sur leur âge chronologique et/ou leur niveau de développement intellectuel (INSERM, 2016). A notre connaissance, aucune étude n'a encore

abordé le développement de l'autorégulation par l'intermédiaire de l'analyse des trajectoires de développement. Pourtant, cela pourrait apporter des éléments d'informations intéressants puisqu'il semblerait, que chez les personnes présentant une déficience intellectuelle, la trajectoire du développement de l'autorégulation prenne une autre voie que celle des personnes au développement typique. Ceci pourrait s'expliquer par l'impact des facteurs environnementaux et notamment par l'hétérorégulation fournie par l'environnement social, dont on sait qu'elle a un impact non négligeable sur les compétences autorégulatrices.

2. L'hétérorégulation

2.1. Définitions

Le concept d'hétérorégulation est défini par les tentatives d'étayage, de régulation, de médiation, de tutorat, fournies par le partenaire social (adulte, expert, etc.) envers la personne dans le cadre de situations interactives d'apprentissage ou de résolution de problème. L'hétérorégulation influence les stratégies autorégulatrices de l'enfant et/ou de l'apprenant (Nader-Grosbois, 2007a).

En s'appuyant sur différentes conceptions et travaux, Nader-Grosbois (2007a) a identifié sept stratégies hétérorégulatrices, classées en trois groupes, pouvant être utilisées par l'adulte ou l'expert en situation interactive d'apprentissage ou de résolution de problème : (1) les stratégies hétérorégulatrices cognitives (précision ou rappel de l'objectif, soutien à la planification et à l'exploration des moyens, hétérorégulation ou réactivation de l'attention et soutien à l'évaluation ou hétéro-évaluation); (2) les stratégies hétérorégulatrices socio-communicatives (sollicitations et réponses de l'attention conjointe et régulation de comportement ou aides en réponse aux requêtes) ; (3) les stratégies hétérorégulatrices motivationnelles. Pour Nader-Grosbois (2007a), un adulte ou un expert qui hétérorégule doit adapter ses stratégies d'étayage en fonction des besoins de la personne, préciser ou rappeler l'objectif, soutenir la planification des actions, réactiver l'attention, motiver la personne par des encouragements, inviter à l'évaluation de l'effet des actions et à leur ajustement.

2.2. Hétérorégulation soutenant le développement de l'autorégulation

L'environnement social a un impact sur l'autorégulation de la personne pouvant être favorable ou défavorable selon les attitudes et les comportements émis. Pour aider le développement de l'autorégulation, il faut utiliser une démarche pédagogique progressive

consistant à réduire l'apport d'aides externes pour permettre à la personne d'agir et de se réguler seule (Haelewyck & Palmadessa, 2007). Pour cela, les adultes utilisent diverses stratégies : préciser l'objectif de la tâche, guider l'exploration des moyens à disposition pour la résoudre, aider à planifier les actions, soutenir l'attention, la motivation et l'évaluation des actions, répondre ou initier l'attention conjointe et la régulation du comportement en donnant des consignes, en apportant une aide (Nader-Grosbois, 2007a).

Bruner (1983) décrit certaines étapes du processus d'étayage de l'adulte qui correspondent à certaines stratégies hétérorégulatrices et qui ont pour but de rendre l'enfant acteur de ses actions (Bailleux & Paour, 2013) : (1) éviter les distractions pour une meilleure attention ; (2) préciser le but et mettre à disposition des moyens concrets pour la réalisation de la tâche ; (3) rendre la tâche accessible suivant le succès ; (4) laisser de plus en plus de responsabilité pour résoudre la tâche, tout en encourageant les efforts et les réussites.

Pour permettre à l'enfant de devenir capable de s'autoréguler de manière indépendante, l'hétérorégulation doit être adaptée à ses compétences cognitives et autorégulatrices et les apprentissages proposés doivent se situer dans sa zone proximale de développement (ni trop simples, ni trop complexes). Celle-ci se définit par la distance entre ce que l'enfant peut faire seul et le niveau qu'il atteint lorsqu'il bénéficie de l'aide d'un adulte. En effet, c'est l'adéquation entre les capacités de l'enfant et la régulation de l'adulte qui constitue un terrain favorable au développement de l'autorégulation (Bailleux & Paour, 2013, 2016).

3. Modèles de l'autorégulation et de l'hétérorégulation

Nous présentons ici le modèle de l'autorégulation proposé par Zimmerman qui a servi de base au modèle intégré de l'autorégulation et de l'hétérorégulation élaboré par Nader-Grosbois que nous avons choisi comme modèle de référence dans ce travail de thèse.

3.1. Modèle sociocognitif de l'autorégulation, Zimmerman (2000)

Dans une perspective socio-cognitive, Bandura (1986) considère l'autorégulation comme l'interaction triadique de facteurs personnels, comportementaux et environnementaux. Ainsi, Zimmerman (2000) propose un modèle (figure 1) dans lequel il met en lien trois types d'autorégulation : (1) l'autorégulation personnelle qui correspond au contrôle et à l'ajustement des états cognitifs et affectifs ; (2) l'autorégulation comportementale définie par

les processus d'auto-observation et d'ajustement des actions (stratégies choisies pour réaliser une tâche donnée, planification des actions mises en œuvre, observation des effets de ces actions, ajustement de celles-ci) ; (3) l'autorégulation environnementale liée à l'observation et l'ajustement des conditions environnementales et/ou des résultats des actions (Cosnefroy, 2011 ; Nader-Grosbois, 2007a ; Zimmerman, 2000).

Dans ce modèle, Zimmerman (2000) insiste sur le fonctionnement cyclique de l'autorégulation. Il considère que les expériences précédentes (choix de stratégie, efficacité de celle-ci, atteinte du but, etc.) sont utilisées afin de réaliser des ajustements pour l'activité en cours de réalisation. Ces ajustements sont nécessaires en raison des modifications constantes des facteurs personnels, environnementaux et comportementaux. Aussi, l'autorégulation revêt deux formes : une forme proactive qui permet de se fixer des buts et des plans d'action et une forme rétroactive qui permet de corriger ou d'ajuster les actions ne conduisant pas à l'atteinte du but (Cosnefroy, 2011).

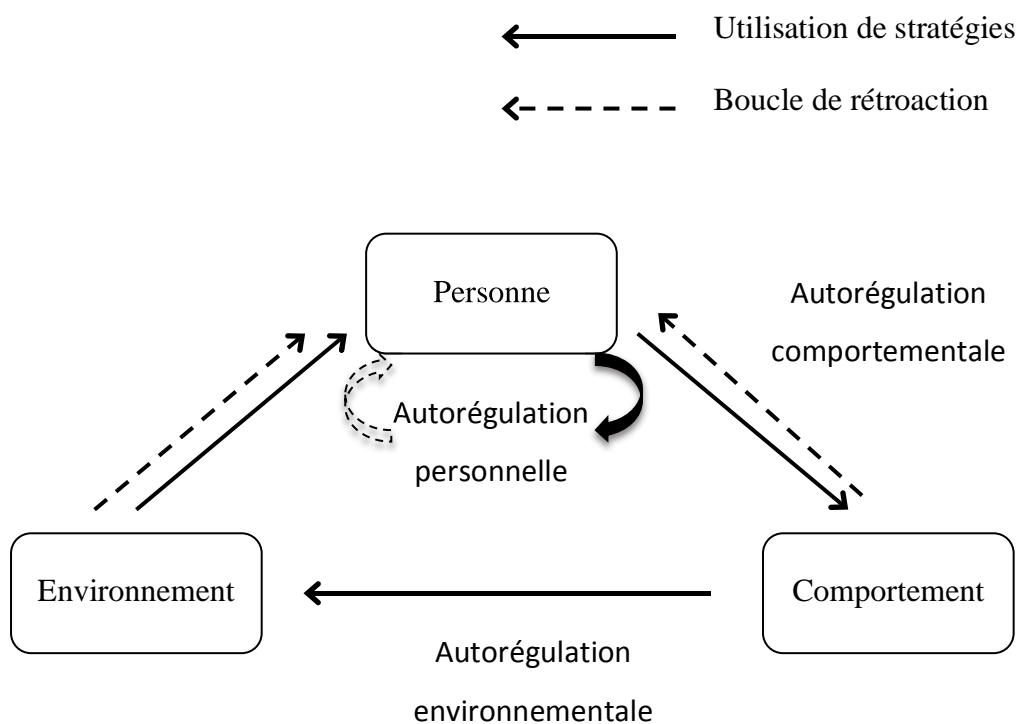


Figure 1.-Modèle triadique de l'autorégulation (Zimmerman, 2000, traduction libre)

3.2. Modèle intégré de l'autorégulation et de l'hétérorégulation, Nader-Grosbois (2007)

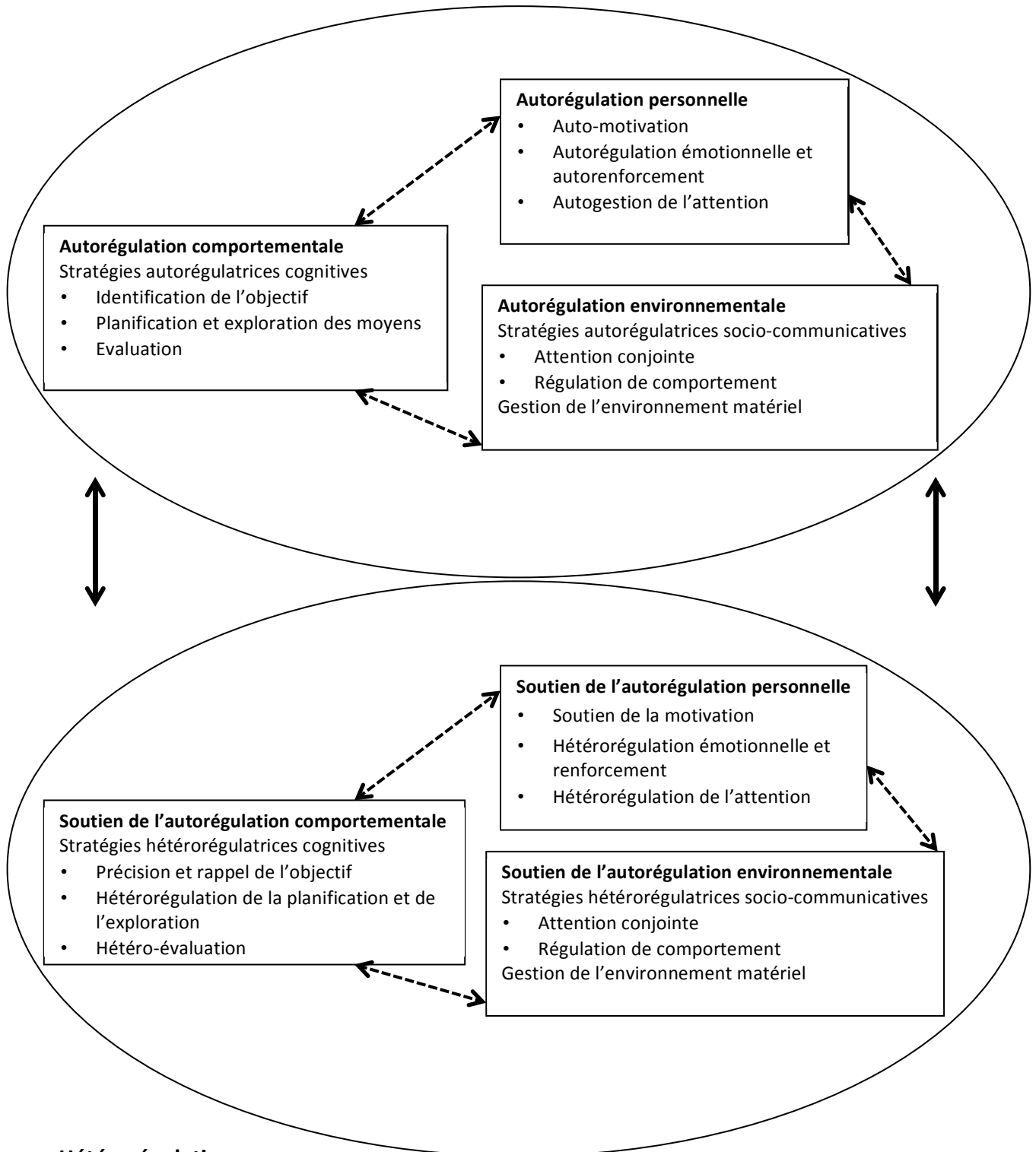
A partir des propositions de la littérature relevées dans les différents champs de la psychologie et de la pédagogie, Nader-Grosbois (2007a) a élaboré un modèle intégratif et dynamique de l'autorégulation et de l'hétérorégulation (figure 2). Celui-ci considère le caractère multidimensionnel des comportements (cognitifs, socio-communicatifs et motivationnels) pouvant être émis par l'apprenant et l'adulte en situation d'apprentissage ou de résolution de problème.

Il se base sur le modèle triadique de l'autorégulation élaboré par Zimmerman (présenté ci-dessus) dans le domaine de la psychologie de l'apprentissage et incluant : l'autorégulation comportementale (auto-observation, auto-ajustement de la méthode d'apprentissage selon le but), l'autorégulation personnelle (gestion des états cognitifs et affectifs) et l'autorégulation environnementale (ajustement des conditions d'apprentissage : environnement social et matériel). Ainsi, le modèle proposé par Nader-Grosbois se compose de trois catégories d'autorégulation et d'hétérorégulation dont les stratégies sont mises en parallèle (Nader-Grosbois, 2007a).

L'autorégulation comportementale correspond aux processus cognitifs individuels et comprend trois stratégies autorégulatrices cognitives : identification de l'objectif, planification et exploration des moyens et évaluation. L'identification de l'objectif permet de démarrer et d'orienter la tâche. Cette stratégie nécessite de savoir organiser le comportement en fonction des objectifs. Il s'agit de la première étape du processus d'autorégulation. Une fois l'objectif de la tâche identifié et fixé, les stratégies de planification se mettent en place. La planification et l'exploration des moyens nécessitent le choix de stratégies et de procédures nécessaires pour atteindre l'objectif. L'évaluation permet d'identifier les erreurs et d'ajuster les actions en conséquence (Vieillevoye, 2007). En parallèle, l'hétérorégulation soutenant l'autorégulation comportementale comprend trois stratégies d'étayage cognitif : précision ou rappel de l'objectif, incitation à la planification et à l'exploration des moyens et invitation à l'évaluation ou à l'hétéro-évaluation (Nader-Grosbois, 2007a).

Autorégulation

Sous-tendue par les caractéristiques et compétences individuelles



Hétérorégulation

Figure 2.-Modèle intégré de l'autorégulation et de l'hétérorégulation (Nader-Grosbois, 2007)

L'autorégulation personnelle implique la gestion individuelle et l'adaptation des états cognitifs et affectifs. Elle est composée de deux stratégies : auto-motivation et autogestion de l'attention. L'auto-motivation guide le comportement tout au long de la tâche (identification et choix de l'objectif, maintien du plan d'action malgré les efforts à fournir ou les obstacles). Elle implique donc la régulation émotionnelle, l'autorenforcement et le maintien de la motivation au long de la tâche. L'autogestion de l'attention se réfère au contrôle de l'attention et de la concentration sur la tâche (niveau d'attention fourni pendant la tâche) et à la capacité de résistance à la distraction (Vieillevoye, 2007). En vis-à-vis, l'hétérorégulation soutenant l'autorégulation personnelle inclut les stratégies de soutien de la motivation, les stratégies de régulation émotionnelle et de renforcement ainsi que les stratégies de réactivation de l'attention (Nader-Grosbois, 2007a).

L'autorégulation environnementale se manifeste par la mobilisation de l'environnement social selon les capacités à résoudre la tâche et les difficultés rencontrées. Elle est constituée de deux stratégies socio-communicatives : l'attention conjointe et la régulation du comportement (requêtes, demandes d'aide ou d'approbation). L'attention conjointe correspond aux moyens utilisés pour attirer l'attention de l'environnement social sur la tâche. La régulation du comportement consiste en l'utilisation de stratégies dirigées vers l'environnement social pour obtenir de l'aide, des explications, une approbation si cela s'avère nécessaire. En outre, l'autogestion de l'environnement intervient également (Vieillevoye, 2007). L'hétérorégulation soutenant l'autorégulation environnementale intègre les stratégies socio-communicatives de l'attention conjointe et de la régulation du comportement ainsi que la gestion de l'environnement matériel (Nader-Grosbois, 2007a).

Afin de permettre la mesure des processus d'autorégulation et d'hétérorégulation, Nader-Grosbois (2007a) a mis au point une grille d'analyse des stratégies autorégulatrices et hétérorégulatrices en situation d'apprentissage ou de résolution de problème. Ainsi, vingt-et-un comportements sont analysés permettant d'identifier les moyens par lesquels une personne mobilise les stratégies autorégulatrices cognitives, motivationnelles et socio-communicatives ainsi que le soutien à l'utilisation de ces stratégies offert par l'hétérorégulation d'un partenaire. L'utilisation de ce modèle et de sa grille d'analyse permet d'améliorer les connaissances concernant la dynamique tridimensionnelle des stratégies mises en œuvre au sein de dyades apprenant-adulte dans plusieurs situations (jeu, apprentissage, résolution de problème, etc.). En outre, cela permet également d'observer les variabilités interindividuelles et intra-individuelles de l'utilisation de ces stratégies selon les

caractéristiques des personnes (âge, niveau de développement intellectuel, développement atypique ou typique, etc.). Enfin, il s'agit également d'un moyen d'identifier les forces et les faiblesses de l'autorégulation de la personne et de mettre en place un programme d'intervention adapté favorisant un développement optimal des compétences autorégulatrices (Nader-Grosbois, 2007a).

4. Variabilités et influences de l'autorégulation et de l'hétérorégulation

Ces dernières années, les recherches concernant les processus d'autorégulation et d'hétérorégulation se sont multipliées. Elles portent sur les personnes au développement typique ou atypique, seules ou en interaction avec des pairs, leurs parents ou d'autres adultes et dans des situations variées (jeu, résolution de problème, etc.). Nous développons ici certaines de ces études, réalisées auprès d'enfants au développement typique et de personnes présentant une déficience intellectuelle, apportant des éléments de compréhension concernant la variabilité des processus de régulation, leur impact sur le développement et l'ajustement entre l'autorégulation et l'hétérorégulation.

4.1. Variabilité du niveau d'autorégulation

4.1.1. Les compétences autorégulatrices sont-elles d'un niveau similaire chez les personnes présentant une déficience intellectuelle et chez les personnes au développement typique de même niveau de développement ?

En ce qui concerne l'autorégulation globale, certaines études indiquent que les enfants présentant une déficience intellectuelle semblent disposer des mêmes compétences que des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel (Gilmore et al., 2003 ; Nader-Grosbois, 2007b ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011). À l'inverse, d'autres études pointent de plus faibles niveaux d'autorégulation globale chez les enfants présentant une déficience intellectuelle comparés à des enfants tout-venant de même niveau de développement intellectuel (Cuskelly, Zhang & Hayes, 2003 ; Nader-Grosbois, 2014 ; Nader-Grosbois & Vieillevoye, 2012 ; Vieillevoye & Nader-Grosbois, 2008).

Les résultats des recherches réalisées par Nader-Grosbois et ses collaborateurs concernant les stratégies spécifiques d'autorégulation (identification de l'objectif, planification, attention conjointe, régulation du comportement, attention, motivation et

évaluation) varient selon les études. Ainsi, en situation de jeu symbolique, Nader-Grosbois et Vieillevoye (Nader-Grosbois & Vieillevoye, 2012 ; Vieillevoye & Nader-Grosbois, 2008), montrent que les enfants présentant une déficience intellectuelle présentent des niveaux d'autorégulation équivalents à ceux d'enfants tout-venant de même niveau de développement intellectuel pour certaines stratégies (planification, attention, motivation, évaluation) et des niveaux d'autorégulation inférieurs pour d'autres (identification de l'objectif, attention conjointe, régulation du comportement). Dans d'autres études, évaluant l'autorégulation en situation de résolution de problème, les résultats pointent soit un plus faible niveau d'autorégulation pour l'ensemble des stratégies autorégulatrices chez les enfants présentant une déficience intellectuelle par rapport aux enfants tout-venant de même niveau de développement intellectuel (Nader-Grosbois, 2014), soit une absence de différence entre ces deux groupes (Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011).

Ces différences de résultats sont à mettre en lien avec les variations individuelles observées dans la mobilisation de l'autorégulation mais également avec le fait que les stratégies autorégulatrices fluctuent selon le contexte, le type de tâche et le type de support (matériel vs informatique) utilisés (Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011; Nader-Grosbois & Thomée, 2006 ; Nader-Grosbois & Vieillevoye, 2012 ; Vieillevoye & Nader-Grosbois, 2008). Par exemple, Nader-Grosbois et Lefèvre (2011) ont montré un effet du support sur l'autorégulation de personnes présentant une déficience intellectuelle et d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel. Dans leur étude, les participants réalisaient quatre tâches de résolution de problème (encastrement, puzzle, association et Memory) sur support informatique et avec du matériel physique. Leurs résultats mettent en évidence que dans les deux groupes de participants, les stratégies autorégulatrices attentionnelles et d'évaluation sont davantage mobilisées sur le support informatique que sur le support physique. A l'inverse, le support physique favorise la mobilisation des stratégies autorégulatrices d'attention conjointe.

4.1.2. L'âge chronologique a-t-il un effet sur le niveau d'autorégulation ?

Chez les personnes au développement typique, certaines études mettent en évidence un lien positif entre l'autorégulation globale et l'âge chronologique (Nader-Grosbois, 2014). Dans le champ de la déficience intellectuelle, les compétences autorégulatrices n'apparaissent pas liées à l'âge chronologique mais au niveau de développement intellectuel (Ballé, 2015 ; Nader-Grosbois, 2007b, 2014 ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011). Ainsi, l'autorégulation

s'améliore avec l'augmentation du niveau de développement intellectuel. D'après les résultats de ces recherches, chez les personnes présentant une déficience intellectuelle, l'expérience de longueur de vie, mesurée par l'âge chronologique, ne semble pas influencer leurs capacités d'autorégulation. Toutefois, Letalle, Longobardi et Courbois (2014) mettent en évidence un effet de l'âge chronologique sur les compétences d'autorégulation en comparant trois groupes de participants présentant une déficience intellectuelle, âgés de 8, 12 et 20 ans et appariés sur leur niveau de développement intellectuel. Le groupe le plus âgé obtient un niveau d'autorégulation plus faible que les deux autres en situation de résolution de problème. En l'absence d'un groupe contrôle composé d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel, il est cependant difficile de conclure assurément à un développement différent de l'autorégulation chez ces personnes.

4.2. Domaines influencés par le processus d'autorégulation

L'autorégulation est l'une des quatre sous-composantes de l'autodétermination qui se définit comme « les habiletés et les attitudes requises chez une personne lui permettant d'agir directement sur sa vie en effectuant librement des choix non influencés par des agents externes indus » (Wehmeyer, 1996 *cité par* Lachapelle & Wehmeyer, 2003). L'autorégulation participe ainsi au développement de l'autodétermination, et de ce fait, elle est impliquée dans la participation des personnes aux décisions concernant leur vie. En effet, l'autorégulation contribue au développement de l'autonomie et donc à l'obtention d'une meilleure autodétermination qui a un rôle non négligeable sur la qualité de vie. Il est donc primordial d'identifier les stratégies autorégulatrices des personnes afin de rendre compte des stratégies facilement mobilisées et de celles posant davantage problème. Cette connaissance permet d'intervenir auprès de ces personnes pour les aider à améliorer leur autorégulation et en conséquence leur autodétermination (Nader-Grosbois & Leveau, 2009 ; Wehmeyer, Lachapelle, Boisvert, Leclerc & Morrissette, 2001).

L'autorégulation est un processus retentissant dans de multiples domaines. Les études conduites chez des enfants au développement typique montrent par exemple que l'autorégulation influence la réussite et les apprentissages scolaires, le fonctionnement adaptatif, la santé mentale, les développements moteurs, langagiers et cognitifs (Becker, Miao, Duncan & McClelland, 2014 ; Buckner, Mezzacappa & Beardslee, 2009 ; Degangi, Breinbauer, Roosevelt, Porges & Greenspan, 2000 ; Guimard, Hubert, Crusson-Pondeville & Nocus, 2012). En outre, un bon niveau d'autorégulation semble favoriser un meilleur

développement et un meilleur ajustement à l'environnement. En effet, dans son étude, Lengua (2002) met en évidence un lien entre l'autorégulation et la capacité d'adaptation de l'enfant face à des facteurs de risque démographiques (revenus familiaux, parent isolé, niveau d'éducation de la mère, etc.), psychosociaux (événements de vie négatifs, dépression maternelle) et environnementaux (qualité de l'environnement). Un haut niveau d'autorégulation agit comme un facteur de protection et engendre une plus faible vulnérabilité aux effets de ces risques multiples. Ainsi, les compétences autorégulatrices manifestées pendant la petite enfance et l'enfance ont une incidence sur le développement ultérieur. Enfin, les capacités autorégulatrices d'un individu ont un effet sur la perception qu'ont les autres de ses compétences. Ainsi, concernant l'adaptation scolaire, Rimm-Kaufman, Curby, Grimm, Nathanson et Brock (2009) indiquent que le niveau d'autorégulation des enfants à l'école maternelle influence la perception de l'enseignant concernant leurs capacités d'autocontrôle comportemental et cognitif et leurs habitudes de travail.

Dans le champ de la déficience intellectuelle, les recherches indiquent que le niveau d'autorégulation joue un rôle important dans les expériences éducatives précoces et l'adaptation à l'école. Ainsi, McIntyre, Blacher et Baker (2006) montrent que des enfants avec déficience intellectuelle, présentant de plus faibles niveaux d'autorégulation que des enfants tout-venant, vivent des premières expériences scolaires moins positives et s'adaptent moins bien à la première année de scolarisation. Ceci est confirmé par le discours des enseignants qui rapportent plus de comportements problèmes, des relations élève-enseignant plus pauvres ainsi que de moins bonnes habiletés sociales. D'ailleurs, dans une étude portant sur des enfants et adolescents présentant une déficience intellectuelle, Tremblay, Richer, Côté, Lachance et Poulin, (2004) mettent en évidence un lien positif entre l'autorégulation du comportement et les compétences sociales.

L'autorégulation semble donc avoir une influence qui touche tous les secteurs de la vie et du développement. Pour favoriser le développement de compétences autorégulatrices efficaces, il est nécessaire d'apporter aux personnes des situations propices ainsi qu'une hétérorégulation adaptée.

4.3. Impact de l'hétérorégulation

L'hétérorégulation apportée par un adulte ou un pair a des conséquences sur le développement des compétences de l'enfant (fonctions exécutives, stratégies de résolution, autorégulation, performance, etc.) et ce dès le plus jeune âge.

Ainsi, dans une étude portant sur de très jeunes enfants au développement typique, Bernier, Carlson et Whipple (2010) montrent que le soutien à l'autonomie apporté par les parents entre 12 et 15 mois est un fort prédicteur des fonctions exécutives (mémoire de travail, contrôle de l'impulsivité et flexibilité) de l'enfant à l'âge de 18 et 26 mois. Les auteurs soulignent que les relations parents-enfants peuvent avoir un impact important sur le développement des capacités d'autorégulation de l'enfant. Stright, Neitzel, Sears et Hoke-Sinex (2001) mettent en évidence que l'hétérorégulation, sous la forme d'instructions parentales, dispensées dans le cercle familial lors d'une situation de résolution de problème, agit sur l'autorégulation de l'enfant à l'école. Ils ont évalué l'efficacité des instructions parentales, notamment le contenu métacognitif, la manière de fournir les instructions et le soutien émotionnel, sur le développement de l'autorégulation d'enfants, au développement typique, âgés de 8 ans. Leurs résultats montrent que la façon dont les consignes parentales sont données prédit la demande d'aide et l'attention aux instructions en classe. Si les instructions fournies par les parents insistent sur le contenu métacognitif (informations sur la tâche et les stratégies), sont présentées de manière compréhensible et avec un soutien émotionnel, cela prédit un meilleur contrôle de l'enfant (vérification du travail, détection des erreurs, correction et ajustement des stratégies), une meilleure participation en classe et cela favorise l'utilisation d'un discours métacognitif intériorisé.

L'étude de Fletcher, Huffman et Bray (2003), réalisée chez des enfants présentant une déficience intellectuelle (11 et 17 ans) et des enfants au développement typique (7, 9, 11 et 17 ans), montre que le type d'aide (aucune, verbale, physique, physique et verbale) a un impact sur l'utilisation de stratégies de résolution lors d'une tâche de mémorisation. Ainsi, l'apport d'une aide physique et verbale permet aux jeunes présentant une déficience intellectuelle âgés de 11 ans d'utiliser des stratégies similaires à celles des enfants au développement typique âgés de 7 ans. En outre, avec une aide physique et verbale, les participants âgés de 17 ans utilisent des stratégies efficaces à la même fréquence dans les deux groupes. Ces chercheurs insistent sur l'importance d'apporter une aide favorisant l'auto-découverte de stratégies de résolution efficaces pour qu'elles soient plus facilement retenues et transférées à d'autres situations chez les personnes présentant une déficience intellectuelle.

Ces différentes recherches montrent donc que l'hétérorégulation de l'adulte influence le développement de l'autorégulation et des compétences de l'enfant. D'autres études se sont intéressées à l'impact de l'hétérorégulation fournie par enfant à un pair de même niveau de développement intellectuel. Par exemple, Vieillevoye et Nader-Grosbois (2009) montrent

qu'en situation de jeu symbolique dyadique, l'hétérorégulation apportée par l'enfant à son partenaire améliore le niveau de jeu symbolique de ce dernier tant chez les dyades d'enfants présentant une déficience intellectuelle que chez les dyades d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel.

Enfin, il est important de noter que l'impact de l'hétérorégulation peut être favorable ou défavorable à la performance de l'enfant, comme cela est mis en évidence par Nader-Grosbois, Normandeau, Ricard-Cossette et Quintal (2008). Ces auteurs ont évalué l'hétérorégulation parentale et l'autorégulation d'enfants au développement typique âgés de 7 ans en situation de résolution de problème sur support informatique. Leurs résultats révèlent que l'hétérorégulation globale et les stratégies hétérorégulatrices soutenant l'identification de l'objectif, l'attention conjointe et la motivation sont liées positivement à la performance de l'enfant. À l'inverse, les stratégies hétérorégulatrices soutenant la planification sont corrélées négativement à la performance, de sorte qu'un excès de comportements directifs des parents concernant la planification des actions et l'exploration des moyens nuit à la performance de l'enfant.

4.4. Variabilité du niveau d'hétérorégulation

4.4.1. Variabilité de l'hétérorégulation en fonction des caractéristiques de l'enfant

Lemétayer et Lanfranchi (2006) se sont intéressés aux pratiques parentales envers de jeunes enfants (âgés entre 2 et 4 ans) de même niveau de développement intellectuel présentant ou non une déficience intellectuelle lors d'une situation de jeu d'encastres. Leurs résultats mettent en évidence une similarité des interventions parentales dans les deux groupes. Cela rejoint les résultats de plusieurs études réalisées par Nader-Grosbois et ses collaborateurs montrant que l'hétérorégulation de parents ou d'un expérimentateur ne diffère pas selon que l'enfant présente ou non une déficience intellectuelle (Nader-Grosbois, 2007b ; Nader-Grosbois & Thomée, 2006). De même, lors d'une situation de résolution de problème sur support informatique et matériel, réalisée par des dyades parent-enfant, Nader-Grosbois et Lefèvre (2012) n'observent pas de différence du niveau d'hétérorégulation globale fourni entre les parents d'enfants présentant une déficience intellectuelle et les parents d'enfants au développement typique, de même niveau de développement intellectuel. En outre, aucune différence n'est relevée concernant les stratégies hétérorégulatrices, excepté pour la stratégie sociale de régulation du comportement. Ainsi, les parents d'enfants présentant une déficience

intellectuelle fournissent davantage d'aides que les parents d'enfants au développement typique.

Qu'en est-il concernant l'hétérorégulation fournie par des enfants présentant ou non une déficience intellectuelle à un pair de même niveau de développement intellectuel ? En situation de jeu symbolique dyadique, Vieillevoye et Nader-Grosbois (2009) ont comparé des dyades d'enfants présentant une déficience intellectuelle à des dyades d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel (4 ans en moyenne). Elles mettent en évidence une variabilité de l'hétérorégulation globale selon les dyades. Ainsi, les enfants présentant une déficience intellectuelle présentent un niveau d'hétérorégulation globale plus faible que les enfants tout-venant. Une variabilité s'observe également au sein des stratégies hétérorégulatrices mises en œuvre. Certaines sont moins utilisées par les enfants présentant une déficience intellectuelle que par les enfants tout-venant (soutien à l'attention conjointe, l'exploration et la planification, la régulation du comportement) alors que les autres sont autant mobilisées dans les deux groupes (soutien à l'identification de l'objectif, l'attention, la motivation et l'évaluation). En outre, les résultats montrent également que chez les enfants présentant une déficience intellectuelle, le niveau d'hétérorégulation globale est corrélé positivement au niveau de développement intellectuel, au langage et au niveau de jeu symbolique dyadique.

Plusieurs études se sont intéressées à la variabilité du niveau d'hétérorégulation en fonction de l'âge chronologique, du niveau de développement intellectuel, du niveau de langage et de la performance de l'enfant. Ainsi, Guralnick, Neville, Hammond et Connor (2008) montrent que lors d'une tâche de construction et en situation de jeu, les mères adaptent leur communication sociale aux caractéristiques développementales (cognition et langage) de leur enfant présentant une déficience intellectuelle légère, âgé de 4 à 6 ans. De même, Nader-Grosbois et Lefèvre (2012) mettent en évidence une variabilité de l'hétérorégulation globale des parents en fonction de certaines caractéristiques de leurs enfants. Plus précisément, pour les enfants présentant ou non une déficience intellectuelle, l'hétérorégulation globale fournie par les parents est négativement liée à leur niveau de développement intellectuel et à leur performance lors d'une tâche de résolution de problème. Par contre, ces auteurs n'observent pas de liens significatifs entre l'hétérorégulation et le niveau de langage des enfants.

4.4.2. Variabilité de l'hétérorégulation parentale en fonction du sexe du parent

L'étude de Nader-Grosbois et al. (2008) met en évidence une variabilité de l'hétérorégulation parentale envers des enfants au développement typique âgés de 7 ans lors d'une situation de résolution de problème sur support informatique. Ainsi, le niveau d'hétérorégulation globale des mères est plus important et plus directif que celui des pères. De même, certaines stratégies hétérorégulatrices sont davantage utilisées par les mères telles que le soutien de la planification, la sollicitation de l'attention conjointe, la réactivation de l'attention et l'évaluation. A l'inverse, s'agissant de l'hétérorégulation parentale envers des enfants présentant ou non une déficience intellectuelle lors d'une tâche de résolution de problème sur support informatique et avec du matériel physique, Nader-Grosbois et Lefèvre (2012) n'observent pas de différence du niveau d'hétérorégulation globale et des stratégies hétérorégulatrices entre les pères et les mères, excepté pour la stratégie sociale de régulation de comportement. Ainsi, les mères fournissent davantage d'aides que les pères aux enfants des deux groupes.

4.4.3. Variabilité de l'hétérorégulation en fonction du support de présentation du matériel

Les études réalisées par Nader-Grosbois et ses collaborateurs, en contexte de situation de résolution de problème utilisant du matériel informatique et physique, ne montrent pas d'effet du support sur l'hétérorégulation globale des parents envers leur enfant présentant ou non une déficience intellectuelle (Nader-Grosbois & Lefèvre, 2012 ; Nader-Grosbois & Thomée, 2006). Par contre, un effet du support est mis en évidence sur les stratégies hétérorégulatrices de planification et d'évaluation dans les deux groupes (Nader-Grosbois & Lefèvre, 2012). Ainsi, lorsque les enfants réalisent la tâche de résolution de problème sur support informatique, les parents apportent davantage de soutien aux stratégies de planification des actions et d'exploration des moyens que lorsque la tâche est réalisée avec du matériel physique. A l'inverse, l'utilisation du support informatique induit un moindre soutien de l'évaluation des actions de la part des parents comparativement au matériel physique.

Les processus d'autorégulation et d'hétérorégulation sont donc utilisés de manière variable selon les situations et les caractéristiques des personnes. Leurs conséquences sont multiples tant sur le plan du développement et de l'adaptation que sur les performances. En outre, lors de situations interactives, il est nécessaire que les niveaux d'autorégulation et d'hétérorégulation s'ajustent l'un à l'autre pour être les plus efficaces possible. En effet,

l'ajustement de ces deux processus influence le développement de l'autorégulation et les performances.

4.5. Ajustements entre l'autorégulation et l'hétérorégulation

Les études réalisées dans divers contextes (apprentissage, résolution de problème), avec des adultes et des enfants présentant une déficience intellectuelle et des enfants au développement typique, montrent d'une manière générale des liens entre l'hétérorégulation de l'adulte (parent, éducateur) et l'autorégulation de l'enfant.

Ainsi, chez des enfants au développement typique, âgés de 7 ans, réalisant une tâche d'apprentissage sur support informatique avec leurs parents, Nader-Grosbois et al. (2008), observent que la réussite de l'enfant à la tâche est corrélée positivement à un bon ajustement entre l'hétérorégulation parentale et l'autorégulation de l'enfant. Les résultats mettent en évidence certains liens négatifs entre l'hétérorégulation et l'autorégulation pour les stratégies de planification et d'évaluation et des liens positifs pour l'attention conjointe et la motivation.

Les études réalisées auprès de dyades parent-enfant, lors d'une situation de résolution de problème, montrent également un ajustement entre l'hétérorégulation et l'autorégulation. Ainsi, l'hétérorégulation s'accorde à l'autorégulation tant pour les enfants présentant une déficience intellectuelle que pour les enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel (Nader-Grosbois & Thomée, 2006). Plus précisément, des liens négatifs sont observés entre les stratégies autorégulatrices et hétérorégulatrices d'identification de l'objectif, de planification, de régulation du comportement, d'attention et d'évaluation. En outre, pour l'attention conjointe, l'hétérorégulation est corrélée positivement à l'autorégulation (Nader-Grosbois & Lefèvre, 2012). Ces différents résultats sont également confirmés par l'étude de Letalle et al. (2014) portant sur des dyades composées d'éducateurs et d'enfants présentant une déficience intellectuelle lors d'une situation de résolution de problème, excepté pour les stratégies sociales de régulation du comportement pour lesquelles ces auteurs ne retrouvent pas de lien entre l'autorégulation et l'hétérorégulation.

Par ailleurs, au niveau de l'ajustement de l'autorégulation et de l'hétérorégulation, en contexte de jeu symbolique, chez des dyades d'enfants avec déficience intellectuelle et des dyades d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel, Vieillevoye et Nader-Grosbois (2009) observent une co-régulation positive entre l'hétérorégulation et l'autorégulation globales. Plus l'hétérorégulation de l'enfant envers son

pair est importante, plus le partenaire s'autorégule. Dans les dyades d'enfants présentant une déficience intellectuelle, ce lien positif entre hétérorégulation et autorégulation est observé pour l'ensemble des stratégies spécifiques de régulation (identification de l'objectif, planification, attention conjointe, régulation du comportement, attention, motivation et évaluation). Par contre, dans les dyades d'enfants au développement typique seules les stratégies d'identification de l'objectif, de planification, d'attention conjointe et d'évaluation sont corrélées positivement.

En résumé, l'autorégulation est un processus permettant de s'adapter à l'environnement par la mobilisation de stratégies cognitives, socio-communicatives et motivationnelles. Ce processus se construit pendant la période sensori-motrice et préscolaire et se développe tout au long de la vie. L'autorégulation influence de nombreux domaines comme, par exemple, l'apprentissage scolaire, le développement du langage et les compétences sociales. En outre, elle varie en fonction du niveau de développement intellectuel de la personne, du contexte et des tâches proposées. Le développement de l'autorégulation est également influencé par l'hétérorégulation, c'est-à-dire par l'étayage apporté par l'environnement social. Ainsi, l'hétérorégulation peut avoir un impact favorable ou défavorable sur le développement des compétences autorégulatrices. Pour être bénéfique, elle doit s'adapter aux compétences et au niveau d'autorégulation de la personne. Enfin, les recherches effectuées, auprès de personnes présentant une déficience intellectuelle, mettent en évidence qu'elles présentent des difficultés d'autorégulation comparativement à des individus typiques de même niveau de développement intellectuel.

CHAPITRE 2

LA COGNITION SPATIALE

Se déplacer est une activité de la vie quotidienne. Être autonome dans ses déplacements, c'est-à-dire pouvoir naviguer sans aide au sein d'environnements familiers ou non (Mengue-Topio & Courbois, 2011), est une capacité reconnue par beaucoup comme essentielle pour l'indépendance et la participation sociale (Courbois, Blades, Farran & Sockeel, 2013a ; Courbois, Mengue-Topio & Sockeel, 2013b ; Mengue-Topio, Courbois, Farran & Sockeel, 2011 ; Sohlberg, Fickas, Hung & Fortier, 2007). Les compétences nécessaires à l'exercice d'une navigation autonome sont étudiées dans le champ de la cognition spatiale. Ce concept se réfère au sous-ensemble de connaissance qui permet aux personnes de se représenter leur espace environnemental immédiat ou éloigné (Denis, 1997). Les connaissances spatiales peuvent être considérées sous plusieurs formes : par la représentation mentale que nous nous faisons de l'espace, par le langage que nous utilisons pour communiquer des informations spatiales ou encore par la représentation sous forme de cartes ou de plans.

Ce chapitre est composé de deux parties. Dans la première, nous nous intéresserons aux formes que prennent les connaissances spatiales élaborées à partir des déplacements dans un environnement donné. Plus précisément, nous définirons ce qu'est le wayfinding ainsi que les différentes connaissances spatiales qui nous permettent de nous déplacer. Nous verrons ensuite comment se développe la connaissance spatiale chez les personnes au développement typique. Puis, nous ferons le point sur les données de recherches disponibles au sujet de la connaissance spatiale et de la navigation chez les personnes présentant une déficience intellectuelle. Dans la deuxième partie, nous aborderons l'extériorisation des connaissances spatiales sous une forme linguistique. Plus précisément, nous nous intéresserons à la description d'itinéraires. Après avoir défini ce qu'est une description d'itinéraires, nous aborderons une méthode d'analyse des descriptions élaborée par Denis (1997). Enfin, nous présenterons quelques résultats de recherches conduites sur les descriptions d'itinéraires chez les adultes, les enfants et les personnes présentant une déficience intellectuelle

1. La représentation mentale de l'espace

1.1. *Le wayfinding*

La navigation spatiale est une tâche qui consiste en un mouvement de soi coordonné et dirigé vers un but à travers l'environnement (Mengue-Topio et al., 2011 ; Montello, 2005). Cette activité implique la planification et l'exécution de mouvements. Afin de pouvoir naviguer, nous utilisons simultanément nos capacités cognitives pour percevoir, mémoriser, raisonner dans l'espace, ainsi que nos capacités motrices afin de produire un mouvement efficace. Montello (2005) distingue et définit deux composants dans la navigation : la *locomotion* et le *wayfinding*.

La locomotion est un mouvement coordonné du corps dans l'environnement proximal, c'est-à-dire, l'environnement qui est directement accessible à notre système sensori-moteur à un moment donné. La locomotion implique de résoudre différents problèmes comportementaux comme identifier les surfaces sur lesquelles nous marchons, éviter les obstacles, diriger nos mouvements vers des points de repère visibles, etc.

Le wayfinding est un mouvement planifié et dirigé du corps vers un but dans l'environnement proche et/ou distant. Il s'effectue en fonction d'une destination à atteindre qui est bien souvent située en dehors de l'environnement immédiat, directement accessible à au système sensori-moteur de l'individu. Pour Golledge (1999, *cité par* Denis, 2016), le wayfinding est le processus par lequel une personne détermine et suit un trajet entre un point d'origine et une destination. Une personne qui fait du wayfinding résout des problèmes qui nécessitent une planification et une prise de décisions explicites. Il peut s'agir de choisir quelle route emprunter, de se déplacer vers des points de repère distaux, de créer des raccourcis, de planifier et de programmer un itinéraire, etc.

Gomez, Montoro, Torrado et Plaza (2015) décrivent le wayfinding comme un processus en quatre étapes : (a) l'orientation (déterminer sa propre position dans l'environnement) ; (b) la prise de décision (sélectionner la direction correcte vers où aller) ; (c) le contrôle du parcours (vérifier si le parcours mène ou non à la destination) et (d) la reconnaissance de la destination. Ainsi, le wayfinding peut être considéré comme une activité de résolution de problème complexe où l'on cherche à atteindre un but défini qui n'est pas forcément visible dans notre environnement proche. Chaque jour, nous résolvons des tâches de wayfinding comme la recherche, l'exploration, le suivi d'itinéraire, la planification de

parcours, etc. Wiener, Büchner et Hölscher (2009) ont proposé une taxonomie des tâches de wayfinding auxquelles les humains peuvent être confrontés.

1.2. Taxonomie de Wiener, Büchner et Hölscher (2009)

En partant des taxonomies déjà existantes et de la définition de la navigation en deux composants proposée par Montello (2005), Wiener et al. (2009) ont proposé une classification des tâches de wayfinding basée sur le niveau de connaissance spatiale impliqué dans celles-ci (figure 3). En particulier, ils ont tenu compte de trois niveaux de connaissances : (a) la connaissance d'un point dans l'espace (ex : point de repère, destination) ; (b) la connaissance d'une séquence de points ou de l'itinéraire (ex : chemin vers une destination) et (c) la connaissance d'une zone de l'environnement ou de la configuration (ex : connaissance de la relation spatiale entre au moins deux points).

En premier lieu, Wiener et al. (2009) opèrent une distinction basée sur le niveau d'aide fourni au navigateur. Ils séparent ainsi le *wayfinding aidé* du *wayfinding non aidé*.

1.2.1. Wayfinding aidé vs non aidé

Le *wayfinding aidé* correspond à la navigation assistée par des aides externes comme des cartes, des panneaux signalétiques ou des instructions directionnelles (GPS, par exemple).

Concernant le *wayfinding non aidé*, Wiener et al. (2009) définissent deux sous-classes en fonction du but du navigateur. Ils distinguent le wayfinding sans destination spécifique appelé *wayfinding non dirigé* et le wayfinding avec destination(s) spécifique(s) appelé *wayfinding dirigé*. Ainsi par exemple, si on explore un nouvel environnement afin d'étudier sa configuration ou si on se promène dans un environnement familier, nous sommes en situation de wayfinding non dirigé. A l'inverse, lorsqu'on se rend sur notre lieu de travail ou si on recherche un magasin précis dans un quartier peu connu d'une ville, nous sommes en situation de wayfinding dirigé. Ces deux sous-classes de wayfinding se distinguent également quant au critère d'arrêt de la navigation. Dans le *wayfinding dirigé*, le critère d'arrêt est bien défini et correspond à l'atteinte de la destination cible alors que dans le *wayfinding non dirigé*, le critère d'arrêt est défini par le navigateur (ex : décider d'arrêter de se promener, fatigue, etc.) ou par des contraintes externes (ex : temps limité, météo, etc.).

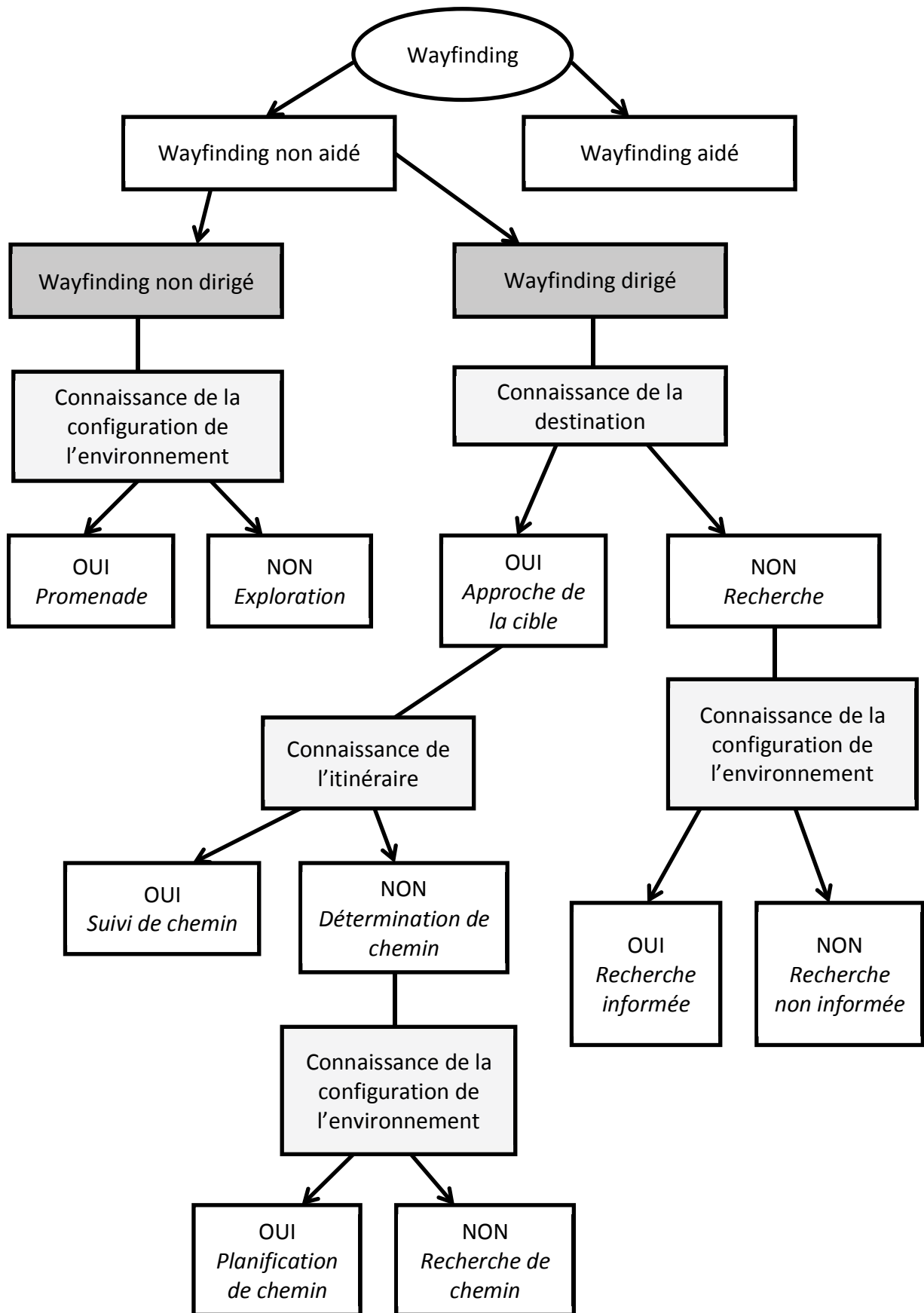


Figure 3.-Représentation de la taxonomie de Wiener, Büchner et Hölscher (2009)

Wiener et al. (2009) considèrent ensuite le *wayfinding dirigé* et *non dirigé* en fonction des trois niveaux de connaissance spatiale du navigateur : la connaissance de la destination, la connaissance du trajet qui mène à la destination et la connaissance de la configuration de l'environnement ou carte cognitive. Les deux premiers niveaux de connaissance concernent uniquement le *wayfinding dirigé*, dans lequel une destination est spécifiée.

1.2.1.1. Wayfinding non dirigé

Au sein des tâches de *wayfinding non dirigé*, Wiener et al. (2009) distinguent deux sous-classes en fonction de la connaissance de la configuration de l'environnement. Ainsi, un navigateur se déplaçant sans destination spécifique au sein d'un environnement connu est en situation de *promenade pour le loisir, de balade* (exemple : balade en centre-ville ou en campagne). A l'inverse, une personne se déplaçant sans destination spécifique dans un environnement inconnu réalise une *tâche d'exploration*, afin de se créer une représentation de l'environnement. Par exemple, cela peut être le cas lorsqu'on déménage dans une nouvelle ville ou lors de vacances lorsqu'on visite les alentours de notre lieu d'hébergement.

1.2.1.2. Wayfinding dirigé

Au sein du *wayfinding dirigé*, c'est-à-dire quand le navigateur s'oriente vers une destination définie, une première distinction est réalisée par Wiener et al. (2009), sur la base de la connaissance de la localisation de la destination. Lorsque la personne ignore où se situe la destination ou qu'elle ne peut pas déduire cette information à l'aide d'autres points de repère familiers (ex : le restaurant est à côté de la mairie), alors elle est face à une *tâche de recherche*. Lorsque l'emplacement de la destination est connu, la personne se situe dans une *tâche d'approche de la cible*.

1.2.1.2.1. Tâches de recherche

Dans les *tâches de recherche*, Wiener et al. (2009) opèrent une nouvelle distinction en fonction de la connaissance de la configuration de l'environnement.

Si le navigateur s'oriente vers une destination spécifique dont il ignore la localisation mais qu'il se situe dans un environnement connu alors on parle de *tâche de recherche informée*. Dans ce cas, la personne a connaissance des relations entre les différents emplacements dans l'environnement les uns par rapport aux autres. Par exemple, lorsqu'on a rendez-vous avec une personne dans un restaurant d'une ville où l'on habite depuis

longtemps. Nous connaissons les différents restaurants ainsi que leur localisation les uns par rapport aux autres mais nous ne savons pas dans quel restaurant se trouve cette personne. Nous avons alors la connaissance de l'environnement mais pas de la localisation exacte de la cible. A l'inverse, lorsque l'individu se déplace vers une cible spécifique dont il ignore l'emplacement et qu'il ne connaît pas l'environnement, il réalise une *tâche de recherche non informée*. Par exemple, cela peut être le cas lorsque nous allons dans une bibliothèque universitaire située dans un autre campus que le notre, où nous ne sommes jamais allés, pour emprunter un livre. On ne connaît pas la localisation du livre ni la structure spatiale de la bibliothèque.

1.2.1.2.2. Approche de la cible

Au sein des tâches d'*approche de la cible*, lorsqu'on sait où se situe la destination, Wiener et al. (2009) distinguent deux sous-classes en fonction de la connaissance de l'itinéraire pour rejoindre la destination. Si le navigateur sait où se situe la destination et qu'il connaît le trajet pour y aller, alors il réalise une *tâche de suivi de chemin*. Par exemple, il peut s'agir de réaliser le trajet domicile-travail. A l'inverse, s'il ne connaît pas l'itinéraire menant à la destination, il effectue une *tâche de détermination de chemin*. Dans ce cas, une dernière distinction est faite en fonction de la connaissance de la configuration de l'environnement. Si l'environnement est connu, on parle de *tâche de planification de chemin*. Si l'environnement est inconnu, on parle d'une *tâche de recherche de chemin*.

1.2.2. Enchaînement des tâches de wayfinding

Wiener et al. (2009) précisent que les situations « en tout ou rien » sont rares dans notre quotidien. En effet, lorsque nous naviguons dans des espaces de grande taille (une ville par exemple), nous n'avons pas une connaissance parfaite de l'environnement. Le plus souvent, nous connaissons bien certaines régions de l'environnement et d'autres moins (connaissance limitée, fragmentée, incertaine). Ainsi, nous faisons face à des situations où plusieurs tâches de wayfinding peuvent s'enchaîner, se combiner.

1.3. Les connaissances spatiales

Le wayfinding nécessite de disposer de connaissances spatiales que nous acquérons lorsque nous naviguons dans un environnement (Golledge, Smith, Pellegrino, Doherty & Marshal, 1985, cités par Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio, Courbois & Sockeel,

2015 ; Purser, Farran, Courbois, Lemahieu, Sockeel, Mellier & Blades, 2014). Les représentations spatiales se construisent à partir de plusieurs modalités sensorielles : visuelles, motrices et kinesthésiques. Ainsi, la locomotion dans l'espace semble être une condition essentielle pour l'établissement de représentations spatiales (Siegel & White, 1975). Dans la littérature, trois connaissances spatiales sont habituellement décrites comme permettant la construction de représentations spatiales : les points de repère, les itinéraires et la configuration ou carte cognitive. Ces connaissances ont deux fonctions principales (Siegel & White, 1975) : (a) faciliter la localisation et le mouvement à l'intérieur d'un environnement et éviter de se perdre, (b) agir comme un organisateur d'expérience en fournissant un cadre de référence permettant de comprendre l'environnement et d'y rattacher sa connaissance.

1.3.1. Les points de repère

Essentiellement visuels, les points de repère sont des éléments de l'environnement (objet ou caractéristique) qui permettent de s'orienter et de se déplacer dans l'espace (Courbois et al., 2013b ; Parush & Berman, 2004). Pour Denis (1997), les points de repère présentent trois fonctions principales : (a) signaler l'emplacement où des actions doivent être accomplies ; (b) aider à localiser d'autres points de repère et (c) confirmer à l'individu qu'il est toujours sur le bon itinéraire.

Il existe plusieurs types de points de repère selon leur taille et leur position dans l'environnement. Ainsi, on distingue les points de repère proximaux, de petite et moyenne taille (panneau, abri de bus, etc.), et les points de repère distaux, de grande taille et visibles de loin (éolienne, tour, etc.). On distingue également les points de repère situés le long de l'itinéraire de ceux situés aux points de décision où une action spécifique est attendue (intersection).

Tous les points de repère n'ont pas la même valeur et la sélection d'éléments qui ont de bonnes caractéristiques de référence est importante pour permettre un wayfinding efficace (Cornell, Hadley, Sterling, Chan & Boechler, 2001 ; Courbois et al., 2013a ; Heth, Cornell & Alberts, 1997). Stankiewicz et Kalia (2007) décrivent trois facteurs importants sur la base desquels les adultes évaluent les points de repère : (a) la persistance (être visible toujours au même endroit et à n'importe quel moment) ; (b) la saillance perceptive (être facilement détectable) et (c) le caractère informatif (fournir des informations sur la position de l'individu). Pour ce dernier facteur, un point de repère unique (un monument) donnera plus d'information à l'individu quant à sa position dans l'environnement qu'un point de repère que

l'on peut retrouver à plusieurs endroits du parcours (un banc ou un arbre par exemple) (Courbois et al., 2013b).

Enfin, l'emplacement du point de repère constitue également un facteur important. Selon Courbois et al. (2013b), les points de repère situés aux intersections sont plus utiles à la navigation que ceux situés le long du parcours. En effet, dans deux expériences étudiant les descriptions d'itinéraires chez des adultes et plus particulièrement le rôle des points de repère, Michon et Denis (2001, cités par Denis, Michon & Tom, 2006) ont mis en évidence que les points de repère situés aux intersections sont plus fréquemment mentionnés que les points de repère placés le long du parcours et ils sont jugés utiles par les destinataires des descriptions d'itinéraires.

1.3.2. Les itinéraires

Les itinéraires sont une représentation unidimensionnelle d'une séquence de déplacements reliant des points de décision entre eux. Les points de décision sont des lieux où la personne est amenée à réaliser une action spécifique. Pour cela, l'individu suit une séquence de points de repère, chaque point de repère étant associé à une action (aller tout droit, tourner à droite, tourner à gauche, etc.). Ainsi, la succession des déplacements et des actions conduit à la connexion de deux points de l'environnement (le point de départ et le point d'arrivée) en suivant un itinéraire bien défini (Courbois et al., 2013b ; Mengue-Topio et al., 2011).

1.3.3. La configuration ou carte cognitive

La configuration ou carte cognitive est une représentation bidimensionnelle de l'environnement intégrant les itinéraires appris séparément en un réseau et incluant des informations sur les relations spatiales entre les points de repère et les routes comme la distance et la direction (Courbois et al., 2013a ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al., 2015). Un individu disposant d'une représentation sous forme de carte cognitive pourra reconnaître les lieux, calculer des distances et des directions, élaborer de nouveaux itinéraires, trouver des raccourcis, etc. Ainsi, la carte cognitive aide l'individu à s'orienter et lui permet de naviguer de manière flexible et efficace (Courbois et al. 2013b ; Denis, 2016 ; Nys, Gyselinck, Orriols & Hickmann, 2015 ; Siegel & White, 1975).

1.3.4. Le modèle de Siegel et White (1975)

En 1975, Siegel et White proposent un modèle de développement de la représentation spatiale en trois étapes successives, chacune étant le précurseur de la suivante : (a) la connaissance des points de repère basée sur une mémoire de reconnaissance contextuelle ; (b) l'apprentissage d'itinéraires qui se développe par association des changements d'orientation en lien avec des points de repère et (c) l'apprentissage de la configuration générale : les routes deviennent inter-reliées dans un assemblage comparable à un réseau configurationnel.

Ainsi, en premier lieu, les points de repère sont remarqués puis rappelés. La vision a ici un rôle important, notamment pour détecter et donc mémoriser les points de repère. Une fois les points de repère connus, les déplacements de l'individu dans l'environnement sont mémorisés en référence à ceux-ci. Les points de repère servent donc d'organiseurs et de guides à l'exploration visuelle et motrice de l'environnement. L'individu développe ainsi un système de décision en lien avec les points de repère. Les actions et la connaissance des itinéraires sont alors enregistrées et accessibles avec référence aux points de repère. Enfin, une fois les points de repère connus, les séquences d'actions connues et les systèmes de décision (où aller, où regarder) organisés, l'individu forme des groupes de points de repère et des mini-cartes de l'environnement. La formation des représentations spatiales débute donc avec la connaissance des points de repère, puis les points de repère sont connectés par des routes et enfin plusieurs routes sont coordonnées ensemble et constituent une configuration de l'environnement.

Ce modèle développemental reste dominant de nos jours malgré le fait son aspect hiérarchique soit remis en question par certaines études récentes. Par exemple, Ishikawa et Montello (2006) ont montré que des adultes pouvaient acquérir la connaissance de l'itinéraire et même la connaissance de la configuration après une seule exploration d'un environnement non familier. Or, le modèle en trois stades de Siegel et White semble difficilement compatible avec une acquisition du deuxième ou du dernier stade dès la première exploration de l'environnement, il s'agit plutôt d'un processus se réalisant sur un temps plus long. Pour autant, l'utilisation des trois catégories de connaissances que sont les points de repère, les itinéraires et la configuration reste pertinente pour l'étude de la navigation spatiale (Courbois et al., 2013b ; Purser et al., 2014).

1.4. Développement des connaissances spatiales et du wayfinding

1.4.1. Chez les enfants au développement typique

Le développement des connaissances spatiales et des capacités de wayfinding a été largement étudié chez les individus au développement typique. Il apparaît que l'exploration active et le déplacement indépendant participent grandement à la construction des représentations spatiales et à l'apprentissage de stratégies efficaces de wayfinding, comme le choix de points de repère pertinents (Cornell et al., 2001 ; Cornell & Heth, 2006 ; Courbois, 2016 ; Courbois et al., 2013b ; Lehnung, Leplow, Ekroll, Herzog, Mehdorn & Ferstl, 2003). Pendant l'enfance, lors d'expériences d'exploration et de déplacement auto-initiées pour se rendre à l'école ou pour se rendre chez un ami par exemple, les enfants prolongent progressivement leur espace domestique, c'est-à-dire le territoire autour de leur domicile. Ils expérimentent ainsi des situations de wayfinding de plus en plus complexes et testent différentes stratégies d'orientation spatiale. A travers leurs réussites et leurs échecs, les enfants sélectionnent les stratégies les plus efficaces et deviennent ainsi de plus en plus compétents dans leurs capacités de wayfinding (Courbois et al., 2013a et b).

Les études s'intéressant au développement des capacités de wayfinding montrent que les enfants de 6 ans présentent de moins bonnes performances que des enfants plus âgés (Cornell, Heth & Broda, 1989 ; Cornell, Heth & Rowat, 1992). A 10 ans, ils deviennent plus flexibles et performants et peuvent déduire des raccourcis, estimer la distance qu'ils ont parcourue et corriger leurs erreurs (Cornell et al., 1989). Ainsi, les compétences de wayfinding semblent augmenter pendant l'enfance et notamment entre 8 et 12 ans (Courbois et al., 2013b), certainement en lien avec l'évolution des stratégies de choix des points de repère utilisés pour s'orienter.

En effet, les points de repère sélectionnés et retenus ne sont pas les mêmes chez les adultes et les enfants, ces derniers choisissant généralement des éléments moins pertinents et moins fiables (Allen, Kirasic, Siegel & Herman, 1979). Pendant l'enfance, on observe une amélioration du choix et de l'utilisation des points de repère, notamment entre 8 et 12 ans (Courbois et al., 2013b). Avant cet âge, vers 5-6 ans, les jeunes enfants sélectionnent des points de repère proximaux et peuvent les utiliser efficacement quand ils sont préalablement mentionnés verbalement par un adulte (Cornell et al., 1989 ; Cornell et al., 2001 ; Fenner, Heathcote & Jerrams-Smith, 2000 ; Lingwood, Blades, Farran, Courbois & Matthews, 2015 ; Nys et al., 2015). Avec l'avancée en âge, les enfants deviennent plus sélectifs et utilisent des

points de repère plus stables et uniques mais également des points de repère distaux (Cornell et al., 2001 ; Heth et al., 1997 ; Nys et al., 2015). Enfin, les enfants plus âgés sélectionnent aussi de plus en plus de points de repère situés aux points de décisions (Courbois et al., 2013a ; Nys et al., 2015 ; Purser et al., 2014).

1.4.2. Chez les personnes présentant une déficience intellectuelle

Contrairement au grand nombre de recherches s'intéressant aux connaissances spatiales et aux capacités de wayfinding chez les personnes au développement typique, les études, réalisées auprès des personnes présentant une déficience intellectuelle, restent peu nombreuses aujourd'hui même si elles tendent à se développer.

Les études s'intéressant aux déplacements indépendants et à l'exploration de l'environnement mettent en évidence une limitation des déplacements chez les personnes présentant une déficience intellectuelle, même dans leur quartier d'habitation. Elles restreignent leurs déplacements à quelques trajets bien connus, sortent peu de chez elles, sont dépendantes d'autrui pour effectuer des déplacements complexes et ont donc une expérience plus faible de leur environnement proche (Mengue-Topio & Courbois, 2011 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Slevin et al., 1998). Lorsqu'on interroge ces personnes, elles évoquent leurs craintes personnelles lorsqu'il s'agit de se déplacer seules et mentionnent que ces craintes sont partagées par leur entourage (Mengue-Topio & Courbois, 2011). Les personnes présentant une déficience intellectuelle sont donc limitées dans leurs déplacements autonomes, en raison d'obstacles environnementaux (accessibilité, réticence de l'entourage familial, etc.) et de facteurs d'ordre cognitifs et émotionnels (Gomez et al., 2015 ; Mengue-Topio & Courbois, 2011 ; Slevin et al., 1998). Elles ont également moins d'occasion d'explorer activement et indépendamment leur environnement.

Les recherches analysant les connaissances spatiales montrent que la sélection des points de repère diffère chez les personnes présentant une déficience intellectuelle. Elles choisissent des points de repère qui peuvent être moins efficaces pour l'orientation. Les points de repère utilisés sont davantage proximaux, mobiles (véhicule par exemple) et multiples que ceux choisis par des individus au développement typique de même âge chronologique (Courbois et al., 2013a). Les informations écrites (panneaux par exemple) sont moins utilisées même lorsque les personnes savent lire (Courbois et al., 2013a). Toutefois, les personnes présentant une déficience intellectuelle sélectionnent, à la même proportion que les individus au développement typique, des points de repère situés aux intersections (Courbois et al.,

2013a). Ainsi, les personnes présentant une déficience intellectuelle peuvent acquérir la connaissance des points de repère, elles savent où les choisir (points de décision) mais manquent de sélectivité dans leurs choix, comparativement aux individus au développement typique (Courbois et al., 2013a). Concernant la connaissance des itinéraires, les études montrent que, comparativement à des personnes au développement typique de même âge chronologique, les personnes présentant une déficience intellectuelle peuvent apprendre des itinéraires mais après un apprentissage plus long, comportant davantage d'erreurs et demandant plus d'essais (Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al., 2015). Enfin, la connaissance de la configuration est difficilement acquise ce qui engendre une capacité de navigation moins flexible et donc des difficultés à trouver un raccourci ou à réaliser un détour (Mengue-Topio & Courbois, 2011 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al., 2015). Enfin, il est important de souligner que les études rapportées ici relatent de grandes différences interindividuelles dans les capacités d'orientation spatiale des personnes présentant une déficience intellectuelle (Courbois et al., 2013b).

2. La représentation de l'espace par le langage : la description d'itinéraires

2.1. Définition de la description d'itinéraires

Le langage est un moyen de communiquer et de représenter l'espace. Il peut servir à décrire une scène, à indiquer la position d'un objet, à décrire un parcours (Denis, 2016). La description d'itinéraires est un type spécifique de discours spatial dont le but est d'aider une personne à naviguer dans un environnement, qu'elle connaît peu ou pas du tout, afin d'atteindre une destination (Denis, 2016). Cette situation implique au minimum deux personnes : une demandant des informations pour se déplacer d'un point de départ vers une destination dans un environnement généralement peu familier, aussi appelée navigateur, et une recevant la demande, aussi appelée orateur (Daniel & Denis, 2004).

Afin de produire des directions d'itinéraires, l'orateur passe par trois opérations cognitives (Daniel & Denis, 2004 ; Denis, 1997 ; Denis, 2016) : (1) l'activation d'une représentation interne de l'environnement dans lequel le déplacement va se dérouler ; (2) la planification d'un itinéraire reliant le point de départ à la destination au sein du sous-espace de la représentation activée et (3) la formulation de la procédure que le navigateur devra exécuter.

Selon Denis (1997, 2016), le message qui résulte de cette procédure, appelé description d'itinéraires, se caractérise par deux dimensions principales. La première est une dimension prescriptive correspondant aux instructions fournies concernant les actions à exécuter telles que le changement de direction, la progression sur une distance donnée, etc. La deuxième est une dimension descriptive correspondant à la référence aux points de repère et qui permet au navigateur de se construire une représentation mentale et visuelle de l'environnement qu'il va traverser. Pour que la description d'itinéraires soit fonctionnelle, les actions prescrites doivent être référées à des points de repère caractéristiques. Enfin, la description d'itinéraires revêt un caractère sélectif car l'orateur va limiter le nombre d'informations données pour faciliter le traitement et la mémorisation du message par le navigateur.

2.2. Une méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires : Denis (1997)

Dans une recherche conduite en 1997, Denis a mis au point une méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires. Par l'analyse quantitative d'un corpus de descriptions d'itinéraires, il a défini cinq classes de propositions présentes dans les descriptions : (1) les prescriptions d'actions sans référence à un point de repère (exemple, tourne à gauche) ; (2) les prescriptions d'actions en référence à un point de repère (exemple, prend la rue à droite de la mairie) ; (3) la référence à un point de repère sans prescription d'action (exemple, il y a un bureau de poste) ; (4) la description d'un point de repère sans localisation ou prescription d'action (exemple, c'est un grand bâtiment en briques rouges) et (5) les commentaires sur le parcours (exemple, le trajet dure environ 10 minutes en marchant vite).

Les résultats de cette étude ont montré que, lorsque des adultes décrivent des itinéraires, une grande importance est accordée aux points de repère. En effet, la majorité des propositions appartiennent aux classes 2 et 3. Ils ont également permis de définir quelques caractéristiques importantes pour une bonne description d'itinéraires : (a) donner un nombre limité d'indications ; (b) éviter la répétition ; (c) se référer aux points de repère visibles, permanents et pertinents ; (d) privilégier des descriptions déterminées (donnant une localisation spécifique, exemple : à gauche de la mairie il y a un bureau de poste) aux descriptions indéterminées (ne donnant pas une localisation spécifique, exemple : il y a un bureau de poste à côté de la mairie) et (e) être explicite en donnant les associations entre les actions et les points de repère qui indiquent les endroits où les actions doivent être réalisées.

2.3. Les points de repère : un élément essentiel de la description d'itinéraires ?

Denis et ses collaborateurs ont réalisé une série de recherches portant sur les descriptions d'itinéraires (Daniel & Denis, 2004 ; Denis, 1997 ; Denis et al., 2006). Les résultats qu'ils obtiennent mettent en évidence l'importance des points de repère dans les descriptions d'itinéraires. Ainsi, les points de repère situés aux endroits critiques de l'itinéraire (changements de direction, endroits où des erreurs pourraient avoir lieu) sont plus fréquemment mentionnés que des points de repère situés le long de l'itinéraire. Les points de repère aident la personne à se construire une représentation visuelle de l'environnement qu'elle va parcourir et permettent de signaler les endroits de l'itinéraire où une attention particulière sera nécessaire. Pour être efficaces, les indications fournies lors d'une description d'itinéraires doivent donc se référer à des points de repère pertinents mais également y associer les actions à réaliser.

2.4. Développement de la capacité à décrire un itinéraire

Les descriptions d'itinéraires ont été étudiées chez les adultes mais également chez les enfants, dans le champ de la psychologie du développement. Dans une étude conduite chez des enfants de 5 et 8 ans, Waller (1986) montre qu'il existe un changement développemental dans les indications données par les enfants pour décrire un itinéraire dans la cour de récréation de leur école. Ainsi, les enfants de 5 ans mentionnent principalement des directions alors que les enfants de 8 ans utilisent davantage les points de repère.

Blades et Medlicott (1992) ont évalué les descriptions d'itinéraires fournies à partir d'un plan chez des enfants âgés de 6, 8, 10 et 12 ans ainsi que chez des adultes. Leurs résultats indiquent une évolution des descriptions d'itinéraires avec l'âge. Ainsi, les enfants de 6 et 8 ans sont incapables de fournir des descriptions d'itinéraires correctes. Ils se concentrent principalement sur les points de repère et donnent peu d'indications de directions. En outre, ils n'associent quasiment pas ces deux éléments entre eux dans leurs indications. Vers 12 ans, les enfants produisent des descriptions d'itinéraires plus adaptées, associant points de repère et directions, de la même manière que le font les adultes.

Un effet de l'âge sur la capacité à décrire des itinéraires est également retrouvé dans l'étude de Nys et al. (2015). Après avoir visionné le film d'un itinéraire dans une ville virtuelle, on demande à des enfants de 6, 8 et 10 ans ainsi qu'à des adultes de le décrire. Les

résultats montrent qu'avec l'âge, la production de points de repère et de directions, la sélection des points de repère et l'association des points de repère et des directions augmentent. Ainsi, la capacité à mentionner des directions apparaît vers 8-10 ans et se développe jusqu'à l'âge adulte. En ce qui concerne les points de repère, les auteurs mettent en évidence que les enfants de 10 ans et les adultes sélectionnent davantage de points de repère situés aux points de décisions alors que les enfants de 6 et 8 ans mentionnent aussi fréquemment des points de repère décisionnels que des points de repère situés le long du parcours.

Dans le champ de la déficience intellectuelle, nous avons relevé une seule étude s'intéressant aux descriptions d'itinéraires. Ainsi, en se basant sur la méthode d'analyse développée par Denis (1997), Courbois, Mengue-Topio, Blades, Farran et Sockeel (soumis) ont examiné les descriptions d'un itinéraire, précédemment appris dans environnement virtuel, chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle et des personnes au développement typique de même âge chronologique et de même niveau de développement intellectuel. Les résultats montrent que les descriptions d'itinéraires des adolescents présentant une déficience intellectuelle comportent principalement des prescriptions d'actions sans référence aux points de repère alors que celles d'adolescents au développement typique, de même âge chronologique, sont principalement composées de prescriptions d'action en référence aux points de repère. Par contre, aucune différence significative n'apparaît entre les descriptions d'itinéraires des adolescents présentant une déficience intellectuelle et celles d'enfants de même niveau de développement intellectuel, âgés de 7 ans. Leurs résultats mettent donc en évidence que les adolescents présentant une déficience intellectuelle ont des difficultés pour externaliser leur connaissance spatiale. Ils suggèrent que ces participants ont des difficultés à créer des liens entre leur connaissance des itinéraires et leur connaissance des points de repère.

En résumé, le wayfinding est un processus qui permet à un individu de déterminer et de suivre un trajet entre un point de départ et une destination. Il peut être assimilé à une situation de résolution de problème. Les capacités de wayfinding nécessitent de disposer de connaissances spatiales concernant les points de repères, les itinéraires et la configuration de l'environnement. Ces connaissances se développent à travers les différentes expériences de navigation. En outre, elles peuvent également être extériorisées sous une forme linguistique dans le cadre, par exemple, de la description d'itinéraires. La description d'itinéraires est une forme de discours spatial dont l'objectif est d'aider une personne à atteindre une destination dans un environnement. Pour qu'elle soit efficace, la description d'itinéraires doit prescrire des actions en référence à des points de repère pertinents de l'environnement. Les recherches effectuées auprès de personnes présentant une déficience intellectuelle mettent en évidence des difficultés dans la sélection des points de repère, dans la connaissance des itinéraires et de la configuration. En outre, ces personnes expriment également difficilement leurs connaissances spatiales par l'intermédiaire du langage.

CHAPITRE 3

PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

Dans le premier chapitre, nous avons défini l'autorégulation comme un processus par lequel la personne, pour atteindre un objectif, planifie et anticipe son action, maintient son attention et sa motivation, évalue et ajuste ses actions et, lorsque c'est nécessaire, sollicite son environnement social en demandant de l'aide, de l'attention conjointe ou une approbation (Haelewyck & Palmadessa, 2009). Les études réalisées dans le champ de la déficience intellectuelle montrent une limitation des capacités autorégulatrices chez ces personnes (Whitman, 1990a). Elles apprennent moins efficacement de leur propre expérience et ont besoin de plus d'apprentissage médiatisé que les personnes typiques (Courbois & Paour, 2007 ; Paour, 1995). Une régulation externe de leur activité par l'environnement social est essentielle à leur bon développement. Toutefois, l'impact de l'hétérorégulation peut être favorable ou défavorable aux compétences autorégulatrices selon les attitudes et les comportements émis (Fletcher et al., 2003 ; Nader-Grosbois et al., 2008).

Dans le deuxième chapitre, nous nous sommes intéressés aux capacités de wayfinding et aux connaissances spatiales. Nous avons observé que pour être autonome dans ses déplacements plusieurs stratégies sont nécessaires telles que la capacité à planifier un déplacement, à le réaliser sans erreur et à pouvoir faire face aux éventuels imprévus en réajustant son itinéraire. Ces différentes stratégies sont comparables à certaines mobilisées par l'autorégulation en situation d'apprentissage. Les recherches réalisées auprès des personnes présentant une déficience intellectuelle montrent que celles-ci disposent de capacités de wayfinding limitées (Mengue-Topio et al., 2011 ; Courbois et al., 2013a).

Dans ce cadre, nous nous sommes demandé si les difficultés autorégulatrices des personnes présentant une déficience intellectuelle pouvaient constituer une hypothèse explicative des difficultés de déplacements qui réduisent leur autonomie et leur participation sociale. L'objectif de cette thèse est donc d'évaluer si les difficultés de déplacements rencontrées par les jeunes présentant une déficience intellectuelle sont en lien avec leur déficit d'autorégulation. En outre, cette recherche a également pour but d'étudier l'impact de l'hétérorégulation d'éducateurs en situation d'apprentissage et d'observer dans quelle mesure

celle-ci peut intervenir dans les difficultés de déplacements. A notre connaissance, aucune recherche n'a encore abordé les difficultés de wayfinding sous l'angle de l'autorégulation et de l'hétérorégulation. Ainsi, cette recherche est la première à le faire.

Afin d'expérimenter ces questions, nous avons mis en place trois études, présentées dans les trois chapitres suivant. La première a pour objectif d'étudier l'autorégulation en situation d'apprentissage d'itinéraires chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle et des personnes au développement typiques de même niveau de développement intellectuel et de même âge chronologique. La deuxième étude vise à évaluer l'hétérorégulation d'éducateurs au regard de l'autorégulation d'adolescents présentant une déficience intellectuelle lors d'une situation interactive d'apprentissage d'itinéraires. A partir des résultats de la deuxième étude, notamment les instructions verbales données par les éducateurs en situation d'apprentissage d'itinéraires, nous avons entrepris une troisième étude afin d'évaluer l'impact du type d'aide fourni sur la qualité de l'apprentissage d'itinéraires de jeunes présentant une déficience intellectuelle et d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel.

CHAPITRE 4

L'AUTORÉGULATION EN SITUATION D'APPRENTISSAGE D'ITINÉRAIRES EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL (ÉTUDE 1)

1. Objectifs de l'étude et hypothèses de recherche

L'objectif de cette étude est d'étudier l'autorégulation en situation d'apprentissage d'itinéraires chez des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle, des personnes au développement typique de même niveau de développement intellectuel et de même âge chronologique. En effet, nous voulons voir si des différences peuvent être observées entre ces trois groupes concernant l'autorégulation globale et les stratégies autorégulatrices mobilisées lors d'une tâche d'apprentissage d'itinéraires. De plus, nous souhaitons analyser la présence de liens éventuels entre l'autorégulation et les capacités de wayfinding, s'agissant en particulier de la connaissance d'itinéraires et de la connaissance de la configuration d'un environnement.

La littérature indique des limitations de l'autorégulation chez les personnes présentant une déficience intellectuelle (Nader-Grosbois, 2014 ; Whitman, 1990a) ainsi que des difficultés dans l'acquisition de la connaissance d'itinéraires et de la configuration d'un environnement (Mengue-Topio et al., 2011 ; Courbois et al., 2013a). Aussi, nous nous attendons à ce que les jeunes présentant une déficience intellectuelle présentent une autorégulation globale et des stratégies autorégulatrices plus faibles que les participants au développement typique. De même, nous nous attendons à ce que les participants présentant une déficience intellectuelle soient moins performants dans la tâche d'apprentissage d'itinéraires que les jeunes au développement typique de même âge chronologique (nombre d'erreurs plus élevé, distance parcourue plus importante, etc.). En outre, l'autorégulation et les capacités de wayfinding évoluant pendant l'enfance et l'adolescence, nous nous attendons à ce que les enfants au développement typique soient moins performants que les jeunes au développement typique d'âge chronologique plus élevé, concernant ces deux processus. Enfin, l'autorégulation et le wayfinding semblent faire appel à certaines stratégies communes

(planification et évaluation), nous faisons l'hypothèse d'observer entre ces deux processus la présence de corrélations significatives.

2. Méthodologie

2.1. Participants

Notre échantillon est composé de 55 participants (24 filles et 31 garçons) âgés de 6 à 19 ans (âge chronologique moyen = 170,75 mois ; Ecart-Type (ET) = 60,79), répartis en trois groupes, un groupe d'adolescents et de jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle (groupe DI) et deux groupes de participants au développement typique de même niveau de développement intellectuel (groupe AD) et de même âge chronologique (groupe AC). Dans le recrutement des participants, nous nous sommes assurés de l'absence de déficiences sensorielle et motrice pour la bonne utilisation de l'environnement virtuel.

Le groupe DI, est composé de 18 participants (6 filles et 12 garçons) présentant une déficience intellectuelle légère à modérée, d'étiologie indifférenciée, âgés de 14 à 19 ans (âge chronologique moyen = 206,44 mois ; ET = 16,16). Ils ont été recrutés au sein d'un Institut Médico Educatif Professionnel (IMPRO) du Pas-de-Calais. Leur score brut moyen obtenu aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC) est de 23,11 (ET = 4,96).

Le groupe AD est constitué de 17 participants au développement typique (7 filles et 10 garçons), âgés de 6 à 7 ans (âge chronologique moyen = 82,35 mois ; ET = 3,52), recrutés en classe de Cours Préparatoire (CP) dans des écoles élémentaires du Pas-de-Calais. Leur score brut moyen aux PMC est de 21,88 (ET = 3,20). Ce groupe est apparié au groupe DI sur la base du score brut aux PMC, c'est à dire sur le niveau de développement intellectuel. En effet, nous n'observons pas de différence significative concernant le score aux PMC entre ces deux groupes ($U = 121,50$; $p = 0,303$).

Enfin, le groupe AC est composé de 20 participants (11 filles et 9 garçons), âgés de 15 à 19 ans (âge chronologique moyen = 213,75 mois ; ET = 10,72) recrutés dans des lycées et universités du Nord-Pas-de-Calais. Ce groupe est apparié au groupe DI sur la base de l'âge chronologique. En effet, aucune différence significative n'apparaît entre les deux groupes concernant l'âge chronologique ($U = 137,50$; $p = 0,217$).

2.2. Tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel

Afin d'évaluer les comportements d'autorégulation lors d'une situation de déplacement, nous avons mis au point une tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.

D'après Brooks, Attree, Rose, Clifford et Leadbetter (1999), la réalité virtuelle est une technologie informatique interactive qui offre la possibilité de créer sur ordinateur une représentation tridimensionnelle d'un monde que l'on peut manipuler et dans lequel on peut se déplacer. L'environnement virtuel ainsi créé peut être présenté sous une forme immersive par l'intermédiaire d'un casque de réalité virtuelle ou sous une forme non-immersive par présentation sur un écran d'ordinateur ou par projection. Les environnements virtuels sont aujourd'hui de plus en plus utilisés dans le domaine de la recherche et plus particulièrement dans le champ des études sur la cognition spatiale, en raison de leurs nombreux avantages.

En effet, les environnements virtuels donnent la possibilité de créer un environnement où chaque élément peut être contrôlé : nombre, saillance et localisation des points de repère ; difficulté des itinéraires ; etc. (Bosco, Picucci, Caffò, Lancioni & Gyselinck, 2008 ; Courbois et al., 2013a ; Courbois et al., 2013b ; Lingwood et al., 2015 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al., 2015). Ils permettent aux participants d'explorer activement, sans fatigue et en toute sécurité, un environnement donné (Courbois et al., 2013a ; Courbois et al., 2013b ; Lingwood et al., 2015 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al., 2015). Les recherches effectuées montrent que les participants placés face à des environnements virtuels mobilisent les mêmes processus cognitifs que dans les situations équivalentes du monde réel (Bosco et al., 2008). Par ailleurs, les compétences acquises en environnement virtuel sont transférées facilement dans un espace réel équivalent (Denis, 2016 ; Rose, Brooks & Attree, 2002). Enfin, les personnes présentant une déficience intellectuelle sont motivées par ce support d'apprentissage (Mengue-Topio et al., 2011).

Au sein du laboratoire, notre équipe de recherche utilise et maîtrise cette technologie. Celle-ci a d'ailleurs déjà été employée dans plusieurs de nos recherches (par exemple voir, Lingwood et al., 2015 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al., 2015 ; Purser et al., 2014). Nous avons donc fait le choix ici d'utiliser cette technologie au regard des nombreux avantages qu'elle procure.

L'environnement virtuel de notre étude a été programmé avec le logiciel Virtools (Dassault systèmes). Il correspond à un environnement détaillé constitué de bâtiments et de

rues tels qu'on les retrouve dans une ville en monde réel (figure 4). A différents endroits de l'environnement sont placés des points de repère de grande taille, visibles de loin (éolienne, grue, etc.) et des points de repère de petite taille, placés à chaque intersection (panneau publicitaire, arrêt de bus, véhicule, etc.). L'environnement est présenté sur un ordinateur portable (écran de 17 pouces), placé devant le participant qui se déplace à l'aide d'une souris (pour changer de direction) et de la barre espace du clavier (pour avancer). Lors des déplacements, la vitesse de marche est constante et le point de vue du participant est situé à hauteur d'homme.



Figure 4.-Vue de l'environnement virtuel

La tâche consiste en la réalisation d'une liste de courses. Dans un premier temps, le participant est familiarisé avec le matériel. Il se situe dans un corridor simple sans intersection et doit se rendre à la pizzeria située au bout de celui-ci, avant de revenir au point de départ.

Une fois cette phase de familiarisation effectuée, le participant passe par trois apprentissages dans lesquels il doit se rendre successivement de son domicile jusqu'à chacun des trois commerces de l'environnement : une boulangerie, une pharmacie et un supermarché (figure 5). L'ordre d'apprentissage est contrebalancé de manière aléatoire et chaque trajet aller-retour est appris séparément. Pour cela, le participant visionne d'abord le trajet à réaliser sur l'écran d'ordinateur. Il doit ensuite le reproduire jusqu'à l'atteinte du critère

d'apprentissage qui correspond à deux aller-retour consécutifs sans erreur. Au maximum, dix essais peuvent être effectués par itinéraire et la durée de chaque essai a été limitée à deux minutes.

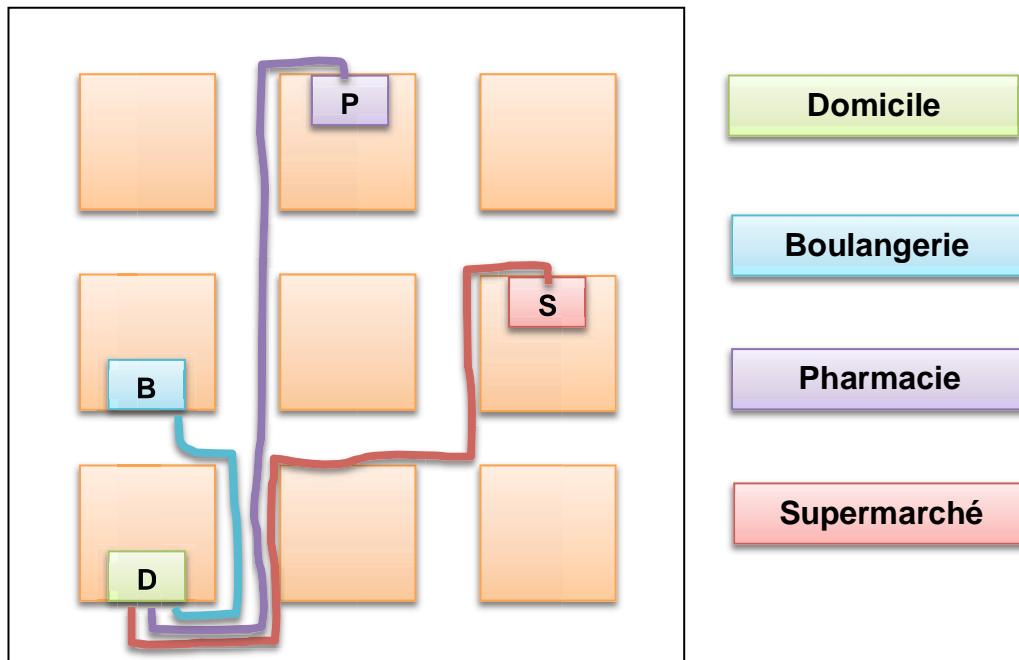


Figure 5.-Plan de l'environnement virtuel et des trois itinéraires qui sont appris successivement

Une fois les trois apprentissages réalisés, le participant effectue un test où il doit réaliser une liste de courses qui le fait passer successivement par chacune des destinations. Le test doit être réalisé en un temps maximum de quatre minutes.

La tâche d'apprentissage se déroule donc ainsi :

1. Phase de familiarisation : le participant apprend à se déplacer dans l'environnement virtuel à l'aide du système d'entrée (barre espace pour avancer et souris pour tourner).
2. Apprentissage de l'itinéraire 1 (par exemple domicile-boulangerie-domicile) jusqu'au critère d'apprentissage (deux essais consécutifs sans erreur).
3. Apprentissage de l'itinéraire 2 (par exemple domicile-pharmacie-domicile) jusqu'au critère d'apprentissage.
4. Apprentissage de l'itinéraire 3 (par exemple domicile-supermarché-domicile) jusqu'au critère d'apprentissage.

5. Test : le participant a une liste de courses qu'il doit effectuer dans sa globalité avant de rentrer au domicile (par exemple domicile-boulangerie-pharmacie-supermarché-domicile). L'ordre de la liste suit celui des apprentissages.

2.3. Instruments d'évaluation

2.3.1. Mesure de l'intelligence fluide

Afin d'évaluer l'intelligence fluide, nous utilisons les Progressives Matrices Colorées (PMC) de Raven (Raven, Court & Raven, 1998). Cet outil a été spécialement conçu pour être utilisé auprès des personnes présentant une déficience intellectuelle et des jeunes enfants. Il s'agit d'une épreuve non verbale qui mesure la capacité inductive. Les différents problèmes consistent à retrouver parmi plusieurs figures abstraites celle qui manque à la série présentée (figure 6). Trois séries de douze problèmes sont présentées. Chaque bonne réponse est cotée un point, les scores bruts vont de 0 à 36 points. Pour cette recherche, nous nous servons du score brut obtenu aux PMC pour obtenir une mesure de l'intelligence fluide (développement intellectuel) ainsi que pour apparier les participants présentant une déficience intellectuelle et les participants au développement typique selon leur niveau de développement intellectuel.

2.3.2. Mesure des fonctions exécutives

L'autorégulation et le wayfinding semblant faire appel aux fonctions de planification, de résolution de problème et d'inhibition, nous avons souhaité évaluer ces différentes fonctions exécutives chez nos participants. Pour cela, nous utilisons les subtests Catégorisation, Horloges, Fluidité de dessins et Inhibition du Bilan Neuropsychologique de l'enfant seconde édition, (NEPSY-II, Korkman, Kirk & Kemp, 2012).

Le subtest Catégorisation évalue l'initiation de l'action, la flexibilité cognitive et l'autocontrôle. Le sujet trie des cartes en deux groupes de quatre cartes selon ses propres critères de tri en un temps maximum de six minutes (figure 7). Nous prenons en compte le nombre total de catégories correctes réalisées (exemple : un groupe de quatre cartes sur lesquelles deux animaux sont présents vs un groupe de quatre cartes où un seul animal est représenté). Les scores bruts peuvent aller de 0 à 12.

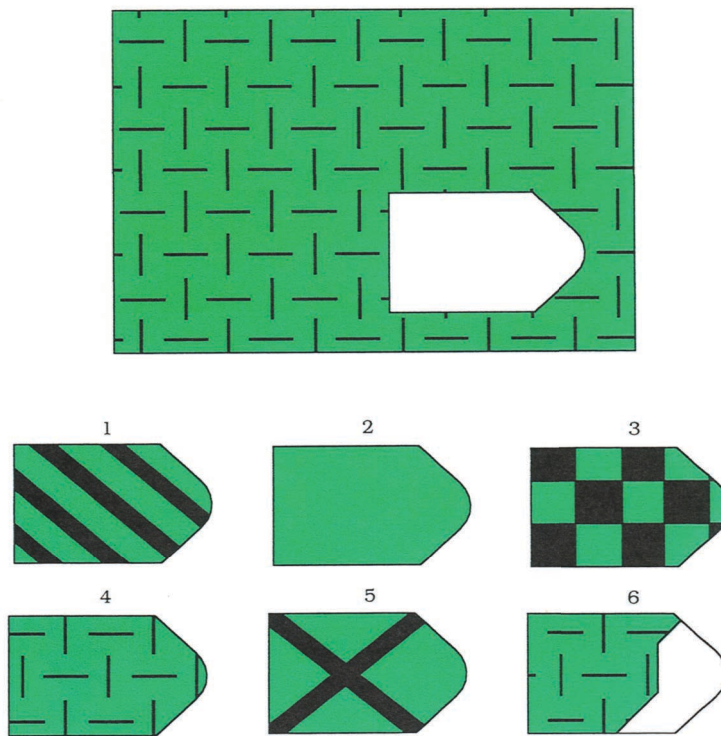


Figure 6.-Exemple d'item tiré des Progressives Matrices Colorées de Raven (Raven et al., 1998)



Figure 7.-Matériel de l'épreuve Catégorisation, tiré de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)

L'épreuve Horloges mesure la planification, l'autocontrôle, l'organisation, les capacités visuoperceptives et visuospatiales ainsi que le concept de temps à travers des items de dessins et des items visuels. Pour chaque item de dessin, le sujet doit dessiner une horloge et placer les aiguilles là où l'examineur lui demande (figure 8). Pour les items visuels, le sujet doit lire l'heure sur des horloges comportant ou non des nombres (figure 9). La grille de correction fournie dans la NEPSY-II est utilisée pour coter les réponses. Les scores bruts, utilisés ici, peuvent aller de 0 à 78.

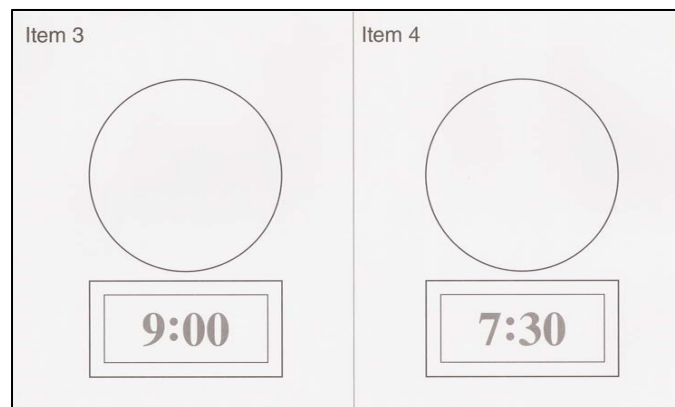


Figure 8.-Exemples d'items de dessin de l'épreuve Horloges, tirés de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)

Note : le participant doit placer les aiguilles sur les horloges afin d'indiquer l'heure qui est inscrite en dessous.

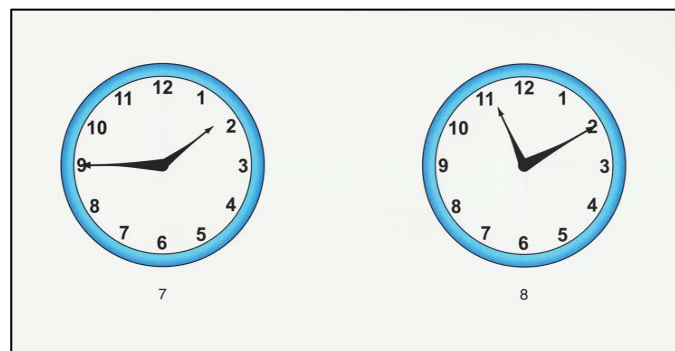


Figure 9.-Exemples d'items visuels de l'épreuve Horloges, tirés de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)

Le subtest Fluidité de dessins évalue l'initiation de l'action, la productivité et la flexibilité cognitive à partir de stimuli non verbaux. Le sujet dessine, en temps limité (soixante secondes pour chaque item), des motifs à partir d'ensembles composés chacun de cinq points. Les ensembles sont constitués dans le premier item de cinq points positionnés de manière structurée et dans le deuxième item de cinq points positionnés de manière aléatoire (figure 10). Chaque motif réalisé doit être différent des autres. Nous comptabilisons le nombre de motifs correctement réalisés aux deux items de l'épreuve. Ainsi les scores peuvent aller de 0 à 70.

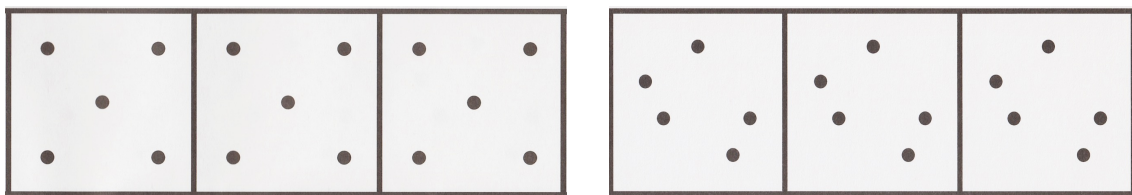


Figure 10.-Ensembles de points à relier de l'épreuve Fluidité de dessins, tirés de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)

Note : à gauche, positionnement structuré ; à droite positionnement aléatoire.

Enfin, l'épreuve Inhibition évalue le contrôle inhibiteur, la flexibilité cognitive et l'autocontrôle. Deux séries sont présentées pour chaque item : une série constituée de formes géométriques noires et blanches (des carrés et des cercles, figure 11) et une série comportant des flèches noires et blanches (vers le haut et vers le bas, figure 12). Le sujet regarde les séries et nomme soit la forme, soit la direction soit une réponse alternative. Deux des trois items composant cette épreuve ont été utilisés pour cette recherche car le troisième était trop complexe pour les participants au développement typique âgés de 6 ans. Ainsi, nous utilisons l'item Dénomination (item 1), où le sujet nomme la forme ou la direction de la flèche, et l'item Inhibition (item 2), où le participant nomme le contraire de ce qu'il voit (exemple, dire carré quand on voit un rond ou dire en bas quand la flèche va vers le haut). Pour chaque item, on comptabilise le nombre total d'erreurs et la durée d'exécution. Pour l'item Dénomination, le score total d'erreurs peut aller de 0 à 80 et le temps d'exécution est limité à six minutes maximum (trois minutes par série). Pour l'item Inhibition, le score total d'erreurs peut s'étendre de 0 à 80 et le temps d'exécution est limité à huit minutes maximum (quatre minutes par série).

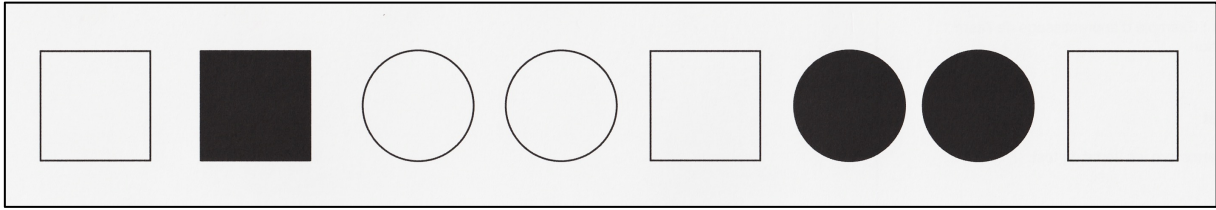


Figure 11.-Exemple de la série formes géométriques de l'épreuve Inhibition, tiré de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)

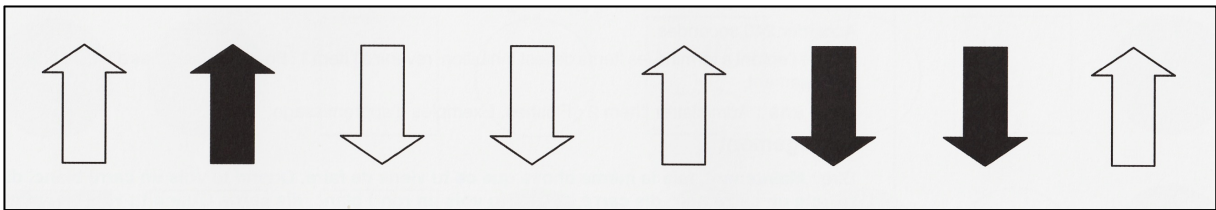


Figure 12.-Exemple de la série flèches de l'épreuve Inhibition, tiré de la NEPSY-II (Korkman et al., 2012)

2.3.3. *Mesure de la connaissance et de la compréhension des concepts spatiaux*

La connaissance et la compréhension des concepts spatiaux tels que les termes gauche, droite, avant, près de, etc., est importante pour pouvoir se déplacer au sein d'un environnement. Aussi, nous avons voulu disposer d'une mesure de cette capacité pour notre recherche. A l'heure actuelle, à notre connaissance, aucun test validé et étalonné ne correspond à ce que nous souhaitons évaluer. Nous avons donc fait le choix de sélectionner des items nous semblant pertinents au sein des Tests des Concepts de Base de Boehm Maternelle et Primaire troisième édition (Boehm, 2009a et b). Une étude réalisée par Facon, Magis et Courbois (2012) montre que l'utilisation de cet outil chez des populations typiques et présentant une déficience intellectuelle est adaptée en raison de la similarité des profils de réponses entre ces deux populations. En effet, ces auteurs mettent en évidence que lorsque deux personnes, présentant ou non une déficience intellectuelle, obtiennent le même score aux tests de Boehm il y a une forte probabilité pour qu'elles aient un profil de réponses similaire aux différents items.

Au total, 37 items ont été choisis. Ils font référence à du vocabulaire spatial (sous, à gauche, à côté de, vers le haut, etc.) et ils mettent en jeu les concepts de taille (le plus long), de direction (devant), de position dans l'espace (le plus près) et de temps (avant). Des images sont présentées au participant qui doit pointer l'élément correspondant à la consigne donnée

par l'expérimentateur (figure 13). Chaque bonne réponse est cotée 1 point. Les scores bruts, utilisés ici, vont donc de 0 à 37.

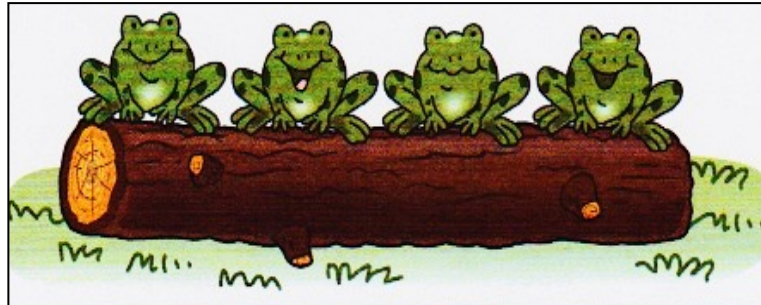


Figure 13.-Exemple d'item utilisé pour évaluer les concepts spatiaux, tiré des Tests de Concepts de Base de la BOEHM 3ème édition (Boehm, 2009a et b)

Consigne : « Regarde les grenouilles sur le tronc d'arbre. Montre-moi la grenouille qui est à droite »

2.3.4. *Mesure de l'autorégulation*

Afin d'évaluer les stratégies autorégulatrices mises en œuvre lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires, nous avons créé une grille d'observation et d'évaluation de l'autorégulation spécifique à notre situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel (annexe 1). Pour cela, nous nous sommes basés sur une grille d'analyse mise au point par Nader-Grosbois (2007a) ainsi que sur une adaptation de cette grille que nous avons réalisée pour une recherche précédente (Letalle et al., 2014).

Ainsi, nous évaluons l'autorégulation sur la base de cinq stratégies autorégulatrices que nous retenons comme pertinentes pour notre recherche : (1) identification de l'objectif, (2) stratégies de planification, (3) stratégies sociales de régulation du comportement, (4) stratégies attentionnelles, et (5) stratégies d'évaluation. Par rapport au modèle de l'autorégulation proposé par Nader-Grosbois, pour cette étude, nous n'avons pas pris en compte les stratégies autorégulatrices d'attention conjointe puisque celles-ci ne peuvent être étudiées que lors de situations interactives mettant en jeu eu minimum deux partenaires, ce qui n'est pas le cas ici. En outre, nous avons fait le choix de ne pas évaluer les stratégies motivationnelles car celles-ci nous semblent difficiles à évaluer dans un contexte où le participant réalise une tâche sur support informatique. En effet, cette mesure se base sur l'observation de manifestations telles que l'expression du plaisir, l'autorenforcement ou le

maintien de la motivation. Or, certains des participants peuvent être motivés sans pour autant présenter des démonstrations comportementales de leur motivation.

Pour chaque stratégie, nous avons établi un score de régulation qui va de 0 (faible niveau de régulation) à 2 (niveau élevé de régulation) et qui s'applique au comportement de régulation dominant manifesté à chaque essai de la tâche d'apprentissage d'itinéraires. Nous pouvons ainsi obtenir un score de régulation pour chaque stratégie. La somme des scores obtenus aux différentes stratégies nous permet également de calculer un score d'autorégulation globale.

Pour cette étude, nous avons analysé l'autorégulation lors de l'apprentissage des trois itinéraires. Nous utilisons les moyennes des scores obtenus aux différents essais pour chaque stratégie (de 0 à 2) et pour l'autorégulation globale (de 0 à 9). Nous obtenons ainsi une moyenne des scores d'autorégulation pour chaque apprentissage ainsi qu'une moyenne pour l'ensemble des apprentissages. Pour les stratégies autorégulatrices, la moyenne obtenue peut aller de 0 à 2 et pour l'autorégulation globale, elle s'étend de 0 à 9.

2.3.4.1. Identification de l'objectif

Cette stratégie correspond au démarrage et à l'orientation de la tâche. Il s'agit de comprendre l'objectif demandé, de mettre en œuvre le comportement adapté pour y répondre et de débiter l'activité. Un faible niveau de régulation (coté 0) correspond à une personne qui ne démarre pas l'activité, qui ne suit pas les consignes ou qui n'identifie pas l'objectif. Un niveau moyen de régulation (coté 1) se caractérise par un individu qui demande à ce qu'on lui réexplique la consigne ou qui demande une approbation de l'examineur avant de débiter l'activité. Enfin, un niveau élevé de régulation (coté 2) correspond à une personne qui identifie l'objectif et débute l'activité.

2.3.4.2. Stratégies de planification

Les stratégies de planification consistent à choisir les stratégies et les procédures qu'il faut mettre en œuvre pour atteindre l'objectif. Il s'agit d'explorer les moyens qui sont à disposition et de planifier les actions à réaliser. Une personne qui effectue un itinéraire non structuré, au hasard, ou qui ne conduit pas à l'endroit où il fallait aller est considérée comme ayant un faible niveau de régulation (coté 0). Un individu qui se déplace par essais-erreurs ou qui réalise un itinéraire qui n'est pas entièrement reproductible, c'est-à-dire qui contient des demi-tours, est caractérisé comme faisant preuve d'un niveau moyen de régulation (coté 1).

Enfin, une personne qui effectue un itinéraire planifié, reproductible et ne comportant pas de demi-tours est considérée comme ayant un haut niveau de régulation (coté 2).

2.3.4.3. Stratégies sociales de régulation du comportement

Les stratégies sociales de régulation du comportement correspondent aux stratégies utilisées par une personne envers l'environnement social pour obtenir de l'aide, des explications, une approbation, etc. Elles prennent la forme de demandes ou d'interpellations. Le niveau de régulation est ici analysé en fonction du nombre de demandes ou interpellations émises par la personne. Un faible niveau de régulation est caractérisé par plus de deux demandes d'aide ou interpellations, un niveau moyen de régulation par une à deux demandes et un niveau élevé de régulation par l'absence de demandes.

2.3.4.4. Stratégies attentionnelles

Les stratégies attentionnelles consistent à contrôler et à diriger son attention et sa concentration sur la tâche ainsi qu'à résister aux distracteurs éventuels. Le niveau de régulation est défini en fonction du nombre de moments d'inattention. Nous considérons qu'un moment d'inattention se caractérise par un temps d'une durée minimale de dix secondes pendant lequel un ou plusieurs comportements sans rapport avec la tâche sont observés, tels que : l'inactivité, détourner le regard de la tâche (par exemple, regarder par la fenêtre ce qu'il se passe à l'extérieur), regarder l'écran en étant figé, émettre des gestes sans rapport avec l'activité (par exemple, jouer avec son bracelet, etc.), parler à l'examineur d'un autre sujet que la tâche, etc. Ainsi, un faible niveau de régulation se caractérise par plus de deux moments d'inattention, un niveau moyen de régulation par un à deux moments d'inattention et un niveau élevé de régulation par l'absence de moments d'inattention.

2.3.4.5. Stratégies d'évaluation

Les stratégies d'évaluation consistent à évaluer les actions réalisées en vue de l'atteinte de l'objectif fixé. Il s'agit d'identifier les erreurs éventuelles et de les corriger en ajustant le comportement en conséquence. Dans ce travail de recherche, nous avons fait le choix d'analyser les stratégies d'évaluation en comparant l'itinéraire réalisé lors d'un essai à celui effectué lors de l'essai suivant (par exemple, l'essai 2 par rapport à l'essai1). Un faible niveau de régulation (coté 0) est attribué à une personne qui n'identifie pas ses erreurs, qui répète les mêmes, ou qui se corrige alors que le trajet réalisé précédemment était sans erreur.

Un niveau moyen de régulation (coté 1) se caractérise par une personne qui tente de corriger ses erreurs mais qui ne parvient pas pour autant au trajet demandé. Enfin, un niveau élevé de régulation (coté 2) correspond à un trajet sans erreur ou à une personne qui corrige ses erreurs et qui parvient à l’itinéraire demandé.

2.3.4.6. Accord inter-juges

Parmi les cinquante-cinq vidéos obtenues lors de cette étude, vingt enregistrements (36%) ont été analysés à l’aide de la grille d’évaluation de l’autorégulation par deux juges indépendants. Nous avons ainsi calculé des scores d’accord inter-juges pour chaque stratégie et pour l’autorégulation globale. Pour cela, nous avons calculé des Kappas de Cohen (*k*) et des coefficients de corrélation de Pearson (*r*). Les résultats sont présentés dans le tableau 1. Les kappas de Cohen montrent un accord inter-juges excellent (*k* compris entre .81 et 1) pour l’ensemble des stratégies et l’autorégulation globale, excepté pour les stratégies sociales de régulation du comportement pour lesquelles l’accord peut être qualifié de satisfaisant (*k* compris entre .61 et .80). Les coefficients de corrélation de Pearson indiquent la présence de forts liens positifs entre les scores donnés par les deux juges. Notre grille d’analyse de l’autorégulation en situation d’apprentissage d’itinéraires apparaît donc être un outil ayant une bonne fidélité inter-juges.

Tableau 1. Indices d’accords inter-juges d’un échantillon de vingt vidéos pour l’analyse de l’autorégulation et des stratégies autorégulatrices en situation d’apprentissage d’itinéraires en environnement virtuel.

	<i>k</i> de Cohen	<i>r</i> de Pearson
Identification de l’objectif	1*	1*
Stratégies de planification	.82*	.86*
Stratégies sociales de régulation du comportement	.67*	.78*
Stratégies attentionnelles	1*	1*
Stratégies d’évaluation	1*	1*
Autorégulation globale	.88*	.96*

*p<0,01

2.3.5. Mesures associées à l'apprentissage des itinéraires

Afin d'évaluer les capacités d'apprentissage d'itinéraires des participants, nous nous sommes intéressés à plusieurs indices en lien avec la réalisation de la tâche d'apprentissage qui nous semblent importants et pertinents : le nombre d'essais, l'atteinte de la cible, la longueur de l'itinéraire, le nombre d'erreurs, de demi-tours et de pauses.

Ainsi, pour chaque apprentissage, nous avons comptabilisé le *nombre d'essais* effectués pour atteindre le critère d'apprentissage (deux essais consécutifs sans erreurs).

Nous avons analysé, pour chaque essai, la manière dont le participant se rend à la cible demandée (boulangerie, pharmacie, supermarché), ce que nous appelons ici *Atteinte de la cible*. Trois degrés de cotation sont définis. Nous attribuons la cotation 0 pour une cible qui n'est pas atteinte, la cotation 1 pour une cible atteinte de manière indirecte (ex : demi-tours sur le trajet, être déjà passé devant, etc.) et la cotation 2 pour une cible qui est atteinte de manière directe, c'est-à-dire par un itinéraire ne comportant pas de demi-tours.

Pour chaque essai, nous avons calculé un indice, appelé *Longueur d'Itinéraire* (LI), sous la forme d'un rapport correspondant au nombre de segments parcourus sur le nombre de segments du trajet demandé. Pour cela, nous avons délimité 24 segments correspondants aux 24 rues existantes dans l'environnement. Un segment parcouru correspond à la traversée d'une rue ou d'une partie de celle-ci. Si nous prenons l'exemple de l'itinéraire aller-retour menant du domicile à la pharmacie qui comprend 9 segments (figure 14), un participant qui ne commet aucune erreur obtient un indice de longueur d'itinéraire égal à 1 ($LI = \frac{\text{Nombre de segments parcourus}}{\text{Nombre de segments du trajet}} = \frac{9}{9} = 1$). Pour le même itinéraire, si le participant commet des erreurs et emprunte trois rues supplémentaires qu'il ne fallait pas parcourir, il effectue 12 segments et parcourt donc une distance de 1,33 ($LI = \frac{12}{9} = 1,33$). Ainsi, plus l'indice se rapproche de 1, plus la longueur de l'itinéraire effectué correspond à celle du trajet demandé.

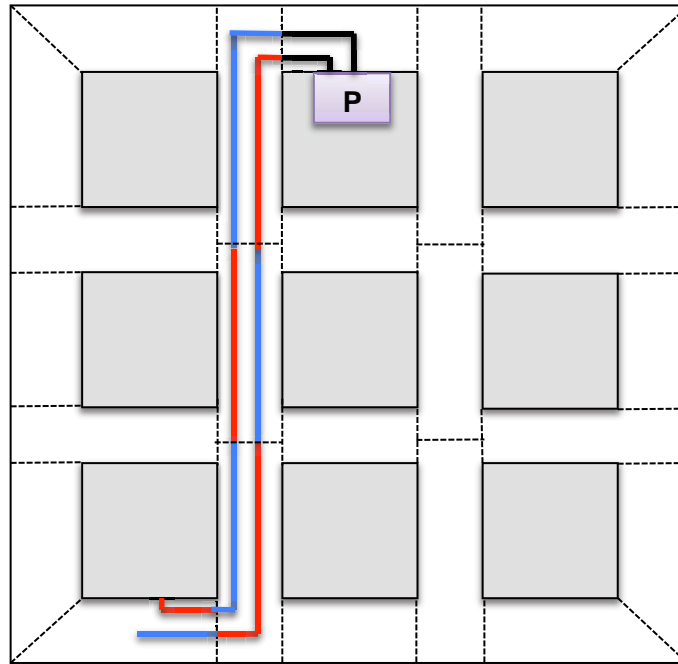


Figure 14.-Schématisation de la méthode de cotation utilisée pour calculer le nombre de segments parcourus par les participants

Ensuite, nous avons comptabilisé le *nombre d'erreurs* réalisées à chacun des essais. Nous considérons qu'une erreur est commise lorsque le participant entre dans un segment qui ne fait pas partie de l'itinéraire demandé. Pour chaque trajet réalisé, nous avons comptabilisé le *nombre de demi-tours* effectués par les participants. Cet indice nous donne une indication des corrections des actions de déplacement apportées par les participants à leurs itinéraires. Enfin, pour chaque essai, nous avons comptabilisé le *nombre de pauses* observées par les participants afin d'explorer l'environnement. Une pause se définit par un moment où le participant s'arrête à une intersection afin d'explorer les routes qui sont autour de lui avant de s'engager dans une direction.

2.3.6. Mesures associées à la phase test

Afin d'évaluer la qualité de l'apprentissage des itinéraires et donc la connaissance de la configuration, nous avons utilisé la *distance parcourue* en phase de test. Nous avons également comptabilisé le *nombre de cibles atteintes* sur les quatre demandées lors de la phase de test (boulangerie, pharmacie, supermarché, domicile). Enfin, nous nous sommes intéressés à l'*organisation des itinéraires* réalisés lors du test, en comptabilisant le nombre de participants qui parvient à effectuer le test en effectuant un parcours organisé. Un parcours

organisé est un itinéraire qui permet de relier les quatre cibles dans l'ordre demandé par des chemins relativement directs (figure 15). Nous considérons qu'un bon apprentissage de la configuration de l'environnement se caractérise par un trajet organisé et reproductible, une localisation des quatre cibles et une distance parcourue la plus faible possible.



Figure 15.-Exemple de parcours au test, à gauche un itinéraire considéré comme organisé, à droite un trajet considéré comme non organisé

2.4. Procédure

2.4.1. Plan d'expérience

Cette étude porte sur un échantillon de 55 participants répartis en trois groupes indépendants (DI, AD, AC) avec $n_{DI} = 18$, $n_{AD} = 17$ et $n_{AC} = 20$. La variable indépendante est le groupe. Les variables dépendantes sont l'autorégulation, le score aux Progressives Matrices Colorées de Raven, le score à l'Évaluation des Concepts Spatiaux, les scores aux épreuves des fonctions exécutives de la NEPSY-II, les mesures liées à l'apprentissage des itinéraires (nombre d'essais, atteinte de la cible, longueur d'itinéraire, nombre d'erreurs, nombre de demi-tours et nombre de pauses) et les mesures liées au test (distance parcourue, nombre de cibles atteintes et organisation de l'itinéraire).

2.4.2. Dérroulement

La réalisation de l'étude s'est déroulée en deux temps. Lors d'une première rencontre, qui durait environ trente minutes, chaque participant été évalué individuellement à l'aide des outils présentés précédemment selon l'ordre suivant : (1) Progressives Matrices Colorées de Raven ; (2) Catégorisation ; (3) Fluidité de dessins ; (4) Horloges ; (5) Inhibition ; (6) Evaluation des Concepts Spatiaux. Lors de la deuxième rencontre, le participant réalisait la tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel, qui durait entre 30 et 75 minutes, selon la réussite et la rapidité d'apprentissage du participant. Afin de pouvoir analyser les comportements d'autorégulation, les passations étaient filmées après information et accord du participant et de son représentant légal. L'ensemble des consignes de la tâche d'apprentissage était donné par le logiciel de manière écrite et verbale afin de limiter l'intervention de l'expérimentateur. Les seules instructions données par l'expérimentateur au début de la deuxième rencontre étaient les suivantes : « *Tu vas faire un exercice sur l'ordinateur. Tu vas devoir te déplacer dans une ville en utilisant la barre espace pour avancer et la souris pour tourner (l'expérimentateur montre la barre espace et le fonctionnement de la souris). L'ordinateur va te donner les consignes pour savoir ce que tu dois faire. Je serai dans la pièce mais je ne peux pas t'aider. Tu dois faire l'exercice tout(e) seul(e)* ».

Précédemment aux deux rencontres, nous avons informé les participants des buts et modalités de l'étude de manière orale ainsi que par l'intermédiaire d'une lettre d'information (annexe 2). Une lettre d'information a également été transmise aux représentants légaux des participants mineurs ou sous protection juridique. Ensuite, nous avons demandé aux participants et à leurs représentants légaux de signer un formulaire de consentement libre et éclairé (annexe 2). Enfin, au début de chaque rencontre, l'expérimentateur rappelait au participant les buts et les modalités de l'étude et s'assurait qu'il souhaitait toujours y participer.

3. Résultats

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS Statistics version 20. Nous avons testé la normalité des distributions de nos différentes variables à l'aide du test de Shapiro-Wilk. L'hypothèse de normalité n'étant pas vérifiée pour l'ensemble des variables, nous avons préféré l'utilisation de tests non paramétriques. Ainsi, pour les comparaisons intergroupes, nous avons utilisé le test de Kruskal-Wallis et le test de Mann-Whitney pour

échantillons indépendants. Pour les comparaisons intra-groupes, nous avons utilisé le test de Friedman et le test de rang signé de Wilcoxon pour échantillons appariés. Le test exact de Fisher a également été utilisé pour les comparaisons intergroupes du nombre de participants réussissant à produire un itinéraire organisé lors du test. Enfin, nous avons analysé les liens entre nos variables en calculant des corrélations par rangs de Spearman.

L'effet de l'ordre de passation des apprentissages a été analysé à l'aide du test de Kruskal-Wallis et n'a révélé aucune différence significative sur les scores d'autorégulation, d'apprentissage et de test dans les trois groupes. Dans la présentation des résultats, nous n'avons pas tenu compte des scores obtenus concernant l'évaluation des fonctions exécutives. En effet, les résultats étaient très disparates et donc difficilement interprétables, nous avons donc fait le choix de ne pas les retenir ici. Enfin, les tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles sont présentés en annexes (annexe 3).

3.1. Autorégulation

Par l'intermédiaire du test de Kruskal-Wallis, nous avons comparé les trois groupes quant aux scores d'autorégulation obtenus. Les résultats sont présentés dans le tableau 2. On observe un effet significatif du facteur groupe sur l'ensemble des scores excepté pour la stratégie d'identification de l'objectif ($\chi^2 = 4,78$; ddl = 2 ; $p = 0,092$).

Les comparaisons post-hoc par paires montrent que les participants du groupe AD présentent des scores d'autorégulation plus faibles que les participants du groupe DI pour les stratégies sociales de régulation du comportement ($U = 11,91$; $p = 0,022$) et attentionnelles ($U = 11,16$; $p = 0,007$). Comparativement au groupe AC, les participants présentant une déficience intellectuelle montrent un niveau d'autorégulation plus faible pour l'autorégulation globale ($U = -13,74$; $p = 0,024$) et les stratégies de planification ($U = -14,54$; $p = 0,015$) et d'évaluation ($U = -20,31$; $p = 0,001$). Enfin, les participants du groupe AD obtiennent des scores d'autorégulation plus faibles que le groupe AC pour les stratégies de planification ($U = -26,34$; $p = 0,001$), attentionnelles ($U = -11,47$; $p = 0,004$), d'évaluation ($U = -25,33$; $p = 0,001$) ainsi que pour l'autorégulation globale ($U = -24,60$; $p = 0,001$).

Tableau 2. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Kruskal-Wallis pour les scores des stratégies autorégulatrices (max = 2) et de l'autorégulation globale (max = 9) des groupes DI, AD et AC.

	Groupe DI N = 18		Groupe AD N = 17		Groupe AC N = 20		Test de Kruskal- Wallis	Comparaisons par paires
	M	ET	M	ET	M	ET	<i>p</i>	
Autorégulation globale	8,25	0,71	7,71	0,73	8,78	0,37	0,001	DI<AC*/AD<AC**
Identification de l'objectif	1,92	0,24	1,94	0,12	2,00	0,00	0,092	
Planification	1,55	0,35	1,15	0,48	1,86	0,18	0,001	DI<AC*/AD<AC**
Régulation du comportement	1,99	0,02	1,95	0,08	1,91	0,17	0,017	DI>AD*
Attention	1,99	0,05	1,94	0,09	1,99	0,02	0,002	DI>AD**/AD<AC**
Evaluation	1,08	0,48	0,87	0,29	1,76	0,33	0,001	DI<AC**/AD<AC**

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

3.2. *Apprentissage des itinéraires*

Nous avons comparé les scores liés à l'apprentissage des itinéraires entre nos trois groupes de participants à l'aide du test de Kruskal-Wallis. Les résultats, présentés dans le tableau 3, montrent la présence de différences significatives pour l'ensemble des scores (nombre d'essais, atteinte de la cible, longueur de l'itinéraire, nombre d'erreurs, de demi-tours et de pauses). Nous avons réalisé des comparaisons par paires entre nos groupes avec le test de Mann-Whitney.

Les résultats ne révèlent aucune différence significative entre le groupe DI et le groupe AD.

Comparativement au groupe DI, le groupe AC réalise les apprentissages avec un nombre moins important d'essais ($U = 18,55$; $p = 0,001$), d'erreurs ($U = 18,87$; $p = 0,001$), de demi-tours ($U = 14,81$; $p = 0,013$) et de pauses ($U = 19,22$; $p = 0,001$). De plus, les participants AC atteignent davantage les cibles ($U = -14,53$; $p = 0,015$) et ont un indice de longueur d'itinéraire plus faible que le groupe DI ($U = 17,19$; $p = 0,003$). Les mêmes résultats significatifs apparaissent entre le groupe AC et le groupe AD, excepté en ce qui concerne le nombre de pauses qui ne diffère pas entre les deux groupes.

Tableau 3. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Kruskal-Wallis pour les scores liés à l'apprentissage d'itinéraires des groupes DI, AD et AC.

	Groupe DI N = 18		Groupe AD N = 17		Groupe AC N = 20		Test de Kruskal- Wallis	Comparaisons par paires
	M	ET	M	ET	M	ET	<i>p</i>	
Essais	5,30	2,31	8,10	2,22	2,63	0,79	0,001	DI>AC**/AD>AC**
Atteinte de la cible	1,63	0,35	1,26	0,47	1,92	0,11	0,001	DI<AC**/AD<AC**
Longueur d'itinéraire	1,39	0,43	1,55	0,47	1,07	0,08	0,001	DI>AC**/AD>AC**
Erreurs	4,89	3,83	6,72	3,70	1,04	1,04	0,001	DI>AC**/AD>AC**
Demi-tours	0,60	0,54	1,00	0,45	0,16	0,23	0,001	DI>AC**/AD>AC**
Pauses	0,72	0,77	0,37	0,34	0,22	0,39	0,001	DI>AC**

** $p < 0,01$

Nous nous sommes intéressés au pourcentage de participants ayant réussi à atteindre le critère d'apprentissage (deux essais consécutifs sans erreur) pour les trois itinéraires. Ainsi, 68,52% des participants DI ont atteint le critère, 31,37% dans le groupe AD et 98,33% dans le groupe AC. Nous avons réalisé des comparaisons des effectifs par paires à l'aide du test exact de Fisher. Les résultats indiquent que le nombre de participants du groupe AC qui atteint le critère d'apprentissage est supérieur à celui des deux autres groupes ($p < 0,001$). En outre, les participants du groupe DI sont plus nombreux à atteindre le critère d'apprentissage que les participants du groupe AD ($p < 0,001$).

3.3. Phase test

Le test de Kruskal-Wallis montre un effet du facteur groupe sur la distance parcourue ($\chi^2 = 16,63$; ddl = 2 ; $p = 0,001$) et le nombre de cibles atteintes ($\chi^2 = 9,59$; ddl = 2 ; $p = 0,008$). Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Les comparaisons de distribution post-hoc réalisées avec le test de Mann-Whitney ne montrent pas de différences significatives entre les participants présentant une déficience intellectuelle et les participants au développement typique de même niveau de développement intellectuel concernant ces deux mesures (distance parcourue : $p = 1,000$; nombre de cibles atteintes : $p = 0,476$). A l'inverse, le groupe AC se montre plus performant que les groupes DI et AD lors du test. En effet, il réalise le test en parcourant une distance plus courte que les groupes DI ($U = 18,00$; $p = 0,001$) et AD ($U = 18,59$; $p = 0,002$) et il atteint davantage de cibles que le groupe AD ($U = -11,38$; $p = 0,006$).

Tableau 4. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Kruskal-Wallis pour la distance parcourue et le nombre de cibles atteintes (max = 4) pour les groupes DI, AD et AC.

	Groupe DI N = 18		Groupe AD N = 17		Groupe AC N = 20		Test de Kruskal- Wallis	Comparaisons par paires
	M	ET	M	ET	M	ET	<i>p</i>	
Distance parcourue	1478,47	850,93	1529,95	934,24	810,46	135,77	0,001	DI>AC**/AD>AC**
Nombre de cibles atteintes	3,33	1,41	2,71	1,76	4,00	0,00	0,008	AD<AC**

** $p < 0,01$

Afin d'évaluer l'acquisition de la configuration de l'environnement, nous avons également analysé qualitativement l'organisation des trajets effectués par les participants lors du test dans chaque groupe. Rappelons qu'un trajet organisé est un itinéraire permettant de relier les quatre cibles dans l'ordre par des chemins relativement directs. Après avoir comptabilisé le nombre de participants ayant réussi à effectuer un trajet organisé, nous avons comparé les effectifs obtenus entre les groupes à l'aide du test exact de Fisher. Les résultats sont présentés dans le tableau 5.

Dans le groupe DI, 9 des 18 participants (50%) ont réussi à réaliser un itinéraire organisé reliant les quatre cibles. Dans le groupe AD, 6 des 17 participants (35%) y sont parvenus et dans le groupe AC, 19 des 20 participants (95%). Le test exact de Fisher n'indique pas de différence significative entre les participants présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel concernant l'organisation de l'itinéraire ($p = 0,500$). Par contre, les participants du groupe AC sont plus nombreux à parvenir à effectuer un trajet organisé reliant les quatre cibles que les participants des groupes DI ($p = 0,002$) et AD ($p = 0,001$).

Tableau 5. Effectifs et significations exactes au test exact de Fisher pour l'organisation de l'itinéraire lors du test pour les groupes DI, AD et AC.

		Groupe DI N = 18	Groupe AD N = 17	Groupe DI N = 18	Groupe AC N = 20	Groupe AD N = 17	Groupe AC N = 20
Organisation de l'itinéraire	Oui	9	6	9	19	6	19
	Non	9	11	9	1	11	1
Test exact de Fisher		<i>0,500</i>		0,002		0,001	

3.4. Effet de l'itinéraire (boulangerie vs pharmacie vs supermarché) sur l'autorégulation et l'apprentissage

Nous nous sommes intéressés à l'effet de l'itinéraire sur les scores d'autorégulation et d'apprentissage dans chacun des groupes. En effet, les trois itinéraires ne sont pas équivalents en ce qui concerne la longueur (nombre de segments à parcourir) et le nombre de changements de direction. Le trajet de la boulangerie comporte 5 segments et 4 changements de direction. Celui de la pharmacie est composé de 9 segments et de 4 changements de directions. L'itinéraire du supermarché est constitué de 9 segments et de 8 changements de direction. Nous avons donc analysé l'effet de l'itinéraire selon trois niveaux : (1) effet principal de la longueur (boulangerie vs pharmacie) ; (2) effet principal du nombre de changements de direction (pharmacie vs supermarché) ; (3) effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction (boulangerie vs supermarché).

3.4.1. Effet de la longueur (boulangerie vs pharmacie)

Dans le groupe DI, les résultats au test de Wilcoxon ne mettent pas en évidence un effet de la longueur de l'itinéraire sur l'autorégulation globale et sur les stratégies autorégulatrices. En ce qui concerne les scores d'apprentissage, on observe un effet de la longueur de l'itinéraire uniquement sur le nombre de demi-tours ($W = 89,00$; $p = 0,002$). Ainsi, le nombre de demi-tours est moins élevé lors du trajet de la boulangerie que lors de celui de la pharmacie.

Dans le groupe AD, pour l'autorégulation, les comparaisons réalisées avec le test de Wilcoxon révèlent un effet de la longueur de l'itinéraire sur les stratégies autorégulatrices de planification, celles-ci étant plus élevées pour le trajet de la boulangerie que pour celui de la pharmacie ($W = 21,50$; $p = 0,029$). En ce qui concerne les scores d'apprentissage, les

résultats indiquent un effet de la longueur de l'itinéraire sur l'indice de longueur d'itinéraire ($W = 30,00$; $p = 0,049$), les enfants du groupe AD étant plus performants lors du trajet de la pharmacie. Ainsi, lors du trajet de la pharmacie, les enfants du groupe AD obtiennent un indice de longueur d'itinéraire plus faible que lors du trajet de la boulangerie.

Enfin, dans le groupe AC, les résultats au test de Wilcoxon ne révèlent pas d'effet de la longueur de l'itinéraire sur les scores d'autorégulation et d'apprentissage.

3.4.2. Effet du nombre de changements de direction (pharmacie vs supermarché)

Dans le groupe DI, les comparaisons réalisées avec le test de Wilcoxon, entre les itinéraires de la pharmacie et du supermarché, mettent en évidence un effet du nombre de changements de direction sur les stratégies autorégulatrices d'évaluation ($W = 22,50$; $p = 0,019$) et sur le nombre d'essais ($W = 57,00$; $p = 0,031$). Ainsi, lors du trajet de la pharmacie, les participants évaluent davantage leurs actions et réalisent l'apprentissage en un nombre d'essais plus faible que lors du trajet du supermarché.

Dans le groupe AD, les résultats obtenus au test de Wilcoxon révèlent un effet du nombre de changements de directions sur les stratégies autorégulatrices d'évaluation ($W = 9,00$; $p = 0,006$), sur le nombre d'essais ($W = 21,00$; $p = 0,026$), sur l'indice de longueur de l'itinéraire ($W = 123,00$; $p = 0,028$) et sur le nombre d'erreurs ($W = 147$; $p = 0,001$). Lors de l'itinéraire de la pharmacie, les enfants du groupe AD mobilisent davantage leurs stratégies autorégulatrices d'évaluation, effectuent moins d'erreurs et moins d'essais et obtiennent un indice de longueur d'itinéraire plus faible que lors de l'itinéraire du supermarché.

Enfin, dans le groupe AC, les comparaisons réalisées avec le test de Wilcoxon, entre l'itinéraire de la pharmacie et du supermarché, mettent en évidence un effet du nombre de changements de direction sur les stratégies autorégulatrices d'évaluation ($W = 0,00$; $p = 0,011$), le nombre d'essais ($W = 75,00$; $p = 0,004$) et le nombre d'erreurs ($W = 64,00$; $p = 0,050$). Ainsi, les participants du groupe AC évaluent davantage leurs actions et effectuent moins d'essais et moins d'erreurs lors de l'itinéraire de la pharmacie par rapport à celui du supermarché.

3.4.3. Effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction (boulangerie vs supermarché)

Dans le groupe DI, les résultats au test de Wilcoxon montrent un effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction sur l'autorégulation globale ($W = 12,50$; $p = 0,021$), les stratégies autorégulatrices de planification ($W = 25,50$; $p = 0,050$) et d'évaluation ($W = 18,00$; $p = 0,010$) ainsi que sur le nombre d'essais ($W = 100,00$; $p = 0,003$), d'erreurs ($W = 112,00$; $p = 0,023$) et de demi-tours ($W = 88,00$; $p = 0,026$). Ainsi, comparativement au trajet du supermarché, lorsqu'ils réalisent l'itinéraire de la boulangerie, les participants du groupe DI font preuve d'un niveau d'autorégulation globale plus élevé, ils planifient et évaluent davantage leurs actions et ils effectuent moins d'essais, d'erreurs et de demi-tours.

Dans le groupe AD, les comparaisons réalisées avec le test de Wilcoxon mettent en évidence un effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction sur l'autorégulation globale ($W = 27,00$; $p = 0,019$), les stratégies autorégulatrices de planification ($W = 21,00$; $p = 0,015$) et d'évaluation ($W = 34,00$; $p = 0,044$) ainsi que sur le nombre d'essais ($W = 45,00$; $p = 0,007$), l'atteinte de la cible ($W = 19,00$; $p = 0,011$) et le nombre d'erreurs ($W = 140,00$; $p = 0,003$). Lors du trajet de la boulangerie, les enfants du groupe AD s'autorégulent davantage, ils planifient et évaluent leurs actions de manière plus importante et atteignent plus la cible que lors du trajet de supermarché. En outre, le nombre d'erreurs et d'essais est plus faible pour l'itinéraire de la boulangerie que pour celui du supermarché.

Enfin, dans le groupe AC, les résultats au test de Wilcoxon révèlent un effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction sur l'autorégulation globale ($W = 0,00$; $p = 0,012$), les stratégies autorégulatrices de planification ($W = 2,00$; $p = 0,025$), de régulation du comportement ($W = 0,00$; $p = 0,017$), d'évaluation ($W = 0,00$; $p = 0,011$) ainsi que sur l'ensemble des scores d'apprentissage (nombre d'essais, d'erreurs, de demi-tours et de pauses, atteinte de la cible et indice de longueur d'itinéraire). Lors du trajet de la boulangerie, les participants se montrent donc plus performants que lors de l'itinéraire du supermarché. Ils font preuve d'une meilleure autorégulation globale, ils planifient et évaluent davantage leurs actions et demandent moins d'aide à l'expérimentateur. En outre, ils réalisent l'apprentissage avec un nombre d'essais, d'erreurs, de demi-tours et de pause plus faible, ils atteignent davantage la cible et ont un indice de longueur d'itinéraire moins important.

3.4.4. Résumé des résultats communs aux trois groupes (DI, AD et AC)

Si l'on regarde les résultats observés simultanément dans nos trois groupes, on observe pour l'ensemble des participants un effet du facteur itinéraire sur plusieurs scores d'autorégulation et d'apprentissage. Plus précisément, le nombre de changements de direction de l'itinéraire a un effet sur les stratégies autorégulatrices d'évaluation et le nombre d'essais dans le sens où les performances sont inférieures lors du trajet du supermarché par rapport à celui de la pharmacie. En outre, un effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction apparaît sur l'autorégulation globale, les stratégies autorégulatrices de planification et d'évaluation ainsi que sur le nombre d'essais et d'erreurs. Là encore, les performances sont moins élevées lors du trajet du supermarché par rapport à celui de la boulangerie. Ainsi, l'itinéraire du supermarché semble donc poser plus de difficultés aux participants, il peut donc être considéré comme plus complexe. En effet, il compte plus de segments à parcourir que l'itinéraire de la boulangerie et il comporte davantage de changements de directions (endroits où le participant doit choisir de prendre une autre route) que les trajets de la boulangerie et de la pharmacie. Cette complexité se remarque également lorsque l'on s'intéresse au nombre de participants ayant réussi à atteindre le critère d'apprentissage pour chaque itinéraire (deux essais consécutifs sans erreur) (tableau 6).

Pour l'itinéraire de la boulangerie, 88,89% des participants du groupe DI atteint le critère, 52,94% dans le groupe AD et 100% dans le groupe AC. On ne remarque pas de différence significative entre les groupes DI et AC concernant le nombre de participants qui atteignent le critère d'apprentissage ($p = 0,218$). Par contre, le groupe AD atteint moins facilement le critère que les groupes DI ($p = 0,027$) et AC ($p = 0,001$).

Pour le trajet de la pharmacie, 72,22% des participants du groupe DI atteint le critère d'apprentissage, 35,29% dans le groupe AD et 100% dans le groupe AC. Ainsi, les participants du groupe AC atteignent davantage le critère que les groupes DI ($p = 0,017$) et AD ($p = 0,001$). De plus, les participants DI réussissent davantage à obtenir le critère que les participants AD ($p = 0,044$).

Enfin, pour l'itinéraire du supermarché, 44,44% des participants du groupe DI atteint le critère, 5,88% dans le groupe AD et 95% dans le groupe AC. Le groupe AC réussit donc davantage à atteindre le critère que les groupes DI ($p = 0,001$) et AD ($p = 0,001$). Les participants DI atteignent également davantage le critère que les participants AD ($p = 0,018$).

Tableau 6. Effectifs et significations exactes au test exact de Fisher pour l’atteinte du critère d’apprentissage en fonction de l’itinéraire pour les groupes DI, AD et AC.

Atteinte du critère		Boulangerie		Pharmacie		Supermarché	
		Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Groupe DI	N = 18	16	2	13	5	8	10
Groupe AC	N = 20	20	0	20	0	19	1
<i>Test Exact de Fisher</i>		<i>p</i>		0,017		0,001	
Groupe DI	N = 18	16	2	13	5	8	10
Groupe AD	N = 17	9	8	6	11	1	16
<i>Test Exact de Fisher</i>		<i>p</i>		0,027		0,044	
Groupe AD	N = 17	9	8	6	11	1	16
Groupe AC	N = 20	20	0	20	0	19	1
<i>Test Exact de Fisher</i>		<i>p</i>		0,001		0,001	

3.5. Corrélations

Nous avons calculé des corrélations par rangs de Spearman afin de tester la présence éventuelle de liens entre l’âge chronologique, les scores aux Progressives Matrices Colorées de Raven, l’évaluation des concepts spatiaux et les scores d’autorégulation, d’apprentissage et de test. Nous nous sommes aussi intéressés aux éventuels liens entre l’autorégulation et les scores à la phase test. Les corrélations ont été calculées pour les groupes DI et AD. Nous n’avons pas tenu compte du groupe AC dans l’analyse des corrélations car nous observons pour plusieurs scores (ECS, stratégies autorégulatrices d’identification de l’objectif et nombre de cibles atteintes au test) un effet plafond en raison du niveau de développement intellectuel et de l’âge chronologique élevé de ces participants.

3.5.1. Groupe DI (N = 18)

Dans le groupe DI, aucune corrélation significative n’apparaît entre l’âge chronologique, le score aux PMC et les scores d’autorégulation, d’apprentissage et de test. Ainsi, l’autorégulation et les capacités de wayfinding ne semblent pas liées à l’âge chronologique ni au niveau de développement intellectuel. La connaissance des concepts spatiaux (ECS) est moyennement corrélée au nombre de cibles atteintes lors du test ($r_s = .515$; $p = 0,029$).

En ce qui concerne l'autorégulation et les scores obtenus à la phase test (tableau 7), des liens positifs modérés sont observés entre le nombre de cibles atteintes et les stratégies autorégulatrices attentionnelles et d'évaluation. Aucune corrélation n'est obtenue entre l'autorégulation et la distance parcourue.

Tableau 7. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre les scores d'autorégulation et les scores au test pour le groupe DI (N = 18).

		Scores au test	
		Distance parcourue	Nombre de cibles atteintes
Autorégulation	Globale	-.077	.455
	Identification de l'objectif	.128	.306
	Planification	.026	.351
	Régulation du comportement	.164	-.128
	Attention	.397	.514*
	Evaluation	-.065	.489*

*p<0,05

3.5.2. Groupe AD (N = 17)

Aucune corrélation significative n'est observée entre l'âge chronologique, le score aux PMC, les scores d'autorégulation et les scores d'apprentissage et de test. Ainsi, tout comme dans le groupe DI, l'autorégulation et les capacités de wayfinding ne semblent pas liées à l'âge chronologique ni au niveau de développement intellectuel chez les participants AD. Des liens négatifs modérés sont observés entre la connaissance des concepts spatiaux (ECS) et l'indice de longueur de l'itinéraire ($r_s = -.505$; $p = 0,039$) ainsi que le nombre d'erreurs ($r_s = -.551$; $p = 0,022$).

En ce qui concerne l'autorégulation et les scores en phase test (tableau 8), des liens positifs forts à modérés sont observés entre le nombre de cibles atteintes et les stratégies d'identification de l'objectif, de planification, attentionnelles, d'évaluation ainsi qu'avec l'autorégulation globale.

Tableau 8. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre les scores d'autorégulation et les scores au test pour le groupe AD (N = 17).

		<i>Scores au test</i>	
		Distance parcourue	Nombre de cibles atteintes
<i>Autorégulation</i>	Globale	-.052	.859**
	Identification de l'objectif	.145	.730**
	Planification	-.049	.824**
	Régulation du comportement	-.473	.031
	Attention	.097	.861**
	Evaluation	-.016	.645**

**p<0,01

4. Discussion

L'objectif de cette étude était d'étudier l'autorégulation et les stratégies autorégulatrices en lien avec les capacités de wayfinding lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel. Pour cela nous avons constitué trois groupes de participants : un groupe d'adolescents et de jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle (groupe DI), un groupe d'enfants au développement typique (groupe AD) apparié au groupe DI sur le niveau de développement intellectuel et un groupe d'adolescents et de jeunes adultes au développement typique (groupe AC) apparié au groupe DI sur l'âge chronologique.

Les trois groupes ont réalisé une tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel. Celle-ci consistait, dans un premier temps, à apprendre séparément trois itinéraires aller-retour conduisant les participants de leur domicile (point de départ) à trois commerces (boulangerie, pharmacie, supermarché) et ce jusqu'à l'atteinte d'un critère d'apprentissage fixé à la réalisation de deux essais consécutifs sans erreur. Dans un deuxième temps, les participants réalisaient un test de leur apprentissage dans lequel ils devaient trouver un itinéraire leur permettant de se rendre successivement aux trois commerces. Ce trajet n'avait pas fait l'objet d'un apprentissage.

Nous avons analysé les stratégies autorégulatrices et l'autorégulation globale mises en œuvre par les participants lors de la tâche d'apprentissage à l'aide d'une grille d'analyse que

nous avons élaborée. Nous avons également mesuré leur capacité à apprendre des itinéraires par l'intermédiaire de plusieurs indices : nombre d'essais, atteinte de la cible, indice de longueur de l'itinéraire, nombre d'erreurs, nombre de demi-tours et nombre de pauses. Enfin, nous avons analysé la qualité des apprentissages et l'acquisition de la configuration de l'environnement par l'intermédiaire de la distance parcourue et du nombre de cibles atteintes lors du test ainsi que par la capacité à trouver un itinéraire organisé permettant de relier les quatre cibles par des trajets relativement directs et donc de réussir le test.

4.1. Autorégulation

Nous nous attendions à observer de moins bonnes performances d'autorégulation globale et des stratégies autorégulatrices chez les participants présentant une déficience intellectuelle comparativement aux groupes AD et AC. Les résultats que nous avons obtenus confirment partiellement nos attentes.

En effet, comme attendu, le groupe AC obtient des scores d'autorégulation plus élevés que le groupe DI, mais seulement pour les stratégies de planification et d'évaluation ainsi que pour l'autorégulation globale.

Contrairement à nos attentes, nous n'observons pas de différence significative entre les participants présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel concernant l'autorégulation globale, les stratégies d'identification de l'objectif, de planification et d'évaluation. Le groupe DI se montre même plus performant que le groupe AD pour les stratégies autorégulatrices de régulation du comportement et attentionnelles. Ainsi, les participants présentant une déficience intellectuelle mobilisent leur attention de manière plus importante et ils demandent moins d'aide à l'examineur que le groupe AD. Ces résultats ne vont pas dans le sens de ceux retrouvés par Nader-Grosbois (2014), qui montrent que les adolescents présentant une déficience intellectuelle ont de moins bonnes performances en autorégulation globale et pour l'ensemble des stratégies autorégulatrices, comparativement à des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel, lors d'une situation de résolution de problème. Les participants du groupe DI de notre étude présentent une déficience intellectuelle de sévérité légère à modérée, tout comme les participants de l'étude de Nader-Grosbois. La différence de résultat observée ne peut donc s'expliquer par le degré de sévérité de la déficience intellectuelle des participants. On peut donc penser que la tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel utilisée dans notre étude pourrait être

sensible à l'expérience. Ainsi, la différence de résultat pourrait s'expliquer par le fait que malgré un niveau de développement intellectuel équivalent, les participants présentant une déficience intellectuelle auraient acquis, du fait de leur expérience de vie plus importante (âge chronologique plus élevé), une autorégulation aussi efficace, voire supérieure pour certaines stratégies, que celle des enfants au développement typique lorsqu'ils doivent apprendre des itinéraires. En ce qui concerne les stratégies sociales de régulation du comportement, dont le but est d'obtenir de l'aide, le résultat que nous retrouvons confirme les observations de Letalle et al. (2014). En effet, dans leur recherche comparant trois groupes de participants présentant une déficience intellectuelle de même niveau de développement intellectuel mais d'âges chronologiques différents, ils observent que des participants âgés de 12 et 20 ans présentent des stratégies autorégulatrices sociales de régulation du comportement supérieures à celles des enfants de 8 ans. Ainsi, avec l'expérience, les adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle demanderaient moins d'aide à l'entourage social lors de la réalisation d'une activité. Ce comportement est adapté si la personne est capable de trouver elle-même une solution mais il peut aussi poser des difficultés si l'individu ne dispose pas des ressources nécessaires pour pouvoir résoudre le problème. En effet, ne pas savoir demander de l'aide lorsqu'on en a besoin, par exemple dans le cadre des déplacements, lorsque l'on s'est trompé de ligne de bus ou que l'on est perdu, peut avoir de graves conséquences. D'ailleurs, dans une enquête réalisée auprès d'adultes présentant une déficience intellectuelle (Mengue-Topio & Courbois, 2011), les personnes interrogées semblent demander peu d'aide aux autres individus lors d'une erreur de ligne de bus ou de métro (7%) ou lors de l'absence de signal sonore indiquant le nom de la station de métro (15%). Par contre, lorsqu'elles sont perdues dans un environnement qu'elles ne connaissent pas, elles demandent plus systématiquement de l'aide aux autres individus (75%).

Les résultats des comparaisons effectuées entre le groupe AC et le groupe AD vont en grande partie dans le sens de nos hypothèses. Etant donné le niveau de développement intellectuel plus élevé des participants du groupe AC (PMC plus élevées), nous nous attendions à ce qu'ils présentent une meilleure autorégulation pour l'ensemble des stratégies autorégulatrices et pour l'autorégulation globale. Nous observons bien cet effet mais pas pour les stratégies d'identification de l'objectif et de régulation du comportement qui ne diffèrent pas entre les deux groupes. Le groupe AC présente donc une autorégulation plus importante que le groupe AD pour les stratégies autorégulatrices de planification, attentionnelles et d'évaluation ainsi que pour l'autorégulation globale.

Rappelons que l'autorégulation varie en fonction du contexte d'apprentissage et du support utilisé (Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011 ; Nader-Grosbois & Thomée, 2006), ce qui peut être une source d'explication des différences observées entre nos résultats et ceux rapportées par la littérature. En effet, l'étude de l'autorégulation en situation d'apprentissage d'itinéraires n'a jamais fait l'objet de recherches à notre connaissance, nous n'avons donc pas de données de la littérature disponibles afin de les comparer à nos résultats. Par ailleurs, il semble que le support informatique favorise l'autorégulation et notamment les stratégies attentionnelles et d'évaluation chez les enfants au développement typique et chez les personnes présentant une déficience intellectuelle de même âge de développement compris entre 2 et 6 ans (Nader-Grosbois & Lefèvre, 2011 ; Nader-Grosbois & Thomée, 2006).

4.2. Apprentissage d'itinéraires

Nous avons comparé les scores d'apprentissage lors des trois itinéraires entre nos trois groupes. Nous nous attendions à observer de moins bonnes performances dans les groupes DI et AD comparativement au groupe AC. Nos résultats vont dans le sens de nos prévisions.

En effet, nous observons de meilleures performances dans le groupe AC comparativement aux groupes DI et AD. Ainsi, les participants au développement typique de même âge chronologique que le groupe DI réalisent les trois apprentissages avec un nombre d'essais, d'erreurs, de demi-tours et de pauses plus faible. Ils effectuent des itinéraires moins longs et atteignent davantage les cibles demandées dans l'environnement. Ces résultats rejoignent ceux d'autres études montrant que les personnes présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique acquièrent la connaissance d'itinéraires en environnement virtuel avec une distance parcourue, un nombre d'essais et d'erreurs supérieurs à des adultes au développement typique (Mengue-Topio, 2011 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al. 2015). En outre, comme le soulignent Cornell et al. (1992), les enfants de 6 à 7 ans disposent de performances de wayfinding plus faibles que les enfants de 12 ans et les adultes.

La comparaison des groupes DI et AD ne montre pas de différence concernant les scores d'apprentissage. Les trajets effectués par les deux groupes ne diffèrent pas du point de vue de la longueur, de l'atteinte de la cible, du nombre d'essais, d'erreurs, de demi-tours et de pauses. Nos résultats rejoignent ceux de Mengue-Topio (2011) et de Davis, Merrill, Connors et Roskos (2014) qui mettent en évidence l'absence de différence entre les performances des

participants présentant une déficience intellectuelle et des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel concernant le nombre d'erreurs et d'essais.

Enfin, nous nous sommes intéressés au nombre de participants ayant réussi à atteindre le critère d'apprentissage, fixé à deux essais consécutifs sans erreur, dans chacun des groupes. Davantage de participants du groupe AC (98,33%) atteignent le critère comparativement aux groupes DI et AD, ce qui concorde avec leurs meilleures performances pour les scores d'apprentissage. En outre, cette concordance entre les scores d'apprentissage et l'atteinte du critère de réussite n'est pas retrouvée lorsque l'on compare les groupes DI et AD. En effet, bien que les analyses n'aient pas mis en évidence de différence significative entre les scores d'apprentissage des groupes DI et AD, ceux-ci se différencient quant à l'atteinte du critère d'apprentissage. Ainsi, en dépit d'un apprentissage d'itinéraires qui est coûteux en nombre d'essais et en erreurs, les participants présentant une déficience intellectuelle sont plus nombreux à atteindre le critère d'apprentissage (68,52%) que les enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel (31,37%). Plusieurs pistes d'explication peuvent être envisagées. Tout d'abord, le fait que les participants du groupe DI soient plus nombreux à atteindre le critère d'apprentissage pourrait être en lien avec leurs meilleures performances autorégulatrices pour les stratégies attentionnelles. Mobiliser davantage l'attention lors de la tâche d'apprentissage d'itinéraires leur permettrait d'atteindre plus efficacement le critère d'apprentissage même si pour cela ils ont besoin de beaucoup d'essais et qu'ils réalisent des erreurs. Ensuite, ce résultat pourrait s'expliquer par une plus grande expérience des déplacements indépendants dans la vie réelle des participants présentant une déficience intellectuelle. Ainsi, ils peuvent avoir acquis de meilleures capacités pour apprendre des itinéraires dans un environnement, du fait de leurs propres déplacements et de l'apprentissage de l'autonomie des déplacements réalisé par les professionnels du secteur éducatif dans les établissements où ils sont accompagnés. Enfin, il est important de souligner que malgré les différences observées entre les scores d'apprentissage de nos trois groupes, ces derniers peuvent tous acquérir la connaissance d'itinéraires après un temps d'apprentissage plus ou moins long.

4.3. Phase test

En ce qui concerne les scores de la phase test, nous nous attendions à observer une meilleure performance dans le groupe AC comparativement aux groupes DI et AD. Nos résultats confirment nos hypothèses.

En effet, le groupe AC réalise le test en parcourant moins de distance et en atteignant plus facilement les quatre cibles de l'environnement. De plus, les participants AC sont plus performants pour trouver un itinéraire organisé leur permettant de se rendre aux quatre lieux de l'environnement par des trajets relativement directs. Ils ont donc acquis une bonne connaissance de la configuration de l'environnement. Les comparaisons réalisées entre le groupe DI et le groupe AD ne révèlent pas de différence significative pour la distance parcourue, le nombre de cibles atteintes et l'organisation de l'itinéraire. Ces résultats vont dans le sens de ceux d'autres recherches montrant que les personnes présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique de moins de 9 ans ont davantage de difficultés à acquérir la connaissance de la configuration d'un environnement (Mengue-Topio, 2011 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al., 2015).

Toutefois, en dépit de performances moindres pour la connaissance d'itinéraires et la connaissance de la configuration dans les groupes DI et AD, il est important de remarquer que certains de ces participants sont tout de même capables de trouver un itinéraire organisé, non appris précédemment, leur permettant de relier, par des chemins relativement directs, les quatre lieux cibles de l'environnement. En effet, 50% des participants du groupe DI et 35% des participants du groupe AD parviennent à effectuer un itinéraire organisé lors du test. Ces participants semblent donc avoir acquis une certaine connaissance de la configuration de l'environnement. Ces résultats confirment ceux retrouvés par Mengue-Topio (2011), mettant en évidence que, parmi les participants présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique, certains parvenaient à développer une connaissance de la configuration de l'environnement virtuel.

4.4. Liens avec l'âge chronologique, le score aux PMC et la connaissance des concepts spatiaux (ECS)

Dans les groupes DI et AD, nous nous sommes intéressés aux liens éventuels entre l'âge chronologique, le niveau de développement intellectuel (score aux PMC), la connaissance des concepts spatiaux (ECS), l'autorégulation et les scores obtenus lors de l'apprentissage et de la phase test.

Dans les groupes DI et AD, l'âge chronologique et le niveau de développement intellectuel ne sont pas liés à l'autorégulation et à la performance lors de l'apprentissage et de la phase test. Cela ne rejoint pas les résultats de Nader-Grosbois (2014), qui montrent une corrélation positive entre l'autorégulation globale et le niveau de développement intellectuel

chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle et un lien positif entre l'autorégulation globale et l'âge chronologique chez les enfants au développement typique.

En outre, chez les participants présentant une déficience intellectuelle, la connaissance des concepts spatiaux est corrélée positivement au nombre de cibles atteintes lors du test. Dans le groupe AD, la connaissance des concepts spatiaux ne corrèle pas avec les scores au test. Toutefois, des liens négatifs sont observés entre la connaissance des concepts spatiaux et certains scores d'apprentissage (indice de longueur de l'itinéraire et nombre d'erreurs). Ainsi, la connaissance des concepts spatiaux semble liée à certaines capacités entrant en jeu dans l'apprentissage d'itinéraires et dans le test des apprentissages. Cela suggère une certaine utilisation des concepts spatiaux lors de l'apprentissage d'itinéraires, chez les enfants du groupe AD et lorsqu'il est nécessaire de trouver un itinéraire, non appris précédemment, permettant de relier différents endroits de l'environnement, chez les participants du groupe DI.

4.5. Liens entre l'autorégulation et la phase test

Un des objectifs de cette étude était d'analyser s'il existait des liens entre l'autorégulation et les capacités de wayfinding. Etant donné que ces deux processus semblent avoir des stratégies communes, nous pensions observer la présence de corrélations significatives entre l'autorégulation globale, les stratégies autorégulatrices et les scores à la phase test. Les résultats des analyses de corrélations réalisées dans les groupes DI et AD vont en partie dans ce sens.

En effet, nous observons un lien entre l'autorégulation et les scores au test mais uniquement pour le nombre de cibles atteintes lors du test. Dans le groupe DI, plus les stratégies autorégulatrices attentionnelles et d'évaluation sont élevées pendant l'apprentissage, plus le nombre de cibles atteintes par les participants est élevé lors du test. Dans le groupe AD, plus l'autorégulation globale et les stratégies d'identification de l'objectif, de planification, attentionnelles et d'évaluation sont élevées lors de l'apprentissage, plus le nombre de cibles atteintes lors du test est élevé. Le nombre de cibles atteintes lors du test est un bon indicateur de la qualité de l'apprentissage précédemment réalisé. Il indique que les participants ont bien intégré la localisation des différentes cibles dans l'environnement suite aux trois apprentissages d'itinéraires. D'après ces résultats, l'autorégulation mise en œuvre pendant l'apprentissage semble influencer la réussite de la phase test. Cela nous amène à supposer que l'autorégulation joue un rôle dans le wayfinding et plus précisément dans les

situations complexes où il est nécessaire de créer un nouvel itinéraire qui sollicite la connaissance de la configuration.

5. Conclusion

Les résultats de cette première étude nous ont permis de mettre en évidence que, lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires, les personnes présentant une déficience intellectuelle ont davantage de difficultés que des jeunes au développement typique, de même âge chronologique, concernant l'autorégulation globale, les stratégies autorégulatrices de planification et d'évaluation. De même, elles peuvent acquérir une connaissance des itinéraires mais après un apprentissage plus long. L'acquisition de la configuration de l'environnement est plus difficile, mais pas impossible puisque la moitié de nos participants y est parvenue.

Par ailleurs, les jeunes présentant une déficience intellectuelle présentent de meilleures capacités que des enfants au développement typique, de même niveau de développement intellectuel, pour les stratégies autorégulatrices de régulation du comportement et attentionnelles. En dépit de l'absence de différence significative entre les scores d'apprentissage de ces deux groupes, les jeunes présentant une déficience intellectuelle sont plus nombreux à atteindre le critère d'apprentissage des itinéraires. Pour autant, cela n'induit pas de différences dans l'acquisition de la configuration de l'environnement.

Enfin, chez les enfants au développement typique et les jeunes présentant une déficience intellectuelle, l'autorégulation mise en œuvre lors de l'apprentissage d'itinéraires influence la réussite de la phase test, en favorisant la capacité à localiser et atteindre des lieux cibles dans l'environnement. Cela nous amène à supposer que l'autorégulation pourrait jouer un rôle dans les capacités de wayfinding et notamment dans les situations complexes demandant l'élaboration de nouveaux itinéraires.

CHAPITRE 5

L'AUTORÉGULATION ET L'HÉTÉRORÉGULATION EN SITUATION D'APPRENTISSAGE D'ITINÉRAIRES EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL (ÉTUDE 2)

1. Objectifs de l'étude et hypothèses de recherche

Notre première étude nous a permis d'étudier l'autorégulation et les capacités de wayfinding en situation d'apprentissage d'itinéraires chez des participants présentant une déficience intellectuelle et des participants au développement typique de même âge chronologique ou de même niveau de développement intellectuel. Dans notre deuxième étude, nous avons souhaité nous concentrer sur l'hétérorégulation, c'est-à-dire l'aide apportée à l'apprenant par l'environnement social. Ainsi, nous étudions l'hétérorégulation mise en œuvre par des éducateurs envers des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle, lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel. Pour cela, nous analysons l'ajustement de l'hétérorégulation de l'éducateur au regard de l'autorégulation fournie par le jeune. Les recherches réalisées dans ce domaine montrent une variation de l'hétérorégulation en fonction de l'autorégulation du jeune telle que plus l'autorégulation est importante, plus l'hétérorégulation diminue (Letalle et al., 2014 ; Nader-Grosbois et al., 2008 ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2012). En outre, chez les enfants présentant une déficience intellectuelle, l'hétérorégulation est également corrélée négativement au niveau de développement intellectuel de l'enfant (Nader-Grosbois, 2007b ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2012). Aussi, nous nous attendons à observer un lien négatif entre l'hétérorégulation de l'éducateur et l'autorégulation du jeune, mais aussi entre l'hétérorégulation et le niveau de développement intellectuel des participants.

Dans cette étude, nous nous intéressons également à la nature de l'aide apportée en analysant les verbalisations exprimées par les éducateurs lors de la tâche d'apprentissage d'itinéraires. En effet, rappelons que l'autorégulation est fortement influencée par le langage dans la mesure où, l'enfant intériorise les instructions données par les adultes puis s'appuie progressivement sur ses propres verbalisations pour contrôler ses actions (Vygotsky, 1962,

1978, cité par Bronson, 2000). Ainsi, les aides verbales fournies par les éducateurs lors de l'apprentissage d'itinéraires vont contrôler le comportement de l'apprenant mais elles pourraient également être intériorisées par celui-ci pour servir de support à son autorégulation. Pour analyser les verbalisations émises par les éducateurs, nous nous basons sur la méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires développée par Denis (1997). Ses travaux mettent en évidence l'importance accordée aux points de repère dans les descriptions d'itinéraires de sorte que, parmi les indications données par les personnes lorsqu'elles doivent décrire un itinéraire, on retrouve en majorité des références à un point de repère et des prescriptions d'actions associées à un point de repère. Ainsi, nous souhaitons observer si les aides verbales fournies par les éducateurs sont adaptées et si elles s'appuient également en majorité sur les points de repère.

2. Méthodologie

2.1. *Participants*

Notre échantillon est composé de 19 dyades constituées d'adolescents et de jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle légère à modérée d'étiologie indifférenciée, accompagnés par un éducateur spécialisé de leur établissement. Dans le recrutement des participants, nous nous sommes assurés de l'absence de déficiences sensorielle et motrice pour la bonne utilisation de l'environnement virtuel.

Les jeunes présentant une déficience intellectuelle (10 filles et 9 garçons) sont âgés de 14 à 20 ans (âge chronologique moyen = 210,84 mois ; ET = 19,42). Leur recrutement a eu lieu en Institut Médico Educatif Professionnel (IMPRO). Leur score brut moyen obtenu aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC) est de 21,63 (ET = 7,23).

Les éducateurs spécialisés (9 femmes et 10 hommes) ont participé à cette étude en réalisant la tâche d'apprentissage d'itinéraires avec un jeune qu'ils accompagnent régulièrement. Ils sont âgés de 30 à 57 ans (âge chronologique moyen = 515,37 mois ; ET = 104,11). Leur expérience professionnelle en tant qu'éducateur spécialisé varie entre 3 et 35 ans (M = 193,26 mois ; ET = 118,79 mois).

2.2. *Tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel*

Afin d'évaluer les comportements d'autorégulation et d'hétérorégulation lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires, nous avons réutilisé l'environnement virtuel de notre

première étude. La tâche consiste donc en la réalisation d'une liste de courses, où le participant apprend successivement trois itinéraires le menant de son domicile aux trois commerces de l'environnement : boulangerie, pharmacie et supermarché. Elle se déroule en 5 parties :

1. Familiarisation : le participant apprend à se déplacer dans l'environnement virtuel à l'aide du système d'entrée (barre espace pour avancer et souris pour tourner). Il se situe dans un corridor simple sans intersection et doit se rendre à la pizzeria située au bout de celui-ci, avant de revenir au point de départ.
2. Apprentissage de l'itinéraire 1 (par exemple domicile-boulangerie-domicile) jusqu'au critère d'apprentissage (deux essais consécutifs sans erreur).
3. Apprentissage de l'itinéraire 2 (par exemple domicile-pharmacie-domicile) jusqu'au critère d'apprentissage.
4. Apprentissage de l'itinéraire 3 (par exemple domicile-supermarché-domicile) jusqu'au critère d'apprentissage.
5. Test : le participant doit effectuer une liste de courses qui le fait passer successivement par les trois commerces avant de devoir retourner à son domicile (par exemple domicile-boulangerie-pharmacie-supermarché-domicile). L'ordre de la liste suit celui des apprentissages.

Dans un premier temps, afin d'apprendre les différents itinéraires, les éducateurs réalisent seuls les cinq parties de la tâche. Les consignes sont données de manière verbale et écrites par l'ordinateur. Pour les trois apprentissages d'itinéraires, une démonstration du trajet à réaliser est présentée sur l'ordinateur. L'éducateur doit ensuite le reproduire jusqu'à l'atteinte du critère d'apprentissage (deux aller-retour consécutifs sans erreur). Au maximum dix essais peuvent être effectués pour chaque itinéraire. La durée des essais a été limitée à deux minutes et la durée du test à quatre minutes. L'ordre des apprentissages est contrebalancé de manière aléatoire.

Dans un deuxième temps, les dyades jeune-éducateur réalisent la tâche d'apprentissage. Les apprentissages respectent le même ordre que lors de la réalisation de la tâche par l'éducateur. Cette fois les consignes sont données de manière écrite par l'ordinateur et aucune démonstration de trajet n'est présentée. Ce sont les éducateurs qui doivent apprendre les trois itinéraires aux jeunes. Le critère d'apprentissage est toujours fixé à deux

aller-retour consécutifs sans erreur avec un maximum de dix essais par apprentissage. La durée des essais a été limitée à quatre minutes et la durée du test à huit minutes.

2.3. Instruments d'évaluation

2.3.1. Mesure de l'intelligence fluide

Afin d'évaluer l'intelligence fluide, nous avons utilisé, comme pour notre première étude, les Progressives Matrices Colorées (PMC) de Raven (Raven et al., 1998). Les scores bruts vont de 0 à 36 points.

2.3.2. Mesure des fonctions exécutives

L'évaluation des fonctions exécutives intervenant dans l'autorégulation et le wayfinding a été réalisée avec les mêmes épreuves que celles utilisées dans notre première étude : Catégorisation, Horloges, Fluidité de dessins, Inhibition. Ces subtests sont issus du Bilan Neuropsychologique de l'enfant seconde édition, (NEPSY-II, Korkman et al., 2012). Nous utilisons les scores bruts.

2.3.3. Mesure de la connaissance et de la compréhension des concepts spatiaux

Pour mesurer la connaissance et la compréhension des concepts spatiaux des participants nous avons utilisé le même outil que dans notre première étude. Il s'agit de 37 items sélectionnés au sein des Tests des Concepts de Base de Boehm Maternelle et Primaire troisième édition (Boehm, 2009a et b). Les scores bruts, utilisés ici, vont de 0 à 37.

2.3.4. Mesure de l'autorégulation et de l'hétérorégulation

Afin d'évaluer l'autorégulation et l'hétérorégulation, nous avons créé une grille d'évaluation spécifique à notre situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel (annexes 4 et 5). En nous basant sur la grille établie pour la première étude, sur les travaux de Nader-Grosbois (2007) ainsi que sur une adaptation de cette grille que nous avons réalisée pour une recherche précédente (Letalle et al., 2014), nous avons fait le choix d'évaluer l'autorégulation et l'hétérorégulation sur la base de six stratégies : (1) identification de l'objectif, (2) stratégies de planification, (3) stratégies d'attention conjointe, (4) stratégies sociales de régulation du comportement, (5) stratégies attentionnelles, et (6) stratégies d'évaluation. Pour chaque stratégie, un score de régulation, allant de 0 (faible niveau de

régulation) à 2 (niveau élevé de régulation), est établi et s'applique au comportement de régulation dominant manifesté à chaque essai de la tâche d'apprentissage d'itinéraires. Nous obtenons ainsi un score de régulation pour chaque stratégie. La somme des scores obtenus aux différentes stratégies nous permet également de calculer un score de régulation globale.

2.3.4.1. Identification de l'objectif

Pour l'autorégulation, rappelons que cette stratégie correspond au démarrage et à l'orientation de la tâche. Il s'agit de comprendre l'objectif demandé, de mettre en œuvre le comportement adapté pour y répondre et de débiter l'activité. Un faible niveau d'autorégulation (coté 0) correspond à une personne qui ne démarre pas l'activité, qui ne suit pas les consignes ou qui n'identifie pas l'objectif. Un niveau moyen d'autorégulation (coté 1) se caractérise par un individu qui demande à ce qu'on lui réexplique la consigne ou qui demande une approbation avant de débiter l'activité. Enfin, un niveau élevé d'autorégulation (coté 2) correspond à une personne qui identifie l'objectif et débute l'activité.

En parallèle, les stratégies hétérorégulatrices soutenant l'identification de l'objectif consistent à préciser ou rappeler celui-ci. Un faible niveau d'hétérorégulation correspond à une personne qui porte attention au participant ou qui l'invite à débiter (coté 0). Un niveau modéré d'hétérorégulation est retenu lorsque la personne approuve ou mobilise l'intérêt du participant vers l'objectif (coté 1). Enfin, un niveau élevé d'hétérorégulation correspond à une personne qui précise, rappelle ou répète l'objectif (coté 2).

2.3.4.2. Stratégies de planification

Les stratégies de planification consistent à choisir les stratégies et les procédures qu'il faut mettre en œuvre pour atteindre l'objectif. Il s'agit d'explorer les moyens qui sont à disposition et de planifier les actions à réaliser. Une personne qui effectue un itinéraire non structuré, au hasard, ou qui ne conduit pas à l'endroit où il fallait aller est considérée comme ayant un faible niveau d'autorégulation (coté 0). Un individu qui se déplace par essais-erreurs ou qui réalise un itinéraire qui n'est pas entièrement reproductible, c'est-à-dire qui contient des demi-tours, est caractérisé comme faisant preuve d'un niveau moyen d'autorégulation (coté 1). Enfin, une personne qui effectue un itinéraire planifié, reproductible et ne comportant pas de demi-tours est considérée comme ayant un haut niveau d'autorégulation (coté 2).

Les stratégies hétérorégulatrices soutenant les stratégies de planification se caractérisent par une incitation à la planification et à l'exploration des moyens disponibles pour réaliser la tâche. Un faible niveau d'hétérorégulation correspond à une personne qui regarde, écoute ou questionne le participant sur sa démarche (coté 0). Un niveau modéré d'hétérorégulation consiste à décrire, décomposer ou parfois démontrer la démarche à mettre en œuvre (coté 1). Enfin, un haut niveau d'hétérorégulation est retenu lorsque la personne réalise les actions à la place et interrompt l'activité du participant (coté 2).

2.3.4.3. Stratégies sociales d'attention conjointe

Les stratégies sociales d'attention conjointe regroupent les moyens utilisés par une personne pour attirer l'attention de l'environnement social sur la tâche. Elles peuvent prendre la forme de pointages gestuels ou verbaux, de questions ou de commentaires. Le niveau d'autorégulation est défini selon le nombre d'initiations et de réponses à l'attention conjointe. Un faible niveau de régulation (coté 0) correspond à un désintérêt pour initier ou répondre à l'attention conjointe (aucune initiation ou réponse). Un niveau moyen de régulation (coté 1) se caractérise par deux initiations ou réponses et un haut niveau de régulation (coté 2) par plus de deux initiations ou réponses.

En parallèle, les stratégies hétérorégulatrices soutenant l'attention conjointe correspondent aux initiations et réponses du partenaire envers le participant. Un faible niveau d'hétérorégulation (coté 0) est retenu lorsque la personne se contente de répondre aux stratégies d'attention conjointe du participant. Un niveau modéré d'hétérorégulation (coté 1) se caractérise par une personne qui répond et qui initie deux ou trois fois l'attention conjointe. Enfin, un haut niveau d'hétérorégulation (coté 2) correspond à une personne qui initie plus de trois fois l'attention conjointe.

2.3.4.4. Stratégies sociales de régulation du comportement

Les stratégies sociales de régulation du comportement correspondent aux stratégies utilisées par une personne envers l'environnement social pour obtenir de l'aide, des explications, une approbation, etc. Elles prennent la forme de demandes ou d'interpellations. Le niveau de régulation est ici analysé en fonction du nombre de demandes ou interpellations émises par la personne. Un faible niveau d'autorégulation (coté 0) est caractérisé par plus de deux demandes d'aide ou interpellations, un niveau moyen d'autorégulation (coté 1) par une à deux demandes et un niveau élevé d'autorégulation (coté 2) par l'absence de demandes.

L'hétérorégulation soutenant les stratégies de régulation du comportement correspond aux aides, approbations, explications apportées par le partenaire au participant. Un faible niveau d'hétérorégulation (coté 0) se caractérise par l'apport d'aide et/ou d'approbation seulement si cela est nécessaire (une à deux fois). Un niveau moyen d'hétérorégulation (coté 1) correspond à une personne qui initie et répond à la régulation du comportement deux ou trois fois. Enfin, un haut niveau d'hétérorégulation (coté 2) est retenu lorsque la personne régule le comportement, apporte de l'aide sans qu'il y ait eu demande préalable du participant.

2.3.4.5. Stratégies attentionnelles

Les stratégies attentionnelles consistent à contrôler et à diriger son attention et sa concentration sur la tâche ainsi qu'à résister aux distracteurs éventuels. Le niveau de d'autorégulation est défini en fonction du nombre de moments d'inattention. Nous considérons qu'un moment d'inattention se caractérise par un temps d'une durée minimale de dix secondes pendant lequel un ou plusieurs comportements sans rapport avec la tâche sont observés, tels que : l'inactivité, détourner le regard de la tâche (par exemple, regarder par la fenêtre ce qu'il se passe à l'extérieur), regarder l'écran en étant figé, émettre des gestes sans rapport avec l'activité (par exemple, jouer avec son bracelet, etc.), parler à l'éducateur d'un autre sujet que la tâche, etc. Ainsi, un faible niveau d'autorégulation (coté 0) se caractérise par plus de deux moments d'inattention, un niveau moyen d'autorégulation (coté 1) par un à deux moments d'inattention et un niveau élevé d'autorégulation (coté 2) par l'absence de moments d'inattention.

En parallèle, l'hétérorégulation soutenant les stratégies attentionnelles consiste à réactiver l'attention du participant. Un faible niveau d'hétérorégulation (coté 0) correspond à une personne qui ne contrôle pas l'attention. Un niveau modéré d'hétérorégulation (coté 1) est retenu lorsque la personne réactive parfois l'attention. Enfin un niveau élevé d'hétérorégulation (coté 2) se caractérise par une personne qui contrôle très régulièrement l'attention.

2.3.4.6. Stratégies d'évaluation

Les stratégies d'évaluation consistent à évaluer les actions réalisées en vue de l'atteinte de l'objectif fixé. Il s'agit d'identifier les erreurs éventuelles et de les corriger en ajustant le comportement en conséquence. Dans ce travail de recherche, pour les trois

apprentissages d'itinéraires, nous avons fait le choix d'analyser les stratégies d'évaluation en comparant l'itinéraire réalisé lors d'un essai à celui effectué lors de l'essai suivant (par exemple, l'essai 2 par rapport à l'essai1). En outre, pour la phase test, celle-ci se déroulant en un seul essai, nous analysons les stratégies d'évaluation mises en œuvre au cours de celui-ci et non par comparaison à un autre essai. Un faible niveau d'autorégulation (coté 0) est attribué à une personne qui n'identifie pas ses erreurs, qui répète les mêmes, ou qui se corrige alors que le trajet réalisé précédemment était sans erreur. Un niveau moyen d'autorégulation (coté 1) se caractérise par une personne qui tente de corriger ses erreurs mais qui ne parvient pas pour autant au trajet demandé. Enfin, un niveau élevé d'autorégulation (coté 2) correspond à un trajet sans erreur ou à une personne qui corrige ses erreurs et qui parvient à l'itinéraire demandé.

Les stratégies hétérorégulatrices soutenant l'évaluation consistent à inviter le participant à se corriger (faible niveau d'hétérorégulation, coté 0) ou à proposer des suggestions de corrections (niveau modéré d'hétérorégulation, coté 1) ou encore à corriger à la place du participant (haut niveau d'hétérorégulation, coté 2).

2.3.4.7. Calcul des scores d'autorégulation et d'hétérorégulation

Pour cette étude, nous avons analysé l'autorégulation et l'hétérorégulation lors de l'apprentissage des trois itinéraires et de la phase test. Nous obtenons donc plusieurs scores (tableau 9).

En ce qui concerne les apprentissages, nous utilisons les moyennes des scores obtenus aux différents essais pour chaque stratégie (de 0 à 2) et pour l'autorégulation et l'hétérorégulation globale (de 0 à 11). Nous obtenons ainsi une moyenne des scores de régulation pour chaque apprentissage ainsi qu'une moyenne pour l'ensemble des apprentissages.

Pour la phase test, celle-ci ne se déroulant qu'en un essai, nous obtenons un score pour chaque stratégie de régulation (de 0 à 2) et un score de régulation globale (de 0 à 12).

Enfin, nous avons également calculé les scores moyens sur l'ensemble de la passation (apprentissage et test). Pour chaque stratégie, le score moyen s'étend de 0 à 2 et pour la régulation globale, le score va de 0 à 11,14.

Tableau 9. Exemple de calcul des scores moyen de régulation.

	Apprentissage 1		Apprentissage 2				Apprentissage 3			Moyenne apprentissages	Test	Moyenne apprentissage et test
	Essai 1	Essai 2	Moyenne	Essai 1	Essai 2	Moyenne	Essai 1	Essai 2	Moyenne			
Objectif	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Planification	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Attention conjointe	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Régulation du comportement	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Attention	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Evaluation	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Globale	10	12	11	10	12	11	10	12	11	10	12	11,14

2.3.4.8. Accord inter-juges

Parmi les dix-neuf vidéos obtenues lors de cette étude, sept enregistrements (37%) ont été analysés à l'aide de la grille d'évaluation de l'autorégulation et de l'hétérorégulation par deux juges indépendants. Nous avons ainsi calculé des Kappas de Cohen (k) et des coefficients de corrélation de Pearson (r) pour chaque stratégie et pour la régulation globale. Les résultats sont présentés dans le tableau 10.

Les kappas de Cohen montrent un accord inter-juges satisfaisant pour l'ensemble des stratégies autorégulatrices et pour les stratégies hétérorégulatrices d'identification de l'objectif, d'attention conjointe, de régulation du comportement, attentionnelles et d'évaluation (k compris entre .61 et .80). L'accord inter-juges concernant les stratégies hétérorégulatrices soutenant la planification est excellent (k compris entre .81 et 1). Enfin, pour l'autorégulation globale et l'hétérorégulation globale nous obtenons un accord inter-juges qui peut être qualifié de moyen (k compris entre .41 et .60). Les coefficients de corrélation de Pearson indiquent la présence de liens positifs modérés à forts entre les scores donnés par les deux juges. Notre grille d'analyse de l'autorégulation et de l'hétérorégulation en situation d'apprentissage d'itinéraires apparaît donc être un outil ayant une bonne fidélité inter-juges.

Tableau 10. Indices d'accords inter-juges d'un échantillon de sept vidéos pour l'analyse de l'autorégulation, de l'hétérorégulation et des stratégies autorégulatrices et hétérorégulatrices en situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.

		k de Cohen	r de Pearson
Autorégulation	Identification de l'objectif	.68*	.68*
	Planification	.71*	.84*
	Attention conjointe	.76*	.84*
	Régulation du comportement	.67*	.72*
	Attention	.66*	.70*
	Evaluation	.63*	.63*
	Autorégulation globale	.46*	.93*
Hétérorégulation	Identification de l'objectif	.77*	.92*
	Planification	.81*	.84*
	Attention conjointe	.65*	.83*
	Régulation du comportement	.78*	.87*
	Attention	.79*	.81*
	Evaluation	.61*	.61*
	Hétérorégulation globale	.41*	.92*

*p<0,01

2.3.5. Analyse des verbalisations

Le langage jouant un rôle important dans les processus de régulation, nous avons souhaité analyser les aides verbales émises par les éducateurs lorsqu'ils réalisent la tâche d'apprentissage d'itinéraires avec les participants. Ainsi, nous avons retranscrit et analysé les verbalisations émises par les éducateurs. Pour cela, nous avons utilisé la méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires développée par Denis (1997). Dans cette méthode, cinq classes de propositions, présentes dans les descriptions d'itinéraires, sont définies : (C1) les prescriptions d'actions sans référence à un point de repère (exemple, tourne à gauche) ; (C2) les prescriptions d'actions en référence à un point de repère (exemple, au panneau tu tournes à droite) ; (C3) la référence à un point de repère sans prescription d'action (exemple, il y a un arrêt de bus) ; (C4) la description d'un point de repère sans localisation ou prescription d'action (exemple, c'est un panneau publicitaire qui représente une cascade) et (C5) les commentaires sur le parcours (exemple, le trajet dure environ 10 minutes en marchant vite).

Pour chaque catégorie, nous avons comptabilisé le nombre de verbalisations émises (exemple d'analyse des verbalisations présentées en annexe 6).

2.4. Procédure

2.4.1. Plan d'expérience

Cette étude porte sur un échantillon de 19 dyades, réalisant une tâche d'apprentissage d'itinéraires, dont l'ordre d'apprentissage a été contrebalancé de manière aléatoire. Les variables dépendantes sont les scores d'autorégulation et d'hétérorégulation, le score aux Progressives Matrices Colorées de Raven, le score à l'Evaluation des Concepts Spatiaux, les scores aux épreuves des fonctions exécutives de la NEPSY-II, le nombre de verbalisation dans chaque catégorie.

2.4.2. Déroulement

La réalisation de l'étude s'est déroulée en trois temps. Lors d'une première rencontre, qui durait environ trente minutes, les participants ont été évalués à l'aide des outils présentés précédemment selon l'ordre suivant : (1) Progressives Matrices Colorées de Raven ; (2) Catégorisation ; (3) Fluidité de dessins ; (4) Horloges ; (5) Inhibition ; (6) Evaluation des Concepts Spatiaux. Dans un deuxième temps, les éducateurs ont réalisé seuls la tâche d'apprentissage d'itinéraires. Enfin dans un troisième temps, les dyades jeune-éducateur ont effectué la tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel, qui durait entre 10 et 45 minutes, selon la rapidité d'apprentissage du participant. Afin de pouvoir analyser les comportements d'autorégulation et d'hétérorégulation, les passations étaient filmées après information et accord de l'éducateur et du participant ainsi que de son représentant légal.

Précédemment aux trois rencontres, nous avons informé les éducateurs et les participants des buts et modalités de l'étude de manière orale ainsi que par l'intermédiaire d'une lettre d'information (annexes 7 et 8). Une lettre d'information a également été transmise aux représentants légaux des participants mineurs ou sous protection juridique. Ensuite, nous avons demandé aux éducateurs, aux participants et à leurs représentants légaux de signer un formulaire de consentement libre et éclairé (annexes 7 et 8). Enfin, au début de chaque rencontre, l'expérimentateur rappelait à l'éducateur et au participant les buts et les modalités de l'étude et s'assurait qu'ils souhaitent toujours y participer.

3. Résultats

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS Statistics version 20. Nous avons testé la normalité des distributions de nos différentes variables à l'aide du test de Shapiro-Wilk. L'hypothèse de normalité n'étant pas vérifiée pour l'ensemble des variables, nous avons préféré l'utilisation de tests non paramétriques. Ainsi, pour les comparaisons d'échantillons indépendants, nous avons utilisé le test de Kruskal-Wallis et le test de Mann-Whitney. Pour les comparaisons d'échantillons appariés, nous avons utilisé le test de Friedman et le test de rang signé de Wilcoxon. Enfin, nous avons analysé les liens entre nos variables en calculant des corrélations par rangs de Spearman.

L'effet de l'ordre de passation des apprentissages a été analysé à l'aide du test de Kruskal-Wallis et n'a révélé aucune différence significative sur les scores d'autorégulation et d'hétérorégulation ni sur le nombre de verbalisations par catégorie. Les résultats inhérents à l'évaluation des fonctions exécutives ne sont pas présentés car, tout comme dans la première étude, ils sont très disparates et donc difficilement interprétables. Enfin, les tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles sont présentés en annexes (annexe 9).

3.1. Statistiques descriptives concernant l'apprentissage d'itinéraires et la phase test

Contrairement à notre première étude, nous n'avons pas mené ici d'analyses statistiques concernant les indicateurs liés à l'apprentissage. En effet, nous nous sommes focalisés sur les processus d'hétérorégulation et d'autorégulation. Toutefois, nous rapportons ici pour information quelques éléments descriptifs concernant les indicateurs d'apprentissage et notamment le nombre d'essais, l'atteinte de la cible, la longueur de l'itinéraire, le nombre d'erreurs, de demi-tours et de pauses.

Lors de l'apprentissage des trois itinéraires, les dyades réalisent un nombre moyen de 2,61 essais (ET = 0,65) pour atteindre le critère d'apprentissage (deux aller-retour consécutifs sans erreur). En moyenne, les dyades effectuent un nombre d'erreurs de 0,32 (ET = 0,37), un nombre de demi-tours de 0,25 (ET = 0,23) et un nombre de pauses de 0,45 (ET = 0,63). L'atteinte de la cible est en moyenne de 1,96 (ET = 0,07). Rappelons que l'atteinte de la cible correspond à la manière dont le participant se rend à la cible demandée (boulangerie, pharmacie, supermarché). Nous cotons 0 une cible non atteinte, 1 une cible atteinte de

manière indirecte (ex : demi-tours sur le trajet, être déjà passé devant, etc.) et 2 une cible qui est atteinte de manière directe, c'est-à-dire par un itinéraire ne comportant pas de demi-tours). Enfin, l'indice de longueur d'itinéraire (nombre de segments parcourus sur le nombre de segments du trajet demandé) est en moyenne de 1,02 (ET = 0,04). Rappelons que plus l'indice se rapproche de 1, plus la longueur de l'itinéraire effectué correspond à celle du trajet demandé.

Lors de la phase test, toutes les dyades atteignent les quatre cibles demandées en réalisant un itinéraire organisé en une distance moyenne parcourue de 1157,77 (ET = 336,64) (distance donnée par le logiciel Virtools).

3.2. Effet de l'itinéraire sur les scores d'autorégulation et d'hétérorégulation

Nous nous sommes intéressés à l'effet éventuel de l'itinéraire sur les scores d'autorégulation et d'hétérorégulation. En effet, rappelons que les trois itinéraires ne sont pas équivalents en ce qui concerne la longueur (nombre de segments à parcourir) et le nombre de changements de direction. Le trajet de la boulangerie comporte 5 segments et 4 changements de direction. Celui de la pharmacie est composé de 9 segments et de 4 changements de directions. L'itinéraire du supermarché est constitué de 9 segments et de 8 changements de direction. Nous avons donc analysé l'effet de l'itinéraire selon trois niveaux : (1) effet principal de la longueur (boulangerie vs pharmacie) ; (2) effet principal du nombre de changements de direction (pharmacie vs supermarché) ; (3) effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction (boulangerie vs supermarché). Pour cela, nous avons utilisé le test de rang signé de Wilcoxon.

En ce qui concerne l'autorégulation, les comparaisons réalisées mettent en évidence un effet de la longueur de l'itinéraire sur les stratégies sociales de régulation du comportement ($W = 1,50$; $p = 0,012$) dans le sens où les participants demandent davantage d'aide lors du trajet de la pharmacie par rapport à celui de la boulangerie. Les résultats montrent également un effet du nombre de changements de direction sur les stratégies de planification ($W = 8,00$; $p = 0,009$). Ainsi, lors du trajet de la pharmacie, les jeunes présentant une déficience intellectuelle planifient davantage leurs actions que lors du trajet du supermarché. Enfin, nous observons un effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction sur les stratégies de planification ($W = 15,00$; $p = 0,032$) et d'évaluation ($W = 1,00$; $p = 0,017$). Lors

du trajet de la boulangerie, les participants planifient et évaluent davantage leurs actions que lors de l'itinéraire du supermarché.

Concernant l'hétérorégulation, les comparaisons réalisées d'une part, entre l'itinéraire de la boulangerie et de la pharmacie, et d'autre part, entre le trajet de la pharmacie et du supermarché, ne mettent pas en évidence la présence d'un effet de la longueur ni d'un effet du nombre de changements de directions sur l'hétérorégulation globale et les stratégies hétérorégulatrices. En revanche, nous observons un effet conjoint de la longueur et du nombre de changements de direction sur l'hétérorégulation globale ($W = 150,00$; $p = 0,005$) et sur les stratégies de soutien à la planification ($W = 73,00$; $p = 0,007$), à la régulation du comportement ($W = 75,50$; $p = 0,031$) et à l'évaluation ($W = 42,50$; $p = 0,017$). Ainsi, lors du trajet de la boulangerie, les éducateurs font preuve d'un niveau d'hétérorégulation globale plus faible et apportent un soutien moins important à la régulation du comportement et à la planification et l'évaluation des actions, que lors de l'itinéraire du supermarché.

3.3. Liens entre hétérorégulation et caractéristiques des participants présentant une déficience intellectuelle

Nous observons la présence de plusieurs corrélations significatives entre l'hétérorégulation des éducateurs et les caractéristiques des participants (tableau 11). Ainsi, l'âge chronologique des participants est lié positivement aux stratégies hétérorégulatrices de soutien à l'identification de l'objectif ($r_s = .513$; $p = 0,025$). Nous observons plusieurs liens négatifs modérés à fort entre le niveau de développement intellectuel des participants, mesuré par les Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC), et l'hétérorégulation globale ($r_s = -.751$; $p = 0,001$), les stratégies hétérorégulatrices soutenant la planification ($r_s = -.653$; $p = 0,002$), l'attention conjointe ($r_s = -.806$; $p = 0,001$), la régulation du comportement ($r_s = -.563$; $p = 0,012$) et l'évaluation ($r_s = -.596$; $p = 0,007$). Enfin, la connaissance des concepts spatiaux (ECS) des participants est négativement corrélée avec l'hétérorégulation globale ($r_s = -.698$; $p = 0,001$) et les stratégies hétérorégulatrices soutenant la planification ($r_s = -.556$; $p = 0,013$) et l'attention conjointe ($r_s = -.842$; $p = 0,001$).

Ainsi, plus le jeune présente un niveau de développement élevé, plus l'éducateur diminue son hétérorégulation globale, moins il soutient la planification des actions et l'auto-évaluation, moins il initie l'attention conjointe et moins il régule le comportement en apportant de l'aide. De même, plus le participant obtient un score élevé lors de l'évaluation

des concepts spatiaux, moins l'éducateur guide la planification des actions, moins il initie l'attention conjointe et moins son niveau d'hétérorégulation globale est élevé.

Tableau 11. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre l'hétérorégulation, l'âge chronologique et les scores aux PMC et à l'ECS des participants.

Hétérorégulation	Age chronologique	PMC	ECS
Globale	.229	-.751**	-.698**
Objectif	.513*	-.237	-.269
Planification	-.221	-.653**	-.556*
Attention conjointe	.235	-.806**	-.842**
Régulation du comportement	-.192	-.563*	-.444
Attention	-.338	-.106	-.030
Evaluation	.051	-.596**	-.438

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

3.4. Liens entre hétérorégulation et caractéristiques des éducateurs

Les analyses de corrélation par rangs de Spearman réalisées entre les caractéristiques des éducateurs et leur hétérorégulation mettent en évidence la présence d'un lien positif modéré entre l'âge de l'éducateur et les stratégies hétérorégulatrices d'attention conjointe ($r_s = .467$; $p = 0,044$) et l'hétérorégulation globale ($r_s = .466$; $p = 0,044$). Par contre, aucune corrélation significative n'est observée entre l'expérience professionnelle et l'hétérorégulation.

Nous avons réalisé des comparaisons entre les scores d'hétérorégulation afin de tester la présence éventuelle d'un effet du sexe de l'éducateur par l'intermédiaire du test de Mann-Whitney. Les analyses n'ont pas révélé de différences significatives entre les stratégies hétérorégulatrices et l'hétérorégulation globale mises en œuvre par les éducatrices et les éducateurs.

3.5. Liens entre autorégulation et hétérorégulation

L'analyse des liens entre l'autorégulation du participant et l'hétérorégulation de l'éducateur révèle la présence de plusieurs liens négatifs significatifs modérés à forts. En effet, nous observons des corrélations négatives entre les stratégies d'identification de l'objectif ($r_s = -.860$; $p = 0,001$), de planification ($r_s = -.874$; $p = 0,001$), attentionnelles

($r_s = -1$; $p = 0,001$) et d'évaluation ($r_s = -.790$; $p = 0,001$) ainsi qu'entre les scores de régulation globale ($r_s = -.485$; $p = 0,035$). Par contre, aucun lien significatif n'apparaît concernant les stratégies sociales d'attention conjointe ($r_s = .135$, *ns*) et de régulation du comportement ($r_s = .015$, *ns*). Ainsi, nous observons un ajustement entre l'autorégulation et l'hétérorégulation de sorte que plus le participant s'autorégule, plus il identifie l'objectif, planifie ses actions, mobilise son attention et s'auto-évalue, moins l'éducateur apporte un soutien à ces stratégies.

Nous avons également analysé les liens entre l'autorégulation et l'hétérorégulation en fonction du sexe de l'éducateur. Chez les dyades jeune-éducatrice, de forts liens négatifs apparaissent entre les stratégies d'identification de l'objectif ($r_s = -.800$; $p = 0,010$), de planification ($r_s = -.869$; $p = 0,002$) et attentionnelles ($r_s = -1$; $p = 0,000$). Ainsi, plus le jeune identifie l'objectif, planifie ses actions et mobilise son attention, moins l'éducatrice soutient ces stratégies.

En ce qui concerne les dyades jeune-éducateur, nous observons de fortes corrélations négatives entre les stratégies d'identification de l'objectif ($r_s = -.876$; $p = 0,001$), de planification ($r_s = -.929$; $p = 0,001$), attentionnelles ($r_s = -1$; $p = 0,000$) et d'évaluation ($r_s = -.668$; $p = 0,035$). L'éducateur diminue ainsi son soutien à l'identification de l'objectif, à la planification des actions, à l'auto-évaluation et à la régulation de l'attention lorsque le niveau d'autorégulation du jeune est élevé pour ces stratégies.

3.6. Analyse des verbalisations

Nous nous sommes intéressés aux aides verbales apportées par les éducateurs envers les jeunes présentant une déficience intellectuelle lors de la réalisation de la tâche d'apprentissage d'itinéraires. Nous avons utilisé la méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires développée par Denis (1997) qui distingue cinq catégories de verbalisations : (C1) prescription d'action sans référence à un point de repère ; (C2) prescription d'action en référence à un point de repère ; (C3) référence à un point de repère sans prescription d'action ; (C4) description d'un point de repère sans localisation ou prescription d'action ; (C5) commentaires sur le parcours.

3.6.1. Nature de l'aide verbale fournie par les éducateurs

Les statistiques descriptives concernant les verbalisations des éducateurs en fonction de la catégorie sont présentées dans le tableau 12. Les pourcentages calculés montrent que

plus de la moitié des verbalisations appartiennent à la catégorie C1 (action sans référence à un point de repère). La deuxième catégorie la plus représentée est celle regroupant les actions associées à un point de repère (C2). Ensuite, vient la catégorie constituée par la référence à un point de repère (C3). Enfin, les catégories C5 (commentaires) et C4 (description de point de repère) sont les moins présentes parmi les verbalisations.

Les analyses réalisées avec le test de Friedman indiquent la présence d'une différence significative entre les cinq catégories ($\chi^2 = 70,06$; ddl = 4 ; $p = 0,001$). Les comparaisons par paires mettent ainsi en évidence une différence du nombre de verbalisations appartenant aux catégories C1 et C3 ($W = 1,84$; $p = 0,003$), C1 et C4 ($W = 3,39$; $p = 0,001$), C1 et C5 ($W = 3,13$; $p = 0,001$), C2 et C4 ($W = 2,82$; $p = 0,001$), C2 et C5 ($W = 2,55$; $p = 0,001$) et C3 et C4 ($W = 1,55$; $p = 0,025$). Ainsi, les éducateurs utilisent davantage d'indications référant à une action seule que des verbalisations référant à un point de repère, ou décrivant un point de repère ou des commentaires. De même, les actions associées à un point de repère sont plus nombreuses que les descriptions de points de repère et les commentaires. Enfin, les indications référant à un point de repère sans action associée sont plus utilisées que les descriptions de points de repère.

Tableau 12. Sommes, pourcentages, moyennes et écarts-types des verbalisations par catégorie.

Catégories	Sommes	Pourcentages	Moyennes	Ecart-Types
C1 (action)	1025	53,05%	53,95	38,93
C2 (action + point de repère)	716	37,06%	37,68	36,05
C3 (point de repère)	151	7,82%	7,95	5,06
C4 (description de point de repère)	10	0,52%	0,53	0,84
C5 (commentaire)	30	1,55%	1,58	2,19

Nous avons analysé l'effet du sexe de l'éducateur sur la proportion des catégories de verbalisations. Les résultats des comparaisons effectuées avec le test de Mann-Whitney ne mettent pas en évidence un effet du sexe de l'éducateur sur le nombre total de verbalisations et sur le nombre de verbalisations par catégorie.

3.6.2. *Liens entre le nombre de verbalisations et les caractéristiques des participants et des éducateurs*

Les résultats des analyses de corrélation par rangs de Spearman mettent en évidence l'absence de liens significatifs entre l'âge chronologique des jeunes présentant une déficience intellectuelle et le nombre de verbalisations ($r_s = .185$; *ns*). Par contre, le nombre total de verbalisations est corrélé négativement au niveau de développement intellectuel (score aux PMC) ($r_s = -.775$; $p = 0,001$) et à la connaissance des concepts spatiaux (ECS) des participants ($r_s = -.700$; $p = 0,001$). Enfin, aucun lien significatif n'apparaît entre le nombre total de verbalisations et les caractéristiques des éducateurs (âge et expérience professionnelle).

3.6.3. *Liens entre le nombre de verbalisations, l'autorégulation et l'hétérorégulation*

Les résultats des analyses de corrélation par rangs de Spearman entre le nombre de verbalisation, l'autorégulation et l'hétérorégulation sont présentés dans le tableau 13.

Le nombre total de verbalisations est corrélé négativement à l'autorégulation globale ($r_s = -.507$; $p = 0,027$) et aux stratégies autorégulatrices de planification ($r_s = -.821$; $p = 0,001$) et d'évaluation ($r_s = -.553$; $p = 0,014$). Ainsi, plus le jeune s'autorégule, plus il planifie ses actions et s'auto-évalue, moins l'éducateur fournit d'aides verbales.

Les analyses conduites entre le nombre de verbalisations et l'hétérorégulation révèlent plusieurs corrélations positives significatives fortes à modérées. Le nombre total de verbalisations est ainsi lié positivement à l'hétérorégulation globale ($r_s = .785$; $p = 0,001$) et aux stratégies hétérorégulatrices soutenant la planification ($r_s = .812$; $p = 0,001$), l'attention conjointe ($r_s = .849$; $p = 0,001$), la régulation du comportement ($r_s = .764$; $p = 0,001$) et l'évaluation ($r_s = .686$; $p = 0,001$). Plus le niveau d'hétérorégulation globale de l'éducateur est élevé, plus il apporte un soutien au jeune pour planifier ses actions et s'auto-évaluer, plus il initie l'attention conjointe et régule le comportement en apportant de l'aide, plus le nombre de verbalisations émises par l'éducateur est élevé.

Tableau 13. Coefficients de corrélation par rangs de Spearman entre le nombre total de verbalisations, l'autorégulation et l'hétérorégulation.

	Nombre total de verbalisations
<i>Autorégulation</i>	
Globale	-.507*
Objectif	-.074
Planification	-.821**
Attention conjointe	.209
Régulation du comportement	-.214
Attention	-.217
Evaluation	-.553*
<i>Hétérorégulation</i>	
Globale	.785**
Objectif	.057
Planification	.812**
Attention conjointe	.849**
Régulation du comportement	.764**
Attention	.217
Evaluation	.686**

* p<0,05 **p<0,01

4. Discussion

L'objectif de cette étude était d'étudier l'hétérorégulation mise en œuvre par des éducateurs envers des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle, lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.

Pour cela, 19 dyades jeune-éducateur ont réalisé une tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel. L'éducateur était chargé d'apprendre séparément aux participants trois itinéraires aller-retour les conduisant de leur domicile (point de départ) à trois commerces (boulangerie, pharmacie, supermarché) et ce jusqu'à l'atteinte d'un critère d'apprentissage fixé à la réalisation de deux essais consécutifs sans erreur. Ensuite, avec l'aide des éducateurs, les participants devaient trouver un itinéraire leur permettant de se rendre successivement aux trois commerces. Ce trajet n'avait pas fait l'objet d'un apprentissage.

Nous avons analysé les stratégies autorégulatrices et hétérorégulatrices ainsi que l'autorégulation et l'hétérorégulation globales, mises en œuvre par les dyades lors de la tâche d'apprentissage, à l'aide d'une grille d'analyse que nous avons élaborée. Nous nous sommes également intéressés aux verbalisations fournies par les éducateurs et les avons analysées en nous appuyant sur la méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires développée par Denis (1997).

4.1. Liens entre hétérorégulation et caractéristiques des participants et des éducateurs

Nous nous attendions à observer la présence d'un lien négatif entre l'hétérorégulation et le niveau de développement intellectuel des participants. Les résultats obtenus vont dans ce sens.

En effet, plus le niveau de développement intellectuel du jeune est élevé, moins l'hétérorégulation globale est importante. Ce résultat rejoint les travaux d'autres auteurs mettant également en évidence un lien négatif entre l'hétérorégulation globale et le niveau de développement intellectuel des personnes présentant une déficience intellectuelle (Nader-Grosbois, 2007b ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2012). Nous observons également la présence de liens négatifs entre le niveau de développement intellectuel et les stratégies hétérorégulatrices soutenant la planification, l'attention conjointe, la régulation du comportement et l'évaluation. Ainsi, plus le jeune présente un niveau de développement intellectuel élevé, moins l'éducateur apporte un soutien à la planification et à l'exploration des moyens, moins il initie l'attention conjointe, moins il apporte de l'aide ou des explications et moins il guide l'évaluation. En outre, les stratégies hétérorégulatrices soutenant l'identification de l'objectif ne corrélaient pas significativement avec le niveau de développement intellectuel mais avec l'âge chronologique, dans le sens d'un lien positif. Ainsi, plus l'âge chronologique du jeune est élevé, plus l'éducateur rappelle l'objectif. Ce résultat va à l'encontre des travaux de Nader-Grosbois et Lefèvre (2012) qui mettent en évidence l'absence de liens entre l'âge chronologique des personnes présentant une déficience intellectuelle et l'hétérorégulation.

Le niveau de connaissance des concepts spatiaux des jeunes présentant une déficience intellectuelle est lié négativement à certaines stratégies hétérorégulatrices et à l'hétérorégulation globale. Ainsi, plus le jeune obtient un score élevé à l'épreuve d'évaluation de la connaissance des concepts spatiaux, moins l'éducateur initie l'attention conjointe, moins

il soutient la planification et l'exploration des moyens et moins son hétérorégulation globale est importante.

Nous nous sommes intéressés à la variabilité de l'hétérorégulation en fonction des caractéristiques des éducateurs (sexe, âge et expérience professionnelle). Nous n'observons pas d'effet du sexe de l'éducateur sur la mobilisation des stratégies hétérorégulatrices et sur le niveau d'hétérorégulation globale. Ainsi, les éducateurs et les éducatrices de nos dyades ne diffèrent pas dans le soutien qu'ils apportent aux participants. En ce qui concerne l'expérience professionnelle, aucun lien significatif n'apparaît entre cette caractéristique, l'hétérorégulation globale et les stratégies hétérorégulatrices. Enfin, l'âge de l'éducateur est positivement corrélé à l'hétérorégulation globale et aux stratégies hétérorégulatrices soutenant l'attention conjointe. Ainsi, plus l'éducateur est âgé, plus il initie l'attention conjointe et plus son hétérorégulation globale est importante.

4.2. Liens entre hétérorégulation et autorégulation

Nous avons fait l'hypothèse d'observer un lien négatif entre l'hétérorégulation de l'éducateur et l'autorégulation du jeune. Nos résultats vont dans ce sens et mettent en évidence un lien négatif entre les scores de régulation globale. Ainsi, plus le jeune s'autorégule, plus l'hétérorégulation de l'éducateur diminue. Cela confirme les résultats d'autres travaux mettant en évidence un tel ajustement entre l'hétérorégulation et l'autorégulation globales (Letalle et al., 2014 ; Nader-Grosbois, 2007b). Nos résultats indiquent également la présence de corrélations négatives entre l'hétérorégulation et l'autorégulation pour les stratégies d'identification de l'objectif, de planification, attentionnelles et d'évaluation. Ainsi, plus le jeune identifie l'objectif de l'activité, plus il planifie ses actions et explore les moyens à sa disposition, plus il mobilise son attention et plus il s'auto-évalue, moins l'éducateur apporte un soutien à ces stratégies. En outre, nous n'observons pas de liens significatifs entre l'hétérorégulation et l'autorégulation pour les stratégies sociales d'attention conjointe et de régulation du comportement. Nos résultats confirment en partie ceux de Letalle et al. (2014), en particulier s'agissant de l'absence de lien pour la stratégie sociale de régulation du comportement et des liens négatifs pour les stratégies d'identification de l'objectif, de planification, attentionnelles et d'évaluation. Par ailleurs, concernant la stratégie sociale d'attention conjointe, nous ne retrouvons pas ici le lien positif mis en évidence par ces auteurs.

Nous avons analysé les liens entre les stratégies hétérorégulatrices et autorégulatrices en fonction du sexe de l'éducateur. Nos résultats montrent la présence de liens négatifs pour les stratégies d'identification de l'objectif, de planification et attentionnelles quel que soit le sexe. Par contre, chez les éducateurs, une corrélation négative est également observée pour les stratégies d'évaluation.

Nos résultats montrent donc que les éducateurs font preuve d'une hétérorégulation adaptée. En effet, ils ajustent leur niveau d'hétérorégulation globale et certaines de leurs stratégies hétérorégulatrices, tant en fonction du niveau de développement intellectuel et du niveau de connaissance des concepts spatiaux, que du niveau d'autorégulation des jeunes présentant une déficience intellectuelle. Cela est très important puisque l'on sait que l'hétérorégulation peut avoir un impact favorable ou défavorable sur le développement de l'autorégulation en fonction des attitudes et les comportements émis. En effet, rappelons que pour favoriser le développement de l'autorégulation, l'hétérorégulation doit s'adapter aux compétences cognitives et autorégulatrices de la personne (Bailleux & Paour, 2013, 2016).

4.3. Analyse des verbalisations

Nous avons analysé les verbalisations émises par les éducateurs envers les jeunes présentant une déficience intellectuelle lors de la réalisation de la tâche d'apprentissage d'itinéraires. Pour cela, nous avons utilisé la méthode d'analyse des descriptions d'itinéraires développée par Denis (1997) qui distingue cinq catégories de verbalisations : (C1) prescription d'action sans référence à un point de repère ; (C2) prescription d'action en référence à un point de repère ; (C3) référence à un point de repère sans prescription d'action ; (C4) description d'un point de repère sans localisation ou prescription d'action ; (C5) commentaires sur le parcours.

4.3.1. Nature des verbalisations

Nous nous attendions à observer une majorité de verbalisations appartenant aux catégories C3 et C2. Nos résultats sont en partie confirmés. En effet, les deux catégories qui sont les plus présentes dans les verbalisations des éducateurs sont en premier lieu la catégorie C1 (prescription d'action seule) puis la catégorie C2 (action associée à un point de repère). La catégorie C3 (référence à un point de repère) n'arrive qu'en troisième position. Ces résultats ne sont pas similaires à ceux des travaux de Denis (1997) mettant en évidence l'importance de l'utilisation des points de repère dans les descriptions d'itinéraires et observant que les deux

catégories de verbalisations les plus fréquentes sont la catégorie C3 et la catégorie C2. Toutefois, deux points méthodologiques diffèrent entre notre étude et les travaux de Denis. En premier lieu, dans notre étude les éducateurs ne sont pas en situation de description d'itinéraires à proprement parler, ils sont chargés d'apprendre des itinéraires aux jeunes. Deuxièmement, la population étudiée dans notre étude, les adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle, diffère de celle au développement typique des travaux de Denis. A notre connaissance, aucune recherche n'a précédemment étudié les aides verbales formulées par des personnes au développement typique lors d'un apprentissage d'itinéraires et à destination de personnes présentant une déficience intellectuelle. Nous n'avons donc pas de données de la littérature disponibles afin de les comparer à nos résultats.

4.3.2. Variation du nombre de verbalisations

Nous nous sommes intéressés aux éventuels liens entre le nombre de verbalisations fourni par les éducateurs, les caractéristiques des participants (âge chronologique, niveau de développement intellectuel et connaissance des concepts spatiaux) et les caractéristiques des éducateurs (âge et expérience professionnelle). En ce qui concerne les caractéristiques des participants, nos résultats ne montrent pas de liens entre l'âge chronologique et le nombre de verbalisations. Par contre, le niveau de développement intellectuel et la connaissance des concepts spatiaux des participants sont corrélés négativement au nombre total de verbalisations émises par les éducateurs. Ainsi, le nombre de verbalisations, utilisées par les éducateurs, lorsqu'ils apprennent des itinéraires, varie en fonction du niveau de développement intellectuel et du niveau de connaissance des concepts spatiaux des jeunes. Les éducateurs adaptent donc leur aide verbale en fonctions des capacités cognitives des jeunes présentant une déficience intellectuelle.

L'analyse des liens entre les caractéristiques des éducateurs (âge et expérience professionnelle) et le nombre de verbalisations n'a révélé aucune corrélation significative. En outre, il est intéressant de noter que nos résultats mettent également en évidence l'absence d'un effet du sexe de l'éducateur sur le nombre de verbalisations utilisées.

Nous nous sommes posés la question de la présence éventuelle de liens entre l'autorégulation, l'hétérorégulation et le nombre de verbalisations exprimées par les éducateurs. En ce qui concerne l'autorégulation, nos résultats mettent en évidence la présence de plusieurs liens significatifs. Ainsi, le nombre total de verbalisations émises par les éducateurs est négativement lié à l'autorégulation globale et aux stratégies autorégulatrices de

planification et d'évaluation. Pour l'hétérorégulation, nous observons plusieurs liens positifs significatifs. Ainsi, plus le niveau d'hétérorégulation globale et les stratégies hétérorégulatrices soutenant la planification, l'attention conjointe, la régulation du comportement et l'évaluation sont élevés, plus le nombre de verbalisations est important.

Nos résultats montrent donc que le nombre de verbalisations varie en fonction des capacités cognitives et de l'autorégulation des jeunes mais également en fonction de l'hétérorégulation des éducateurs. Ainsi, le langage semble avoir un impact tant sur l'autorégulation que sur l'hétérorégulation. Rappelons que dans le développement de la capacité à s'autoréguler, l'enfant intériorise d'abord les instructions données par les adultes avant de pouvoir s'appuyer lui-même sur ses propres verbalisations qui deviendront ensuite un « discours privé » inaudible (Alarcón-Rubio et al., 2014 ; Bailleux & Paour, 2013 ; Bronson, 2000). Dans ce cadre, il est donc nécessaire que l'adulte fournisse des consignes adaptées à l'enfant pour lui permettre de développer des verbalisations internes efficaces. Les résultats de notre étude vont dans ce sens. En effet, ils mettent en évidence que les éducateurs adaptent le nombre d'aides verbales fournies en fonction du niveau de développement intellectuel, du niveau de connaissance des concepts spatiaux et du niveau d'autorégulation des jeunes présentant une déficience intellectuelle. Toutefois, même si le nombre de verbalisation est adapté, nous pouvons nous poser la question de l'adaptation du contenu de ces aides verbales. Il apparaît que les éducateurs utilisent principalement deux catégories d'aides verbales. La plus utilisée est celle des prescriptions d'actions sans référence aux points de repère et ensuite celle des prescriptions d'actions avec référence aux points de repère. Or, il apparaît que l'association entre action et point de repère est la plus efficace pour aider à la navigation spatiale (Courbois et al., 2013b ; Daniel & Denis, 2004 ; Denis, 1997 ; Denis et al., 2006).

5. Conclusion

Les résultats de cette étude nous ont permis d'analyser plus précisément l'hétérorégulation apportée aux adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires.

Nous avons pu mettre en évidence un ajustement de l'hétérorégulation globale et de certaines stratégies hétérorégulatrices selon le niveau de développement intellectuel, l'âge chronologique et la connaissance des concepts spatiaux des jeunes présentant une déficience intellectuelle. En ce qui concerne les caractéristiques des éducateurs, l'hétérorégulation ne

varie pas en fonction du sexe ni de l'expérience professionnelle. Par contre, l'âge de l'éducateur semble lié positivement aux stratégies hétérorégulatrices soutenant l'attention conjointe et à l'hétérorégulation globale. En outre, nos résultats montrent que les éducateurs adaptent leur hétérorégulation en fonction de l'autorégulation du jeune pour le niveau de régulation globale et les différentes stratégies spécifiques de régulation, excepté pour les stratégies sociales d'attention conjointe et de régulation du comportement.

Les analyses conduites sur les verbalisations émises par les éducateurs montrent que ceux-ci utilisent principalement deux types de verbalisation : les prescriptions d'actions sans référence à un point de repère et les prescriptions d'actions associées à un point de repère. En outre, nous avons mis en évidence un ajustement du nombre de verbalisations selon le niveau de développement intellectuel et la connaissance des concepts spatiaux des jeunes présentant une déficience intellectuelle. Enfin, nos résultats révèlent l'existence de liens entre le nombre de verbalisations, l'autorégulation et l'hétérorégulation soutenant l'idée que le langage a un impact sur les processus de régulation.

CHAPITRE 6

IMPACT DU TYPE D'AIDE VERBALE SUR L'APPRENTISSAGE D'ITINÉRAIRES EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL (ÉTUDE 3)

1. Objectifs de l'étude et hypothèses de recherche

Les recherches effectuées dans le domaine de la navigation spatiale montrent que les points de repère sont des éléments déterminants pour le wayfinding (Cornell et al., 1989 ; Courbois et al., 2013a et b ; Denis, 1997 ; Gomez et al., 2015 ; Goodman, Brewster & Gray, 2005 ; Lingwood et al., 2015 ; Parush & Berman, 2004 ; Roger, Bonnardel & Le Bigot, 2011). Certaines études, réalisées chez les enfants, montrent que le simple fait de mentionner des points de repère pendant l'apprentissage d'un itinéraire améliore leur performance lorsqu'ils doivent reproduire eux-mêmes le parcours (Cornell et al., 1989 ; Lingwood et al., 2015). En outre, l'apport d'aides à la navigation (point de repère, instruction audio, instruction écrite, plan, etc.) peut avoir un effet sur l'amélioration des performances. Par exemple, certaines études réalisées auprès d'adultes, de personnes âgées ou présentant des déficiences cognitives, mettent en évidence que les compétences de navigation sont meilleures avec des aides utilisant des indications verbales ou des points de repère (Fickas, Sohlberg & Hung, 2008 ; Gomez et al., 2015 ; Goodman et al., 2005 ; Parush et Berman, 2004 ; Roger et al., 2011 ; Sohlberg et al., 2007).

Dans notre seconde étude, nous avons mis en évidence que lorsque les éducateurs sont chargés d'apprendre des itinéraires à des jeunes présentant une déficience intellectuelle, ils utilisent principalement des prescriptions d'actions seules ou des prescriptions d'actions associées à un point de repère. Nous avons donc souhaité évaluer l'effet de ces deux types de verbalisation sur la qualité de l'apprentissage. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'analyser l'impact de l'hétérorégulation verbale fournie (prescription d'une action seule vs prescription d'une action en référence à un point de repère) sur la qualité de l'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel chez des jeunes présentant une déficience intellectuelle et chez des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel.

En lien avec la littérature montrant un effet positif des points de repère sur les performances d'apprentissage d'itinéraires et de navigation présentée ci-dessus, nous nous attendons à ce que l'apprentissage soit plus efficient (nombre d'erreurs plus faible aux tests) lorsque les aides verbales font référence à des points de repère.

2. Méthodologie

2.1. Participants

Notre échantillon est composé de 43 participants (15 filles et 28 garçons) âgés de 6 à 20 ans (âge chronologique moyen = 156,40 mois ; ET = 61,10), répartis en deux groupes, un groupe d'adolescents et de jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle (groupe DI) et un groupe composé d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel (groupe AD). Dans le recrutement des participants, nous nous sommes assurés de l'absence de déficiences sensorielle et motrice pour la bonne utilisation de l'environnement virtuel.

Le groupe DI est composé de 24 participants (4 filles et 20 garçons) présentant une déficience intellectuelle légère à modérée, d'étiologie indifférenciée, âgés de 15 à 20 ans (âge chronologique moyen = 209,13 mois ; ET = 15,34). Ils ont été recrutés au sein d'un Institut Médico Educatif Professionnel (IMPRO) du Pas-de-Calais. Leur score brut moyen obtenu aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC) est de 26,92 (ET = 4,04).

Le groupe AD est constitué de 19 participants (11 filles et 8 garçons) au développement typique, âgés de 6 à 8 ans (âge chronologique moyen = 89,79 mois ; ET = 4,63), recrutés en classe de CP et de CE1 dans une école élémentaire du Nord. Leur score brut moyen aux PMC est de 24,84 (ET = 4,15). Ce groupe est apparié au groupe DI sur la base du score brut aux Progressives Matrices Couleur de Raven, c'est-à-dire sur le niveau de développement intellectuel. En effet, nous n'observons pas de différence significative concernant le score aux PMC entre ces deux groupes ($U = 164,50$; $p = 0,117$).

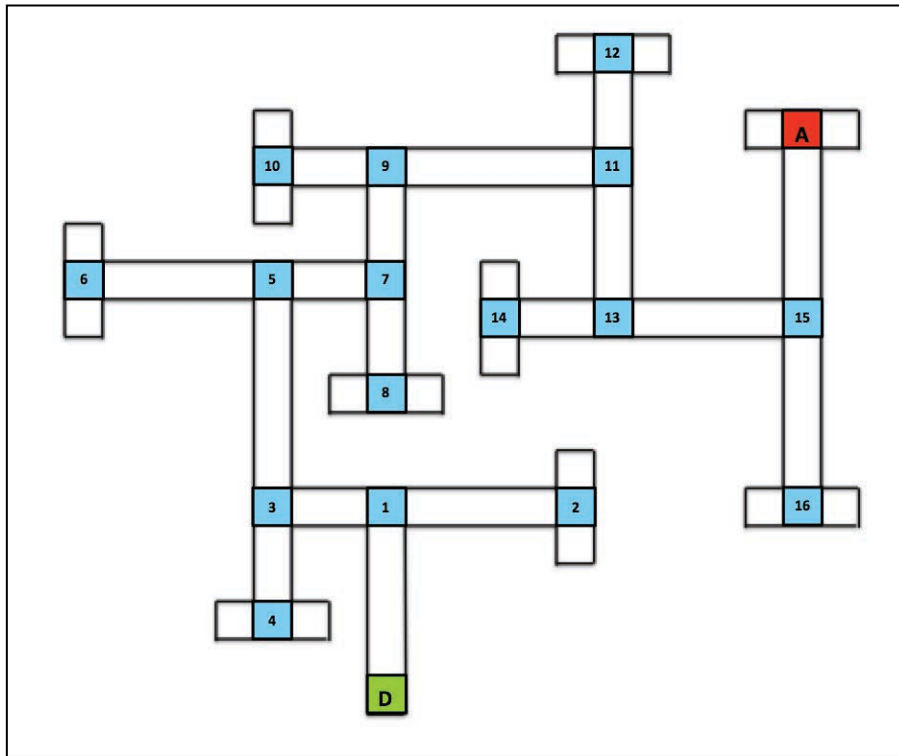
Enfin, les comparaisons des scores obtenus à l'évaluation de la connaissance et de la compréhension des concepts spatiaux (ECS) entre les deux groupes ne révèlent pas de différence significative ($U = 163,00$; $p = 0,103$).

2.2. *Tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel*

L'évaluation de l'effet du type d'aide verbale fourni sur l'apprentissage d'itinéraires a été réalisée à l'aide d'une tâche en environnement virtuel mise au point pour cette étude. Cet environnement virtuel a été programmé avec le logiciel Unity. Il consiste en la réalisation de deux labyrinthes, adaptés de ceux utilisés dans les recherches de Purser et al. (2014) et Lingwoog et al. (2015). Ils sont strictement comparables du point de vue de la difficulté puisque l'un est construit en miroir de l'autre. Il s'agit donc de labyrinthes à 8 jonctions dont les murs sont en briques (figures 16 et 17). Chaque jonction propose deux chemins possibles : un chemin correct et un chemin menant à une impasse. Seize points de repère tels que l'on peut les retrouver dans une ville (arbre, panneau publicitaire, fontaine, etc.) sont disposés dans l'environnement. Les points de repère sont placés à chaque intersection. Le point d'arrivée est signalé par un drapeau de couleur. L'environnement est présenté sur un ordinateur portable (écran de 17 pouces), placé devant le participant qui se déplace à l'aide d'une souris (pour changer de direction) et de la barre espace du clavier (pour avancer). Lors des déplacements, la vitesse de marche est constante et le point de vue du participant est situé à hauteur d'homme.



Figure 16.-Vue de l'environnement virtuel (les pastilles rouge et verte servent à indiquer la direction à suivre)



D = départ	5 = Panneau de signalisation	11 = Lampadaire
A = arrivée	6 = Cabine téléphonique	12 = Voiture
1 = Panneau de signalisation	7 = Pot de fleurs	13 = Panneau publicitaire
2 = Panneau publicitaire	8 = Poubelle	14 = Feu tricolore
3 = Boîte aux lettres	9 = Fontaine	15 = Banc
4 = Statue	10 = Arbre	16 = Arrêt de bus

Figure 17.-Plan de l'environnement virtuel de la condition C1

La tâche consiste à apprendre à se déplacer du départ (D) à l'arrivée (A) à l'aide de consignes verbales émises par le logiciel pour éviter tout biais dû à l'expérimentateur. Dans un premier temps, les participants réalisent une phase de familiarisation afin d'apprendre à utiliser le matériel (barre espace pour avancer et souris pour tourner). Ils se situent alors dans un corridor simple (sans intersection) comportant deux virages (un à droite et un à gauche) et ils doivent se rendre au drapeau situé au bout de celui-ci. Ensuite, ils débutent la tâche d'apprentissage et passent par deux conditions : (1) la condition C1 où les consignes verbales prescrivent uniquement des actions sans référence aux points de repère ; (2) la condition C2 où les consignes verbales prescrivent des actions en référence aux points de repère. L'ordre de passation des conditions est contrebalancé.

Chaque condition comporte deux apprentissages (A1 et A2) et deux tests (TA et TAR) et se déroule ainsi :

- Apprentissage A1 : apprendre à aller de D vers A avec les aides verbales.
- Test Aller (TA) : reproduire seul et sans aide verbale le parcours de D vers A.
- Apprentissage A2 : idem apprentissage T1.
- Test Aller-Retour (TAR) : reproduire seul et sans aide verbale l'itinéraire de D vers A puis réaliser le chemin inverse (de D vers A). Cela nous permet de mesurer la qualité de l'apprentissage et la généralisation de celui-ci.

Dans les deux conditions, afin d'apprendre l'itinéraire lors des apprentissages A1 et A2, les consignes sont données pas à pas par le logiciel. Ainsi, quand le participant arrive à une intersection, le logiciel lui indique la direction à prendre, et ce jusqu'à ce qu'il atteigne le point d'arrivée. Si le participant se trompe de direction, des barrières apparaissent et le logiciel lui demande verbalement de faire demi-tour. Afin d'éviter toute erreur d'orientation en raison d'une méconnaissance ou d'une confusion de la droite et de la gauche, deux pastilles de couleur sont placées en bas de l'écran : une pastille rouge à gauche et une pastille verte à droite. Les prescriptions d'actions sont données en référence à ces pastilles de couleur (exemple : pour la condition C1 « Tourne du côté rouge », pour la condition C2 « À l'arrêt de bus, tourne du côté vert »).

Enfin, nous avons limité les temps pour réaliser les itinéraires à quatre minutes pour les apprentissages A1, A2 et le test TA et à 6 minutes pour le test TAR.

2.3. Instruments d'évaluation

2.3.1. Mesure de l'intelligence fluide

Afin d'évaluer l'intelligence fluide et d'apparier les participants en fonction de leur niveau de développement intellectuel, nous utilisons les Progressives Matrices Colorées (PMC) de Raven (Raven et al., 1998), comme dans les deux études précédentes. Les scores bruts vont de 0 à 36 points.

2.3.2. Mesure de la connaissance et de la compréhension des concepts spatiaux

Comme dans les deux études précédentes, nous mesurons la connaissance et la compréhension des concepts spatiaux à l'aide de 37 items sélectionnés au sein des Tests des

Concepts de Base de Boehm 3^{ème} édition Maternelle et Primaire (Boehm, 2009a et 2009b). Les scores bruts vont de 0 à 37.

2.3.3. *Mesures associées à l'apprentissage d'itinéraires*

Afin d'évaluer la qualité de la connaissance de l'itinéraire, nous avons comptabilisé le nombre d'erreurs commises par les participants lors des tests. Nous considérons qu'une erreur est commise lorsque le participant emprunte une route qui ne fait pas partie de l'itinéraire demandé. En outre, dans le test TAR, le fait de réussir l'itinéraire retour (de A vers D) nous donne une indication sur la généralisation de l'apprentissage.

2.4. *Procédure*

2.4.1. *Plan d'expérience*

Cette étude porte sur un échantillon de 43 participants répartis en deux groupes indépendants (DI et AD) avec $n_{DI} = 24$ et $n_{AD} = 19$. Les variables indépendantes sont le groupe et la condition (C1 vs C2). Les variables dépendantes sont le score aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC), le score à l'Évaluation des Concepts Spatiaux (ECS) et le nombre d'erreurs aux tests.

2.4.2. *Déroulement*

La réalisation de l'étude s'est déroulée en deux temps. Lors d'une première rencontre, qui durait environ quinze minutes, les participants ont été évalués à l'aide des outils présentés précédemment selon l'ordre suivant : (1) Progressives Matrices Colorées de Raven ; (2) Évaluation des Concepts Spatiaux. Lors de la deuxième rencontre, le participant réalisait la tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel, qui durait entre 15 et 40 minutes. Les passations étaient filmées après information et accord du participant et de son représentant légal. L'ensemble des consignes de la tâche d'apprentissage était donné par le logiciel de manière verbale afin de limiter l'intervention de l'expérimentateur. Les seules instructions données par l'expérimentateur au début de la deuxième rencontre étaient les suivantes : « *Tu vas faire un exercice sur l'ordinateur. Tu vas devoir apprendre des parcours. C'est l'ordinateur qui va te donner toutes les consignes. Pour te déplacer, tu dois utiliser la barre espace pour avancer et la souris pour tourner à gauche ou à droite (l'expérimentateur*

montre la barre espace et le fonctionnement de la souris). Je serai dans la pièce mais je ne peux pas t'aider. Tu dois faire l'exercice tout(e) seul(e) ».

Précédemment aux deux rencontres, nous avons informé les participants des buts et modalités de l'étude de manière orale ainsi que par l'intermédiaire d'une lettre d'information (annexe 10). Une lettre d'information a également été transmise aux représentants légaux des participants mineurs ou sous protection juridique. Ensuite, nous avons demandé aux participants et à leurs représentants légaux de signer un formulaire de consentement libre et éclairé (annexe 10). Enfin, au début de chaque rencontre, l'expérimentateur rappelait au participant les buts et les modalités de l'étude et s'assurait qu'il souhaitait toujours y participer.

3. Résultats

L'ensemble des analyses statistiques a été réalisé avec le logiciel SPSS Statistics version 20. Nous avons testé la normalité des distributions de nos différentes variables à l'aide du test de Shapiro-Wilk. L'hypothèse de normalité n'étant pas vérifiée pour l'ensemble des variables, nous avons préféré l'utilisation de tests non paramétriques. Pour les comparaisons inter-groupes, nous avons utilisé le test de Mann Whitney. Pour les comparaisons intra-groupes, nous avons utilisé le test de rang signé de Wilcoxon.

Les comparaisons réalisées afin d'analyser l'effet de l'ordre de passation des conditions (C1 puis C2 vs C2 puis C1) sur le nombre d'erreurs aux tests ne révèlent aucune différence significative dans les deux groupes. Enfin, les tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles sont présentés en annexes (annexe 11).

3.1. Analyses du nombre d'erreurs aux tests TA et TAR de la tâche d'apprentissage d'itinéraires

3.1.1. Comparaison des scores entre le groupe DI et AD

Les résultats des comparaisons entre les scores obtenus aux tests par les groupes DI et AD sont présentés dans le tableau 14. Ils ne mettent pas en évidence de différence significative concernant le nombre d'erreurs effectuées aux deux tests dans la condition C1 (aide sans point de repère) et au test TA dans la condition C2 (aide avec points de repère). Pour le test TAR de la condition C2, la comparaison entre les groupes DI et AD approche la

signification ($p = 0,052$), avec un nombre d'erreurs plus élevé dans le groupe AD que dans le groupe DI.

Tableau 14. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Mann-Whitney pour le nombre d'erreurs aux tests TA et TAR pour les groupes DI et AD (Condition 1 = aide sans point de repère, condition 2 = aide avec points de repère ; TA = Test Aller, TAR = Test Aller-Retour).

		Groupe DI N = 24		Groupe AD N = 19		<i>U de Mann-Whitney</i>
		M	ET	M	ET	<i>p</i>
<i>Condition 1</i>	TA	2,29	2,14	2,26	2,21	<i>0,960</i>
	TAR	1,62	2,52	1,47	1,22	<i>0,386</i>
<i>Condition 2</i>	TA	0,58	0,83	0,84	0,96	<i>0,359</i>
	TAR	0,29	0,55	0,79	0,98	<i>0,052</i>

3.1.2. Effet de la condition

Afin de répondre à l'hypothèse de l'effet du type d'aide verbale apporté sur l'efficacité de l'apprentissage, nous avons comparé, pour chaque groupe, le nombre d'erreurs aux tests entre la condition « aide sans point de repère » (C1) et la condition « aide avec points de repère » (C2). Les résultats sont présentés dans le tableau 15.

Les analyses conduites dans le groupe des jeunes présentant une déficience intellectuelle montrent que la condition a un effet sur le nombre d'erreurs effectuées aux tests TA ($W = 17,50$; $p = 0,003$) et TAR ($W = 4,00$; $p = 0,010$) puisque celui-ci est plus faible dans la condition C2 par rapport à la condition C1.

Dans le groupe d'enfants au développement typique, les résultats mettent en évidence un effet de la condition sur le nombre d'erreurs effectuées lors des deux tests. Ainsi, les participants effectuent moins d'erreurs aux tests TA ($W = 13,50$; $p = 0,007$) et TAR ($W = 8,00$; $p = 0,022$) en condition « aide avec points de repère » (C2) par rapport à la condition C1.

Tableau 15. Moyennes, écarts-types et significations exactes au test de Wilcoxon pour le nombre d’erreurs aux tests TA et TAR en fonction de la condition dans les groupes DI et AD.

		Condition 1		Condition 2		<i>W</i> <i>de Wilcoxon</i>
		M	ET	M	ET	<i>p</i>
<i>Groupe DI</i> <i>N = 24</i>	TA	2,29	2,14	0,58	0,83	0,003
	TAR	1,62	2,52	0,29	0,55	0,010
<i>Groupe AD</i> <i>N = 19</i>	TA	2,26	2,21	0,84	0,96	0,007
	TAR	1,47	1,22	0,79	0,98	0,022

3.1.3. Comparaison des scores entre TA et TAR

Nous avons analysé si l’on observait des différences de scores entre le premier test (TA) et le second (TAR). Les résultats ne mettent pas en évidence de différence significative entre le nombre d’erreurs du premier et du second test dans les deux groupes et pour les deux conditions.

Nous nous sommes également intéressés au nombre de participants parvenant à réaliser le test aller (TA) et le test aller-retour (TAR) dans les deux groupes et pour les deux conditions. Pour cela, nous avons comptabilisé le nombre de participants ayant réussi le test dans le temps imparti et sans réaliser d’erreurs. Nous avons comparé les effectifs obtenus entre les groupes à l’aide du test exact de Fisher. Les résultats sont présentés dans le tableau 16.

Dans la condition « aide sans point de repère », 6 participants du groupe DI (25%) et 4 participants du groupe AD (21%) réussissent le test TA. 12 participants du groupe DI (50%) et 5 participants du groupe AD (26%) réussissent à effectuer le test TAR. Le test exact de Fisher ne révèle pas de différence significative entre la performance des deux groupes pour les tests TA ($p = 1,000$) et TAR ($p = 0,133$) en condition C1.

Dans la condition « aide avec points de repère », 14 participants du groupe DI (58%) et 9 participants du groupe AD (47%) parviennent à effectuer le test TA. 18 participants du groupe DI (75%) et 9 participants du groupe AD (47%) réussissent le test TAR. Aucune différence significative n’apparaît entre la performance des deux groupes aux tests TA ($p = 0,547$) et TAR ($p = 0,111$) dans la condition C2.

Tableau 16. Effectifs et significations exactes au test exact de Fisher pour la réussite aux tests TA et TAR pour les groupes DI et AD.

			Test TA		Test TAR	
			Groupe DI N = 24	Groupe AD N = 19	Groupe DI N = 24	Groupe AD N = 19
Condition C1 « aide sans point de repère »	Réussite du test	Oui	6	4	12	5
		Non	18	15	12	14
	<i>Test exact de Fisher</i>	<i>p</i>	1,000		0,133	
Condition C2 « aide avec points de repère »	Réussite du test	Oui	14	9	18	9
		Non	10	10	6	10
	<i>Test exact de Fisher</i>	<i>p</i>	0,547		0,111	

Nous avons conduit les mêmes analyses dans chacun des groupes afin de comparer la réussite aux tests entre les deux conditions.

Dans le groupe DI, on observe une différence significative entre les tests TA selon la condition. Les participants réussissent davantage le test TA dans la condition C2 que dans la condition C1 ($p = 0,039$). Par contre, aucune différence significative n'apparaît pour la performance au test TAR entre les deux conditions ($p = 0,135$).

Dans le groupe AD, les résultats ne révèlent aucune différence significative entre les conditions C1 et C2 pour la réussite des tests TA ($p = 0,170$) et TAR ($p = 0,313$).

4. Discussion

L'objectif de cette étude était d'analyser plus précisément l'impact de l'hétérorégulation verbale et notamment de deux types d'aides sur la qualité d'apprentissage d'itinéraires d'adolescents et de jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle et d'enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel.

Pour cela, nous avons constitué deux groupes de participants : un groupe d'adolescents et de jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle (groupe DI) et un groupe d'enfants au développement typique (groupe AD), apparié au groupe DI sur le niveau de développement intellectuel. Les deux groupes ont réalisé une tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel. Celle-ci consistait à apprendre, avec l'aide de consignes verbales expliquant l'itinéraire étape par étape, à se déplacer du point de départ

vers le point d'arrivée (D-A) dans un labyrinthe comportant des points de repère. L'ensemble des participants passait par deux conditions : la condition C1 où les consignes verbales prescrivaient des actions sans référence aux points de repère et la condition C2 où les consignes verbales prescrivaient des actions en référence aux points de repère. Pour chaque condition, les participants effectuaient deux apprentissages du parcours D-A (A1 et A2) ainsi que deux tests (TA et TAR), selon l'ordre suivant : A1-TA-A2-TAR. Lors du Test Aller (TA), les participants devaient reproduire le parcours D-A sans aucune aide. Lors du Test Aller-Retour (TAR), les participants devaient effectuer le parcours D-A puis retourner au point de départ, portion du trajet qui n'avait pas fait l'objet d'un apprentissage préalable.

Nous avons analysé l'impact des aides verbales sur la qualité des apprentissages en mesurant le nombre d'erreurs effectuées lors des tests. En outre, nous avons comptabilisé le nombre de participants ayant réussi à effectuer le test TAR afin d'analyser le transfert de l'apprentissage de l'itinéraire.

4.1. Comparaison des groupes DI et AD

Les comparaisons effectuées entre les participants présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel, concernant le nombre d'erreurs effectuées lors des tests, ne révèlent pas de différence significative et ce, dans les deux conditions. Ce résultat rejoint ceux de notre première étude et ceux obtenus par plusieurs auteurs (Davis et al., 2014 ; Mengue-Topio, 2011), montrant que le nombre d'erreurs, lors d'apprentissage d'itinéraires, ne diffère pas entre des adolescents et des jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle et des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel.

4.2. Impact du type d'aide verbale

Nous avons fait l'hypothèse d'observer, dans les deux groupes, de meilleures performances aux tests dans la condition prescrivant des actions associées à des points de repère (C2) comparativement à la condition prescrivant des actions sans référence aux points de repère (C1). Notre hypothèse est confirmée.

En effet, dans le groupe DI et le groupe AD, nous observons un effet bénéfique de la condition C2 sur le nombre d'erreurs aux deux tests. Ainsi, les adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique, de même

niveau de développement intellectuel, effectuent moins d'erreurs lors des deux tests lorsque les aides verbales, données pendant l'apprentissage, prescrivent des actions associées à des points de repère.

Ainsi, nos résultats mettent en évidence que fournir des indications verbales associant actions et points de repère facilite l'apprentissage d'itinéraires. Ce résultat soutient ceux de précédents travaux réalisés chez les enfants de 5 à 12 ans, qui montrent que mentionner des points de repère lors de l'apprentissage d'un itinéraire aide les enfants à reproduire ensuite ce parcours et à choisir la bonne direction. En effet, Lingwood et al., 2015 ont réalisé une expérience en environnement virtuel avec des enfants de 5 ans. Les enfants devaient reproduire seuls un itinéraire après que l'expérimentateur leur ait montré le parcours en mentionnant ou non les points de repère situés aux intersections. Les résultats montrent que lorsque les points de repère sont mentionnés par l'expérimentateur lors de la démonstration de l'itinéraire, les enfants sont plus performants pour le reproduire, réalisant moins d'erreurs et moins d'essais pour atteindre un critère d'apprentissage. L'étude de Cornell et al. (1989) va également dans ce sens. En environnement réel, un expérimentateur réalise un itinéraire au sein d'une cité universitaire avec des enfants de 6 et 12 ans. Arrivé à la fin de l'itinéraire, on demande aux enfants de réaliser le trajet retour menant au point de départ. Selon les instructions reçues au début de l'expérience, les participants sont répartis dans quatre conditions : non-informés (les participants ne savent pas qu'ils vont devoir réaliser le trajet retour), informations générales (les participants sont informés qu'ils devront réaliser le trajet retour), points de repère proximaux (informations pour le trajet retour et pendant la démonstration de l'itinéraire l'expérimentateur mentionne deux points de repère situés à des intersections en expliquant qu'ils pourront aider à se souvenir du trajet pour le retour), points de repère distaux (informations pour le trajet retour et l'expérimentateur désigne deux points de repère distaux en expliquant qu'ils s'agit du point de départ et du point d'arrivée). Les résultats obtenus montrent que le fait de mentionner des points de repère proximaux situés aux intersections a aidé les enfants de 6 et 12 ans à choisir un itinéraire correct lors du retour. Par contre, mentionner des points de repère distaux n'aide que les enfants les plus âgés à se réorienter lorsqu'ils sont en dehors de l'itinéraire correct. Toutefois, dans ces études, les points de repère ne sont pas associés aux actions à réaliser, ils sont simplement mentionnés verbalement (« il y a un pont »). Nos résultats apportent donc un élément d'information supplémentaire montrant qu'en plus de mentionner les points de repère, y associer les actions à réaliser, a un effet bénéfique sur les capacités à apprendre et à reproduire un parcours chez

les enfants au développement typique et les adolescents présentant une déficience intellectuelle.

Nos résultats soutiennent également ceux de recherches consacrées à l'analyse de l'efficacité des aides à la navigation. Dans leur article, Parush et Berman (2004) ont analysé l'impact de différents types d'aides sur le transfert de l'apprentissage d'un parcours chez des adultes. Ils montrent qu'apprendre un parcours en référence à des points de repère améliore la connaissance de celui-ci. En outre, d'autres recherches mettent en évidence l'intérêt et l'efficacité de l'utilisation des points de repère dans les systèmes d'aide à la navigation auprès de personnes âgées ou de personnes présentant une déficience intellectuelle. Ainsi, Gomez et al., (2015) ont comparé, chez des adultes présentant un syndrome de Down, l'efficacité de deux assistants à la navigation : l'application « Google Maps » et le système AssisT-OUT qu'ils ont mis au point spécifiquement pour les personnes présentant une déficience intellectuelle. L'originalité de ce système est qu'il fournit des instructions auditives associées à des photographies des points de repère situés sur le parcours. Les résultats obtenus montrent que le système AssisT-OUT a mieux fonctionné chez les participants présentant un syndrome de Down au regard du nombre de personnes qui atteint la destination. Dans une étude réalisée auprès de personnes âgées, Goodman et al. (2005) ont examiné l'efficacité de l'utilisation des points de repère et de plusieurs méthodes de présentation des informations liées aux points de repère (photographies, informations écrites et verbales, informations écrites et informations verbales) avec une aide piétonne à la navigation. Leurs résultats montrent que l'utilisation des points de repère dans une aide piétonne à la navigation est utile pour les personnes âgées. En outre, ils mettent en évidence que les différentes méthodes de présentation des informations sont toutes efficaces mais que les personnes préfèrent une présentation combinant plusieurs modalités.

4.3. Transfert de l'apprentissage

Nous nous sommes intéressés au nombre de participants réussissant à exécuter le Test Aller-Retour (TAR) et donc à rejoindre le point de départ. Nos résultats ne révèlent aucune différence significative entre les groupes DI et AD et ce dans les deux conditions. En outre, pour la condition prescrivant des actions sans référence aux points de repère (C1), 50% des participants du groupe DI et 26% des participants du groupe AD parviennent à réaliser le test TAR. Dans la condition prescrivant des actions associées aux points de repère (C2), 75% des participants du groupe DI et 47% des participants du groupe AD réussissent le test

aller-retour. Toutefois, nous n'observons pas d'effet de la condition sur la réussite du test aller-retour (TAR). En effet, le nombre de participants des groupe DI et AD, parvenant à effectuer le test TAR, ne diffère pas significativement entre la condition C1 et la condition C2, même si dans la condition C1 les participants réalisent davantage d'erreurs. Ainsi, quel que soit la condition, tant des participants du groupe DI que des participants du groupe AD parviennent à transférer l'apprentissage du parcours et donc à rejoindre le point de départ alors que cette portion de l'itinéraire n'a pas fait l'objet d'un apprentissage préalable.

5. Conclusion

Cette étude nous a permis de comparer l'effet de deux types d'aides verbales sur la qualité de l'apprentissage d'itinéraires chez des jeunes présentant une déficience intellectuelle et des enfants au développement typique, de même niveau de développement intellectuel. Les résultats montrent que les aides verbales prescrivant des actions en référence à des points de repère ont un effet bénéfique sur l'apprentissage. Ainsi, lorsqu'ils doivent reproduire sans aide un itinéraire, les enfants au développement typique et les jeunes présentant une déficience intellectuelle effectuent moins d'erreurs s'ils ont bénéficié d'un apprentissage associant actions et points de repère comparativement à un apprentissage basé uniquement sur les actions. En outre, les résultats ne révèlent pas de différence de performance entre les deux groupes en ce qui concerne le nombre d'erreurs et le transfert de l'apprentissage.

CHAPITRE 7

DISCUSSION GÉNÉRALE

L'objectif de ce travail de thèse était d'analyser l'autorégulation et l'hétérorégulation en situation d'apprentissage d'itinéraires chez des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle. Les personnes présentant une déficience intellectuelle montrent une limitation de leurs capacités autorégulatrices et ont des difficultés à naviguer de façon autonome dans un environnement. Par ailleurs, ces deux processus semblent faire appel à des stratégies communes telles que la planification et l'évaluation des actions. En outre, il est mis en évidence que l'hétérorégulation, apportée par l'environnement social, a un impact sur le développement de l'autorégulation. A notre connaissance, aucune recherche n'a tenté de mettre en lien ces trois objets d'étude. Notre travail constitue donc une première tentative pour analyser les difficultés d'autonomie de déplacement des personnes présentant une déficience intellectuelle sous l'angle de l'autorégulation et de l'hétérorégulation. Notre recherche se décompose en trois étapes. Dans une première étude, nous avons comparé l'autorégulation et l'apprentissage d'itinéraires chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle et des personnes au développement typique de même niveau de développement intellectuel et de même âge chronologique. Dans une deuxième étude, nous avons analysé l'ajustement entre l'hétérorégulation d'éducateurs et l'autorégulation d'adolescents présentant une déficience intellectuelle lors d'une situation interactive d'apprentissage d'itinéraires. De plus, nous nous sommes également intéressés au contenu des aides verbales fournies par les éducateurs. Enfin, dans une troisième étude, nous avons mesuré l'impact de deux types d'aide verbale sur l'apprentissage d'itinéraires chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle et des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel. En ce qui concerne les situations d'apprentissage d'itinéraires, nous avons fait le choix d'utiliser la technologie des environnements virtuels. En effet, cette technologie procure de nombreux avantages en permettant notamment de contrôler chaque élément de l'environnement (points de repère, itinéraires, etc.) et en limitant les demandes physiques et de temps comparativement à un déplacement en milieu réel.

Dans ce chapitre, nous présenterons tout d'abord une synthèse des résultats de nos trois études concernant l'analyse de l'autorégulation, de l'hétérorégulation et des aides

verbales en situation d'apprentissage d'itinéraires. Nous tenterons également de répondre à la question des relations entre l'autorégulation, l'hétérorégulation et les capacités de wayfinding. Ensuite, nous évoquerons les limites inhérentes à cette recherche. Enfin, nous proposerons des perspectives de recherches et des implications pratiques.

1. Synthèse des résultats

1.1.L'autorégulation

Les résultats de notre première étude montrent que, lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires, comparativement aux personnes au développement typique de même âge chronologique, les personnes présentant une déficience intellectuelle ont un niveau plus faible d'autorégulation globale et ont plus de difficultés à planifier leurs actions et à s'auto-évaluer. Ces deux stratégies autorégulatrices nous semblent particulièrement importantes pour se déplacer dans un environnement. En effet, rappelons que la navigation revêt deux composants que sont la locomotion et le wayfinding (Montello, 2005). Ce dernier peut être considéré comme une situation de résolution de problème où, pour atteindre un lieu dans un environnement, il est nécessaire de planifier un déplacement, d'évaluer si le trajet mène bien à la destination et si besoin de le réajuster (Gomez et al., 2015 ; Montello, 2005). Or, les stratégies autorégulatrices de planification correspondent au choix des stratégies à mettre en œuvre et à la planification des actions à réaliser pour atteindre un objectif. Quant aux stratégies autorégulatrices d'évaluation, elles consistent à évaluer les actions, identifier les erreurs éventuelles et à les corriger afin d'atteindre un objectif. Ainsi, le fait que les personnes présentant une déficience intellectuelle disposent de stratégies autorégulatrices de planification et d'évaluation moins efficaces pourrait constituer une piste d'explication des difficultés qu'elles rencontrent pour les déplacements autonomes.

Comparativement aux enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel, les personnes présentant une déficience intellectuelle ne se différencient pas dans leur niveau d'autorégulation globale ni dans la mobilisation des stratégies d'identification de l'objectif, de planification et d'évaluation. Par contre, elles font preuve d'un niveau d'autorégulation plus élevé pour les stratégies de régulation du comportement et attentionnelles, mobilisant ainsi davantage leur attention et demandant moins d'aide pour réaliser la tâche. Nos résultats vont à l'encontre de ceux de la littérature montrant de moins bonnes performances d'autorégulation globale et des stratégies

autorégulatrices chez les adolescents présentant une déficience intellectuelle en comparaison à des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel (Nader-Grosbois, 2014). Une explication que nous pouvons avancer pour justifier cette différence de résultat est une sensibilité à l'effet de l'expérience de la tâche d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel que nous avons utilisée. Ainsi, du fait de leur âge chronologique plus élevé, les personnes présentant une déficience intellectuelle ont vécu davantage de situations, leur permettant de développer une autorégulation aussi efficace, voire supérieure pour certaines stratégies, que celle des enfants au développement typique. En outre, ces derniers étaient âgés de 6 à 7 ans. A cet âge, il nous paraît évident qu'ils n'aient pas une expérience de navigation spatiale aussi importante que celle des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle âgés de 14 à 20 ans. Ce manque d'expérience a pu retentir sur le niveau de leurs stratégies autorégulatrices lors de l'apprentissage d'itinéraires et donc expliquer que leur performance d'autorégulation ne diffère pas ou, soit inférieure pour certaines stratégies, à celle des jeunes présentant une déficience intellectuelle. Ensuite, le support informatique utilisé dans notre recherche peut également avoir eu un impact sur les stratégies mobilisées par les participants des différents groupes. En effet, il est reconnu que l'autorégulation varie en fonction du contexte et du support utilisé. Par exemple, Nader-Grosbois et Lefèvre (2011) ont montré que le support informatique favorise l'autorégulation et les stratégies autorégulatrices attentionnelles et d'évaluation chez des enfants au développement typique et des adolescents présentant une déficience intellectuelle de même niveau de développement intellectuel.

1.2.L'apprentissage d'itinéraires

Les résultats obtenus dans notre première étude, concernant l'apprentissage d'itinéraires, montrent que les adolescents présentant une déficience intellectuelle peuvent acquérir la connaissance d'itinéraires mais après un temps d'apprentissage plus long et comportant plus d'erreurs que les personnes au développement typique de même âge chronologique. Par contre, ils acquièrent plus difficilement la connaissance de la configuration de l'environnement permettant d'inférer de nouveaux trajets. Aucune différence de performance n'apparaît entre les adolescents présentant une déficience intellectuelle et les enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel. Par ailleurs, les performances liées à l'apprentissage d'itinéraires des personnes présentant une déficience intellectuelle ne sont pas liées à leur âge chronologique et ni à leur niveau de

développement intellectuel. Nos résultats confirment ceux de précédents travaux s'intéressant au wayfinding et aux connaissances spatiales. En effet, plusieurs chercheurs mettent en évidence que la performance des personnes présentant une déficience intellectuelle ne diffère pas de celle d'enfants au développement typique de même niveau de développement (Davis et al., 2014 ; Mengue-Topio, 2011). En outre, d'autres études montrent que les personnes présentant une déficience intellectuelle présentent des difficultés dans l'acquisition de la connaissance des itinéraires et de la configuration de l'environnement comparativement à des personnes au développement typique de même âge chronologique (Mengue-Topio & Courbois, 2011 ; Mengue-Topio et al., 2011 ; Mengue-Topio et al. 2015). Les résultats rejoignent aussi ceux d'autres recherches montrant qu'il n'y a pas d'effet de l'âge chronologique sur les performances en apprentissage d'itinéraires de participants présentant un syndrome de Down ou de Williams (Purser et al., 2014). Aux âges étudiés, il ne semble donc pas y avoir un effet de l'expérience de vie sur les performances en wayfinding des personnes présentant une déficience intellectuelle. Comme le montrent d'autres études, les capacités de wayfinding seraient davantage en lien avec le niveau de développement intellectuel (Purser et al., 2014). Toutefois, nos résultats portant sur des échantillons plus faibles que ceux de l'étude de Purser et ses collaborateurs (2014) ne mettent pas en évidence un tel lien.

1.3.L'hétérorégulation

Par l'intermédiaire de notre deuxième étude, nous avons mis en évidence un ajustement entre l'hétérorégulation des éducateurs et l'autorégulation des adolescents présentant une déficience intellectuelle. Ainsi, comme observé dans d'autres recherches (Letalle et al., 2014 ; Nader-Grosbois, 2007b ; Nader-Grosbois et al., 2008), nous obtenons des liens négatifs entre l'hétérorégulation et l'autorégulation globales ainsi qu'entre les stratégies d'identification de l'objectif, de planification, attentionnelles et d'évaluation.

Par ailleurs, nos résultats mettent également en évidence une variation de l'hétérorégulation globale en fonction des caractéristiques des jeunes présentant une déficience intellectuelle. Ainsi, l'hétérorégulation ne varie pas en fonction de leur âge chronologique mais en fonction de leur niveau de développement intellectuel. Plus l'adolescent présente un niveau de développement intellectuel élevé, plus le niveau d'hétérorégulation de l'éducateur est faible, ce qui soutient les résultats d'études précédentes (Nader-Grosbois, 2007b ; Nader-Grosbois & Lefèvre, 2012). L'hétérorégulation est

également liée négativement à la connaissance des concepts spatiaux des jeunes. Enfin, nos résultats n'indiquent pas de variations de l'hétérorégulation globale et des stratégies hétérorégulatrices selon le sexe ou l'expérience professionnelle de l'éducateur.

L'aide apportée par les éducateurs semble donc s'adapter au niveau d'autorégulation des adolescents mais également à leur niveau de développement intellectuel et à leur connaissance des concepts spatiaux. Comme nous l'avons évoqué dans le premier chapitre de cette thèse, l'hétérorégulation a un impact non négligeable sur le développement de l'autorégulation (Bailleux & Paour, 2013 ; Degangi et al., 2000 ; Fletcher et al., 2003 ; Nader-Grosbois et al., 2008). Il est donc important que l'étayage apporté par les éducateurs s'ajuste aux capacités des adolescents. L'objectif est d'adopter une démarche pédagogique progressive en réduisant l'apport d'aides externes afin de permettre à la personne de devenir actrice de ses actions et de s'autoréguler (Bailleux & Paour, 2013 ; Haelewyck & Palmadessa, 2007). Outre l'adéquation de l'hétérorégulation fournie, il est également possible de favoriser le développement de l'autorégulation par la nature des activités proposées aux personnes. A ce sujet, la littérature se rapportant à l'éducation cognitive fournit plusieurs indications intéressantes. Par exemple, elle préconise de proposer des tâches qui se situent dans la zone proximale de développement de la personne (ni trop simples, ni trop complexes), demandent une participation active, se centrent sur la manière de résoudre la tâche plutôt que sur le résultat, renforcent le sentiment de contrôle et fournissent à la personne un feedback immédiat lié à ses actions (Bailleux & Paour, 2016).

1.4. Les aides verbales

Dans notre deuxième étude, nous nous sommes intéressés au contenu de l'hétérorégulation fournie par l'adulte par l'intermédiaire du langage. Pour cela, nous avons analysé les aides verbales utilisées par les éducateurs lorsqu'ils apprennent des itinéraires aux adolescents présentant une déficience intellectuelle. Nous observons une variabilité du nombre de verbalisations fournies par les éducateurs en fonction des caractéristiques et du niveau d'autorégulation des adolescents présentant une déficience intellectuelle. Ainsi, le nombre de verbalisations n'est pas lié à l'âge chronologique mais au niveau de développement intellectuel ainsi qu'à la connaissance des concepts spatiaux. Plus l'adolescent présente un niveau de développement intellectuel et de connaissance des concepts spatiaux élevé, moins l'éducateur fournit d'aides verbales. Le nombre de verbalisations est également lié à l'autorégulation globale et aux stratégies autorégulatrices de planification et

d'évaluation. Ainsi, plus l'adolescent montre un niveau élevé d'autorégulation, plus il planifie et évalue ses actions, moins l'éducateur apporte d'aides verbales. Enfin, le nombre de verbalisations ne varie pas en fonction du sexe et de l'expérience professionnelle des éducateurs.

En ce qui concerne la nature des verbalisations, nos résultats montrent que la majorité des aides fournies par les éducateurs sont constituées de prescriptions d'actions avec et sans référence aux points de repère. A notre connaissance, aucune recherche n'a précédemment étudié les aides verbales formulées par des personnes au développement typique à destination de personnes présentant une déficience intellectuelle lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires. Toutefois, nous pouvons nous rapporter aux études de Denis et de ses collaborateurs (Daniel & Denis, 2004 ; Denis, 1997 ; Denis et al., 2006) portant sur les descriptions d'itinéraires de personnes au développement typique. Les résultats de ces recherches montrent l'importance de l'utilisation des points de repère dans les descriptions d'itinéraires et plus particulièrement des indications associant actions et points de repère. Dans notre troisième étude, nous avons donc souhaité comparer l'effet de consignes avec et sans référence aux points de repère sur l'apprentissage d'itinéraires. Nos résultats montrent un effet bénéfique sur l'apprentissage des aides verbales prescrivant des actions en référence à des points de repère, tant chez les personnes présentant une déficience intellectuelle que chez des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel. En effet, lorsqu'ils devaient reproduire un itinéraire sans aide, les participants réalisaient moins d'erreurs après avoir appris le trajet à l'aide de consignes associant actions et points de repère.

Ces résultats soutiennent ceux d'autres travaux considérant les points de repère comme des éléments déterminants pour les déplacements et facilitant l'apprentissage d'itinéraires (Cornell et al., 1989 ; Gomez et al., 2015 ; Goodman et al., 2005 ; Lingwood et al., 2015 ; Parush & Berman, 2004 ; Roger et al., 2011). Rappelons que tous les points de repère n'ont pas la même valeur. Des points de repère persistants, saillants, informatifs et se situant aux endroits où des changements de directions doivent avoir lieu facilitent le wayfinding (Courbois et al., 2013b ; Denis et al., 2006 ; Stankiewicz & Kalia, 2007). Cela nous amène à nous questionner sur la capacité des personnes présentant une déficience intellectuelle à sélectionner des points de repère ayant de bonnes caractéristiques. Une recherche de Courbois et al. (2013a) nous donne des éléments de réponse. Ces auteurs montrent en effet que les personnes présentant une déficience intellectuelle sont moins efficaces que des personnes au développement typique de même âge chronologique pour

sélectionner de bons points de repère. Même si elles choisissent des points de repère situés aux intersections, elles manquent de sélectivité dans leur choix, en sélectionnant davantage de points de repère proximaux, non-permanents et non-unique. Outre les difficultés autorégulatrices mises en évidence dans notre première étude, le fait de sélectionner des points de repère moins efficaces peut également expliquer la difficulté des personnes présentant une déficience intellectuelle à acquérir la connaissance de la configuration de l'environnement. Il apparaît donc important de se questionner au sujet de l'hétérorégulation apportée aux personnes présentant une déficience intellectuelle lors de l'apprentissage d'itinéraires. En lien avec nos résultats et ceux de Courbois et ses collaborateurs (2013a) et dans le cadre du travail sur l'autonomie des déplacements, il nous semble important que les adultes privilégient des consignes et des aides associant points de repère et actions. En outre, il faut être vigilant aux points de repère utilisés en privilégiant des éléments ayant de bonnes caractéristiques (persistance, saillance, localisation). De ce fait, fournir des aides associant action et point de repère faciliterait l'apprentissage mais pourrait également permettre aux personnes présentant une déficience intellectuelle d'apprendre à sélectionner de bons points de repère.

1.5. Quelles relations y a-t-il entre l'autorégulation, l'hétérorégulation et le wayfinding ?

L'originalité de ce travail de thèse était d'analyser pour la première fois les difficultés de wayfinding des personnes présentant une déficience intellectuelle sous l'angle de l'autorégulation et de l'hétérorégulation. Notre objectif était d'étudier les relations entre ces trois éléments afin d'offrir de nouvelles pistes de réflexion et d'intervention concernant l'autonomie des déplacements des personnes présentant une déficience intellectuelle. Nos résultats fournissent des données intéressantes laissant à penser que l'autorégulation et le wayfinding ne sont pas deux processus indépendants.

En effet, nous avons mis en évidence que les personnes présentant une déficience intellectuelle présentaient davantage de difficultés que les personnes au développement typique de même âge chronologique dans les situations d'apprentissage d'itinéraires. Ainsi, elles peuvent acquérir la connaissance des itinéraires mais avec un temps d'apprentissage plus long et un nombre d'erreurs plus important. Par contre, l'acquisition de la configuration apparaît plus difficile. Ainsi, lorsqu'il s'agit d'inférer un nouveau trajet n'ayant pas fait l'objet d'un apprentissage préalable et reliant des lieux connus de l'environnement, seulement

la moitié de nos participants y parviennent. Suivre un itinéraire appris ou inférer un nouveau trajet à partir de lieux connus dans un environnement sont des activités de wayfinding (Wiener et al., 2009). Ce processus fait appel à des stratégies telles que définir une destination, planifier un trajet permettant de l'atteindre, réaliser l'itinéraire, évaluer le trajet et ses actions et si besoin les corriger. Ces stratégies se rapprochent de celles mobilisées par l'autorégulation, définie comme un processus par lequel une personne, pour atteindre un objectif, planifie et anticipe son action, maintient son attention et sa motivation, évalue et ajuste ses actions et, lorsque c'est nécessaire, sollicite son environnement social en demandant de l'aide, de l'attention conjointe ou de l'approbation (Haelewyck & Palmadessa, 2009). Or, nos résultats montrent qu'en situation d'apprentissage d'itinéraires, les personnes présentant une déficience intellectuelle disposent d'un niveau d'autorégulation globale et des stratégies de planification et d'évaluation plus faibles que les personnes au développement typique de même âge chronologique. De plus, des corrélations positives significatives ont été mises en évidence entre les stratégies autorégulatrices attentionnelles et d'évaluation et le nombre de lieux atteints lors de la phase test dans notre première étude. Ainsi, ces résultats nous laissent à penser que les difficultés de wayfinding rencontrées par les personnes présentant une déficience intellectuelle pourraient être en lien avec la faiblesse de leurs stratégies autorégulatrices de planification et d'évaluation ainsi qu'avec leur plus faible niveau d'autorégulation globale.

En ce qui concerne l'hétérorégulation, la littérature met bien en évidence son impact sur le développement de l'autorégulation. Les résultats de notre deuxième étude montrent d'ailleurs que les éducateurs ajustent leur hétérorégulation au niveau de développement intellectuel, aux connaissances des concepts spatiaux et à l'autorégulation des personnes présentant une déficience intellectuelle. En outre, l'hétérorégulation semble également avoir un impact sur l'apprentissage d'itinéraires. En effet, les résultats de notre troisième étude tendent à montrer que fournir des aides verbales associant actions et points de repère favorise l'apprentissage d'itinéraires chez les personnes présentant une déficience intellectuelle.

A notre connaissance, aucune recherche n'a encore étudié les liens entre l'autorégulation, l'hétérorégulation et le wayfinding lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires. Ce travail de thèse revêt donc un caractère exploratoire demandant à être affiné par des recherches ultérieures portant sur de plus grands effectifs. Toutefois, cette série d'études permet d'obtenir une vue synthétique des processus de wayfinding et de régulation chez les personnes présentant une déficience intellectuelle. Nous proposons ci-après, sous

forme de schéma, un résumé des résultats que nous avons obtenus et qui mériteraient d'être approfondis par l'intermédiaire d'autres recherches (figure 18).

2. Limites de la recherche

Plusieurs limites peuvent être soulevées concernant ce travail de thèse conduisant pour certaines à des perspectives de recherches présentées ensuite.

Tout d'abord, les trois études réalisées portent sur des échantillons à faibles effectifs. Cela nous a conduits à utiliser des méthodes d'analyses statistiques non paramétriques, manquant de puissance statistique, ce qui a eu un impact sur l'interprétation des résultats. Même si cette recherche à caractère exploratoire fournit des résultats intéressants, ceux-ci ne nous permettent pas de les généraliser à la population des personnes présentant une déficience intellectuelle. En outre, nous pouvons également nous questionner sur la pertinence de l'appariement des participants, en fonction de leur âge chronologique ou de leur niveau de développement intellectuel, attaché aux approches déficitaire et développementale issues de la psychologie cognitive et de la psychologie développementale. Il aurait peut-être été plus judicieux de se tourner vers les trajectoires développementales utilisées dans le cadre du neuroconstructiviste. Cette théorie considère que le développement dépend de contraintes biologiques et sociales interagissant ensemble. Ces contraintes pouvant enrichir et stimuler le développement ou au contraire le limiter (Thomas & Baughman, 2014). Le développement des personnes typiques ou atypiques est analysé par la méthode des trajectoires développementales. Celle-ci consiste à construire une fonction mettant en relation l'âge et la performance à une tâche donnée et de la comparer ensuite à celle d'un autre groupe de participants (INSERM, 2016 ; Thomas & Baughman, 2014). Toutefois, pour utiliser cette méthode, il est nécessaire de disposer d'un plus grand nombre de participants que ceux de nos différents échantillons.

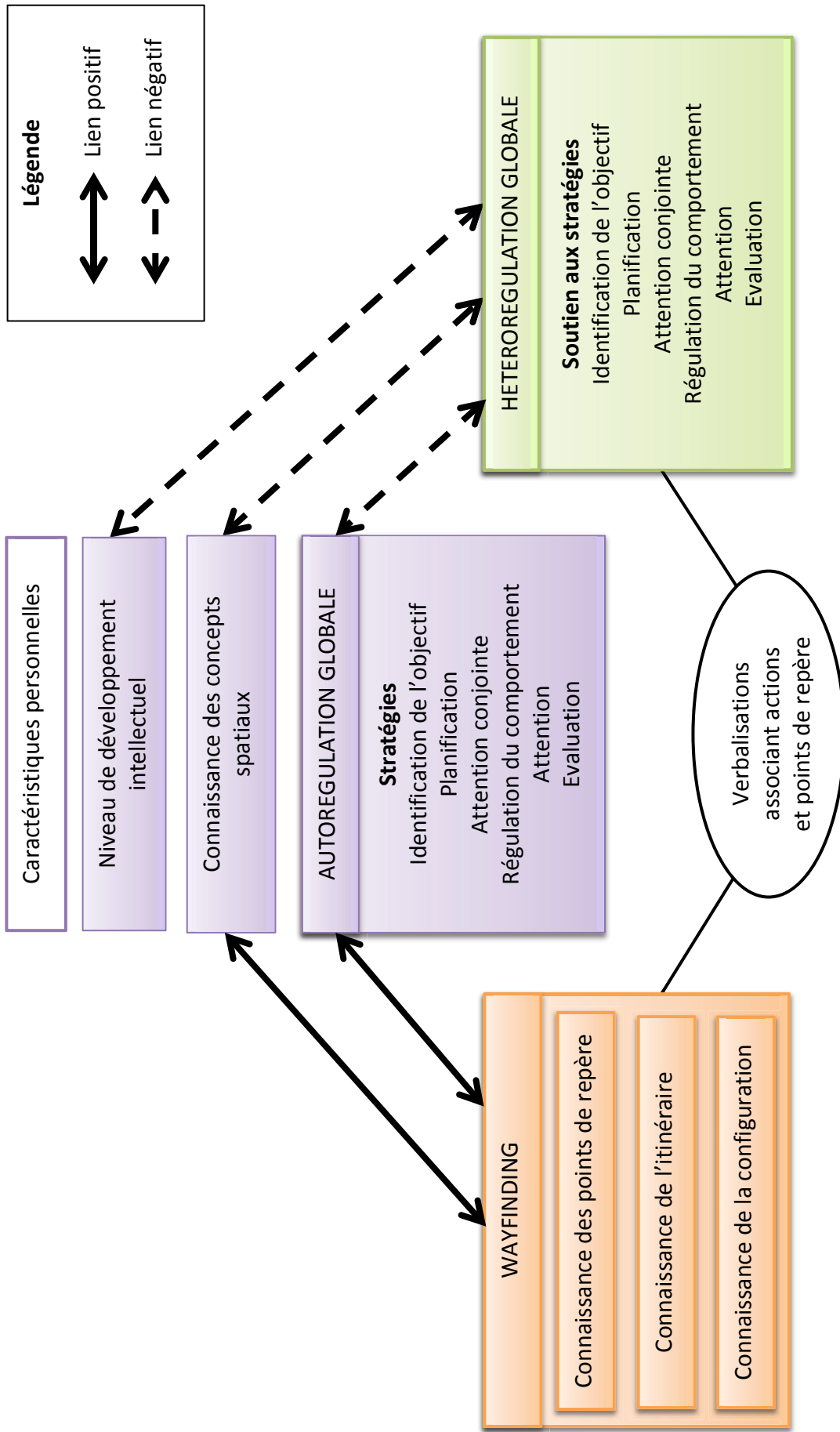


Figure 18.-Représentation schématique des principaux résultats

Une autre limite inhérente à ce travail de thèse correspond à l'utilisation des environnements virtuels. En effet, plusieurs questions peuvent être soulevées. Est-ce que les résultats observés ici auraient été les mêmes en environnement réel ? Est-ce que comparativement au monde réel, les environnements virtuels utilisés ici ne sont pas trop simplistes, du point de vue des points de repère qui les constituent ?

Il est admis dans la littérature que les processus impliqués lors de la navigation virtuelle sont similaires à ceux mis en œuvre lors de déplacements dans le monde réel (Bosco et al., 2008 ; Richardson, Montello & Hegarty, 1999). En outre, plusieurs recherches montrent que les stratégies acquises lors d'une navigation virtuelle se généralisent facilement dans le monde réel. Par exemple, dans une étude comparant les performances spatiales d'adultes lors d'un apprentissage d'itinéraires selon trois facteurs : le type d'environnement d'apprentissage (réel vs virtuel), le mode d'exploration pendant la phase d'apprentissage (actif vs passif) et le type de test spatial administré pour le rappel (wayfinding, réalisation d'un croquis et mise en ordre d'images), Rodrigues, Sauzéon, Wallet et N'Kaoua (2010) mettent en évidence un transfert satisfaisant de la connaissance spatiale de la réalité virtuelle au monde réel quels que soient les tests de rappel administrés chez des adultes. En outre, le mode d'exploration n'influence pas significativement la performance spatiale. Par ailleurs, dans une étude réalisée auprès d'adultes, Waller (2000) montre également que les mesures de la connaissance spatiale mises en œuvre dans un labyrinthe sur environnement virtuel prédisent fortement la performance dans un environnement réel similaire.

En ce qui concerne la question portant sur les points de repère, il est évident que les environnements virtuels utilisés dans ce travail de thèse ne sont pas, d'un point de vue écologique, identiques à ceux du monde réel. En effet, un point de repère était disposé à chaque intersection ce qui n'est pas le cas dans les environnements réels qui comptent de multiples points de repère. On peut alors supposer que les performances des participants n'auraient peut-être pas été les mêmes lors d'un apprentissage d'itinéraires dans un environnement plus complexe du monde réel. En outre, dans la troisième étude nous avons utilisé un environnement virtuel « pauvre », composé de murs en briques, alors que dans les deux premières expériences, il s'agissait d'environnements « riches », composés de bâtiments se différenciant les uns des autres par leur architecture. Nous pouvons nous questionner sur l'effet du type d'environnement sur les performances de wayfinding. Farran, Purser, Courbois, Ballé, Sockeel, Mellier et Blades (2015) ont réalisé une étude comparant l'effet des environnements « pauvres » et « riches » sur les performances relatives à la connaissance

d'itinéraires et de la configuration de l'environnement. Des enfants au développement typique et des jeunes adultes présentant un syndrome de Down ou un syndrome de Williams ont appris deux itinéraires (A vers B et A vers C) puis on leur demandait de trouver un raccourci pour se rendre de B à C. Chaque participant réalisait l'expérience dans un environnement virtuel « pauvre » et dans un environnement virtuel « riche ». Les résultats obtenus mettent en évidence des performances qui ne diffèrent pas entre les deux types d'environnement et ce dans les trois groupes.

Nous avons choisi d'utiliser des environnements virtuels afin de pouvoir contrôler la difficulté des itinéraires ainsi que le choix et la disposition des points de repère. De plus, cette méthodologie nous permettait de multiplier les essais d'apprentissage en évitant de se confronter aux limites inhérentes à la fatigue physique des participants. Toutefois, il aurait été intéressant de réaliser une étude en milieu réel afin de comparer les résultats obtenus avec ces deux types de méthodologie.

3. Perspectives de recherches et applications pratiques

Les résultats de ce travail de thèse mais également les limites méthodologiques relevées conduisent à plusieurs perspectives de recherches que nous souhaiterions développer.

Comme nous l'avons présenté dans notre synthèse de résultats, ce travail de thèse est le premier à s'intéresser aux difficultés de wayfinding sous l'angle des processus de régulation. La série d'études que nous avons menées apporte des résultats intéressants mais également limités dans leur portée en raison d'un manque d'effectif dans les différents échantillons. Aussi, il apparaît nécessaire de reproduire ce type d'expérience avec un nombre de participants plus important afin de pouvoir utiliser la méthodologie des trajectoires développementales. Plus précisément, nos résultats nous amènent à nous questionner sur la présence d'un lien entre les difficultés autorégulatrices (autorégulation globale, planification et évaluation), les difficultés à acquérir la connaissance d'itinéraires et le déficit de l'acquisition de la configuration chez les personnes présentant une déficience intellectuelle. Il serait donc intéressant d'évaluer si on observe la présence d'un lien entre ces trois compétences et de définir la nature de celui-ci. En outre, ce travail de thèse pointe un effet bénéfique de l'hétérorégulation sous la forme d'aides verbales associant actions et points de repère sur l'apprentissage d'itinéraires. Cela nous amène à considérer qu'il faudrait également tester l'effet de ces aides verbales sur la connaissance des points de repère et sur la connaissance de la configuration. En outre, il nous apparaît nécessaire de répliquer ces études

en environnement réel afin d'observer si les mêmes résultats sont obtenus. Par ailleurs, une comparaison de l'autorégulation chez les personnes typiques et chez les personnes présentant une déficience intellectuelle avec la méthode des trajectoires développementales permettrait d'observer si des différences existent concernant le développement des différentes stratégies autorégulatrices entre ces populations. Ces différentes recherches permettraient d'approfondir ce travail et les résultats obtenus apporteraient des éléments de connaissance supplémentaires permettant de mieux comprendre l'impact de l'autorégulation sur le wayfinding et donc d'envisager des implications pratiques pour développer ces capacités chez les personnes présentant une déficience intellectuelle.

Les résultats de ce travail de thèse nous amènent à envisager plusieurs applications cliniques pour améliorer l'autonomie des déplacements et le développement de l'autorégulation chez les personnes présentant une déficience intellectuelle. En effet ces deux éléments sont essentiels afin de permettre aux personnes d'être libres de faire leurs propres choix, d'être autonomes et de pouvoir participer pleinement à la société, principes revendiqués par la Convention relative aux droits des personnes handicapées (CDPH, 2006). Ainsi, des actions peuvent être envisagées à trois niveaux : les personnes elles-mêmes, l'accompagnement de ces personnes et les aides technologiques.

En ce qui concerne les personnes présentant une déficience intellectuelle, les résultats de ce travail de thèse mettent en évidence qu'elles disposent de plus faibles capacités autorégulatrices. Or, il est reconnu que l'autorégulation participe au développement de l'autodétermination, processus permettant à la personne d'être libre de ses choix et d'agir directement sur sa vie (Wehmeyer, 1996 *citée par* Lachapelle & Wehmeyer, 2003). En outre, nos résultats posent la question d'un lien entre l'autorégulation et les capacités de wayfinding. Ainsi, il apparaît important de développer l'autorégulation des personnes présentant une déficience intellectuelle. Pour ce faire, il existe des programmes de remédiation de l'autorégulation comme celui développé par Haelewyck (2014a et b) à destination des enfants et adolescents présentant une déficience intellectuelle âgés de 10 à 16 ans. Celui-ci permet de travailler les stratégies autorégulatrices selon cinq modules : identifier un objectif, planifier son travail, suivre un plan et vérifier sa progression, évaluer son résultat et revoir ses plans, s'auto-renforcer. Ce programme est conçu pour être utilisé avec de petits groupes mais il peut être adapté à un travail individuel. Il se déroule en douze séances structurées s'appuyant sur des supports visuels et vise à soutenir le développement de l'autorégulation et de faire prendre conscience aux enfants de leurs ressources, stratégies et dispositions à apprendre. Dans une

étude portant sur neuf enfants présentant une déficience intellectuelle, âgés de 10 à 12 ans, Roland et Haelewyck (2015) ont testé l'efficacité de ce programme de remédiation. Les enfants ont suivi le programme d'intervention pendant 12 semaines à raison d'une séance individuelle par semaine. Leurs résultats montrent un effet positif de ce programme sur les stratégies autorégulatrices. Par ailleurs, pour privilégier un développement optimal des capacités autorégulatrices, il faut veiller à offrir aux personnes des situations propices et motivantes, favorisant la mobilisation des ressources individuelles et de l'environnement et se situant dans la zone proximale de développement. Cela nous amène à notre deuxième niveau d'action, l'accompagnement des personnes présentant une déficience intellectuelle.

En effet, l'autorégulation étant inversement liée à l'hétérorégulation, il est également important d'agir sur ce processus. Pour cela, une formation et une sensibilisation à l'hétérorégulation et à l'autorégulation devraient être proposées aux professionnels s'occupant des personnes présentant une déficience intellectuelle mais également à l'entourage familial. Même si les personnes présentant une déficience intellectuelle ont besoin d'instructions davantage détaillées et répétées pour apprendre de nouvelles stratégies (Bee & Boyd, 2006), il est nécessaire d'apporter un soutien ajusté à leur niveau de compétence pour que celui-ci soit efficace et induise une augmentation des stratégies autorégulatrices. Ainsi, il faut adopter une démarche pédagogique progressive qui se base sur l'augmentation d'actions venant de la personne elle-même en remplacement des aides externes apportées par l'environnement (Nader-Grosbois, 2007a). Particulièrement dans le domaine de l'apprentissage d'itinéraires, les résultats que nous avons obtenus montrent que le type d'aide verbale fourni a un impact sur la performance d'apprentissage. Lorsque les éducateurs ou les parents travaillent l'autonomie des déplacements avec les personnes présentant une déficience intellectuelle, il apparaît important de privilégier des consignes associant actions et points de repère. Par ailleurs, dans la littérature, il apparaît que les personnes présentant une déficience intellectuelle rencontrent des problèmes dans la sélection de points de repère efficaces. Aussi, leur apprendre à sélectionner d'elles-mêmes des points de repère pertinents, saillants et fixes constitue également un objectif d'accompagnement à l'autonomie des déplacements.

Enfin, un troisième niveau d'action peut être envisagé, celui du développement des aides technologiques à la navigation. En effet, à l'heure où la technologie fait partie intégrante de la vie quotidienne de chacun, de nombreuses applications mobiles et appareils aidant à la navigation se développent. Ainsi, concevoir des outils spécifiquement adaptés aux personnes présentant une déficience intellectuelle est un moyen de développer leur autonomie des

déplacements et donc leur participation sociale. Les recherches, encore peu nombreuses dans ce domaine, commencent à se développer et montrent l'importance de prendre en compte les spécificités des personnes auxquelles ces aides sont destinées. Nous avons d'ailleurs mis en évidence, par l'intermédiaire de ce travail de thèse, que le fait d'associer les actions aux points de repère améliorerait l'apprentissage d'itinéraires des personnes présentant une déficience intellectuelle. Cela rejoint le constat de plusieurs recherches effectuées auprès d'adultes, de personnes âgées ou de personnes présentant une déficience cognitive montrant l'intérêt et l'efficacité de l'utilisation des points de repère dans les systèmes d'aide à la navigation (Gomez et al., 2015 ; Goodman et al., 2005 ; Roger et al., 2011). Ainsi, il semble important de prendre ces résultats en considération pour la création d'aides à la navigation. A ce sujet, l'étude menée par Gomez et ses collaborateurs (2015) fournit des perspectives très encourageantes. Ces chercheurs ont mis au point un système d'aide à la navigation spécifiquement créé pour les personnes présentant une déficience intellectuelle : le système AssisT-OUT. Il s'agit d'une application mobile pour smartphone destinée à aider la navigation des piétons. Cette application fournit des consignes auditives associées à des photographies des points de repère situés aux points de décisions de l'itinéraire. L'objectif de ce système est double : aider la personne à naviguer et lui apprendre à reconnaître les points de repère pertinents. L'outil est configurable par les professionnels s'occupant des personnes. Ils peuvent créer des destinations, ajouter ou supprimer des points de repère, analyser les performances de l'utilisateur et voir l'itinéraire qui a été suivi. L'interface de l'application a été adaptée pour être utilisable par les personnes présentant une déficience intellectuelle. En outre, lors de la navigation, l'utilisateur peut à tout moment demander de l'aide par l'intermédiaire de l'application s'il est en difficulté ou qu'il se sent perdu. Gomez et ses collaborateurs (2015) ont testé le système AssisT-OUT chez 18 personnes présentant un syndrome de Down, âgées de 23 ans. Comparativement à une application classique (ici « Google Maps »), avec le système AssisT-OUT davantage de participants ont réussi à atteindre leur destination. Ainsi, contrairement aux « GPS » classiques donnant des consignes uniquement constituées d'actions, ce système apparaît être une solution adaptée pour favoriser l'autonomie des déplacements. En outre, à la vue des résultats de ce travail de thèse, montrant l'effet bénéfique des points de repère associés aux actions, sur l'apprentissage d'itinéraires, nous pensons que le développement de tels outils devrait être poursuivi pour permettre aux personnes présentant une déficience intellectuelle de développer leur autonomie et donc d'accéder à une plus grande participation sociale.

4. Conclusion générale

L'objectif de ce travail de thèse était d'étudier pour la première fois les difficultés de wayfinding des personnes présentant une déficience intellectuelle sous l'angle de l'autorégulation et de l'hétérorégulation. Les résultats obtenus nous amènent à envisager que ces trois processus ne sont pas indépendants. Plus précisément, l'autorégulation semble avoir un impact sur les capacités de wayfinding. En effet, nous pouvons supposer que les difficultés pour acquérir la connaissance des itinéraires et la connaissance de la configuration des personnes présentant une déficience intellectuelle pourraient être mises en relation avec la faiblesse de leur autorégulation et de certaines stratégies autorégulatrices, notamment les stratégies de planification et d'évaluation. En outre, l'hétérorégulation apportée lors d'une situation d'apprentissage d'itinéraires semble avoir un impact sur l'acquisition de la connaissance des itinéraires. Des aides associant actions et points de repère favorisent ainsi l'apprentissage d'itinéraires. Nos résultats soutiennent donc le rôle déterminant des points de repère dans les capacités de wayfinding. Ce travail de thèse apporte des éléments de connaissances nouveaux permettant d'envisager les difficultés de wayfinding sous un angle différent des recherches précédentes, celui des processus de régulation. D'autres études portant sur de plus grands échantillons sont nécessaires pour définir plus précisément la nature des relations unissant ces trois processus. Toutefois, les résultats obtenus permettent d'envisager des implications pratiques afin de développer les capacités autorégulatrices et de wayfinding des personnes présentant une déficience intellectuelle en agissant auprès des personnes elles-mêmes, sur l'hétérorégulation de l'environnement social et sur le développement de nouvelles aides technologiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alarcón-Rubio, D., Sánchez-Medina, J.A. & Prieto-García, J.R. (2014). Executive function and verbal self-regulation in childhood: Developmental linkages between partially internalized private speech and cognitive flexibility. *Early Childhood Research Quarterly*, 29, 95-105.
- Allen, G.L., Kirasic, K.C., Siegel, A.W. & Herman, J.F. (1979). Developmental issues in cognitive mapping: The selection and utilization of environmental landmarks. *Child Development*, 50(4), 1062-1070.
- American Psychiatric Association (APA) (2016). *Mini DSM-5 : Critères Diagnostiques*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Bailleux, C. & Paour, J.-L. (2013). La conceptualisation au service de l'apprentissage autorégulé chez le jeune enfant : pour une approche constructiviste et socioculturelle de l'autorégulation. In J. L. Berger & F. Büchel (Eds.), *L'autorégulation de l'apprentissage : perspectives théoriques et applications* (pp. 22-49). Nice, France : Éditions Ovidia.
- Bailleux, C. & Paour, J.-L. (2016). L'éducation cognitive au service du développement de l'autonomie et de l'autorégulation. In C. Bailleux (Ed), *Psychologie et Scolarités* (pp. 139-163). France : Publications de l'Université de Provence.
- Ballé, M. (2015). *Autodétermination et autorégulation chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle : entre caractéristiques environnementales et individuelles : l'apport des fonctions exécutives*. (Thèse doctorale. Université Charles de Gaulle, Lille, France).
- Bandura, A.B. (1986). *Social foundations of thought and actions: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.
- Becker, D.R., Miao, A., Duncan, R. & McClelland, M.M. (2014). Behavioral self-regulation and executive function both predict visuomotor skills and early academic achievement. *Early Childhood Research Quarterly*, 29, 411-424.
- Bee & Boyd (2006). L'âge scolaire : développement physique et cognitif. In H. Bee & D. Boyd (Eds.), *Les âges de la vie, psychologie du développement humain, 3ème édition* (pp. 184-211). Paris : Pearson Education.
- Bernier, A., Carlson, S.M. & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development*, 81(1), 326-339.
- Blades, M. & Medlicott, L. (1992). Developmental differences in the ability to give route directions from a map. *Journal of Environmental Psychology*, 12, 175-185.
- Boehm, A.E. (2009a). *Tests des Concepts de Base de Boehm Maternelle Troisième édition*. Montreuil : Pearson–Éditions du Centre de Psychologie Appliquée (ECPA).

- Boehm, A.E. (2009b). *Tests des Concepts de Base de Boehm Troisième édition*. Montreuil : Pearson–Editions du Centre de Psychologie Appliquée (ECPA).
- Bosco, A., Picucci, L., Caffò, A.O., Lancioni, G.E. & Gyselinck, V. (2008). Assessing human reorientation ability inside virtual reality environments: the effects of retention interval and landmark characteristics. *Cogn Process*, 9, 299-309.
- Bronson, M.B. (2000). Recognizing and supporting the development of self-regulation in young children. *Young Children*, 32-37.
- Brooks, B.M., Attree, E.A., Rose, F.D., Clifford, B.R. & Leadbetter, A.G. (1999). The specificity of memory enhancement during interaction with a virtual environment. *Memory*, 7(1), 65-78.
- Bruner, J.S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Buckner, J.C., Mezzacappa, E. & Beardslee, W.R. (2009). Self-regulation and its relations to adaptive functioning in low income youths. *American Journal of Orthopsychiatry*, 79(1), 19– 30.
- Carrier, S. (2003). Vers une théorie de la normalité ajustée pour comprendre l'intégration sociale en milieu de travail. In M.J. Tassé & D. Morin (Eds.), *La déficience intellectuelle* (pp.139-156). Montréal : Gaëtan Morin Editeur.
- Cornell, E.H., Hadley, D.C., Sterling, T.M., Chan, M.A. & Boechler, P. (2001). Adventure as a stimulus for cognitive development. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 219-231.
- Cornell, E.H. & Heth, C.D. (2006). Home range and the development of children's wayfinding. In R. Kail (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (pp. 173-206). San Diego, CA, US: Elsevier Academic Press.
- Cornell, E.H., Heth, C.D. & Broda, L.S. (1989). Children's wayfinding: Response to instructions to use environmental landmarks. *Developmental Psychology*, 25(5), 755-764.
- Cornell, E.H., Heth, C.D. & Rowat, W.L. (1992). Wayfinding by children and adults: Response to instructions to use look-back and retrace strategies. *Developmental Psychology*, 28(2), 328-336.
- Cosnefroy, L. (2011). *L'apprentissage autorégulé, entre cognition et motivation*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Courbois, Y. (2016). *Développement de la cognition spatiale*. Encyclopædia Universalis [en ligne], URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/developpement-de-la-cognition-spatiale/>
- Courbois, Y., Blades, M., Farran, E.K. & Sockeel, P. (2013a). Do individuals with intellectual disability select appropriate objects as landmarks when learning a new route ? *Journal of Intellectual Disability Research*, 57(1), 80-89.

- Courbois, Y., Mengue-Topio, H. & Sockeel, P. (2013b). Navigation spatiale et autonomie dans les déplacements : apports des environnements virtuels. In R. Broda (Ed), *La déficience intellectuelle face aux progrès des neurosciences : Repenser les pratiques de soin* (pp. 214-223). Lyon : Chronique Sociale.
- Courbois, Y., Mengue-Topio, H., Blades, M., Farran, E.K. & Sockeel, P. (soumis). Description of routes in individuals with intellectual disability.
- Courbois, Y., & Paour, J.-L. (2007). Le retard mental. In S. Ionescu & A. Blanchet (Eds.), *Psychologie du développement et de l'éducation* (pp. 377-406). Paris : Presses Universitaires de France.
- Cuskelly, M., Zhang, A. & Hayes, A. (2003). A mental age-matched comparison study of delay of gratification in children with Down Syndrome. *International Journal of Disability, Development and Education*, 50(3), 239-251.
- Daniel, M.-P. & Denis, M. (2004). The production of route directions: Investigating conditions that favour conciseness in spatial discourse. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 57-75.
- Danielsson, H., Henry, L., Rönnerberg, J. & Nilsson, L.-G. (2010). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1299-1304.
- Davis, M., Merrill, E.C., Conners, F.A. & Roskos, B. (2014). Patterns of differences in wayfinding performance and correlations among abilities between persons with and without Down syndrome and typically developing children. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-12.
- Degangi, G.A., Breinbauer, C., Roosevelt, J.D., Porges, S. & Greenspan, S. (2000). Prediction of childhood problems at three years in children experiencing disorders of regulation during infancy. *Infant Mental Health Journal*, 21(3), 156-175.
- Denis, M. (1997). The description of routes: A cognitive approach to the production of spatial discourse. *Current Psychology of Cognition*, 16, 409-458.
- Denis, M. (2016). *Petit traité de l'espace : un parcours pluridisciplinaire*. Bruxelles : Mardaga.
- Denis, M., Michon, P.-E. & Tom, A. (2006). Assisting pedestrian wayfinding in urban settings: Why references to landmarks are crucial in direction-giving. In G.L. Allen (Ed.), *Applied spatial cognition: From research to cognitive technology* (pp. 25-52). Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Diaz, R.M., Neal, C.J. & Amaya-Williams, M. (1990). The social origins of self-regulation. In L.C. Moll (Ed.), *Vygotsky and Education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology* (pp. 127-154). Cambridge : Cambridge University Press.
- Eustache, F., Lambert, J. & Viader, F. (1997). *Rééducations neuropsychologiques, historique, développements actuels et évaluation*. Paris : De Boeck.

- Facon, B., Magis, D. & Courbois, Y. (2012). On the difficulty of relational concepts among participants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 33*, 60-68.
- Farran, E.K., Purser, H.R., Courbois, Y., Ballé, M., Sockeel, P., Mellier, D. & Blades, M. (2015). Route knowledge and configural knowledge in typical and atypical development: a comparison of sparse and rich environments. *Journal of Neurodevelopmental Disorders, 7*(37), 1-16.
- Fenner, J., Heathcote, D. & Jerrams-Smith, J. (2000). The development of wayfinding competency: asymmetrical effects of visuo-spatial and verbal ability. *Journal of Environmental Psychology, 20*, 165-175.
- Fiasse, C. & Nader-Grosbois, N. (2009). Concept de soi et autorégulation chez des enfants et des adolescents présentant une déficience intellectuelle. In N. Nader-Grosbois (Ed.), *Résilience, régulation et qualité de vie. Concepts, évaluation et intervention* (pp. 285-291). Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.
- Fickas, S., Sohlberg, M. & Hung, P.-F. (2008). Route-following assistance for travelers with cognitive impairments: A comparison of four prompt modes. *International Journal of Human-Computer Studies, 66*, 876-888.
- Fletcher, K.L., Huffman, L.F. & Bray, N.W. (2003). Effects of verbal and physical prompts on external strategy use in children with and without mild mental retardation. *American Journal on Mental Retardation, 108*(4), 245-256.
- Forgas, J.P., Baumeister, R.F. & Tice, D.M. (2009). The psychology of self-regulation: an introductory review. In J.P. Forgas, R.F. Baumeister & D.M. Tice (Eds.), *Psychology of self-regulation, cognitive, affective and motivational processes* (pp. 1-17). New York: Psychology Press.
- Fougeyrollas, P., Cloutier, R., Bergeron, H., Côté, J. & St-Michel, G. (1998). *Classification québécoise, Processus de production du handicap*. Québec, QC : Réseau International sur le Processus de Production du Handicap (RIPPH).
- Garon, N., Bryson, S.E. & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin, 134*(1), 31-60.
- Gauvain, M. & Rogoff, B. (1989). Collaborative problem solving and children's planning skills. *Developmental Psychology, 25*(1), 139-151.
- Gilmore, L., Cuskelly, M. & Hayes, A. (2003). Self-regulatory behaviors in children with Down syndrome and typically developing children measured using the Goodman Lock Box. *Research in Developmental Disabilities, 24*, 95-108.
- Gomez, J., Montoro, G., Torrado, J.C. & Plaza, A. (2015). An adapted wayfinding system for pedestrians with cognitive disabilities. *Mobile Information Systems, 1-11*.
- Goodman, J., Brewster, S.A. & Gray, P. (2005). How can we best use landmarks to support older people in navigation ? *Behaviour & Information Technology, 24*(1), 3-20.

- Guimard, P., Hubert, B., Crusson-Pondeville, S. & Nocus, I. (2012). Autorégulation comportementale et apprentissages scolaires à l'école maternelle. *Psychologie française*, 57, 143-159.
- Guralnick, M.J., Neville, B., Hammond, M.A. & Connor, R.T. (2008). Mothers' social communicative adjustments to young children with mild developmental delays. *American Journal on Mental Retardation*, 113(1), 1-18.
- Haelewyck, M.-C. (2014a). *J'apprends à m'autoréguler. Un programme de remédiation pour les enfants et adolescents présentant un retard mental modéré. Guide de l'accompagnant*. Mons : UMONS, Service d'Orthopédagogie Clinique.
- Haelewyck, M.-C. (2014b). *J'apprends à m'autoréguler. Un programme de remédiation pour les enfants et adolescents présentant un retard mental modéré. Supports visuels*. Mons : UMONS, Service d'Orthopédagogie Clinique.
- Haelewyck, M.-C. & Palmadessa, S. (2007). Aide-moi à faire tout seul ! Les stratégies d'autorégulation mises en place par des élèves présentant un retard mental en situation d'apprentissage (pp. 189-201). In N. Nader-Grosbois (Ed.), *Régulation, autorégulation, dysrégulation*. Wavre : Mardaga.
- Haelewyck, M.-C. & Palmadessa, S. (2009). Aide-moi à faire tout seul. In V. Geurdan, G. Petitpierre, J.-P. Moulin & M.-C. Haelewyck (Eds.), *Participation et responsabilités sociales, un nouveau paradigme pour l'inclusion des personnes avec une déficience intellectuelle* (pp. 283-294). Berne : Peter Lang.
- Heth, C.D., Cornell, E.H. & Alberts, D.M. (1997). Differential use of landmarks by 8- and 12-year-old children during route reversal navigation. *Journal of Environmental Psychology*, 17, 199-213.
- Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (2016). Approches cognitives et développementales. In INSERM (Ed.), *Déficiences intellectuelles* (pp. 473-515). Collection Expertise collective. Montrouge : EDP Sciences.
- Ishikawa, T. & Montello, D.R. (2006). Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places. *Cognitive Psychology*, 52, 93-129.
- Kopp, C.B. (1982). Antecedents of self-regulation: A developmental perspective. *Developmental Psychology*, 18(2), 199-214.
- Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S. (2012). *Bilan Neuropsychologique de l'enfant, seconde édition, NEPSY-II*. Montreuil : Pearson-Éditions du Centre de Psychologie Appliquée (ECPA).
- Lachapelle, Y. & Wehmeyer, M.L. (2003). L'autodétermination. In M.J. Tassé & D. Morin (Eds.), *La déficience intellectuelle* (pp. 205-214). Montréal : Gaëtan Morin Editeur.
- Lehning, M., Leplow, B., Ekroll, V., Herzog, A., Mehdorn, M. & Ferstl, R. (2003). The role of locomotion in the acquisition and transfer of spatial knowledge in children. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44, 79-86.

- Lemétayer, F. & Lanfranchi, J.-B. (2006). Pratiques éducatives parentales face à des enfants porteurs d'une trisomie 21 et des enfants non déficients : étude comparative d'une activité conjointe d'encastrement en période précoce. *Psychologie française*, 51, 461-474.
- Lengua, L.J. (2002). The contribution of emotionality and self-regulation to the understanding of children's response to multiple risk. *Child Development*, 73(1), 144-161.
- Letalle, L., Longobardi, E. & Courbois, Y. (2014). Effet de l'âge chronologique sur l'autorégulation et l'hétérorégulation chez des jeunes présentant une déficience intellectuelle. *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle*, 25, 37-51.
- Lingwood, J., Blades, M., Farran, E.K., Courbois, Y. & Matthews, D. (2015). Encouraging 5-year olds to attend to landmarks: a way to improve children's wayfinding strategies in a virtual environment. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-9.
- McIntyre, L.L., Blacher, J. & Baker, B.L. (2006). The transition to school: adaptation in young children with and without intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 50(5), 349-361.
- Mengue-Topio, H. (2011). *Elaboration des connaissances spatiales et wayfinding chez la personne déficiente intellectuelle : apports des environnements virtuels*. (Thèse de doctorat, Université Charles de Gaulle, Lille, France)
- Mengue-Topio, H. & Courbois, Y. (2011). L'autonomie des déplacements chez les personnes ayant une déficience intellectuelle : une enquête réalisée auprès de travailleurs en établissement et service d'aide par le travail. *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle*, 22, 5-13.
- Mengue-Topio, H., Courbois, Y., Farran, E.K. & Sockeel, P. (2011). Route learning and shortcut performance in adults with intellectual disability: A study with virtual environments. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 345-352.
- Mengue-Topio, H., Courbois, Y. & Sockeel, P. (2015). Acquisition des connaissances spatiales par la personne présentant une déficience intellectuelle dans les environnements virtuels. *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle*, 26, 88-101.
- Montello, D.R. (2005). Navigation. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 257-294). New York : Cambridge University Press..
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A. & Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex « frontal lobe » tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Nader-Grosbois, N. (2007a). Vers un modèle intégré de l'autorégulation et de l'hétérorégulation ? In N. Nader-Grosbois (Ed.), *Régulation, autorégulation, dysrégulation* (pp. 15-30). Wavre : Mardaga.
- Nader-Grosbois, N. (2007b). Comment l'autorégulation chez de jeunes enfants à déficience intellectuelle et à autisme opère-t-elle en situation d'évaluation développementale ? In N. Nader-Grosbois (Ed.), *Régulation, autorégulation, dysrégulation* (pp. 59-81). Wavre : Mardaga.

- Nader-Grosbois, N. (2009). *Résilience, régulation et qualité de vie. Concepts, évaluation et intervention*. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.
- Nader-Grosbois, N. (2014). Self-perception, self-regulation and metacognition in adolescents with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 1334-1348.
- Nader-Grosbois, N. & Lefèvre, N. (2011). Self-regulation and performance in problem-solving using physical materials or computers in children with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 32(5), 1492-1505.
- Nader-Grosbois, N. & Lefèvre, N. (2012). Parents' regulation and self-regulation and performance in children with intellectual disability in problem-solving using physical materials or computers. *Research in Developmental Disabilities*, 33, 449-460.
- Nader-Grosbois, N. & Leveau, S. (2009). Stratégies d'autorégulation d'adultes en divers secteurs de vie. In V. Geurdan, G. Petitpierre, J-P. Moulin & M-C. Haelewyck (Eds.), *Participation et responsabilités sociales, un nouveau paradigme pour l'inclusion des personnes avec une déficience intellectuelle* (pp. 295-320). Berne : Peter Lang.
- Nader-Grosbois, N., Normandeau, S., Ricard-Cossette, M. & Quintal, G. (2008). Mother's, father's regulation and child's self-regulation in a computer-mediated learning situation. *European Journal of Psychology of Education*, 23(1), 95-115.
- Nader-Grosbois, N. & Thomée, C. (2006). Comment étudier l'autorégulation d'enfants présentant un retard mental et l'hétérorégulation parentale en situation d'apprentissage médiatisée et non médiatisée ? In B. Schneider (Ed.), *Enfant en développement, famille et handicaps. Interactions et transmissions* (pp. 199-204). Toulouse : Érès.
- Nader-Grosbois, N. & Vieillevoye, S. (2012). Variability of self-regulatory strategies in children with intellectual disabilities and typically developing children in pretend play situations. *Journal of Intellectual Disability Research*, 56(2), 140-156.
- Noël, M.P. (2007). *Bilan neuropsychologique de l'enfant*. Wavre : Mardaga.
- Nys, N., Gyselinck, V., Orriols, E. & Hickmann, M. (2015). Landmark and route knowledge in children's spatial representation of a virtual environment. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-15.
- Organisation des Nations Unies (ONU) (2006). *Convention relative aux droits des personnes handicapées (CDPH)*. Disponible sur : <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-f.pdf>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF)*. Disponible sur : <http://dcalin.fr/fichiers/cif.pdf>
- Paour, J.-L. (1995). Une conception cognitive et développementale de la déficience intellectuelle. In S. Lebovici, R. Diatkine & M. Soulé (Eds.), *Nouveau traité de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent* (pp. 2985-3009). Paris: Presses Universitaires de France.

- Parent, S., Gosselin, C. & Moss, E. (2000). From mother-regulated to child-regulated joint planning activity: A look at familial adversity and attachment. *Journal of Applied Developmental Psychology, 21*(4), 447-470.
- Parush, A. & Berman, D. (2004). Navigation and orientation in 3D user interfaces: the impact of navigation aids and landmarks. *International Journal of Human-Computer Studies, 61*, 375-395.
- Pennington, B.F. & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37*(1), 51-87.
- Purser, H.R.M., Farran, E.K., Courbois, Y., Lemahieu, A., Sockeel, P., Mellier, D. & Blades, M. (2014). The development of route learning in Down syndrome, William syndrome and typical development: investigations with virtual environments. *Developmental Science, 1*-15.
- Raven, J.C., Court, J.H. & Raven, J. (1998). *Progressive Matrices Couleur*. Montreuil : Pearson–Editions du Centre de Psychologie Appliquée (ECPA).
- Richardson, A.E., Montello, D.R. & Hegarty, M. (1999). Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments. *Memory & Cognition, 27*(4), 741-750.
- Rimm-Kaufman, S.E., Curby, T.W., Grimm, K.J., Nathanson, L. & Brock, L.L. (2009). The contribution of children's self-regulation and classroom quality to children's adaptive behaviors in the kindergarten classroom. *Developmental Psychology, 45*(4), 958-972.
- Rodrigues, J., Sauzéon, H., Wallet, G. & N'Kaoua, B. (2010). Transfer of spatial-knowledge from virtual to real environment: Effect of active/passive learning depending on a test-retest procedure and the type of retrieval tests. *Journal of Cybertherapy and Rehabilitation, 3*(3), 275-283.
- Roger, M., Bonnardel, N. & Le Bigot, L. (2011). Landmark's use in speech map navigation tasks. *Journal of Environmental Psychology, 31*, 192-199.
- Roland, V. & Haelewyck, M.-C. (2015). Développement des stratégies autorégulatrices par un programme de remédiation cognitive : démarche individuelle auprès d'enfants avec une déficience intellectuelle modérée d'origine génétique (syndrome de Down) ou non. *Recherches en Éducation, 23*, 11-26.
- Rose, F.D., Brooks, B.M. & Attree, E.A. (2002). An exploratory investigation into the usability and usefulness of training people with learning disabilities in a virtual environment. *Disability and Rehabilitation, 24*(11-12), 627-633.
- Siegel, A.W. & White, S.H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In H.W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior* (pp. 9-55). New-York : Academic Press.
- Slevin, E., Lavery, I., Sines, D. & Knox, J. (1998). Independent travel and people with learning disabilities: the views of a sample of service providers on whether this need is being met. *Journal of Learning Disabilities for Nursing, Health and Social Care, 2*(4), 195-202.

- Sohlberg, M.M., Fickas, S., Hung, P.-F. & Fortier, A. (2007). A comparison of four prompt modes for route finding for community travellers with severe cognitive impairments. *Brain Injury*, 21(5), 531-538.
- Stankiewicz, B.J. & Kalia, A.A. (2007). Acquisition of structural versus object landmark knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(2), 378-390.
- Stright, A.D., Neitzel, C., Sears, K.G. & Hoke-Sinex, L. (2001). Instruction begins in the home: relations between parental instruction and children's self-regulation in the classroom. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 456-466.
- Szpekouski, G.M., Gauvain, M. & Carberry, M. (1994). The development of planning skills in children with and without mental retardation. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 15, 187-206.
- Thomas, M.S.C. & Baughman, F.D. (2014). Neuroconstructivisme : comprendre les trajectoires développementales typiques et atypiques. *Enfance*, 205-236.
- Tremblay, K.N., Richer, L., Côté, A., Lachance, L. & Poulin, J.-R. (2004). A quels types de comportement la capacité d'autorégulation est-elle reliée? *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle, Actes du colloque, Recherche Défi*, 41-45.
- Vieillevoye, S. (2007). *Stratégies autorégulatrices d'enfants à déficience intellectuelle et tout-venant en contexte de jeu symbolique*. (Thèse doctorale. Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique). Disponible sur : <http://edoc.bib.ucl.ac.be:81/ETD-db/collection/available/BelUcetd-11212007-105204/unrestricted/DocumentcompletVieillevoye.pdf>
- Vieillevoye, S. & Nader-Grosbois, N. (2008). Self-regulation during pretend play in children with intellectual disability and in normally developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 29, 256-272.
- Vieillevoye, S. & Nader-Grosbois, N. (2009). Régulation inter- et intra-individuelle d'enfants avec déficience intellectuelle et tout-venant en contexte de jeux symboliques dyadiques. *Revue Francophone de la déficience intellectuelle*, 20, 65-89.
- Waller, G. (1986). The development of route knowledge: Multiple dimensions ? *Journal of Environmental Psychology*, 6, 109-119.
- Waller, D. (2000). Individual differences in spatial learning from computer-simulated environments. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 6(4), 307-321.
- Wehmeyer, M.L., Lachapelle, Y., Boisvert, D., Leclerc, D. & Morrissette, R. (2001). *Guide d'utilisation de l'échelle d'autodétermination pour adultes du LARIDI*. Trois-Rivières, Québec : Laboratoire de Recherche Interdépartementale en Déficience Intellectuelle (LARIDI).
- Whitman, T.L. (1990a). Self-regulation and mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, 94(4), 347-362.

- Whitman, T.L. (1990b). Development of self-regulation in persons with mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, 94(4), 373-376.
- Wiener, J.M., Büchner, S.J. & Hölscher, C. (2009). Taxonomy of human wayfinding tasks: A knowledge-based approach. *Spatial Cognition & Computation*, 9, 152-165.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation, a social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). San Diego, California: Elsevier Academic Press.

Image de couverture :

Création de ©DakivV et carte issue de <https://www.viamichelin.fr/web/Cartes-plans>

ANNEXES

ANNEXE 1. Grille d'analyse de l'autorégulation et des stratégies autorégulatrices en situation individuelle d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.

Apprentissage : Boulangerie/Pharmacie/Supermarché												
Stratégies autorégulatrices		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	TOTAL
Stratégies d'identification de l'objectif	2-Identifie l'objectif et débute l'activité 1-Demande à l'examinateur de réexpliquer les consignes puis débute l'activité 0-Ne débute pas l'activité, ne suit pas les consignes, n'identifie pas l'objectif											
Stratégies de planification	2-Effectue un trajet planifié et reproductible 1-Se déplace par essais-erreurs ou effectue un trajet qui n'est pas entièrement reproductible 0-Effectue un trajet non structuré ou au hasard ou qui ne conduit pas à l'item qu'il fallait rejoindre.											
Stratégies sociales de régulation du comportement	2-Aucune demande d'aide ou interpellation envers l'examinateur 1-Une à deux demandes d'aide ou interpellations envers l'examinateur 0-Plus de deux demandes d'aide ou interpellations envers l'examinateur											
Stratégies attentionnelles	2-Aucun moment d'inattention 1-Un à deux moments d'inattention 0-Plus de deux moments d'inattention											
Stratégies d'évaluation	2-Aucune erreur ou corrige ses erreurs de sorte à réaliser le trajet demandé 1-Corrige ses erreurs (présence de demi-tours ou changements de trajectoire) sans pour autant parvenir au trajet demandé 0-Refait les mêmes erreurs, effectue un trajet qui tourne autant que le premier, se corrige alors que le trajet effectué était sans erreur											
AUTOREGULATION GLOBALE											TOTAL	

ANNEXE 2. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les participants et leurs représentants légaux (étude 1).

Lettre d'information

Etude des déplacements dans une ville présentée sur un logiciel informatique

Nous réalisons une étude sur la manière dont se déplace une personne dans un environnement. Cette recherche s'adresse à des jeunes âgés de 5 à 20 ans. Nous vous proposons d'y participer.

Cette étude se déroule en deux étapes. La première étape consiste à effectuer plusieurs tests et exercices psychométriques. Pour cela, une séance d'environ 30 minutes aura lieu. La deuxième étape se déroule sur un ordinateur. L'exercice consiste à se déplacer dans une ville selon les consignes données par l'ordinateur. Cette activité dure entre 30 minutes et 1h15. Une caméra filmiera la réalisation de cet exercice. Les vidéos ne seront utilisées que pour cette étude et ne seront pas diffusées.

La participation à cette étude vous demande un peu de temps mais elle permettra d'aider à l'avancée de la recherche. En effet, les résultats obtenus permettront d'aider au développement des connaissances pour améliorer l'autonomie des déplacements.

- La participation à cette étude ne présente aucun caractère obligatoire. Vous êtes totalement libre d'accepter ou de refuser.
- Vous pouvez à tout moment vous retirer de l'étude sans aucune conséquence pour vous. Les données recueillies seront alors détruites.
- La participation à cette étude ne donne lieu à aucune indemnité financière.
- Toutes les informations recueillies seront traitées de façon anonyme et confidentielle.
- L'analyse des données recueillies pourra faire l'objet de publications scientifiques.
- Les investigateurs peuvent être amenés à mettre fin à votre participation à cette étude en vous précisant le motif de cette décision.
- Pour tous renseignements complémentaires, vous pouvez à tout moment nous contacter par email à l'adresse : ahdiev@gmail.com

Nous vous remercions pour votre participation à la réalisation de cette étude.

Formulaire de consentement éclairé

On m'a proposé de participer à une recherche intitulée : **Etude des déplacements dans une ville présentée sur un logiciel informatique.**

- Les responsables m'ont informé(e) oralement et par écrit des buts de l'étude, de son déroulement, de ses avantages et de ses inconvénients ainsi que des risques éventuels.
- J'ai lu et compris la lettre d'information qui m'a été transmise.
- J'ai reçu des réponses satisfaisantes aux questions concernant ma participation à cette étude. Je peux garder la lettre d'information et je reçois une copie de ma déclaration écrite de consentement.
- J'ai eu suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision.
- Je participe volontairement à cette étude. Je peux à tout moment décider d'arrêter de participer à cette étude sans avoir à donner de raisons. Il n'y aura aucune conséquence à cette décision.
- La participation à cette étude ne donne lieu à aucune indemnité financière.
- Les responsables peuvent à tout moment décider de m'exclure de l'étude en m'expliquant la raison.
- Je peux connaître les résultats de l'étude lorsqu'elle sera terminée si je le demande.
- Les données recueillies resteront strictement confidentielles.
- Les données me concernant feront l'objet d'un traitement informatisé et je peux à tout moment les modifier ou m'opposer à l'utilisation de ces données.

D'après les informations qui m'ont été données, je consens à participer à cette étude.

Ce consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je pourrai à tout moment demander des renseignements au responsable de l'étude à l'adresse mail suivante : ahdiev@gmail.com

Date :	Date :
Signature du participant et/ou de son représentant légal :	Signature de l'expérimentateur :

ANNEXE 3. Tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles des scores de l'étude 1.

Tableau 17. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique et les scores aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC), à l'évaluation de la connaissance des concepts spatiaux (ECS), aux subtests évaluant les fonctions exécutives, d'autorégulation, d'apprentissage d'itinéraires et de test pour les groupes DI, AD et AC.

	Groupe DI N = 18		Groupe AD N = 17		Groupe AC N = 20	
	Me	Eq	Me	Eq	Me	Eq
Age chronologique	209,00	28,00	81,00	5,00	217,00	16,00
Score aux PMC	24,00	8,00	21,00	5,00	36,00	1,00
Score à l'ECS	34,50	3,00	33,00	4,00	37,00	0,00
Scores aux épreuves évaluant les fonctions exécutives						
Catégorisation	3,00	2,00	3,00	2,00	9,00	2,00
Fluidité de dessin	17,00	8,00	17,00	6,00	56,50	8,00
Horloges	64,50	7,00	46,00	15,00	78,00	0,00
Inhibition item 1 erreurs	1,00	3,00	1,00	3,00	0,00	0,00
Inhibition Item 1 temps	52,50	18,00	65,00	14,00	51,08	10,00
Inhibition Item 2 erreurs	3,50	6,00	9,00	10,00	0,00	0,00
Inhibition Item 2 temps	75,00	20,00	95,00	28,00	61,14	7,00
Autorégulation						
Globale	8,35	0,84	7,93	1,18	9,00	0,26
Objectif	2,00	0,00	2,00	0,04	2,00	0,00
Planification	1,58	0,48	1,32	0,71	2,00	0,29
Régulation du comportement	2,00	0,00	1,97	0,07	2,00	0,13
Attention	2,00	0,00	2,00	0,11	2,00	0,00
Evaluation	1,04	0,92	0,82	0,21	2,00	0,50
Scores liés à l'apprentissage des itinéraires						
Essais	4,67	2,66	8,67	3,50	2,33	1,00
Atteinte de la cible	1,74	0,51	1,32	0,76	2,00	0,20
Longueur d'itinéraire	1,31	0,61	1,48	0,53	1,04	0,14
Erreurs	3,15	5,25	6,03	3,66	1,12	1,96
Demi-tours	0,40	0,74	1,00	0,61	0,00	0,31
Pauses	0,36	0,61	0,28	0,29	0,00	0,32
Scores liés au test						
Distance parcourue	1264,50	772,51	1141,93	1278,03	833,27	234,79
Nombre de cibles atteintes	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,00

Tableau 18. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'apprentissage d'itinéraires pour l'itinéraire de la boulangerie pour les groupes DI, AD et AC.

	Groupe DI N = 18		Groupe AD N = 17		Groupe AC N = 20	
	Me	Eq	Me	Eq	Me	Eq
<i>Autorégulation</i>						
Globale	9,00	0,43	8,33	0,68	9,00	0,00
Objectif	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Planification	2,00	0,52	1,56	0,59	2,00	0,00
Régulation du comportement	2,00	0,00	2,00	0,11	2,00	0,00
Attention	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Evaluation	2,00	0,62	1,00	1,05	2,00	0,00
<i>Scores liés à l'apprentissage de l'itinéraire</i>						
Essais	2,00	4,00	9,00	7,00	2,00	0,00
Atteinte de la cible	2,00	0,23	1,75	0,40	2,00	0,00
Longueur d'itinéraire	1,00	0,37	1,44	1,18	1,00	0,00
Erreurs	0,00	2,08	2,80	7,86	0,00	0,00
Demi-tours	0,00	0,23	0,60	0,82	0,00	0,00
Pauses	0,00	0,56	0,20	0,60	0,00	0,00

Tableau 19. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'apprentissage d'itinéraires pour l'itinéraire de la pharmacie pour les groupes DI, AD et AC.

	Groupe DI N = 18		Groupe AD N = 17		Groupe AC N = 20	
	Me	Eq	Me	Eq	Me	Eq
<i>Autorégulation</i>						
Globale	9,00	1,13	8,10	1,93	9,00	0,00
Objectif	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Planification	2,00	0,42	1,30	1,35	2,00	0,00
Régulation du comportement	2,00	0,00	2,00	0,10	2,00	0,00
Attention	2,00	0,00	2,00	0,20	2,00	0,00
Evaluation	2,00	1,36	0,89	1,22	2,00	0,00
<i>Scores liés à l'apprentissage de l'itinéraire</i>						
Essais	2,50	8,00	10,00	7,00	2,00	0,00
Atteinte de la cible	2,00	0,42	1,50	1,40	2,00	0,00
Longueur d'itinéraire	1,00	0,53	1,27	0,62	1,00	0,00
Erreurs	0,00	7,90	4,40	7,57	0,00	0,00
Demi-tours	0,50	0,77	0,70	0,55	0,00	0,00
Pauses	0,00	0,55	0,30	0,35	0,00	0,00

Tableau 20. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'apprentissage d'itinéraires pour l'itinéraire du supermarché pour les groupes DI, AD et AC.

	Groupe DI N = 18		Groupe AD N = 17		Groupe AC N = 20	
	Me	Eq	Me	Eq	Me	Eq
<i>Autorégulation</i>						
Globale	8,46	1,43	7,60	1,40	9,00	0,58
Objectif	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Planification	1,72	0,84	1,10	1,15	2,00	0,33
Régulation du comportement	2,00	0,00	2,00	0,10	2,00	0,20
Attention	2,00	0,00	2,00	0,10	2,00	0,00
Evaluation	1,08	0,99	0,78	0,44	2,00	0,75
<i>Scores liés à l'apprentissage de l'itinéraire</i>						
Essais	10,00	5,00	10,00	0,00	3,00	3,00
Atteinte de la cible	1,85	0,73	1,20	1,20	2,00	0,20
Longueur d'itinéraire	1,10	0,42	1,35	0,70	1,01	0,19
Erreurs	4,05	5,46	8,20	6,50	0,54	3,25
Demi-tours	0,40	0,88	0,90	1,20	0,00	0,31
Pauses	0,35	0,83	0,20	0,67	0,00	0,30

ANNEXE 4. Grille d'analyse de l'autorégulation et des stratégies autorégulatrices en situation interactive d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.

Apprentissage : Boulangerie/Pharmacie/Supermarché OU Test												
Stratégies autorégulatrices		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	TOTAL
Stratégies d'identification de l'objectif	2-Identifie l'objectif et débute l'activité 1-Ecoute ou demande l'explication ou l'approbation de l'objectif avant de débiter l'activité 0-Ne débute pas l'activité, ne suit pas les consignes, n'identifie pas l'objectif											
Stratégies de planification	2-Effectue un trajet planifié et reproductible 1-Se déplace par essais-erreurs ou effectue un trajet qui n'est pas entièrement reproductible 0-Effectue un trajet non structuré ou au hasard ou qui ne conduit pas à l'item qu'il fallait rejoindre ou exécute les actions dites par l'adulte, pas d'activité spontanée											
Stratégies sociales d'attention conjointe	2-Initie et répond à l'attention conjointe régulièrement 1-Initie et répond parfois à l'attention conjointe (seulement 2 initiations ou réponses) 0-Désintéret pour initier ou répondre à l'attention conjointe											
Stratégies sociales de régulation du comportement	2-Aucune demande d'aide ou interpellation envers l'adulte 1-Une à deux demandes d'aide ou interpellations envers l'adulte 0-Plus de deux demandes d'aide ou interpellations envers l'adulte											
Stratégies attentionnelles	2-Aucun moment d'inattention 1-Un à deux moments d'inattention 0-Plus de deux moments d'inattention											
Stratégies d'évaluation	2-Aucune erreur ou corrige ses erreurs de sorte à réaliser le trajet demandé 1-Corrige ses erreurs (présence de demi-tours ou changements de trajectoire) sans pour autant parvenir au trajet demandé ou demande de l'aide ou une approbation à l'adulte pour la correction 0-Refait les mêmes erreurs, effectue un trajet qui tourne autant que le premier, se corrige alors que le trajet effectué était sans erreur											
AUTOREGULATION GLOBALE											TOTAL	

ANNEXE 5. Grille d'analyse de l'hétérorégulation et des stratégies hétérorégulatrices en situation interactive d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel.

Stratégies hétérorégulatrices		Apprentissage : Boulangerie/Pharmacie/Supermarché OU Test												
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	TOTAL		
Stratégies d'identification de l'objectif	<ul style="list-style-type: none"> 0-Porte attention à l'enfant ou invite l'enfant à commencer 1-Approuve, mobilise l'intérêt de l'enfant vers l'objectif 2-Précise, rappelle, répète l'objectif 													
Stratégies de planification	<ul style="list-style-type: none"> 0-Regarde ou écoute l'enfant ou le questionne sur sa démarche 1-Décrit, décompose la démarche, démontre parfois 2-Fait les actions à réaliser, interrompt l'activité 													
Stratégies sociales d'attention conjointe	<ul style="list-style-type: none"> 0-Répond à l'attention conjointe 1-Initie parfois (2-3 fois) et répond à l'attention conjointe 2-Initie très régulièrement l'attention conjointe (+ de 3 fois) 													
Stratégies sociales de régulation du comportement	<ul style="list-style-type: none"> 0-Aide, approuve uniquement si nécessité (1 à 2 fois) 1-Répond et initie parfois la régulation de comportement (2-3 fois) 2-Régule, donne de l'aide sans demande préalable de l'enfant 													
Stratégies attentionnelles	<ul style="list-style-type: none"> 0-Ne ne contrôle pas l'attention 1-Réactive parfois l'attention 2-Contrôle très régulièrement l'attention 													
Stratégies d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> 0-Invite ou soutient l'autoévaluation 1-Fait des suggestions pour ajuster ou corriger 2-Corrige par l'action à la place de l'enfant 													
HETEROREGULATION GLOBALE														
TOTAL														

ANNEXE 6. Exemple d'analyse des verbalisations fournies par l'éducateur spécialisé lors de l'apprentissage de l'itinéraire de la boulangerie.

(C1) prescriptions d'actions sans référence à un point de repère = ACTION

(C2) prescriptions d'actions en référence à un point de repère = ACTION + POINT DE REPÈRE

(C3) la référence à un point de repère sans prescription d'action = POINT DE REPÈRE

(C4) la description d'un point de repère sans localisation ou prescription d'action = DESCRIPTION POINT DE REPÈRE

(C5) les commentaires sur le parcours = COMMENTAIRE

Educateur : Allons à la boulangerie. Toi tu sais où c'est ?

Jeune : Non

Educateur : Pas du tout, alors.

Tourne à droite = ACTION (C1)

Tu vois la petite voiture blanche ? = DESCRIPTION POINT DE REPÈRE (C4)

Jeune : Oui

Educateur : Tu vas jusque la voiture blanche = ACTION + POINT DE REPÈRE (C2)

Tu tournes à gauche = ACTION (C1)

Super.

Il y a une dame = POINT DE REPÈRE (C3)

Il faut aller jusque la dame = ACTION + POINT DE REPÈRE (C2)

A gauche = ACTION (C1)

Jeune : Ah je vois un truc

Educateur : Voilà. On est arrivés à la boulangerie = ACTION + POINT DE REPÈRE (C2)

C'est pas loin de chez toi la boulangerie = COMMENTAIRE (C5)

Donc maintenant il faut revenir là où on était avant, au point de départ = ACTION + POINT DE REPÈRE (C2)

Tu te souviens ou pas ?

Jeune : Oui

Educateur : Bon bah ça m'arrange. Alors.

Jeune : **Alors là la dame**

Educateur : **La petite voiture blanche = DESCRIPTION POINT DE REPÈRE (C4)**

Donc là **il faut tourner où ? = ACTION (C1)**

Jeune : **Ici**

Educateur : Humhum. Super. Bah t'es meilleure que moi.

ANNEXE 7. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les participants et leurs représentants légaux (étude 2).

Lettre d'information

Etude des déplacements dans une ville présentée sur un logiciel informatique

Nous réalisons une étude sur la manière dont se déplace une personne dans l'environnement. Cette recherche s'adresse à des jeunes âgés de 14 à 20 ans accompagnés de leur éducateur(rice) spécialisé(é). Nous vous proposons d'y participer.

Cette étude se déroule en deux étapes. La première étape consiste à effectuer plusieurs tests et exercices psychométriques. Pour cela, une séance de 30 minutes aura lieu. La deuxième étape se déroule sur un ordinateur. Vous réaliserez un exercice accompagné d'un de vos éducateurs spécialisés. Vous devrez vous déplacer dans une ville selon les consignes données par votre éducateur. Cette activité dure entre 20 et 60 minutes. Une caméra filmera la réalisation de cet exercice. Les vidéos ne seront utilisées que pour cette étude et ne seront pas diffusées.

La participation à cette étude vous demande un peu de temps mais elle permettra d'aider à l'avancée de la recherche. En effet, les résultats obtenus permettront d'aider au développement d'outils pour améliorer l'autonomie des déplacements.

- La participation à cette étude ne présente aucun caractère obligatoire. Vous êtes totalement libre d'accepter ou de refuser.
- Vous pouvez à tout moment vous retirer de l'étude sans aucune conséquence pour vous. Les données recueillies seront alors détruites.
- La participation à cette étude ne donne lieu à aucune indemnité financière.
- Toutes les informations recueillies seront traitées de façon anonyme et confidentielle.
- L'analyse des données recueillies pourra faire l'objet de publications scientifiques.
- Les investigateurs peuvent être amenés à mettre fin à votre participation à cette étude en vous précisant le motif de cette décision.
- Pour tous renseignements complémentaires, vous pouvez à tout moment nous contacter par email à l'adresse : ahdiev@gmail.com

Nous vous remercions pour votre participation à la réalisation de cette étude.

Formulaire de consentement éclairé

Il m'a été proposé de participer à une recherche intitulée : **Etude des déplacements dans une ville présentée sur un logiciel informatique.**

- Les responsables m'ont informé(e) oralement et par écrit des buts de l'étude, de son déroulement, de ses avantages et de ses inconvénients ainsi que des risques éventuels.
- J'ai lu et compris la lettre d'information qui m'a été transmise.
- J'ai reçu des réponses satisfaisantes aux questions concernant ma participation à cette étude. Je peux garder la lettre d'information et je reçois une copie de ma déclaration écrite de consentement.
- J'ai eu suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision.
- Je participe volontairement à cette étude. Je peux à tout moment décider d'arrêter de participer à cette étude sans avoir à donner de raisons. Il n'y aura aucune conséquence à cette décision.
- La participation à cette étude ne donne lieu à aucune indemnité financière.
- Les responsables peuvent à tout moment décider de m'exclure de l'étude en m'expliquant la raison.
- Je peux connaître les résultats de l'étude lorsqu'elle sera terminée si je le demande.
- Les données recueillies resteront strictement confidentielles.
- Les données me concernant feront l'objet d'un traitement informatisé et je peux à tout moment les modifier ou m'opposer à l'utilisation de ces données.

D'après les informations qui m'ont été données, je consens à participer à cette étude.

Ce consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je pourrai à tout moment demander des renseignements au responsable de l'étude à l'adresse mail suivante : ahdiev@gmail.com

Date :	Date :
Signature du participant et/ou de son représentant légal :	Signature de l'expérimentateur :

ANNEXE 8. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les éducateurs spécialisés (étude 2).

Lettre d'information

Etude des déplacements dans une ville présentée sur un logiciel informatique

Nous réalisons une étude sur la manière dont se déplace une personne dans l'environnement, et plus particulièrement sur l'apprentissage de parcours. Cette recherche s'adresse à des jeunes âgés de 14 à 20 ans accompagnés de leur éducateur(rice) spécialisé(é). Nous vous proposons d'y participer.

Lors de cette étude, qui se déroule sur un ordinateur, vous devrez apprendre à un jeune à se déplacer au sein d'un environnement virtuel représentant une ville. Dans un premier temps, vous réaliserez vous-même l'exercice afin de vous familiariser avec celui-ci. Vous devrez alors vous déplacer dans une ville selon les consignes données par l'ordinateur. Cette activité dure entre 20 et 30 minutes. Dans un second temps, vous apprendrez à un ou plusieurs jeunes à effectuer les différents parcours que vous aurez préalablement appris. Une caméra filmera la réalisation de cet exercice. Les vidéos ne seront utilisées que pour cette étude et ne seront pas diffusées.

La participation à cette étude vous demande un peu de temps mais elle permettra d'aider à l'avancée de la recherche. En effet, les résultats obtenus permettront d'aider au développement d'outils pour améliorer l'autonomie des déplacements.

- La participation à cette étude ne présente aucun caractère obligatoire. Vous êtes totalement libre d'accepter ou de refuser.
- Vous pouvez à tout moment vous retirer de l'étude sans aucune conséquence pour vous. Les données recueillies seront alors détruites.
- La participation à cette étude ne donne lieu à aucune indemnité financière.
- Toutes les informations recueillies seront traitées de façon anonyme et confidentielle.
- L'analyse des données recueillies pourra faire l'objet de publications scientifiques.
- Les investigateurs peuvent être amenés à mettre fin à votre participation à cette étude en vous précisant le motif de cette décision.
- Pour tous renseignements complémentaires, vous pouvez à tout moment nous contacter par email à l'adresse : ahdiev@gmail.com

Nous vous remercions pour votre participation à la réalisation de cette étude.

Formulaire de consentement éclairé

Il m'a été proposé de participer à une recherche intitulée : **Etude des déplacements dans une ville présentée sur un logiciel informatique.**

- Les responsables m'ont informé(e) des buts de l'étude, de son déroulement, de ses avantages et de ses inconvénients ainsi que des risques éventuels.
- J'ai lu et compris la lettre d'information qui m'a été transmise.
- J'ai reçu des réponses satisfaisantes aux questions concernant ma participation à cette étude. Je peux garder la lettre d'information et je reçois une copie de ma déclaration écrite de consentement.
- J'ai eu suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision.
- Je participe volontairement à cette étude. Je peux à tout moment décider d'arrêter de participer à cette étude sans avoir à donner de raisons. Il n'y aura aucune conséquence à cette décision.
- La participation à cette étude ne donne lieu à aucune indemnité financière.
- Les responsables peuvent à tout moment décider de m'exclure de l'étude en m'expliquant la raison.
- Je peux connaître les résultats de l'étude lorsqu'elle sera terminée si je le demande.
- Les données recueillies resteront strictement confidentielles.
- Les données me concernant feront l'objet d'un traitement informatisé et je peux à tout moment les modifier ou m'opposer à l'utilisation de ces données.

D'après les informations qui m'ont été données, je consens à participer à cette étude.

Ce consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je pourrai à tout moment demander des renseignements au responsable de l'étude à l'adresse mail suivante : ahdiev@gmail.com

Date :	Date :
Signature du participant :	Signature de l'expérimentateur :

ANNEXE 9. Tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles des scores de l'étude 2.

Tableau 21. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique et les scores aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC), à l'évaluation de la connaissance des concepts spatiaux (ECS), aux subtests évaluant les fonctions exécutives et d'autorégulation des adolescents et jeunes adultes présentant une déficience intellectuelle.

	Médiane (Me)	Intervalle interquartile (Eq)
Age chronologique	203,00	29,00
Score aux PMC	22,00	14,00
Score aux ECS	32,00	13,00
Scores aux épreuves évaluant les fonctions exécutives		
Catégorisation	2,00	2,00
Fluidité de dessin	12,00	9,00
Horloges	56,00	24,00
Inhibition item 1 erreurs	2,00	5,00
Inhibition Item 1 temps	59,00	33,00
Inhibition Item 2 erreurs	9,00	16,00
Inhibition Item 2 temps	103,00	45,00
Autorégulation		
Globale	9,10	0,83
Objectif	1,50	0,44
Planification	1,36	0,57
Attention conjointe	1,33	0,96
Régulation du comportement	1,67	0,35
Attention	2,00	0,00
Evaluation	1,75	0,50

Tableau 22. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique, l'expérience professionnelle, les scores d'hétérorégulation et les verbalisations par catégories des éducateurs spécialisés.

	Médiane (Me)	Intervalle interquartile (Eq)
Age chronologique	540,00	168
Expérience professionnelle	144,00	216,00
<i>Hétérorégulation</i>		
Globale	4,14	1,83
Objectif	1,25	0,75
Planification	0,67	0,29
Attention conjointe	1,17	0,86
Régulation du comportement	1,10	0,57
Attention	0,00	0,00
Evaluation	0,25	0,18
<i>Verbalisations</i>		
C1 (action)	38,00	51,00
C2 (action +point de repère)	26,00	33,00
C3 (point de repère)	8,00	8,00
C4 (description de point de repère)	0,00	1,00
C5 (commentaire)	1,00	3,00

Tableau 23. Médianes et intervalles interquartiles des scores liés à l'apprentissage des itinéraires et au test des dyades éducateur-jeune présentant une déficience intellectuelle.

	Médiane (Me)	Intervalle interquartile (Eq)
<i>Scores liés à l'apprentissage des itinéraires</i>		
Essais	2,33	1,33
Atteinte de la cible	2,00	0,10
Longueur d'itinéraire	1,01	0,03
Erreurs	0,14	0,70
Demi-tours	0,18	0,40
Pauses	0,17	0,39
<i>Scores liés au test</i>		
Distance parcourue	1086,83	207,89
Nombre de cibles atteintes	4,00	0,00

Tableau 24. Médianes et intervalles interquartiles des scores d'autorégulation et d'hétérorégulation en fonction de l'itinéraire pour les dyades éducateur-jeune présentant une déficience intellectuelle.

Itinéraire		Autorégulation		Hétérorégulation	
		Me	Eq	Me	Eq
Boulangerie	Globale	8,50	1,00	3,00	2,00
	Objectif	1,50	0,50	1,00	1,50
	Planification	1,50	0,50	0,50	0,00
	Attention conjointe	1,00	1,50	1,00	1,50
	Régulation du comportement	2,00	0,50	1,00	1,00
	Attention	2,00	0,00	2,00	0,00
	Evaluation	2,00	0,00	0,00	0,00
Pharmacie	Globale	9,00	0,83	4,00	3,00
	Objectif	1,50	0,67	1,00	1,00
	Planification	1,50	0,17	0,50	0,50
	Attention conjointe	1,00	1,00	1,00	1,00
	Régulation du comportement	1,50	0,50	1,00	0,75
	Attention	2,00	0,00	0,00	0,00
	Evaluation	2,00	0,50	0,00	0,67
Supermarché	Globale	9,00	1,33	4,50	2,49
	Objectif	1,50	0,67	1,33	1,36
	Planification	1,25	0,64	0,75	0,50
	Attention conjointe	1,25	1,40	1,14	1,33
	Régulation du comportement	1,86	0,50	1,00	1,00
	Attention	2,00	0,00	0,00	0,00
	Evaluation	2,00	0,83	0,00	0,50

ANNEXE 10. Lettre d'information et formulaire de consentement éclairé pour les participants et leurs représentants légaux (étude 3).

Lettre d'information

Etude des déplacements dans une ville présentée sur un logiciel informatique

Nous réalisons une recherche sur les déplacements avec des jeunes âgés de 6 à 20 ans. Nous vous proposons d'y participer.

Cette recherche se déroulera en deux parties. La première partie dure environ 15 minutes et consiste à faire un exercice où il faut compléter des dessins en trouvant la bonne image. La deuxième partie est un exercice sur un ordinateur. Il faut se déplacer dans une ville selon les consignes données par l'ordinateur. Cet exercice dure entre 15 et 45 minutes. Une caméra filmera pendant l'exercice. Les vidéos seront utilisées que pour cette recherche et ne seront pas diffusées.

La participation à cette étude demande un peu de temps mais elle permettra d'aider à l'avancée de la recherche.

- La participation à cette recherche n'est pas obligatoire. Vous êtes libre d'accepter ou de refuser.
- A tout moment vous pourrez décider d'arrêter de participer à la recherche sans conséquences pour vous. Les informations vous concernant seront effacées.
- La participation à cette recherche ne donne lieu à aucune compensation financière.
- Toutes les informations recueillies seront traitées de façon anonyme et confidentielle.
- L'analyse des données recueillies pourra faire l'objet de publications scientifiques.
- Les responsables de la recherche peuvent être amenés à mettre fin à votre participation à l'étude en vous expliquant le motif de cette décision.
- Pour tous renseignements complémentaires, vous pouvez à tout moment nous contacter par email à l'adresse : ahdiev@gmail.com

Nous vous remercions pour votre participation à la réalisation de cette étude.

Formulaire de consentement éclairé

On m'a proposé de participer à une recherche sur les déplacements.

- Les responsables m'ont informé(e) des buts de l'étude et de son déroulement.
- J'ai lu et compris la lettre d'information qui m'a été transmise.
- J'ai reçu des réponses satisfaisantes aux questions concernant ma participation à cette étude. Je peux garder la lettre d'information et je reçois une copie de ma déclaration écrite de consentement.
- J'ai eu suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision.
- Je participe volontairement à cette étude. Je peux à tout moment décider d'arrêter de participer à cette étude sans avoir à donner de raisons. Il n'y aura aucune conséquence à cette décision.
- La participation à cette étude ne donne lieu à aucune compensation financière.
- Les responsables peuvent à tout moment décider de m'exclure de l'étude en m'expliquant la raison.
- Je peux connaître les résultats de l'étude lorsqu'elle sera terminée si je le demande.
- Les données recueillies resteront strictement confidentielles.
- Les données me concernant feront l'objet d'un traitement informatisé et je peux à tout moment les modifier ou m'opposer à l'utilisation de ces données.

D'après les informations qui m'ont été données, j'accepte de participer à cette recherche.

Ce consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je pourrai à tout moment demander des renseignements au responsable de l'étude à l'adresse mail suivante : ahdiev@gmail.com

Date :	Date :
Signature du participant et/ou de son représentant légal :	Signature de l'expérimentateur :

ANNEXE 11. Tableaux de résultats comprenant les médianes et les intervalles interquartiles des scores de l'étude 3.

Tableau 25. Médianes et intervalles interquartiles concernant l'âge chronologique et les scores aux Progressives Matrices Colorées de Raven (PMC) et à l'évaluation de la connaissance des concepts spatiaux (ECS) pour les groupes DI et AD.

	Groupe DI N = 24		Groupe AD N = 19	
	Me	Eq	Me	Eq
Age chronologique	209,00	24,00	90,00	7,00
Score aux PMS	27,00	7,00	26,00	4,00
Score à l'ECS	35,50	2,00	35,00	1,00

Tableau 26. Médianes et intervalles interquartiles concernant le nombre d'erreurs aux tests TA et TAR en fonction de la condition pour les groupes DI et AD (TA = Test Aller ; TAR = Test Aller-Retour ; Condition 1 = aide sans point de repère ; Condition 2 = aide avec points de repère).

		Groupe DI N = 24		Groupe AD N = 19	
		Me	Eq	Me	Eq
Condition 1	TA	2,00	4,00	2,00	3,00
	TAR	0,50	2,00	1,00	2,00
Condition 2	TA	0,00	1,00	1,00	2,00
	TAR	0,00	1,00	1,00	1,00

RESUMÉ

L'objectif de cette thèse était d'analyser les difficultés de wayfinding de personnes présentant une déficience intellectuelle (DI) sous l'angle de l'autorégulation et de l'hétérorégulation. Pour cela, trois études utilisant une situation d'apprentissage d'itinéraires en environnement virtuel ont été menées.

La première montre que les personnes présentant une DI ont un niveau d'autorégulation globale et de certaines stratégies autorégulatrices plus faible que les personnes au développement typique de même âge chronologique. Elles acquièrent la connaissance d'itinéraires après un apprentissage plus long et sont peu nombreuses à développer une connaissance de la configuration de l'environnement. La seconde étude, portant sur 19 dyades éducateurs-jeunes présentant une DI, révèle un ajustement entre l'hétérorégulation des éducateurs et l'autorégulation des jeunes. En outre, l'analyse des aides verbales données par les éducateurs montre qu'ils utilisent principalement des prescriptions d'actions associées ou non aux points de repère. L'impact de ces deux types d'aides a été testé dans la troisième étude montrant que les prescriptions d'actions associées aux points de repère favorisent l'apprentissage d'itinéraires chez les personnes présentant une DI et chez des enfants au développement typique de même niveau de développement intellectuel.

Nos résultats semblent montrer que l'autorégulation, l'hétérorégulation et le wayfinding ne sont pas des processus indépendants. Toutefois, d'autres recherches sont nécessaires pour mieux définir la nature de leur relation. Enfin, plusieurs implications pratiques sont envisagées concernant l'autorégulation, les méthodes d'apprentissage des déplacements et les aides à la navigation.

Mots clefs : autorégulation ; hétérorégulation ; wayfinding ; déficience intellectuelle ; environnement virtuel.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to analyse the wayfinding difficulties in individuals with intellectual disability (ID) from the angle of self-regulation and other-regulation. For this purpose, three experiments were conducted using route learning in virtual environments.

The first study showed that people with ID had a lower level of global self-regulation and of some self-regulatory strategies than typically developing people of the same chronological age. They acquired route knowledge after a longer learning time and had difficulties in developing configurational knowledge of the environment. The second study, including 19 educators-teenagers with ID dyads, revealed an adjustment between educators' regulation and teenagers' self-regulation. Moreover, the analysis of the verbal aids given by the educators showed that they mainly used prescriptions of actions with or without reference to landmarks. The impact of these two types of aids was tested in the third study showing that prescriptions of actions with reference to landmarks promoted route learning in people with ID and typically developing children with the same level of intellectual development.

Our results suggested that self-regulation, other-regulation and wayfinding are not independent processes. However, further research is needed to better define the nature of their relation. Several practical implications are envisaged concerning self-regulation, methods of teaching independent travel and navigational aids.

Keywords: self-regulation; other-regulation; wayfinding; intellectual disability; virtual environment.