



**HAL**  
open science

# Évaluer les troubles neurovisuels chez les enfants avec troubles cognitifs et/ou comportementaux

Élodie Bailet, Océane Zarattin

► **To cite this version:**

Élodie Bailet, Océane Zarattin. Évaluer les troubles neurovisuels chez les enfants avec troubles cognitifs et/ou comportementaux. Sciences cognitives. 2016. dumas-01358107

**HAL Id: dumas-01358107**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01358107>**

Submitted on 31 Aug 2016

**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.

ACADEMIE DE PARIS  
UNIVERSITE PARIS VI PIERRE ET MARIE CURIE  
MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

**ÉVALUER LES TROUBLES NEUROVISUELS CHEZ  
LES ENFANTS AVEC TROUBLES COGNITIFS  
ET/OU COMPORTEMENTAUX**

**Sous la direction du Dr Sylvie Chokron**

*Responsable de l'Unité Fonctionnelle Vision et Cognition, Service de Neurologie  
Fondation Ophtalmologique Rothschild*

**Année universitaire : 2015-2016**

BAILET Elodie

ZARATTIN Océane

## REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord notre maître de mémoire Mme Chokron sans qui ce projet ambitieux n'aurait pas vu le jour. Nous la remercions de nous avoir encadrées et accompagnées tout au long de cette année avec ses nombreux conseils, sa guidance avisée, ses précieuses relectures et sa disponibilité.

Nous souhaitons également adresser de grands remerciements à toute l'équipe de l'unité Vision et Cognition, chacun ayant apporté sa pierre à cet édifice:

- \* A Marie Baduel pour m'avoir accueillie en stage et ainsi transmis son savoir à travers ses conseils avisés et des conversations toujours enrichissantes humainement et professionnellement. Un merci particulier pour sa jovialité, ses attentions sucrées, son humour, sa patience dans tous les moments ayant rythmé cette année rocambolesque.
- \* Aux secrétaires Anandy et Julie pour leur soutien indéfectible et leurs nombreux encouragements tout au long de l'année : pour tous ces moments remplis de joie, les discussions, les conseils et pour leur engagement afin de s'assurer du maintien de notre niveau glycémique dans les périodes critiques.
- \* A Florent pour son infinie patience, aide et gentillesse nous ayant permis de dépasser nos balbutiements statistiques.
- \* A Ariane Cartigny et Véronique Scart pour leurs précieux conseils et supervisions tout au long de ce projet.

Nous remercions également tous les IME ayant accepté de participer à notre projet, nous ayant gentiment accueillies pour nos passations, avec toutes les contraintes que cela impliquait :

- \* L'IME de Belleville (75020), où notre correspondante Daphné a été d'une aide précieuse et très agréable, de même que les équipes.
- \* L'IPC de Châtou (78400), merci à Mme Carlos, au Dr Plumey-Carbonnier et à toute l'équipe sur place pour leur accueil et disponibilité.
- \* L'IMP du Cours Hervé (75019), merci à Emilie et au Dr Goussard, d'avoir été les premiers à soutenir et accompagner notre projet si chaleureusement.
- \* L'IME des Papillons Blancs (78700), merci au Dr Vial d'avoir participé à ce projet et à Christine pour son dévouement lors de nos passations et sa patience pour avoir toujours répondu à nos questions.
- \* L'IME Les Peupliers (92310), merci au Dr Lacotte et à toute l'équipe de nous avoir reçues et un grand merci à Raphaëlle de s'être autant démenée pour nous aider.

Nous remercions aussi l'équipe de l'école Les Sources, à Montigny-le Bretonneux, pour leur accueil chaleureux dans un délai pourtant très court et également pour leur disponibilité et grande aide dans la récolte des données.

*Elodie souhaite remercier personnellement :*

Mon père m'a suggéré une « drôle » d'idée il y a quatre ans (comme souvent il avait raison), sans lui je ne serais sûrement pas là aujourd'hui.

Je remercie ma mère pour sa disponibilité de chaque instant et pour m'avoir supportée tout au long de cette année dans mes moments d'incertitude ou de découragement. Je les remercie d'être présents et de croire en moi depuis toujours.

Un merci tout particulier à mon frère qui j'espère sera très fier de sa petite sœur.

Merci du fond du cœur à Océane sans qui la réalisation de ce projet n'aurait pas été possible. Malgré la fatigue et les moments de doute nous avons avancé ensemble. C'est la fin de ce projet mais pas de notre amitié. Il nous reste encore de belles choses à partager. Je suis persuadée que l'on vivra encore plein d'aventures même si je m'en vais au soleil.

*Océane souhaite remercier personnellement :*

Quand on dit que la famille est sa plus belle et précieuse richesse, je ne pourrais que certifier cette assertion. C'est à eux que j'adresse et écris le plus grand MERCI, pour m'avoir soutenue inconditionnellement durant ces 4 années d'études et m'avoir toujours poussée à aller plus loin, même dans les temps les plus difficiles.

Ma mère, pour son réconfort à toute heure (malgré les nombreux appels...), son pragmatisme à toute épreuve, ses nombreuses attentions « porte-bonheur » et pour avoir toujours su m'entraîner vers le meilleur. Mon daddy, le meilleur technicien qu'on n'aurait jamais pu rêver, et sans qui le mémoire ne serait pas prêt à temps alors merci pour toutes les heures consacrées aux révisions, aux remplissages de tableaux, et ce, toujours dans la bonne humeur musicale. Mes sœurs, qui ont toujours su me sortir la tête de l'eau avec leur humour, nos chansons, leur soutien et leurs petits cadeaux, notamment londoniens, nos fous rires sont les remèdes à tous les maux.

Merci à Laëtitia, kiné-ostéopathe fantastique, pour son soutien tout au long de mes années d'études et sans qui le recrutement des sujets contrôles aurait été laborieux.

Enfin à toutes mes amies, pour avoir supporté la fanatique d'orthographe durant toutes ces années et avoir été présentes dans les meilleurs moments comme les pires.

Et puis merci à ma binôme Elodie, ouf c'est fini mais quelle aventure on aura vécu, vivement la prochaine... à Nice !

Enfin voilà, un énorme merci à vous tous, qui aurez permis l'aboutissement de ce projet !

## **ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT**

Je soussignée Océane ZARATTIN, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une autre partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Je soussignée Elodie BAILET, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une autre partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

# TABLE DES MATIERES

---

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE THEORIQUE</b>	<b>2</b>
<b>I. LA COGNITION VISUELLE (Elodie Bailet) .....</b>	<b>2</b>
A. FONCTIONNEMENT DU SYSTEME VISUEL.....	2
1. De la perception à l'intégration du stimulus visuel .....	2
a. <i>Etapes des traitements corticaux de l'image rétinienne.....</i>	<i>2</i>
b. <i>Développement du système visuel chez le nourrisson .....</i>	<i>3</i>
c. <i>Apprendre à voir : rôle de l'expérience visuelle .....</i>	<i>4</i>
2. Les grandes fonctions neurovisuelles .....	4
a. <i>Fonction oculomotrice .....</i>	<i>4</i>
b. <i>Rôle de l'attention.....</i>	<i>5</i>
c. <i>Fonctions gnosiques.....</i>	<i>5</i>
B. LES TROUBLES NEUROVISUELS (TNV) CHEZ L'ENFANT.....	6
1. Définitions .....	6
2. Etiologies des TNV .....	6
3. Sémiologie des TNV chez l'enfant.....	7
a. <i>Troubles de la vision élémentaire et amputations du champ visuel .....</i>	<i>7</i>
b. <i>Corrélat neuro-anatomiques des troubles de la cognition visuelle .....</i>	<i>8</i>
4. Conséquences des TNV sur le développement et les apprentissages .....	9
a. <i>Activités perceptives visuelles et développement cognitif.....</i>	<i>9</i>
b. <i>Privation sensorielle, plasticité cérébrale et réorganisation corticale .....</i>	<i>9</i>
c. <i>Qu'en est-il des acquisitions scolaires ?.....</i>	<i>10</i>
<b>II. TROUBLES NEURO-DÉVELOPPEMENTAUX CHEZ L'ENFANT</b> <b>(Océane Zarattin).....</b>	<b>11</b>
A. QU'EST-CE QUE L'EFFICIENCE INTELLECTUELLE ? .....	11
B. TROUBLES DU DEVELOPPEMENT INTELLECTUEL ET SES MODALITES D'EVALUATION. 12	
1. La déficience intellectuelle aujourd'hui .....	12
a. <i>Définition du concept et épidémiologie.....</i>	<i>12</i>
b. <i>Etiologies .....</i>	<i>13</i>
c. <i>Tableaux cliniques .....</i>	<i>14</i>
2. Cas particulier de la déficience intellectuelle syndromique .....	15
3. Etablir un diagnostic de déficience intellectuelle .....	16
a. <i>Tests psychométriques.....</i>	<i>16</i>

<i>b.</i>	<i>Evaluation du comportement adaptatif ou compétence sociale</i>	17
C.	DEVELOPPEMENT SUR L' AUTISME ASSOCIE AU HANDICAP INTELLECTUEL	18
1.	Le spectre autistique	18
2.	Développement sur l'autiste déficient intellectuel	19
<i>a.</i>	<i>Epidémiologie</i>	19
<i>b.</i>	<i>Caractéristiques et aspects développementaux</i>	19
3.	Théories cognitives dans l'autisme	19
<i>a.</i>	<i>Trouble de la construction de la théorie de l'esprit</i>	19
<i>b.</i>	<i>Faible cohérence centrale</i>	20
<i>c.</i>	<i>Trouble du traitement perceptif</i>	20
<b>III.</b>	<b>ETUDE DES PARTICULARITES VISUELLES AU SEIN DE CES POPULATIONS (Partie commune)</b>	<b>21</b>
A.	ETUDE DES TROUBLES NEUROVISUELS CHEZ LES INDIVIDUS DI	21
1.	Fixation, balayage et saccades visuelles	21
2.	Préférence des sujets pour les contrastes élevés (stimuli noirs et blancs)	21
3.	Difficultés de traitement des informations dans le champ périphérique	22
4.	Dissociation entre le traitement spatial et l'identification de l'objet	22
B.	ETUDE DES PRINCIPALES ANOMALIES VISUELLES RETROUVEES CHEZ LES PERSONNES AUTISTES	23
1.	Vision du mouvement	23
2.	Orientation de l'attention visuelle : vision tubulaire ?	24
<b>IV.</b>	<b>EXISTERAIT-IL UN BIAIS PERCEPTIF DANS LES TESTS DIAGNOSTIQUES DE LA DI ? (Partie commune)</b>	<b>25</b>
A.	LIMITES D'UTILISATION ET D'INTERPRETATION DES ECHELLES D'INTELLIGENCE AU SEIN D'UNE POPULATION SOUFFRANT DE DI	25
1.	La situation de test et ses biais	25
2.	Le QI constitue-t-il réellement un outil diagnostique ?	25
<i>a.</i>	<i>Controverse autour de la notion de Q.I.</i>	25
<i>b.</i>	<i>Question de la classification des DI selon le QI</i>	26
B.	UTILISATION D'ECHELLES D'INTELLIGENCE POUR LES INDIVIDUS AVEC TNV	26
1.	Potentiel caché des enfants avec TNV	26
2.	Quid de la validité diagnostique de la DI	27
C.	CONTRADICTIONS SYMPTOMATOLOGIQUES	27
1.	Troubles du comportement	27
2.	Troubles de la cognition sociale	27

3. Troubles du développement intellectuel.....	28
D. IMPACT ET IMPLICATIONS DU DEPISTAGE DES TNV CHEZ LES DI.....	28
1. Mise en place d'une PEC adaptée .....	28
2. Importance d'une évaluation adaptée pour la PEC ciblée.....	29
<b>V. EVALUATION DES TROUBLES NEUROVISUELS CHEZ L'ENFANT :</b>	
<b>OUTILS EXISTANTS .....</b>	<b>29</b>
A. EN FRANCE ET A TRAVERS LE MONDE .....	29
1. Outils de tests étrangers.....	29
2. Outils disponibles en France.....	30
B. COMPETENCES REQUISES POUR CES TESTS.....	30
C. COMMENT EVALUER LES ENFANTS POUR LESQUELS DE TELLES COMPETENCES NE SONT PAS ACQUISES ? .....	31
<b>PROBLEMATIQUE.....</b>	<b>32</b>
<b>PARTIE PRATIQUE .....</b>	<b>33</b>
<b>HYPOTHESES.....</b>	<b>33</b>
<b>I. DESCRIPTION DE LA POPULATION.....</b>	<b>34</b>
A. POPULATION D'ETUDE.....	34
B. POPULATION « CONTROLE ».....	34
<b>II. ELABORATION DE LA BENCO ET EVOLUTION PAR RAPPORT A LA BAJE .....</b>	<b>34</b>
A. PHASE DE PRE-TESTS AVEC LA BAJE .....	34
B. DEVELOPPEMENT DES ADAPTATIONS POUR LA BENCO.....	35
1. Modifications apportées à la BAJE .....	35
2. Création de nouvelles épreuves .....	35
3. Choix final des épreuves.....	36
C. MODULATION DES PARCOURS PROPOSES .....	36
<b>III. PRESENTATION DE L'OUTIL.....</b>	<b>38</b>
A. DESCRIPTION DES EPREUVES .....	38
1. Epreuve: fixation visuelle – cotation sur 2 points .....	38
2. Epreuve: réflexe photomoteur – cotation sur 1 point .....	38
3. Epreuve: réflexe de clignement à la menace – cotation sur 1 point .....	38
4. Epreuve: champ visuel – cotation sur 16points .....	38

5.	Epreuve: Poursuite visuelle – cotation sur 12 points.....	39
6.	Epreuve: Appariement de couleurs – cotation sur 6points .....	39
7.	Epreuve: Coordination visuo-motrice .....	39
8.	Epreuve: Attention visuelle .....	40
9.	Epreuve: Correspondance 2D – 3D – cotation sur 6 points .....	41
10.	Epreuve: Mémoire visuelle .....	41
11.	Epreuve: Visuo-construction – cotation sur 15 points.....	41
12.	Epreuve: Reconnaissance visuelle .....	41
13.	Epreuve: Analyse visuelle.....	42
14.	Epreuve: Figures enchevêtrées (subtest E.V.A) – cotation sur 23 points.....	42
B.	REMARQUES A L’ISSUE DES PASSATIONS .....	42
<b>IV.</b>	<b>PRESENTATION ET ANALYSE DES DONNEES.....</b>	<b>43</b>
A.	ANALYSE DES RESULTATS DANS LA POPULATION CONTROLE .....	43
1.	Effet du sexe .....	43
2.	Effet de l’âge .....	43
3.	Corrélations observées entre les épreuves .....	44
B.	COMPARAISON DES RESULTATS ENTRE CONTROLES ET PATIENTS .....	44
1.	Différences significatives observées .....	44
2.	Différences non-significatives.....	45
C.	COMPARAISONS CONTROLES ET GROUPES DE PATIENTS .....	45
1.	Contrôles versus patients avec TED.....	45
2.	Contrôles versus patients avec Trisomie 21 .....	47
3.	Contrôles versus patients avec troubles du langage .....	48
D.	PATIENTS : COMPARAISONS INTER-GROUPES .....	50
1.	Effet des troubles du langage.....	50
2.	Etude des traits autistiques parmi la population déficiente intellectuelle.....	50
a.	<i>Effet de troubles de la relation sur les performances aux épreuves.....</i>	<i>50</i>
b.	<i>Corrélations entre les différentes épreuves chez les enfants avec TED .....</i>	<i>51</i>
3.	Effets liés à la Trisomie 21 (T 21).....	52
<b>V.</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>53</b>
<b>VI.</b>	<b>LIMITES ET INTÉRÊTS DE L’ETUDE.....</b>	<b>59</b>
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>60</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
	<b>ANNEXES</b>	

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1: Déficiets du champ visuel dus à des lésions des voies visuelles primaires .....	
Figure 2: répartition du sexe dans les populations .....	
Figure 3: Comparaison des scores patients et contrôles.....	
Figure 4: profil des scores obtenus aux épreuves de la BENCO par les enfants TED.....	
Figure 5: Profil des scores en fonction de la population .....	
Figure 6: Matrice de corrélation entre épreuves.....	
Figure 7: Comparaison du profil des scores de patients T 21 par rapport aux contrôles .....	
Figure 8: Comparaison du profil de scores des patients DI avec troubles du langage par rapport aux contrôles .....	

## LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

- ◆ 2 D / 3 D : Deux dimensions / Trois dimensions
- ◆ AAMR : American Association of Mental Retardation
- ◆ ABAS – II : Adaptative Behavior Assessment System – Second Edition
- ◆ ABCDEFV: A test Battery of Child Development for Examining Functional Vision
- ◆ APA: American Psychiatric Association
- ◆ BAJE: Batterie d'évaluation du Jeune Enfant
- ◆ BENCO: Batterie d'Evaluation des troubles Neurovisuels pour enfants non COopérants
- ◆ CGL : Corps Genouillés Latéraux
- ◆ CIM-10 : Classification Internationale des Maladies – 10ème Révision
- ◆ CVM : Coordination Visuo-Motrice
- ◆ DI: Déficience Intellectuelle
- ◆ DSM – 5 : Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux – 5ème édition
- ◆ EDEI-R: Échelles Différentielles d'Efficiace Intellectuelle, forme Revisitée
- ◆ EDP : Echelle de Développement Psychosocial
- ◆ EVA: batterie d'Evaluation des troubles Visuo-Attentionnels
- ◆ EVAC: Épreuve Verbale d'Aptitudes Cognitives
- ◆ EQCA : Echelle Québécoise de Comportements Adaptatifs
- ◆ IME : Institut Médico-Educatif
- ◆ IRM : Imagerie par Résonance Magnétique
- ◆ K-ABC: batterie pour l'examen psychologique de l'enfant
- ◆ MSCA: échelle d'aptitude pour enfants de Mc Carthy
- ◆ NEMI: Nouvelle Échelle Métrique de l'Intelligence
- ◆ Neurones type M : Magnocellulaire
- ◆ Neurones type P : Parvocellulaire
- ◆ NEPSY: Bilan Neuro PSYchologique de l'enfant
- ◆ NSU: Négligence Spatiale Unilatérale
- ◆ OMS: Organisation Mondiale de la Santé
- ◆ PC: Paralyse Cérébrale
- ◆ PEC : Prise En Charge
- ◆ PM: Matrices Progressives (*Progressive Matrice*)
- ◆ QI: Quotient Intellectuel
- ◆ TED: Troubles Envahissants du Développement
- ◆ TNV: Trouble NeuroVisuel
- ◆ TSA : Troubles du Spectre Autistique
- ◆ T 21 : Trisomie 21
- ◆ V1 : Aire visuelle primaire
- ◆ VOCIM: VOCabulaire en Images
- ◆ WISC: Wechsler Intelligence Scale for Children (6 ans à 16 ans et 11 mois)
- ◆ WPPSI: Wechsler Preschool and Primary Intelligence Scale (2 ans 6 mois à 7 ans et 7 mois)

## INTRODUCTION

D'après Piaget, la vision constituerait « la modalité de la connaissance » (Durand et Lécuyer, 2011) puisque ce sens, primitif, offre des expériences perceptives développant les premières acquisitions cognitives. Le lien exigü qu'entretiennent ces deux niveaux de traitement afin de construire la pensée est très complexe à étudier. Cependant, les retentissements d'un trouble affectant la vision sont tellement prégnants sur le développement de l'enfant qu'il est nécessaire de pouvoir les distinguer d'un trouble du développement intellectuel. Or, des zones d'ombres subsistent sur les intrications entre troubles neurovisuels (TNV) et déficience intellectuelle (DI).

En effet, les étiologies connues de la DI se recoupent avec celles des TNV. Leurs tableaux cliniques pourraient se ressembler et même se confondre. Cela est le cas dans l'autisme, notamment associé à un déficit intellectuel puisque la sévérité des symptômes sensoriels retrouvés chez ces autistes est corrélée à la sévérité des troubles autistiques. Ainsi des atypies du fonctionnement visuel ont été relevées dans ces populations, l'autisme et la DI, cependant, la mise en relation avec une coexistence ou préexistence de TNV n'a pas été réellement explorée. Or, les TNV exerçant une telle influence sur le développement cognitif et langagier, il paraît essentiel de pouvoir les considérer dans les évaluations diagnostiques. En effet, la DI est encore actuellement déterminée par un score de QI, obtenu lors de tests psychométriques, critiqués pour leur application stricte à ces populations et à celles porteuses de TNV. Effectivement, on pourrait supposer qu'un biais perceptif émerge du fait de l'existence de ces spécificités visuelles et cela pourrait fausser les performances observées. Alors la validité des diagnostics établis peut être remise en question. C'est pourquoi, notre étude porte sur l'élaboration d'une batterie de dépistage des TNV adaptée à ces populations car il nous a semblé primordial d'être en mesure d'évaluer leur prévalence. En effet, une évaluation à leur portée permettrait d'isoler les TNV d'autres troubles connexes, et ainsi de mettre en place une prise en charge ciblée, reconnue pour son efficacité et ses bénéfices sur le développement cognitif général de l'individu.

Une première partie théorique abordera le fonctionnement du système visuel normal ainsi que pathologique. Puis, les populations d'études seront présentées ainsi que certains des TNV évoqués parmi ces individus. Les limites liées à l'évaluation psychométrique et diagnostique d'enfants souffrant de DI et/ou de troubles du comportement sont soulignées. Enfin, sont décrites les batteries actuellement disponibles d'évaluation des TNV. La partie pratique sera consacrée à la présentation de la batterie de dépistage élaborée lors de notre étude ainsi que des résultats obtenus suite à nos passations. Par la suite, nous présenterons et discuterons l'analyse des données récoltées.

# PARTIE THEORIQUE

---

## I. LA COGNITION VISUELLE

### A. Fonctionnement du système visuel

#### 1. De la perception à l'intégration du stimulus visuel

« La tâche du cerveau n'est pas de voir des images rétiniennes, mais bien de mettre en relation les signaux venant des yeux avec les objets du monde extérieur » (Gregory et coll., 2000), nous allons nous attacher à décrire cette tâche ci-dessous.

##### a. Etapas des traitements corticaux de l'image rétinienne

Classiquement, on assume que la vision est essentiellement assurée par les yeux. Or, la majeure partie du traitement de l'information visuelle est réalisée par le cerveau. Le premier récepteur sensoriel de l'information visuelle est l'œil, plus précisément **la rétine**. Celle-ci permet de transformer le signal lumineux en influx nerveux avec la participation des différentes couches cellulaires la composant. Les photorécepteurs, répartis en cellules cônes et bâtonnets, diffèrent par leur sensibilité à la lumière (Gregory et coll., 2000). En effet, les cônes, situés principalement dans la région centrale de la rétine : la fovéa (lieu d'acuité maximale) réagissent à une forte luminosité et apportent les informations sur les détails et les couleurs. Quant aux bâtonnets, présents dans la périphérie de la rétine, ils assurent la vision crépusculaire. Enfin, un autre type sont les cellules ganglionnaires dont les axones convergent à la sortie du globe oculaire afin de former le **nerf optique**.

Le **chiasma optique** est le lieu de croisement des deux nerfs optiques, ici prend place la décussation partielle des fibres rétiniennes (Boucart et coll., 1998). Ainsi, les informations provenant du champ visuel droit de chaque œil sont traitées par l'hémisphère cérébral gauche.

De là, 10% des fibres rétiniennes se projettent sur les colliculi supérieurs et 90% se projettent sur **les corps genouillés latéraux** (CGL) où l'on observe une organisation rétinotopique des couches neuronales. En effet, on retrouve une « cartographie rétinotopique tout au long des voies visuelles, qui assure qu'un point du champ visuel correspond à un point précis des voies et aires visuelles. Ceci permet également de localiser une lésion sur la base des déficits du champ visuel qu'elle induit » (« Anatomie neuro-ophtalmologique » 2012) .

Les axones des cellules ganglionnaires « vont former synapse avec les neurones correspondants du corps géniculé latéral » (Quoc et coll., 2013). Les corps cellulaires forment plusieurs voies : la voie Magnocellulaire, composée essentiellement de neurones

dotés d'une sensibilité élevée au fort contraste lumineux, au mouvement et permettant une localisation rapide de l'objet visuel (Kovarski et Dufier 2014). La voie Parvocellulaire qui décode l'information visuelle pour la couleur, les détails, la forme, n'est opérationnelle qu'avec de faibles contrastes lumineux. Ces axones partant des CGL se projettent pour constituer les radiations optiques, dont la destination finale est le **cortex visuel primaire** (V1) au sein du lobe occipital.

L'aire V1, s'occupe du traitement des caractéristiques élémentaires transmises par les nerfs optiques. Au-delà de V1, il existe plusieurs aires corticales analysant l'information visuelle. Parmi celles-ci, on trouve 2 grands ensembles (Boucart et coll., 1998) : on différencie la voie reliant V1 au cortex pariétal (voie dorsale) de la voie le reliant au cortex temporal (voie ventrale). La voie occipito-pariétale, aussi appelée voie du « où », regroupe les neurones de type M et effectue l'analyse visuospatiale, ainsi, elle participe à la coordination visuo-motrice et à la perception du mouvement. Quant à la voie ventrale, composée essentiellement par des neurones P, appelée voie du « quoi » puisque son rôle est l'identification des objets et leurs coloris. (« Anatomie neuro-ophtalmologique » 2012)

Ce fonctionnement cérébral nous permettant d'utiliser la vision, commence à développer ses fonctions à la naissance puisqu'il n'y a pas de stimulation visuelle in-utero (Mazeau et Pouhet, 2014).

#### ***b. Développement du système visuel chez le nourrisson***

« Le bébé naît équipé pour voir (Chokron et Streri, 2012) tous les éléments de l'appareil visuel sont présents mais aucun n'est terminé » (Vital-Durand et Barbeau, 1995). Le globe oculaire est petit mais toutes les cellules de la rétine sont présentes, celles périphériques sont matures contrairement à celles maculaires, qui jouissent d'un développement considérable jusqu'à l'âge adulte. Les voies rétro chiasmatiques et les fonctions corticales sont établies, leurs connexions croissent de manière exponentielle les 5 premiers mois jusqu'à atteindre une structure adulte vers 5-7 ans. Lors des premiers mois de vie, les capacités sensorielles évoluent très rapidement. (Arnaud et coll., 2002)

- **Acuité visuelle** permet aux nouveau-nés de voir une barre noire sur fond blanc : 1/10ème à 3mois puis elle double à 6mois.
- **La sensibilité aux contrastes** est moindre, le bébé de 5 semaines ne perçoit pas les contrastes inférieurs à 20% mais cette capacité s'améliore rapidement jusqu'aux performances adultes vers 7ans. (Arnaud et coll., 2002)
- **La sensibilité aux couleurs** permet à l'enfant de 3mois de discriminer toutes les teintes mais sans finesse d'analyse, cela se développe jusqu'à l'adolescence.

- **Le champ visuel**, étendue de la zone vue par les yeux, est petit à la naissance, puisqu'à 3mois, il perçoit 30° de chaque côté du point de fixation. Cela s'élargit très vite, ainsi à 1 an, il est presque complet : celui de l'adulte s'étend sur 180°. Cependant, son utilisation dépend du facteur attentionnel de désengagement volontaire, qui n'apparaît qu'aux alentours de 7mois.(Kovarski et Dufier, 2014)
- **La vision binoculaire**, capacité à percevoir une image unique, nette et en relief émerge entre la 10ème et 16ème semaine.

Les **capacités sensorimotrices**, traduction des capacités sensorielles en actes moteurs (Arnaud et coll., 2002) indiquent sur la maturation corticale de l'enfant. **La fixation**, se forme au cours des premières semaines pour devenir stable et précise entre 2 et 4mois. La programmation **saccadique** s'organise dès 2mois jusqu'à ce que cela atteigne des caractéristiques adultes vers 7mois (latence et dynamique)(Niessen, 2006). On observe des mouvements de **poursuite lisse**, déplacement du regard de façon continue, dès quelques semaines, toutefois la poursuite soutenue n'émerge qu'au 5ème mois. La **coordination œil-tête-main** devient précise et rapide au 4ème mois (Kovarski et Dufier 2014).

Le développement de toutes ces capacités est soumis à une condition essentielle : l'utilisation de la vision en tant que conductrice d'informations contribuant à la découverte du monde par le nourrisson.

### *c. Apprendre à voir : rôle de l'expérience visuelle*

L'expérience de Hubel et Wiesel (1960), citée par Vital-Durand (Kovarski et Dufier 2014) fut pionnière pour montrer l'importance d'une expérience visuelle sur le développement des structures corticales dévolues à cette fonction. En effet, il existe une période sensible dans le développement de la vision: la réalisation du « potentiel génétique sous la pression de l'expérience individuelle » (Kovarski et Dufier 2014) . Les connexions des neurones du cortex visuel primaire aux autres aires du cerveau se développent grâce aux expériences visuelles entre la naissance et cinq ans (Niessen, 2006). Ainsi, afin de transformer le signal lumineux en information signifiante, il faut que le cerveau puisse reconnaître le message visuel, le comparer à des connaissances déjà enregistrées et organisées selon différents réseaux sémantiques: objets, images, couleurs...(Mazeau et Pouhet 2014). Alors, on comprend que plus l'enfant est exposé à des situations visuelles appropriées, plus il aura enrichi ses réseaux d'informations visuelles.

## **2. Les grandes fonctions neurovisuelles**

### *a. Fonction oculomotrice*

Les saccades, mouvements rapides réalisés près de 100 000 fois par jour, permettent la « saisie visuelle » (Mazeau et Pouhet 2014) de l'information. Ce mouvement

des yeux permet de capter une image rétinienne stable donc interprétable, ce qui demande de l'attention visuelle, une initiative et stratégie du mouvement. Les saccades, afin d'être fonctionnelles, doivent être entrecoupées de fixations visuelles. Le point de fixation, capture l'image sur la fovéa et définit ce qui est perçu dans le champ visuel.

La fonction d'exploration visuelle est une fonction spatiale qui nous permet de prélever les informations pertinentes de notre environnement afin de les analyser. Elle dépend de 2 types de traitements : le premier (bottom-up) est soumis au contexte visuel, le second (top-down) est guidé par les connaissances du sujet. Cette fonction nécessite un apprentissage de stratégies d'exploration, assimilées grâce à de nombreux entraînements puis à l'acquisition de la lecture.

La poursuite d'une cible repose sur des mouvements oculaires volontaires, assez lents, que l'on qualifie de continus, lisses. La qualité de la poursuite reflète l'état des connexions entre la rétine périphérique et centrale (Mazeau et Pouhet 2014).

#### *b. Rôle de l'attention*

Les fonctions attentionnelles regroupent un ensemble de processus, certains possédés dès la naissance: l'attention réflexe et d'autres développés « avec l'âge et grâce aux interactions complexes entre maturation cérébrale, facteurs environnementaux et apprentissages » (Chokron, 2009). L'apparition de l'attention volontaire dans le développement de l'enfant constitue un grand changement pour ses expériences visuelles.

De fait, l'attention permet d'engager le regard de l'individu sur une cible précise (Mazeau, 2008). En effet, la fonction visuo-attentionnelle est primaire à tout traitement conscient de l'information visuelle puisqu'elle permet de sélectionner les informations à traiter. Elle est intriquée de manière complexe avec la perception et la conscience. (Chokron, 2009) et c'est pour cela qu'elle est très liée aux expériences antérieures du sujet: ses motivations, son histoire, ses goûts. De plus, la perception visuelle est guidée par l'attention puisqu'elle permet de passer d'un élément saillant à l'autre grâce au phénomène de glissement attentionnel. Par ailleurs, l'attention permet de construire ses représentations mentales du fait qu'elle soit le premier moyen d'entrée et de constitution des souvenirs. En effet, l'attention aide à la mémorisation via la sélection de l'information (Chokron, 2009).

#### *c. Fonctions gnosiques*

Les gnosies visuelles font référence aux différents traitements effectués afin d'identifier et donner un sens au stimulus visuel. Boucart distingue quatre étapes cérébrales pour l'analyse de l'information visuelle (cité par(Mazeau, 2008)) :

- **Caractéristiques physiques du stimulus** : distinction fond-forme, séparation fondamentale pour l'attribution de signification, et autres caractères comme les couleurs, les ombres, les orientations des traits..
- **Description structurale du stimulus** : accès à la forme globale par le traitement des contours, cela permet d'établir une représentation prototypique de l'image et ainsi de pouvoir énoncer des critères de comparaison, type catégoriels.
- **Accès sémantique** : à ce stade, la prise en compte de tous les détails permet d'accéder à la signification du stimulus et active toutes les connaissances qui y sont attachées.
- **Niveau lexical** : le stimulus peut être dénommé.

## **B. Les troubles neurovisuels (TNV) chez l'enfant**

### **1. Définitions**

Les TNV sont engendrés par une lésion des voies visuelles rétro-chiasmiques qui provoque une « atteinte centrale du système visuel » et engendre des « altérations du champ visuel, de l'intégration ou du traitement de l'information visuelle » (Chokron et coll. 2010). Les TNV sont l'une des « premières causes de déficience visuelle chez l'enfant dans les pays développés » (Dalens, 2014). « La localisation et l'étendue de la lésion cérébrale déterminent la nature et l'ampleur des troubles neurovisuels » (Chokron, 2014)

Au niveau international, le terme « cerebral visual impairment » est à ce jour reconnu. L'ancienne terminologie, trop restrictive, ne prenait pas assez en considération les atteintes sous-corticales en se focalisant sur les atteintes corticales d'où le terme de « cortical visual impairment » que l'on retrouve encore régulièrement dans la littérature. En France, c'est le concept de « trouble visuel cérébral » ou encore de « trouble neurovisuel » qui prédomine (Chokron, 2010) (Pawletko et coll., 2014).

### **2. Etiologies des TNV**

L'étude de Khetpal et Donahue (2007) démontre que la prématurité ainsi que l'hypoxie périnatale sont les deux étiologies les plus fréquemment retrouvées au sein de la population souffrant de TNV. Un épisode d'« hypoxie-ischémie cérébrale » peut par exemple générer des « lésions du cortex strié, de la substance blanche sous-jacente, des ganglions de la base, du thalamus et du tronc cérébral » (Chokron 2014). Certains accidents vasculaires cérébraux ou traumatismes crâniens peuvent de même impliquer les régions cérébrales postérieures, sièges de la fonction visuelle provoquant des TNV.

Le spectre des étiologies est extrêmement large; en effet, un bébé secoué, une tumeur ou une malformation cérébrale, une hypoglycémie néonatale, une infection du

système nerveux central ou bien des crises d'épilepsie peuvent également induire des TNV (Chokron, 2014a).

### 3. Sémiologie des TNV chez l'enfant

#### a. Troubles de la vision élémentaire et amputations du champ visuel

Les amputations du champ visuel sont caractérisées par une cécité plus ou moins sévère et sont liées à des lésions rétro-chiasmatiques (atteinte des bandelettes optiques, du corps genouillé latéral, des radiations optiques ou du cortex visuel primaire).

**Déficits du champ visuel produits par des lésions à différents niveaux des voies visuelles primaires.** La partie gauche de la figure représente l'organisation générale de la voie visuelle primaire et indique l'emplacement de différentes lésions. La partie droite illustre les déficits du champ visuel associés à chaque lésion. (A) Perte de vision de l'œil droit. (B) Hémianopsie bitemporale (hétéronyme). (C) Hémianopsie homonyme gauche. (D) Hémianopsie du quadrant supérieur gauche. (E) Hémianopsie homonyme gauche avec épargne maculaire.

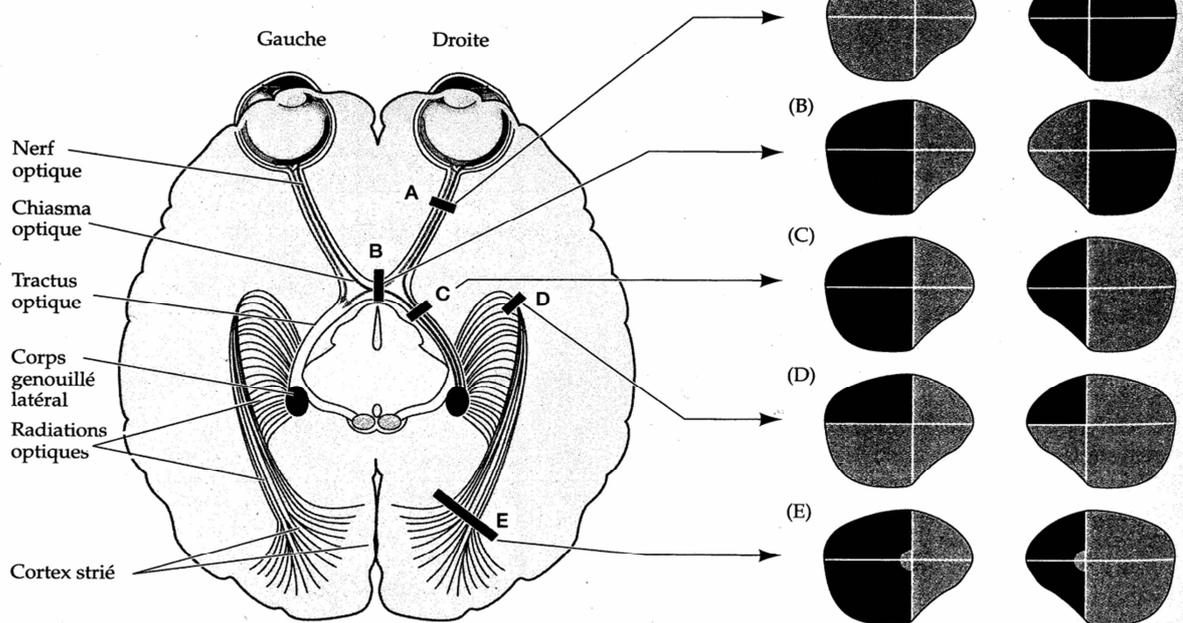


Figure 1: Déficits du champ visuel dus à des lésions des voies visuelles primaires (Purves et coll. 2015)

Parmi ces troubles, nous retrouvons (Chokron, Cavézian, et Agostini, 2010a) :

- La **cécité corticale** qui est une « perte de toute sensation visuelle malgré l'intégrité de l'œil »,
- L'**hémianopsie bitemporale (B)** qui entraîne une perte des fibres qui se croisent au niveau du chiasma optique et donc une perte du champ visuel gauche de l'œil gauche ainsi qu'une perte du champ visuel droit de l'œil droit.
- L'**hémianopsie latérale homonyme** qui est caractérisée par une « perte du champ visuel contra-lésionnel » avec (E) ou sans épargne maculaire, c'est-à-dire du champ central (C),
- La **quadransopie (D)** qui se définit par la « perte d'un quadrant du champ visuel »,
- La **vision tubulaire** qui est une « réduction concentrique du champ visuel »,

- La **vision périphérique** qui est déterminée par « la perte du champ visuel central alors que le champ visuel périphérique est conservé »,
- Le **scotome** qui est une « perte de sensation visuelle pour une petite portion du champ visuel ».

Il n'est pas rare d'observer chez certains patients une légère régression des troubles initiaux, pour aboutir, in fine, à une forme moindre d'amputation du champ visuel (Chokron, Cavézian, et Agostini 2010a). Chez l'enfant ayant souffert de cécité corticale durant la petite enfance et consultant largement à distance, « les séquelles [...] prennent dans ce cas la forme d'une vision tubulaire ou d'une vision périphérique et s'accompagnent d'autres troubles de la cognition visuelle » (Chokron, 2014a).

*b. Corrélat neuro-anatomiques des troubles de la cognition visuelle*

Ces troubles sont consécutifs à des lésions des voies ventrales et dorsales qui vont engendrer « des troubles plus complexes touchant l'exploration de l'espace et l'attention visuelle, l'organisation et la représentation de l'espace, la reconnaissance ou la coordination visuo-motrice. » (Kovarski et Dufier, 2014)

Selon la localisation de l'atteinte, des troubles spécifiques seront observés :

– Atteinte des lobes occipitaux :

Si l'atteinte est unilatérale, elle entrainera des troubles de la vision élémentaire et notamment des amputations du champ visuel controlatéral à la lésion, que nous avons répertoriées ci-dessus. Toutefois, l'acuité visuelle, la perception des couleurs et celle des contrastes seront préservées.

Il est intéressant de noter qu'en cas d'atteinte bilatérale, les deux champs visuels seront impactés en termes d'acuité visuelle mais également de perception des contrastes. Si le thalamus est lésé, le trouble sera d'autant plus sévère.

– Atteinte des lobes temporaux :

Les lobes temporaux sont le siège de la perception des mouvements ainsi que de la reconnaissance et de l'imagerie visuelle. Par conséquent, toute atteinte des lobes temporaux ou de la substance blanche irriguant ces aires entraînera un trouble de la perception des mouvements ainsi que des troubles de la mémoire visuelle et/ou de la reconnaissance.

Une atteinte de la voie ventrale (occipito-temporale) isolée est assez rare. Communément, l'atteinte est conjointe à celle de la voie dorsale et génère des troubles de la reconnaissance de formes ou des visages (prosopagnosie) et des difficultés d'orientation.

– Atteinte des lobes pariétaux :

Ce type d'atteinte entraîne des troubles majeurs de l'attention visuelle, de l'exploration de l'espace ainsi que de la poursuite visuelle (Lueck et Dutton, 2015). Cela peut prendre la forme d'un syndrome de Balint, triade symptomatique comprenant une ataxie optique, une apraxie du regard ainsi qu'un trouble de l'attention spatiale de type simultagnosie (Biotti et coll., 2012) ou d'une négligence spatiale unilatérale (NSU) : impossibilité de décrire verbalement, de répondre et de s'orienter aux stimulations controlatérales à la lésion hémisphérique, sans que ce trouble puisse être attribué à un déficit sensoriel ou moteur. (Chokron, 2012).

Les troubles de l'organisation et de la représentation de l'espace font également suite à des lésions du cortex pariétal ce qui peut engendrer des troubles représentationnels (mauvaise appréciation de la ligne temporelle ou numérique par exemple) ainsi que des difficultés pour appréhender les données spatiales et topographiques.

#### **4. Conséquences des TNV sur le développement et les apprentissages**

##### ***a. Activités perceptives visuelles et développement cognitif***

De nombreuses études relatent « le rôle essentiel de la vision dans le développement moteur, cognitif et émotionnel » du nourrisson (Guzzetta et coll., 2001)

La motricité, au service de l'action est essentielle à l'exploration et à la connaissance du monde puisque « le développement de l'intelligence repose sur l'expérimentation active des objets par le bébé » (Durand et Lécuyer, 2009). D'après Durand et Lécuyer (2011), c'est bien la perception visuelle qui permet une analogie entre l'avant et l'après de l'action et établit ainsi les mises en relation nécessaires pour obtenir une perception stable et cohérente du monde. En somme, la vision permet l'objectivation. En cas de TNV, les premières ébauches de raisonnement conceptuel seraient donc entravées. Il est ainsi montré qu'une déprivation sensorielle engendre des modifications dans l'organisation des structures corticales et sous-corticales.

##### ***b. Privation sensorielle, plasticité cérébrale et réorganisation corticale***

La plasticité cérébrale ou neuroplasticité est définie par Marret (2007) comme « la propriété que possèdent les cellules nerveuses et les réseaux neuronaux de pouvoir modifier leurs structures, leurs réseaux de connectivité et/ou leurs modes de fonctionnement en réponse à des changements intrinsèques ou extrinsèques ». Dans le cas d'une déprivation sensorielle précoce, notamment pour la cécité survenant lors de la petite enfance, les aires visuelles cérébrales inactives seraient allouées à d'autres tâches non visuelles d'après Noppeney (2007).

L'expérience de Werth et Seelos (2005) tend à prouver que les capacités de compensation ou de réorganisation de certaines fonctions visuelles chez l'enfant, après entraînement

spécifique, seraient plus élevées que chez l'adulte. Les mécanismes en jeu demeurent identiques; toutefois, la plasticité cérébrale serait plus efficiente chez l'enfant, ce qui expliquerait une telle différence, selon Werth relaté par Cattaneo (2013).

De plus, d'après Guzzetta et coll. (2010), certains mécanismes de réorganisation adoptés par le cerveau après lésion cérébrale précoce ne seraient plus disponibles à un stade ultérieur. Ceci souligne l'importance de la précocité de l'évaluation et de la prise en charge (PEC) dans le cadre de TNV afin de soutenir et d'accompagner au mieux cette réorganisation corticale.

### *c. Qu'en est-il des acquisitions scolaires ?*

Selon Mazeau, citée par Chokron et coll. (2010a), la vision serait « le socle des apprentissages ». En outre, certaines « difficultés visuo-spatiales et topologiques [...] seraient responsables de dissociations des acquisitions (lecture, calcul, graphisme, géométrie) allant jusqu'à la dyspraxie constructive » (Miri et coll., 2004). Celle-ci associe trois secteurs de déficience : l'automatisation du geste, la coordination visuomotrice ainsi que la construction de repères dans l'espace (Brin-Henry, 2011).

#### **❖ Lecture**

Toute atteinte de la vision dite fovéale (vision centrale) ou parafovéale (vision périphérique) peut générer des difficultés d'identification de mots en lecture par une « altération de la qualité de la vision centrale » ou encore une « altération du balayage visuel » (Chokron et coll., 2010a).

Tout trouble attentionnel peut également engendrer des difficultés d'apprentissages. La simultanésie provoque des difficultés à regrouper les lettres lues ce qui allonge le temps de lecture. La NSU peut, quant à elle, provoquer une « dyslexie de négligence » ou de multiples « paralexies » par négligence des mots présentés dans l'hémi-espace opposé à la lésion (Chokron et coll., 2010a).

#### **❖ Ecriture**

La vision joue un rôle primordial dans « le contrôle postural, l'acquisition de la marche ou la réalisation d'activités manuelles » (Chokron et coll., 2010a). Par conséquent, un TNV pourrait altérer les compétences psychomotrices de l'individu. L'étude de Daly et coll. (2003) évoque le lien entre les capacités d'intégration visuo-motrices de l'enfant et les aptitudes en copie de lettres. La qualité d'écriture pourrait être détériorée en cas de TNV, comme nous le démontre l'expérience de Chokron et coll. (2010a).

Certaines atteintes pourraient découler directement de TNV : un trouble pratique pourrait avoir comme étiologie une NSU ou une dyspraxie visuo-spatiale et une incoordination

visuo-manuelle pourrait être la conséquence directe d'une ataxie optique d'après les travaux de Mazeau(2008), Laurent-Vannier et coll.(2006) et Gaudry et coll. (2010).

### ❖ Calcul

Le développement des aptitudes au calcul repose, en partie, sur « l'établissement du lien entre la séquence verbale et la quantité correspondante » mais aussi sur l'acquisition du « concept de relation entre les nombres » (Chokron et coll., 2010a). Or, la représentation visuo-spatiale et la mémoire de travail visuo-spatiale sont fortement impliquées dans l'élaboration de ces deux aptitudes. Ce postulat est d'ailleurs corroboré par une étude de Zorzi et coll. (2002) menée auprès de patients souffrant de NSU et dont la représentation des nombres est déficitaire. Par conséquent, dans le cas d'un TNV, les capacités visuo-spatiales de l'enfant sont altérées ce qui impacte l'élaboration de certaines aptitudes au calcul dépendant en partie des capacités en mémoire de travail et en représentation visuo-spatiales. Toutefois, « les TNV ne devraient altérer que certains aspects du maniement des nombres et des aptitudes au calcul », l'acquisition de la séquence verbale des mots-nombres n'étant par exemple pas impactée (Chokron, 2010b).

Les TNV regroupent donc un large spectre de manifestations cliniques, pouvant intéresser un grand nombre de populations. Nous allons désormais décrire les populations auxquelles nous nous sommes intéressées lors de notre étude.

## II. TROUBLES NEURO-DÉVELOPPEMENTAUX CHEZ L'ENFANT

La déficience intellectuelle et l'autisme sont deux pathologies du développement pouvant avoir pour point commun une limitation des capacités cognitives et du comportement adaptatif.

### A. Qu'est-ce que l'efficience intellectuelle ?

Binet fut le premier à élaborer une échelle métrique basée sur la mesure d'activités mentales supérieures variées telles que la mémoire, l'attention, le sens pratique, la faculté de s'adapter... Ce premier test psychométrique était fondé sur une représentation unitaire de l'intelligence. L'efficience intellectuelle était alors évaluée à partir d'un score considéré comme représentatif de l'ensemble des performances de l'individu (Lautrey, 2005).

Par la suite, le concept d'intelligence a évolué sous l'impulsion de différents courants de recherche. L'apport des neurosciences cognitives a notamment permis la description de processus de haut niveau participant à ce que l'on pourrait nommer l'intelligence. Ces travaux viennent étayer « l'hypothèse d'une organisation modulaire du cerveau, au sein de laquelle chaque module gère un fonctionnement spécifique » (Chokron, 2014b). Le développement des sciences cognitives a ainsi entraîné une remise en cause de la

conception unitaire et conduit au fractionnement du concept d'intelligence. Les travaux de Sternberg (1985) évoquent l'existence de trois formes d'intelligence : analytique, pratique et créative; ceux de Gardner (1999) huit formes d'intelligence indépendantes : verbale, logico-mathématique, spatiale, musicale, kinesthésique, interpersonnelle, intrapersonnelle et naturaliste. Cette conception multifactorielle de l'intelligence peut sembler en contradiction avec le constat établi par Spearman (1904), selon lequel « toutes les tâches intellectuelles sont intercorrélées (facteur g) » mais en réalité, la majorité des chercheurs s'accorde à dire « qu'un seul facteur est insuffisant pour expliquer l'essentiel des différences interindividuelles » observées dans les épreuves intellectuelles (Lécuyer et Fournier, 2009). Aujourd'hui, un consensus autour d'une approche multifactorielle semble émerger au sein de la communauté scientifique, même si le débat autour du caractère unitaire ou multiple de l'intelligence n'est pas clos. « Les discussions sur une faculté unique ou un ensemble de compétences » interrogent sur « la construction et l'utilisation des outils d'évaluation de l'intelligence ainsi que sur l'étude de ses bases cérébrales » (Chokron, 2014b). Cette controverse reflète la complexité à identifier l'ensemble des processus caractéristiques de l'intelligence (Lautrey 2005). Lelièvre affirme d'ailleurs que, « n'étant pas un objet concret, l'intelligence ne peut être réifiée » (2005). Cependant, à la lumière des sciences cognitives, nous pouvons nous référer à divers processus cognitifs pour tenter de caractériser la notion d'efficacité intellectuelle qui peut se définir comme « la capacité à acquérir de nouvelles connaissances [...] à s'adapter à l'environnement, à mener des raisonnements abstraits ou à résoudre des problèmes [...] nouveaux et/ou complexes » (Chokron, 2014b).

Cette introduction nous permet de comprendre ce qui est entendu par l'efficacité intellectuelle afin d'apporter dans ce courant, le concept de DI avec ses aspects épidémiologiques, étiologiques, sémiologiques et syndromiques.

## **B. Troubles du développement intellectuel et ses modalités d'évaluation**

### **1. La déficience intellectuelle aujourd'hui**

#### **a. Définition du concept et épidémiologie**

La déficience intellectuelle (DI) se définit selon l'AAMR, citée par Bussy et coll. (2008) comme un « fonctionnement intellectuel significativement inférieur à la moyenne, associé à des limitations dans au moins 2 domaines de fonctionnement adaptatif et [...] doit se manifester avant l'âge de 18 ans ». Ces critères sont repris dans le DSM-5 et la CIM-10, qui indiquent des degrés de retard mental (que nous détaillerons ci-dessous) en fonction du Quotient Intellectuel (Q.I.) ( $\frac{\text{âge mental}}{\text{âge chronologique}} \times 100$ ).

« Selon l'AARM, on estime environ à 3 % sur l'ensemble de la population le nombre de personnes atteintes de DI, mais chez les enfants d'âge scolaire, le taux de DI pourrait varier entre 1,5 % et 5 % selon les études ». (Lussier et Flessas, 2009). En effet, le dépistage de la DI se réalise majoritairement durant la scolarité de l'enfant. Concernant la prévalence du trouble, une fragilité liée à l'effet de genre est mentionnée dans de nombreuses études (des Portes et coll., 2002), (Bahi-Buisson et coll., 2006). Les garçons seraient davantage atteints que les filles (rapport de 1,5/1), tous niveaux de déficience confondus (Lussier et Flessas 2009). Cette sur-prévalence masculine pourrait s'expliquer en partie par un nombre plus conséquent de DI liées au chromosome X (Verloes 2008)(Bahi-Buisson et coll., 2006). Suite à ces observations, la question des étiologies fréquemment retrouvées chez les sujets souffrant de DI se pose.

### *b. Etiologies*

La DI d'origine anténatale peut être liée à des facteurs génétiques, de type aberrations chromosomiques ou syndromes cliniques (que nous évoquerons plus en détails ultérieurement). Des facteurs infectieux, toxiques, peuvent également être cités (des Portes et coll., 2002).

La DI d'origine périnatale est communément liée à une prématurité, une anoxo-ischémie ou une malformation materno-fœtale (des Portes et coll., 2002).

La DI d'origine postnatale peut être inhérente à certaines méningites, traumatismes crâniens, tumeurs, malformations cérébrales, accidents vasculaires, crises épileptiques sévères, atteintes neuromotrices ou « facteurs environnementaux » (Epelbaum et coll. 2002). Au regard des étiologies de la DI présentées, il semble que celles-ci s'apparentent plutôt à des étiologies de troubles neuropsychologiques ayant altéré l'ensemble du fonctionnement cognitif. Le terme nosologique de troubles neuropsychologiques serait alors plus approprié que celui de déficience intellectuelle.

On observe ici l'intrication étroite ayant lieu entre les étiologies en cause dans le cadre de TNV, de troubles neuropsychologiques et celles de la DI. Etant relativement proches, ces étiologies pourraient être à l'origine de lésions cérébrales similaires et générer à la fois un TNV et une DI. D'ailleurs le lien exigü entrepris par les facteurs causaux de troubles perceptifs et cognitifs est déjà mis en évidence dans le cas de la paralysie cérébrale (PC). En effet, des TNV sont retrouvés chez les enfants avec PC, notamment des troubles de la fixation, des saccades oculaires et de l'exploration visuelle (Guzzetta et coll., 2001), (Lueck et Dutton, 2015), des troubles visuo-perceptifs et visuo-spatiaux (Stiers et coll., 2002), (Miri et coll.,2004), (Schmetz et coll., 2013) , des agnosies des images et des troubles de la reconnaissance des formes (Mazeau et coll., 2004). Ces troubles perceptifs

étant difficiles à isoler des atteintes connexes chez les enfants avec PC, on peut entrevoir la difficulté sur le plan clinique de distinguer ces diverses étiologies.

La diversité des étiologies exposées introduit la disparité observée dans les tableaux cliniques de la DI.

*c. Tableaux cliniques*

Les troubles du développement intellectuel regroupent différents niveaux de sévérité du handicap intellectuel ainsi que différentes caractéristiques cognitives, sociales et fonctionnelles propres à chacun de ces niveaux, décrits dans le DSM-5 (APA, 2015) :

– **léger** lorsque le **QI** est compris entre **50 et 70**, soit 85 % des sujets déficients intellectuels (Bussy et Portes, 2008) (Lécuyer et Fournier, 2009);

Des difficultés d'acquisition scolaire seront observées chez ce type d'enfants, de même qu'une immaturité dans les interactions sociales pouvant conduire à un isolement, un retrait social. La maîtrise des émotions et comportements est déficitaire mais le sujet est autonome dans les tâches de la vie courante.

– **modéré** lorsque le **QI est compris entre 35 et 50**, soit 10 % des sujets DI;

Les acquisitions scolaires chez ce type d'enfant sont très limitées. Une assistance est souvent requise pour « mener à bien les tâches conceptuelles du quotidien ». Le jugement social et les capacités décisionnelles sont restreints. L'autonomie dans les activités quotidiennes, bien que relative, est envisageable, de même qu'une insertion professionnelle en milieu protégé.

– **sévère/grave** lorsque le **QI est compris entre 20 et 35**, soit 3 à 4 % des sujets DI;

La compréhension du langage écrit, des notions de temps et de quantités est moindre. Le discours et la communication (lexique, grammaire) se limitent à des mots ou des phrases simples. Cette limitation dans l'aptitude à communiquer peut entraîner des troubles du comportement (agressivité ou impulsivité) et ou de la cognition sociale. Des aides pour les activités du quotidien sont indispensables (repas, habillage, toilette...).

– **profond** lorsque le **QI est inférieur à 20**, soit 1 à 2 % des sujets déficients DI;

Chez le patient DI profond, les compétences intellectuelles sont essentiellement centrées sur le monde physique. La compréhension symbolique orale ou gestuelle est très limitée. L'expression des désirs et émotions est essentiellement non verbale et non symbolique. Ces patients demeurent « dépendants des autres » pour tous les aspects de la vie quotidienne.

Il est intéressant de noter que certaines études établissent une corrélation entre les dommages cérébraux et les différents niveaux de sévérité de la DI que nous venons de citer

(Lussier et Flessas, 2009). La DI a d'ailleurs été intégrée dans le DSM-5 (APA, 2015) à la section dédiée aux troubles neurodéveloppementaux. Cette modification permet de signifier l'altération précoce du développement cérébral de l'individu qui caractérise la DI.

Ce descriptif nous a permis d'aborder les caractéristiques générales de la DI, et entre autres, les diverses étiologies à l'origine de ce trouble. Toutefois, l'étiologie génétique ayant une prévalence accrue, elle est détaillée plus longuement ci-dessous.

## **2. Cas particulier de la déficience intellectuelle syndromique**

Les anomalies chromosomiques sont la cause la plus fréquente des DI, elles sont majoritairement syndromiques, on estime à environ 30 à 50% les DI liées à une cause génétique (Goldenberg et Saugier-Weber 2006).

La première cause génétique de DI est la trisomie 21 (T 21), avec une incidence de 1/700-1000 naissances (Dumas, 2013). Comme son nom l'indique, cela est dû à un ajout du chromosome 21 au caryotype de l'individu, avec 3 types de transmissions possibles. Ce syndrome va de pair avec une DI, présentant une grande variabilité des habiletés cognitives selon la personne (Broca et Prado, 2013). En effet, 86,5% des trisomiques ont un QI compris entre 30 et 65 (correspondant approximativement à une DI moyenne), 8% ont une DI profonde et 5,5% une DI légère. Sur le plan cognitif, l'hétérogénéité de leur fonctionnement est notamment en lien avec des capacités perceptives (discrimination visuelle et auditive) inférieures à celles des enfants tout-venant (Guidetti et Tourrette 2014) d'où l'importance d'évaluer les troubles de la perception. Sur le plan des interactions sociales, de récentes études rapportent une prévalence de « 5 à 40% de troubles du spectre autistique (TSA) dans la population de patients avec trisomie 21 » (Krieger et coll., 2014). Ainsi les TSA chez les enfants avec T21 seraient plus fréquents que dans la population générale et que chez les autres sujets souffrant de DI. Hepburn et coll. (2008) affirment que « le chromosome 21 serait impliqué dans l'épigénèse de certains cas d'autisme ». Alors, l'hypothèse d'une étiologie génétique commune entre ces affections peut être avancée.

Le syndrome de l'X fragile est la seconde cause génétique de retard mental mais la première cause héréditaire (Guidetti et Tourrette, 2014). Ce syndrome est causé par une anomalie du chromosome X, qui présente une fragilité du bras long. C'est pourquoi son incidence est plus élevée chez les hommes : environ 1/4000 que chez les femmes : environ 1/7000 naissances (Lacombe et coll., 2006). Ainsi, la symptomatologie chez les garçons est plus marquée et caractérisée par des problèmes de communication avec une anxiété prégnante et une DI quasi constante. Celle-ci est souvent de sévérité moyenne (QI entre 35 et 50) à sévère (QI inférieur à 35) et on note des capacités de raisonnement visuospatial, attentionnelles et des processus séquentiels particulièrement altérés. Les filles souffrent

d'une expression clinique plus variable et moins spécifique, seulement un tiers présentent une DI mais la majorité ont des troubles spécifiques des apprentissages (Broca et Prado, 2013)

Le syndrome de Williams-Beuren est également une anomalie génétique (microdélétion en 7q11.23) qui s'associe à une DI, bien que plus rare, puisque son incidence est de 1/20 000 naissances (Lacombe et coll., 2006). Le profil cognitif associe une DI modérée à sévère avec divers troubles, aux caractères hétérogènes. En effet, il existe des troubles majeurs des fonctions perceptives, notamment des troubles visuospatiaux alors que l'acquisition du langage est correcte bien que retardée (Goldenberg et Saugier-Weber, 2006).

Suite à ce descriptif synthétisé des multiples formes que peut revêtir la DI, l'intérêt se porte sur les différents outils d'évaluation utilisés pour ce diagnostic.

### **3. Etablir un diagnostic de déficience intellectuelle**

#### ***a. Tests psychométriques***

Nous allons ici présenter les tests psychométriques classiquement utilisés afin de classer les DI, cependant nous aborderons ultérieurement leurs limites.

Deux grands types de tests d'efficience intellectuelle existent : les tests multi-tâches proposant une série de plusieurs subtests et les mono-tâches qui n'évaluent qu'un seul type d'opération mentale et basés sur une graduation en difficulté. Ces-derniers doivent être administrés en deuxième intention afin de compléter des résultats (Mazeau, 2008).

#### **Les tests multi-tâches :**

–Les épreuves de Wechsler, administrées en première intention de par leur équilibre entre les épreuves verbales et non verbales et la variété des épreuves de facteur G (variable définissant les corrélations positives entre tous les tests d'aptitudes mentales quel qu'en soit le contenu) : Wechsler Intelligence Scale for Children (W.I.S.C.) et Wechsler Preschool and Primary Intelligence Scale (W.P.P.S.I.)

✦ W.P.P.S.I. (Wechsler, Tideman, 1999) destinée aux enfants âgés de 2 ans 6 mois à 7ans 7 mois.

✦ W.I.S.C. (Wechsler, 2003) administré aux enfants entre 6 ans et 16 ans et 11 mois.

–Le K-A.B.C. ou batterie pour l'examen psychologique de l'enfant (Kaufman et Kaufman 1983), cet outil est constitué de 16 subtests répartis en trois échelles (séquentielle, simultanée et de connaissances). Il est destiné aux enfants d'âge scolaire (2 ans et demi à 12 ans et demi).

- La M.S.C.A. ou échelles d'aptitudes pour enfants de Mc Carthy (1977), administrée entre 2 ans et demi et 8 ans et demi, elle comprend 6 échelles : verbale, performance perceptive, quantitative, mémoire, motricité et intelligence générale.
- Les Echelles Différentielles d'Efficiences Intellectuelles- forme Revisitée (E.D.E.I.-R) (Perron-Borelli, 1996) qui explorent, sous l'angle de la pensée catégorielle et de l'adaptation sociale, les compétences intellectuelles. Elles se composent d'épreuves verbales et non verbales aux moyens de différentes échelles: des échelles catégorielles (conceptualisation, classifications, analyse catégorielle), mais également des échelles de « connaissances », de « compréhension sociale », de « vocabulaire » et d' « adaptation pratique » (Tourrette, 2014). Des âges de développement permettent de retracer les performances de l'enfant.
- La Nouvelle Echelle Métrique de l'Intelligence (N.E.M.I.) (Cognet, 2011), échelle globale de développement mental, constituée de quatre épreuves obligatoires (connaissances verbales, comparaisons, matrices analogiques et vocabulaire) ainsi que de trois épreuves facultatives (adaptation sociale, répétition de chiffres, représentations visuo-spatiales) (Tourrette, 2014). Cette échelle est applicable aux enfants de 3 à 14 ans.
- La NEPSY ou Bilan Neuro PSYchologique de l'enfant (Korkman et coll.,2008) qui permet l'analyse de l'attention et des fonctions exécutives, du langage, de la sensorimotricité, du domaine visuo-spatial, de la mémoire et des apprentissages.

**Les tests mono-tâches sollicitent :**

- Le raisonnement logique comme dans les cubes de Kohs (1923) et les Matrices Progressives (P.M.) (Raven, Raven, et Court, 1993).
- Les fonctions visuo-spatiales et exécutives qui sont analysées dans les Matrices Progressives, la figure de Rey (Wallon et Mesmin, 2009) et les cubes de Kohs.
- L'audition, la discrimination auditive, les connaissances lexicales dans le VOCabulaire en IMages (V.O.C.I.M.)(Dunn et coll., 1993).
- Les tâches séquentielles et simultanées évaluées dans l'Epreuve Verbale d'Aptitudes Cognitives (E.V.A.C) (Flessas et Lussier, 2003).

***b. Evaluation du comportement adaptatif ou compétence sociale***

L'adaptation sociale est aujourd'hui une composante essentielle de la DI qui était auparavant exclusivement centrée sur le déficit cognitif (Maurice et Piédalue, 2003). « Le fonctionnement adaptatif concerne les facultés d'adaptation dans trois domaines : conceptuel, social et pratique » (APA, 2015). Mesurer les fonctions adaptatives est primordial car cela permet d'évaluer l'efficacité intellectuelle du sujet en vie quotidienne, d'évaluer un savoir pratique et pas seulement des savoirs essentiellement académiques. De

plus, un décalage entre un niveau cognitif tel qu'on le définit dans les tests psychométriques et une capacité d'insertion sociale satisfaisante chez certains individus DI est souvent constaté en pratique clinique (Marcelli et Cohen 2012). C'est pourquoi les échelles de comportement adaptatif sont souvent utilisées en complément des tests d'efficience intellectuelle classiques étudiés ci-dessus. Les différentes échelles de comportement adaptatif permettent de rendre compte du caractère homogène ou non de la déficience et par conséquent d'orienter le diagnostic mais aussi de répertorier les compétences et incapacités d'un individu en vue d'établir un projet éducatif individualisé (Tourrette, 2014).

Les échelles de comportement adaptatif les plus couramment utilisées sont celles de Vineland (la plus utilisée en Amérique du Nord), l'Échelle québécoise des comportements adaptatifs (EQCA), l'ABAS-II, l'Échelle de Développement Psychosocial (EDP) ou les EDEI-R, (Lussier et Flessas, 2009), (Marcelli et Cohen, 2012).

L'évaluation de la DI repose donc sur une combinaison de tests, cela pour tous les tableaux cliniques. Lorsque la DI accompagne un syndrome autistique, elle se doit d'être évaluée également. C'est pourquoi nous détaillons ci-après les caractéristiques des TSA.

### **C. Développement sur l'autisme associé au handicap intellectuel**

#### **1. Le spectre autistique**

L'autisme, trouble neuro-développemental, est retrouvé chez 1 enfant sur 150 (Fombonne, 2009), ainsi, sa fréquence élevée a suscité la curiosité de beaucoup de chercheurs et donné lieu à de nombreuses théories. Néanmoins, ses rouages demeurent une énigme pour la majorité de la communauté scientifique.

Léo Kanner, introduit la notion d'autisme infantile dès 1943 et en décrit les caractéristiques majeures, ce que, plus tard, Wind et Gould appellent « la triade autistique » (Rogé, 2008): déficits persistants dans les interactions sociales, caractère restreint et répétitif des comportements, intérêts, activités et un déficit dans les comportements de communication verbaux et non-verbaux. Cette triade se retrouve dans la classification de l'OMS, la CIM-10, qui regroupent l'autisme sous le terme de Troubles Envahissants du Développement (TED), incluant 5 sous-catégories dont l'autisme atypique, l'autisme infantile, les syndromes désintégratifs de l'enfance et le syndrome d'Asperger.

Dorénavant, dans le DSM-5, les différentes catégories d'autisme ont disparu et on se réfère au spectre de l'autisme en raison des « manifestations du trouble qui varient de façon importante selon le degré de sévérité de celui-ci, le niveau de développement et l'âge chronologique » (APA, 2015). L'apparition des symptômes sensoriels en tant que critères

diagnostiques est également une grande nouveauté, réclamée par la communauté des personnes autistes (Bogdashina, 2012).

## **2. Développement sur l'autiste déficient intellectuel**

### ***a. Epidémiologie***

Les dernières études (Charman et coll., 2011) étudiant la comorbidité entre déficience intellectuelle et autisme rapportent un ratio d'environ 50% et parmi ceux-ci, seulement 1/5 souffriraient d'une DI modérée à sévère.

### ***b. Caractéristiques et aspects développementaux***

Lorsque l'autisme est associé à un trouble du développement intellectuel, cela engendre un retard affectant des secteurs de développement autres que ceux primitivement altérés dans l'autisme (Georgieff, 2008). Ainsi, le retard est plus global et l'altération des interactions sociales est supérieure au déficit attendu par rapport au développement général (APA, 2015). Les enfants autistes ont la particularité d'être très hétérogènes dans leurs domaines de développement, il est donc préférable d'évoquer des niveaux de développement plutôt qu'un niveau intellectuel (Tardif et coll., 2014).

Toutefois, l'évolution de cette comorbidité n'est pas linéaire. Beaucoup rapportent qu'il faudrait y introduire un aspect développemental car l'intensité de la comorbidité ne serait pas la même tout au long de l'enfance (Pry et coll., 2005). La définition actuelle ne prend pas assez en compte la dynamique évolutive observée chez ces patients où l'on peut même parfois assister à une régression de la DI. En effet, chez ces enfants, le potentiel cognitif ne s'exprimerait pleinement que tardivement, or, pour la plupart, les évaluations psychométriques sont réalisées jeunes et se déroulent parfois dans des conditions qui ne permettent pas de tester correctement les enfants.

Comme évoqué précédemment, l'autisme détient encore une grande part de mystère dans son fonctionnement. Néanmoins, plusieurs théories cognitives ont été émises afin d'expliquer le fonctionnement autistique.

## **3. Théories cognitives dans l'autisme**

### ***a. Trouble de la construction de la théorie de l'esprit***

Lors de sa construction psychique, l'enfant apprend à attribuer des états mentaux, deviner les pensées et intentions d'autrui. Cette capacité participant à la relation, la compréhension de l'autre, est nommée Théorie de l'esprit par Baron-Cohen. Il considère que c'est une habileté déviante, déficitaire chez les autistes, ce qui expliquerait leurs anomalies en communication et relations sociales (Chokron et coll., 2010b). Cependant, cette capacité ne se développerait qu'aux alentours de 3-4ans, or le déficit en communication sociale est présent dès la naissance. En effet, des expériences ont montré

que des bébés autistes regardaient préférentiellement un objet géométrique plutôt que le regard de l'interlocuteur. Ce trouble de la fixation visuelle de l'interlocuteur est même considéré par certains auteurs comme un des signes précoces de l'autisme, présent très tôt dans le développement (Bargiacchi, 2011). Or, le contact visuel avec l'interlocuteur est une des bases afin de développer l'attention conjointe. Le facteur précoce entravant le développement de la théorie de l'esprit serait donc un déficit primaire dans les capacités d'attention conjointe chez les autistes. Ainsi, Baron-Cohen a montré qu'une absence d'attention conjointe à 18 mois était un prédicteur d'autisme (cité par Chokron et coll., 2010b). Il faut noter que ces éléments diagnostiques sont très intriqués avec le développement de la vision et les expériences perceptives induites.

#### *b. Faible cohérence centrale*

Chez les normo-typiques, lorsqu'on perçoit une scène, nous regroupons les diverses informations nous parvenant afin d'en former un concept global, action qui permet l'attribution du sens. Ainsi, nous passons d'un mode de traitement local à un mode de traitement global de l'information (Hommet, 2005). Les autistes ayant pour caractéristique de ne pas réussir à percevoir la structure globale, Frith et Happé (1994) ont proposé l'hypothèse d'une faible cohérence centrale chez cette population. Cela engendrerait des difficultés à hiérarchiser les informations et pourrait rendre compte des altérations sociales rencontrées chez l'autiste puisque par exemple, l'intégration d'indices de communication non-verbaux et verbaux ne serait pas possible en simultané (Lussier et Flessas, 2009).

#### *c. Trouble du traitement perceptif*

Afin d'actualiser et de proposer une alternative au modèle de la faible cohérence centrale, Mottron et Burack (2001) ont proposé le modèle du sur-fonctionnement perceptif : hyperfocalisation sur les parties du tout dans 2 modalités sensorielles, auditives et visuelles. Leur modèle comporte 8 principes qui caractériseraient la perception autistique (Mottron et coll., 2006). L'attrait des sujets autistes pour les détails s'expliquerait par une supériorité des processus perceptifs de bas-niveau au détriment des processus de haut-niveau (intégratifs et plurimodaux), mais ils l'entendent en termes de capacités positives, c'est-à-dire de compétences supérieures en tâches simples. La cognition autistique serait donc à penser en termes de processus perceptifs, leurs performances supérieures y jouant un rôle très important (Samson et coll., 2012).

Cependant, ces hypothèses sont à nuancer car il est retrouvé une part importante d'anomalies visuelles chez les autistes, qui pourraient ne pas être une modalité de fonctionnement mais bien une catégorie de troubles à part entière. Ceux-ci étant particulièrement prégnants sur la symptomatologie lorsque l'autisme est associé à une DI

(Lainé et coll., 2009) (Lainé et coll., 2008) (Leekam et coll., 2007). De même, les DI présentent des particularités de traitement de l'information visuelle. C'est pourquoi nous nous sommes particulièrement intéressées à ces populations et leurs liens avec les TNV.

### **III. ETUDE DES PARTICULARITES VISUELLES AU SEIN DE CES POPULATIONS**

#### **A. Etude des troubles neurovisuels chez les individus DI**

L'équipe de Cui et coll. (2008) a cherché à évaluer l'impact de troubles visuels sur la qualité de vie des sujets DI car jusqu'ici, aucune étude n'avait été menée à ce propos. Les données issues de cette recherche prouvent que la prévalence des troubles ophtalmologiques chez les enfants avec DI est relativement élevée et que l'impact de ces troubles sur la qualité de vie est majeur puisque la vision détermine le développement des apprentissages et de nombreuses aptitudes motrices et cognitives, y compris chez les sujets DI. Or, la coexistence de troubles ophtalmologiques et de TNV n'est pas rare au sein de cette population (Boot et coll., 2012). Ainsi, nous nous sommes intéressées dans notre partie pratique, à l'évaluation des TNV dans une population ayant pour critère commun la DI associée à un syndrome génétique et à des TSA ou non. Pour cela, nous avons élaboré une batterie de tests neurovisuels réalisables chez des enfants non-coopérants pour la première fois. Afin d'appuyer la nécessité de ces tests, nous recensons ci-dessous les divers TNV déjà observés au sein des sujets avec DI ou avec TSA.

##### **1. Fixation, balayage et saccades visuelles**

Ross (1981) a montré que la fixation visuelle des DI serait moins optimale que chez les enfants contrôles et le balayage visuel moins fonctionnel. Les sujets DI obtiendraient dans ce domaine des résultats similaires à ceux d'enfants significativement plus jeunes. La mesure de ces tâches visuelles requiert l'utilisation d'un appareillage précis, demandant une certaine coopération et tolérance de la part du sujet qui est difficile à obtenir chez l'individu DI, ceci impacte donc leurs performances. Nous notons alors une grande hétérogénéité concernant les caractéristiques des saccades oculaires de ces patients. Il est intéressant de noter qu'une altération du balayage visuel pourrait être à la fois une cause et une conséquence de déficit cognitif. En effet, le développement cognitif du sujet est très lié à ses aptitudes perceptives mais l'altération des processus de contrôle relatif à la DI pourrait également expliquer une altération de certaines fonctions visuelles notamment oculomotrices.

##### **2. Préférence des sujets pour les contrastes élevés (stimuli noirs et blancs)**

L'expérience de Buhrow et coll. (2003) démontre que les DI profonds auraient une préférence pour les stimuli noirs et blancs, c'est-à-dire les stimuli très contrastés, plutôt

que pour d'autres stimuli plus faiblement contrastés (blancs et jaunes/rouges et jaunes). Préférence non observée chez le groupe d'enfants contrôles. Or, dans le cas de TNV les stimuli les plus contrastés sont les plus prégnants et ainsi les mieux traités par le cortex visuel. Cette préférence marquée par les sujets DI pourrait signer la présence d'un TNV.

### **3. Difficultés de traitement des informations dans le champ périphérique**

Les individus déficients intellectuels ont besoin de plus de temps pour repérer les différences entre deux photographies différentes représentant une scène de vie quotidienne, les difficultés sont majorées si les changements ont lieu dans le champ périphérique (Carlin et coll., 2003). Ici, nous pourrions nous questionner : pour une tâche donnée, est-ce le TNV qui entrave sa réalisation ou bien la DI qui ne permet pas à l'enfant de réaliser la tâche de manière efficiente ? En outre, les individus avec DI ne filtreraient pas les informations visuelles perçues et seraient submergés par un trop-plein d'informations non traitées, que ces informations soient spatiales ou des entités abstraites (Giuliani et Schenk, 2015).

### **4. Dissociation entre le traitement spatial et l'identification de l'objet**

Courbois (1996) a mis au point une expérience pour laquelle l'enfant doit choisir le point de vue adéquat d'une poupée parmi différentes photos en fonction de la situation de test (poupée orientée à différents degrés en fonction d'objets positionnés sur le plateau de jeu). Ainsi, il démontre que les capacités de coordination des perspectives spatiales des adolescents déficients intellectuels sont largement inférieures à celles des sujets non déficients intellectuels d'âge mental équivalent.

De plus, Courbois et Lejeune, (2000) formulent l'hypothèse d'un déficit des composantes spatiales et notamment de l'encodage des propriétés spatiales chez les sujets déficients intellectuels. Ils postulent toutefois que le système d'encodage des propriétés de l'objet ne serait pas déficitaire. Par conséquent, « les traitements imagés qui portent sur les propriétés de l'objet semblent être plus efficaces que ceux qui portent sur les propriétés spatiales » (Courbois, 2002).

Toutefois, l'expérience de Giuliani et coll., (2015) nuance cette hypothèse. En effet, ici, les DI se montrent plus performants que les contrôles dans la détection de déplacements d'objets dans l'espace. Ce résultat est obtenu en mesurant la durée, le nombre et les mouvements de leurs points de fixation sur les objets lors du balayage visuel. En revanche, les DI ne détectent pas la suppression d'objets dans l'environnement de test. Giuliani utilise le modèle de Piaget pour expliquer ces résultats : les DI encoderaient les propriétés spatiales de chaque objet mais ne les intégreraient pas dans une structure globale.

En somme, il est déjà constaté un bon nombre de troubles appartenant à la sphère neurovisuelle chez les DI, sans pour autant qu'une comorbidité soit établie pour le moment. Cela en va de même pour les autistes, comme cela est décrit plus bas.

## **B. Etude des principales anomalies visuelles retrouvées chez les personnes autistes**

Bogdashina (2012) relevait que des caractéristiques considérées comme typiques d'enfants aveugles étaient considérées comme des symptômes de signes autistiques (comportements répétitifs, anomalies du langage, intérêts spécifiques pour des odeurs, des objets...). Elle a alors interrogé ces ressemblances en se demandant si les « enfants autistes seraient comme aveugles, est-ce qu'ils auraient une sorte de perception perturbée ? »

### **1. Vision du mouvement**

Dans sa revue sur les caractéristiques visuelles dans le spectre autistique, Simmons souligne le fait que « la perception du mouvement est un des domaines les plus étudiés mais aussi le plus controversé » (Simmons et coll., 2009). En effet, il existe quelques consensus mais également beaucoup d'études contradictoires, les résultats ne peuvent pas encore être reportés à grande échelle, ce qui forme beaucoup d'hypothèses mais peu de conclusions certaines. D'autant plus que chez les patients autistes, la perception visuelle n'est pas systématiquement évaluée.

Lors de l'étude de la perception du mouvement local, Bertone (2005) retrouve une dichotomie entre de bonnes performances pour des stimuli visuels simples (mouvement de premier ordre, contraste lumineux), mais des performances médiocres pour des stimuli visuels complexes (mouvement de deuxième ordre, nécessitant un traitement intégratif de plusieurs indices). Bertone et coll. (2003) ont formulé l'hypothèse d'un modèle neuro-intégratif : le trouble perceptif des autistes serait la conséquence d'une altération d'un circuit neuronal sélectif, affectant le traitement de certains stimuli de bas-niveau . Dans une même perspective, Robertson et coll. (2014) trouvent une perturbation des informations visuelles élémentaires dans le cortex visuel primaire, ce qui impacterait la formation d'une image holistique due à une transmission des éléments locaux ralentie, travaux qui font écho à ceux de Gepner (2005), Gepner et coll. (2002).

La perception d'un mouvement cohérent est généralement étudiée à l'aide de pattern de points lumineux, la plupart ayant des directions aléatoires et une petite partie représente un mouvement reconnaissable. Spencer (2000) a étudié la perception de ce type de mouvement chez les enfants autistes et a trouvé un déficit dans l'identification de la cohérence de mouvement. L'équipe de Milne (2002) a corroboré ces résultats avec une

autre expérience, cela les a amenés à former l'hypothèse d'une faiblesse de la voie dorsale (impliquée dans le traitement du mouvement) chez les enfants autistes. Une hypothèse soutenue par la découverte d'anomalies de la voie magnocellulaire (donnant naissance à la voie dorsale au niveau occipital) chez des autistes (Greenaway et coll., 2013)(McCleery et coll., 2007). Toutefois, Simmons (2009) rappelle que beaucoup d'études se contredisent à ce sujet et que tant qu'il n'y a pas plus de rigueur méthodologique quant au recrutement des sujets et des choix de stimuli, un consensus sera compliqué à établir.

L'équipe de Blake (2003) suite à ces publications, a alors voulu distinguer le traitement d'un mouvement d'objet versus celui d'un « mouvement biologique ». Ce dernier est la représentation d'une action animale ou humaine à l'aide de points lumineux en mouvements. Blake a mis en évidence un déficit dans la reconnaissance visuelle du mouvement biologique. Alors, l'élaboration de cette compétence au cours de l'enfance a été investiguée et chez les autistes, contrairement aux normo-typiques, la trajectoire développementale stagne au lieu de continuer son accroissement, autour de 5ans (Annaz et coll., 2010). Le déficit spécifique serait, des altérations des processus de bas-niveau dans le traitement du mouvement, entravant l'interprétation du mouvement biologique (Simmons et coll., 2009), tôt dans le développement des enfants autistes (Dawson et coll., 2002).

## **2. Orientation de l'attention visuelle : vision tubulaire ?**

Le traitement spécifique pour les détails observés chez les autistes pose question sur la façon dont ils perçoivent le monde. Beaucoup de cliniciens évoluant auprès d'autistes rapportent l'utilisation préférentielle d'une vision focale, ce qui pourrait évoquer une vision tubulaire.

Ainsi, Milne (2013) s'est interrogée sur la sensibilité des autistes au-delà de 30° d'excentricité (par rapport au point de fixation), et a trouvé une sensibilité très amoindrie pour les cibles présentées dans l'hémi-champ nasal des sujets autistes. Ces résultats sont à mettre en relation avec ceux relevés pour l'attention spatiale chez cette population, en effet, le gradient spatial attentionnel (baisse de performances quand il y a un éloignement du stimulus visuel) des sujets autistes serait largement réduit par rapport aux sujets contrôles (Robertson et coll., 2013) : leur champ visuel attentionnel serait donc essentiellement central. Cela a été confirmé par l'investigation de l'étendue du champ visuel lors de tâches de détection visuelle (Song et coll., 2015), qui rapporte une absence de détection des stimuli dans le champ visuel périphérique. L'ensemble de ces résultats tend à faire penser que l'attention ne serait pas la seule composante entrant en jeu dans la détection des stimuli visuels. En effet, ces caractéristiques renvoyant à la description d'une

vision tubulaire, on pourrait se demander quels seraient les résultats d'un examen du champ visuel systématique chez la population autistique.

Les études de ces anomalies visuelles ont essentiellement été réalisées avec des sujets présentant un syndrome d'Asperger, ainsi nous n'avons encore que peu de données sur leurs applications à l'ensemble du spectre autistique (Simmons et coll., 2009). Cependant, il est tout de même reconnu et montré que la sévérité des traits autistiques est liée à l'intensité des anomalies visuelles (Gepner, 2005) (Lainé et coll., 2009) (Lainé et coll., 2008) (Leekam et coll., 2007).

#### **IV. EXISTERAIT-IL UN BIAIS PERCEPTIF DANS LES TESTS DIAGNOSTIQUES DE LA DI ?**

##### ***A. Limites d'utilisation et d'interprétation des échelles d'intelligence au sein d'une population souffrant de DI***

###### **1. La situation de test et ses biais**

Comme nous l'avons évoqué, les troubles du développement intellectuel, associés ou non à d'autres troubles ou encore intriqués dans un syndrome, s'évaluent et se définissent en partie par l'utilisation de tests psychométriques « classiques ». Les plus utilisés en psychopathologie développementale sont les échelles de Wechsler et celles de Kaufman (Fremolle-Kruck et coll., 2015). Cependant, l'application de tels tests à une population déficiente, souffrant notamment de troubles connexes affectant la « communication, le langage les fonctions sensorielles ou motrices, peut affecter les scores obtenus » (Greenspan et coll., 2015). De fait, les performances réalisées par ces sujets comportent un certain nombre de biais, Mottron (2010) fustige principalement l'utilisation du langage pour la formulation et la réponse aux épreuves. Mais il existe également des biais socioculturels puisque les tests reflètent des performances académiques, dépendantes du type d'insertion scolaire des individus (Le Du, 2009). Enfin, ces outils de mesure ne prennent pas en compte la forte variabilité interindividuelle de fonctionnement dans cette population. Or, cette hétérogénéité nécessite une adaptation des conditions de passation lors des situations de tests, souvent rendus irréalisables du fait de règles strictes.

###### **2. Le QI constitue-t-il réellement un outil diagnostique ?**

###### ***a. Controverse autour de la notion de Q.I.***

Une des critiques majoritaire reçue par ces échelles est qu'elles donnent lieu au calcul d'un QI ou encore facteur général de l'intelligence. En effet, bien que ces tests aient été publiés au 19<sup>ème</sup> siècle, ils servent encore de référence (Lautrey, 2001) en dépit du fait qu'ils aient été élaborés alors que les neurosciences cognitives, balbutiantes, ne pouvaient apporter de modèle théorique ou de base neuro-anatomique pour justifier les modes

d'évaluation de notre intelligence (Chokron, 2014b). Leurs dernières révisions proposent toujours le calcul d'un QI global ou « une sommation des réussites dans des tâches intellectuelles variées » (Duru-Bellat et Fournier, 2007). Comme évoqué auparavant, cette conception unitaire de l'intelligence a été remise en question par les sciences cognitives pour distinguer plusieurs aspects rendant compte de l'intelligence et notamment plusieurs processus cognitifs (Lautrey, 2005). Seulement, même si ce concept fait débat car les praticiens ne savent pas réellement ce qu'il recouvre (Major et coll., 2011), il sert de référence afin de classer les troubles intellectuels.

#### **b. Question de la classification des DI selon le QI**

Le diagnostic de déficience intellectuelle repose donc aujourd'hui sur une mesure pour laquelle aucun consensus n'est trouvé. De plus, le matériel proposé ne leur permettrait pas un traitement optimal des épreuves, or « pour bien évaluer le potentiel d'une personne, il importe de lui présenter des activités qui correspondent à du matériel qu'elle est capable de traiter » (Yvon et coll., 2014). Ce qui pose question quant à la validité du diagnostic mais aussi quant aux possibilités de diagnostic différentiel entre plusieurs signes cliniques se recoupant. Par exemple, l'autisme et le retard mental sévère peuvent être confondus sur le plan clinique, en l'absence de tableau symptomatologique bien défini pour la DI sévère (Tordjman, 2002). Greenspan et coll.(2015) mettent d'ailleurs en relation la nécessité pour un praticien d'établir un QI de manière dichotomique (<70 ou non) avec le fait que la DI soit un trouble relativement obscur pour un observateur non averti.

Si l'exemple de l'autisme est repris, la plupart des tests utilisés pour son diagnostic utilisent des critères pathognomoniques du domaine de la perception. Or, ce domaine n'est pas investigué en premier lieu, la question se posant est de savoir s'il ne constituerait pas un biais supplémentaire lors de l'établissement de diagnostics, notamment lors des tests de QI tels qu'ils sont réalisés actuellement ?

### **B. Utilisation d'échelles d'intelligence pour les individus avec TNV**

#### **1. Potentiel caché des enfants avec TNV**

Les tests psychométriques classiquement utilisés ne permettraient pas aux enfants avec TNV d'exprimer toute l'étendue de leur potentiel cognitif puisqu'ils sont comparés à des enfants n'ayant pas été privés d'expériences perceptives (Jan et Burden, 2001). Or, selon Ross (1981), l'information visuelle est « nécessaire aux activités cognitives mais également au développement intellectuel normal qui peut être retardé ou ne pas se produire si les expériences cognitives habituelles sont refusées à l'enfant en raison d'un fonctionnement visuel déficient ». Cela a pour conséquence de faire perdre leur valeur prédictive aux tests, en ne rendant pas compte du potentiel d'apprentissage de l'enfant avec

TNV (Groenveld, 1990). Il est donc déconseillé d'établir des conclusions sur l'intelligence de l'enfant TNV à partir de tests de QI.

## **2. Quid de la validité diagnostique de la DI**

Le paradoxe est donc inscrit : le diagnostic de DI est confirmé et établi par l'évaluation d'un QI, une pratique elle-même contre-indiquée lorsqu'il est question d'enfants avec des anomalies de la fonction et/ou de la cognition visuelles. Or, parmi la population DI, on retrouverait une prévalence des troubles de la fonction visuelle plus importante que ce qui est actuellement supposé (Boot et coll., 2012). Ainsi, la population DI deviendrait une population souffrant de troubles visuels ou neurovisuels, pour qui le diagnostic initial est déterminé par un score à un test déconseillé chez des sujets porteurs de TNV. La validité du diagnostic de DI pourrait alors être remise en question et se dresse la problématique d'une confusion diagnostique en partie due à des évaluations incomplètes ne permettant pas de distinguer l'impact d'un trouble perceptif sur le développement cognitif. Afin d'étudier cette possible méprise entre différents tableaux cliniques nous allons détailler ci-dessous les différents troubles retrouvés chez les individus privés d'une partie de leur expérience visuelle, possédant des ressemblances avec ceux retrouvés chez les DI (inclus ou non dans des syndromes).

### **C. Contradictions symptomatologiques**

Nous allons ici mettre en évidence comment et pourquoi les troubles se rapportant à la vision amènent l'enfant à se construire autrement (Mazeau et Pouhet, 2014) et peuvent ainsi prendre la forme de symptomatologies retrouvées dans plusieurs syndromes.

#### **1. Troubles du comportement**

Dès la naissance, le bébé appréhende le monde à travers la vision et devient capable dès 6 mois d'accorder une certaine cohérence à un environnement visuel en perpétuel mouvement (Gillet, 2013). La prise de conscience du monde environnant est en effet rendue possible grâce aux fonctions gnosiques de la vision notamment, qui permettent de donner du sens aux percepts. Alors, un enfant souffrant de troubles affectant sa vision n'aura plus de possibilités d'anticipation sur le monde, de l'intégrer en expérience rassurante, ce qui génère des situations de grandes angoisses pouvant évoquer des symptômes psychotiques (Mazeau, 2008). De la même façon, un comportement répétitif peut devenir un moyen de contrôler son input visuel (Lueck et Dutton, 2015)

#### **2. Troubles de la cognition sociale**

Un trouble de la fonction visuelle rend la participation aux jeux imitatifs ou aux jeux de reconnaissance d'objets complexe (Lueck et Dutton, 2015), ce qui limite l'interaction

avec les pairs dès le plus jeune âge et entrave le développement des capacités d'interactions sociales (Chokron, 2015) (Pawletko et coll., 2014). En effet, l'imitation joue un rôle important dans le développement de la communication sociale, puisqu'elle possède une double fonction (Nadel, 2005) : instrument d'apprentissage et moyen de communication, des fonctions essentielles pour le développement et l'adaptation.

### **3. Troubles du développement intellectuel**

L'équipe de Cioni et coll. (cités par (Guzzetta et coll., 2001) a mis en évidence que les troubles affectant la perception visuelle ont la plus forte corrélation avec le niveau cognitif (en comparaison avec des troubles moteurs ou encore des particularités neurologiques retrouvées en IRM). Il est ainsi reconnu que l'input visuel précoce est très important pour le développement et la mise en place de l'architecture neurale, notamment de l'hémisphère droit (Geldart et coll., 2002) . Nous comprenons alors qu'un manque de stimulations visuelles appropriées présent dès le plus jeune âge pourra constituer un appauvrissement du potentiel cognitif et éventuellement une déficience acquise. En effet, le degré de sévérité du déficit sensoriel semble corrélé à la gravité de la DI (Engel-Yeger et coll., 2011).

La multiplicité des troubles cités ci-dessus faisant partie de symptomatologies communes à la DI et aux TNV, il est mis en exergue la nécessité de pouvoir cerner au plus près le tableau clinique recouvrant la DI. Alors, il paraît essentiel d'évaluer la part que jouent les troubles perceptifs dans les troubles cognitifs, et « examiner de manière juste » le développement cognitif, langagier et moteur de l'enfant (Groenveld, 1990).

## **D. Impact et implications du dépistage des TNV chez les DI**

### **1. Mise en place d'une PEC adaptée**

Or, si des TNV sont détectés chez les DI, il est reconnu que leur prise en charge et la mise en place d'un environnement stimulant visuellement est efficace sur le développement cognitif (Jan et Burden, 2001). La vision étant un système profitant d'une maturation considérable dans les premières années de vie, il convient de la rééduquer le plus précocement possible. De fait, cela améliorerait le développement psychosocial, le fonctionnement quotidien et les performances scolaires (Boot et coll., 2012) (Pawletko, Chokron et Dutton, 2014). Par ailleurs, la rééducation positionnant le domaine de la perception au centre des PEC, cela pourrait également permettre aux supposés DI d'atteindre un niveau de performances suffisant afin de passer des tests de mesure d'intelligence, en éliminant le biais perceptif.

## **2. Importance d'une évaluation adaptée pour la PEC ciblée**

En effet, une « évaluation précise des compétences de l'enfant est [...] indispensable car elle conditionne la prise en charge éducative et thérapeutique dont il bénéficiera » (Fremolle-Kruck et coll., 2015). Il est donc nécessaire d'être en mesure d'évaluer précocement la présence éventuelle de TNV. Cette évaluation constitue un préalable indispensable à la PEC puisqu'« elle permet d'apprécier la place de la déficience de la vision dans l'ensemble du handicap et d'associer [...] la rééducation visuelle aux différentes prises en charge » (Jacquier, 2010).

C'est pourquoi nous nous sommes intéressées aux moyens existant actuellement afin de dépister les TNV dans une population présentant une DI.

## **V. EVALUATION DES TROUBLES NEUROVISUELS CHEZ L'ENFANT : OUTILS EXISTANTS**

### **A. En France et à travers le monde**

#### **1. Outils de tests étrangers**

À l'étranger, la création de batteries de dépistage des TNV chez l'enfant semble, encore à ce jour, peu développée. Certains questionnaires anamnestiques à l'attention des parents sont élaborés afin de mieux appréhender les difficultés de l'enfant et permettre la mise en place d'une guidance parentale.

- Le questionnaire de Roman-Lanzy (2007) est à l'attention des parents et l'objectif est d'orienter le diagnostic vers une éventuelle altération de la cognition visuelle.
- **The Children's Visual Function Questionnaire (CVFQ)** mis au point par Birch et coll. (2007) permet de mesurer l'impact d'un éventuel TNV sur les activités de la vie quotidienne jusqu'à l'âge de 7 ans

Par ailleurs, quelques batteries sont à la disposition des praticiens afin de pouvoir dépister les TNV, mais il existe très peu d'outils diagnostiques. Ricci et coll. (2008), en Italie, ont élaboré une batterie permettant de tester les différents aspects de la fonction visuelle de manière rapide (5 à 10 mn) dans les 48h après la naissance afin d'effectuer un dépistage pour des enfants présentant des risques sur le plan neurologique.

Au Royaume-Uni, Janette Atkinson et coll. (2002) ont mis au point la batterie **ABCDEFV** qui se compose de 22 épreuves destinées aux enfants de 0 à 6 ans. Cette batterie a pour but de mettre en évidence les domaines de la vision déficitaires. Pour cela, elle propose un examen de tous les aspects développementaux de la vision, ce qui peut en faire un examen long. Une version plus courte peut également être administrée.

**Le Developmental Test of Visual Perception (DTVP-3)**, élaboré par Hammill (2013) (dernière version révisée du « *FROSTIG* »), permet de tester les enfants de 4 ans à

12 ans et 11 mois. Il se compose des subtests suivants : coordination oculo-manuelle, copie, différenciation forme-fond, complétion de formes et appariement visuel parmi un choix multiple (avec distracteurs). La durée de passation du test est de 30 minutes environ.

**Le Test of Visual Perceptual Skills-3 (TVPS-3)** élaboré par Martin (2006), s'adresse aux enfants âgés de 4 à 18 ans. La perception visuelle du sujet est évaluée aux moyens d'épreuves visuo-spatiales, de discrimination visuelle, mémoire visuelle, différenciation forme-fond, complétion de formes, mémoire visuelle séquentielle. La passation du test avoisine les 30 minutes (en fonction des compétences de l'enfant).

**Le VMI (Visual Motor Integration) 6ème édition** est une épreuve de passation rapide (5 à 10 minutes), mise au point par Beery (2010) et destinée aux enfants entre 2 et 18 ans. Ce test de screening évalue les capacités de coordination motrice, de perception visuelle et d'intégration visuo-motrice.

Les « **Puppet Faces** » (dessins de visages très contrastés) peuvent être utilisés afin d'évaluer qualitativement l'attention visuelle ainsi que le champ visuel de l'enfant.

## **2. Outils disponibles en France**

En France, il existe 2 outils de dépistage des TNV chez l'enfant : la BAJE et l'E.V.A.

**L'EVA**, batterie d'Evaluation des troubles Visuo-Attentionnels, permet de tester rapidement la cognition visuelle de l'enfant âgé de 4 à 6 ans (Chokron dans Kovarski et Dufier, 2014)(Chokron, 2015). Les épreuves de cette batterie (champ visuel, poursuite visuelle, barrages, mémoire visuelle des formes, figures enchevêtrées et appariement d'images) sont standardisées et normées. Ce test est également en cours d'étalonnage pour la tranche d'âge de 6 à 12 ans (Chokron, 2015). L'E.V.A, qui est un test de dépistage, devra être complété, si besoin, par un bilan neuro-visuel complet.

La **BAJE**, BAtterie d'évaluation du Jeune Enfant, permet le dépistage des enfants dès l'âge de 3 mois jusqu'à l'âge de 3 ans. Elle est composée de 13 épreuves standardisées et normées. Cette batterie, sensible aux troubles neurovisuels est administrée par tranche d'âge. Elle est actuellement en cours d'étalonnage (Chokron, 2015).

Afin de dépister les TNV auprès d'enfants avec une DI ou un TSA, notre choix s'est porté sur l'adaptation de cette batterie. En effet, le degré de coopération requis étant minime et les consignes adaptées aux capacités cognitives du jeune enfant, cela lui confère l'avantage d'être utilisable avec notre population.

### **B. Compétences requises pour ces tests**

Ces tests s'adressent à des enfants tout-venant, sans comorbidité spécifique à priori. Cependant, pour que leur passation soit valide et qu'il n'y ait pas de faux-positif,

cela requiert quelques compétences sous-jacentes à une situation de test, duelle, dans un bureau. Quelques exemples sont cités ci-dessous :

- Compréhension orale (lexicale, syntaxique) nécessaire à la compréhension des consignes
- Expression orale afin de fournir des réponses aux questions ou à la dénomination
- Fonctions exécutives (attention, inhibition, flexibilité) nécessaires à une situation de test pouvant se prolonger au-delà de 20 minutes. Puisqu'un enfant en-dessous de 6 ans n'a pas encore un contrôle exécutif ou des capacités attentionnelles suffisantes pour permettre des données fiables (Lueck et Dutton, 2015).
- Compétences psychomotrices afin de pouvoir évaluer la coordination oculo-manuelle ou encore capacités de pointage
- Capacités mnésiques afin de maintenir la consigne
- Coopération, pour une situation duelle, nécessitant un échange.
- Etat émotionnel et motivationnel (disponibilité psychique de l'enfant)

La liste ci-dessus n'étant pas exhaustive, les résultats aux tests sont à interpréter avec précaution puisque les performances d'un sujet donné peuvent varier d'un test à l'autre en fonction des compétences privilégiées dans l'évaluation.

### **C. Comment évaluer les enfants pour lesquels de telles compétences ne sont pas acquises ?**

Précédemment nous avons passé en revue les batteries de tests existant afin de dépister les TNV chez l'enfant et mis en exergue les compétences que doit posséder l'enfant afin d'obtenir une passation interprétable. Or, dans notre population, la plupart de ces habiletés sont immatures ou absentes. Ainsi, Boot et coll.(2012) estiment que les tests neuropsychologiques évaluant la cognition visuelle nécessitent un âge développemental équivalent à 3-4 ans. Ce qui rend la passation de ces batteries impossible du fait des biais de performances créés, à ce jour l'évaluation de ces enfants est donc essentiellement basée sur de l'observation clinique (Boot et coll., 2012). Il n'existe pas encore d'outils à notre connaissance permettant d'évaluer les TNV chez des enfants déficients intellectuels ou ayant un trouble du spectre autistique associé au retard mental. Il serait donc souhaitable de pouvoir adapter les outils existants à l'examen de la fonction visuelle chez cette population (Chokron, Pieron, et Zalla 2014). Cette carence en outils spécifiques est préjudiciable puisque comme nous l'avons démontré, les TNV pourraient avoir une grande prévalence dans ces populations et un dépistage précoce permettrait d'apporter de nouveaux moyens de rééducation et ainsi ouvrir de nouvelles voies d'amélioration.

## PROBLEMATIQUE

La DI et les troubles envahissants du développement (TED) vont de pair avec des troubles intellectuels et/ou comportementaux. Comme évoqué précédemment, cela rend l'évaluation de ces populations relativement difficile : incompréhension des demandes d'une situation de test entraînant un défaut de coopération, impact des troubles connexes notamment réceptifs et moteurs sur les performances de l'enfant et problématique de la relation duelle. Nous pouvons alors nous demander si les outils d'évaluation destinés aux jeunes enfants (comme la BAJE) sont accessibles à cette population et quelle valeur possède leur sensibilité ? Des adaptations sont-elles nécessaires afin de ne pas obtenir des faux positifs au sein des populations testées (en raison des troubles perceptifs préexistant) ?

Le diagnostic de ces enfants repose sur des évaluations psychométriques et/ou sur leurs comportements adaptatifs ou encore leurs capacités interactionnelles. Or, la prépondérance de la vision dans ces tests n'est pas prise en compte. L'intégrité de ce système n'est pas vérifiée alors même qu'il joue un rôle important dans les réponses comportementales et donc sur la pose d'un diagnostic. De plus, les évaluations actuelles ne mettent pas en relief les processus préservés et atteints chez ces enfants, notamment pour les capacités visuelles, visuo-motrices, attentionnelles et mnésiques, capacités indispensables au développement de l'enfant. Ainsi, le domaine neurovisuel est rarement investigué dû au manque d'outils adaptés à leurs spécificités, qui ne permettraient pas d'assurer une fiabilité optimale des résultats obtenus. Toutefois, nous pouvons nous interroger : y aurait-il une corrélation entre les TNV et les troubles cognitifs et du comportement ? Dans quelle mesure les TNV pourraient-ils influencer la cognition et le comportement d'un individu ? Le dépistage des TNV semble alors primordial afin d'éliminer des biais diagnostics.

Par ailleurs, un dépistage accessible à ces populations permettrait de récolter des données épidémiologiques sur la prévalence des TNV parmi les populations d'enfants DI et TED. Avoir des données plus précises sur les TNV dans ces populations apporterait une autre dimension à la pratique clinique. En effet, cela permettrait d'apporter de nouvelles pistes de rééducation aux thérapeutes bien souvent démunis quant à leur intervention thérapeutique. Il est aujourd'hui admis que la vision joue un rôle primordial dans le développement cognitif de l'individu. Il serait légitime de se demander si une intervention thérapeutique ciblée pourrait améliorer le fonctionnement cognitif global de l'individu ou encore ses aptitudes comportementales. De plus, une rééducation neurovisuelle chez ce type de populations donnera lieu à une étude de la relation de causalité existant entre la DI, les TED et les TNV puisqu'on pourrait observer si l'amélioration des performances neurovisuelles donne lieu à l'émergence de nouvelles capacités cognitives ou sociales.

# PARTIE PRATIQUE

---

## HYPOTHESES

Suivant la revue de littérature précédemment détaillée, nous avons déduit quelques hypothèses de travail afin de constituer la réflexion engagée lors de notre partie pratique :

1. Il ne devrait pas y avoir d'effet de sexe retrouvé pour la batterie car c'est un test évaluant les capacités visuelles, pour lesquelles on ne s'attend pas à un effet de genre.
2. Chez les enfants contrôles nous attendons un effet de l'âge sur les performances aux épreuves.
3. Les enfants avec troubles cognitifs et/ou comportementaux peuvent-ils faire l'objet de tests standardisés de la fonction visuelle : la BENCO est-elle sensible à cette population ?
4. Il y aurait une prévalence des troubles neurovisuels plus élevée dans la population DI, syndromique ou non, que chez les enfants tout-venant.
5. Il est attendu que la batterie prouve sa validité et sa spécificité en montrant que certaines épreuves sont corrélées et d'autres ne le sont pas.
6. La batterie d'évaluation des troubles neurovisuels est-elle spécifique : les différents groupes de patients présentent-ils des résultats différents en fonction de leur tableau étiologique et/ou sémiologique ?
7. La BENCO est réalisable chez des enfants avec des troubles du langage.
8. La BENCO est réalisable chez des enfants avec des troubles de l'interaction.
9. La BENCO est réalisable avec des enfants atteints de troubles complexes du développement pouvant associer des troubles perceptifs, cognitifs et comportementaux, comme la Trisomie 21.

## **I. DESCRIPTION DE LA POPULATION**

Afin de réaliser notre étude, nous nous sommes intéressées à deux populations : une population « patients » et une population « enfants contrôles ».

### **A. Population d'étude**

Nous y avons inclus des sujets qui s'apparentent (tous n'ont pas fait l'objet d'un test psychométrique) à une population d'enfants déficients intellectuels légers à sévères avec ou sans troubles du comportement. Ces 116 patients sont âgés de 5 à 17 ans. En effet, ont été exclus tous patients ayant 18 ans ou plus en âge chronologique. Ils ne souffraient d'aucun trouble neurovisuel avéré ou, le cas échéant, faisaient déjà l'objet d'une prise en charge au sein de l'unité Vision et Cognition, à la Fondation Ophtalmologique Rothschild. Cette population a été recrutée dans des établissements de type institut médico-éducatif (IME) ou institut médico-pédagogique (IMP) accrédités pour accueillir des enfants souffrant de DI accompagnée ou non de trouble(s) du comportement, en Ile-de-France.

### **B. Population « contrôle »**

Les quelques données récoltées dans la population patients situaient les enfants entre 2ans et 7ans d'âge mental, nous avons donc tenté d'apparier les contrôles à ces niveaux de développement. Notre population contrôle est constituée de 38 enfants tout-venant, âgés de 4 à 8 ans et scolarisés de la moyenne section de maternelle à la classe de CE1. Ces sujets sont scolarisés dans une école privée ayant accepté de participer à notre étude et un petit échantillon fait partie de notre entourage.

## **II. ELABORATION DE LA BENC0 ET EVOLUTION PAR RAPPORT A LA BAJE**

### **A. Phase de pré-tests avec la BAJE**

Une phase de pré-tests a été réalisée au préalable afin de mettre en évidence les adaptations nécessaires à la batterie BAJE. Celles-ci ont eu lieu à l'IMP du Cours Hervé, en novembre 2015, auprès de 15 enfants DI. Ces pré-tests ont révélé que cette batterie nécessitait de nombreuses compétences en langage oral (versant réceptif), en coopération et au niveau attentionnel (pour les « épreuves 12-24 mois »). Mais elle a aussi révélé ses limites car pour certains enfants DI, dont le niveau cognitif est supérieur à 24mois, elle ne permettait pas d'investiguer les nombreux domaines de la cognition visuelle. En effet, leurs performances saturaient à certaines épreuves. Cette phase nous a donc permis d'évaluer le temps de passation envisageable pour ces enfants, d'un point de vue attentionnel mais également de prendre en compte leurs difficultés lors de situation de test afin de les intégrer lors de notre réflexion pendant l'élaboration de la batterie.

## **B. Développement des adaptations pour la BENCO**

### **1. Modifications apportées à la BAJE**

Suite à notre phase de pré-tests, nous avons remanié les différentes épreuves du protocole initial en tenant compte de nos observations et des données de la littérature. Nous avons donc modifié et supprimé certaines d'entre elles afin de créer la BENCO : Batterie d'Evaluation des troubles Neurovisuels pour enfants non COopérants.

- Les épreuves que nous avons **conservées** sont la fixation, les réflexes de clignement et photomoteur, la coordination visuo-motrice, le tonus à la préhension ainsi que le test de barrage des nounours et les figures enchevêtrées de l'EVA
- Nous avons **écarté** de notre batterie de dépistage les épreuves d'orientation volontaire du regard, de mémoire visuelle, d'attention visuelle et sélective et d'extinction visuelle telles qu'elles étaient présentées dans la BAJE et l'EVA. Effectivement, elles ne se sont pas révélées concluantes lors des pré-tests de par l'aspect peu motivant de certaines tâches, la complexité des consignes ou encore l'implication de capacités motrices.
- Enfin, **les modifications** ont concerné les épreuves d'appariement, de champ visuel et poursuite visuelle afin de créer des paliers dans le degré de difficultés des tâches.

Nous avons introduit différentes caractéristiques aux *épreuves d'appariement*, les stimuli ont été choisis en fonction de deux critères : verbalisable (ou non), sémantisé (ou non). L'*épreuve de champ visuel* de la BAJE a été modifiée car le défaut d'inhibition de certains sujets DI et la modalité de passation (situation duelle) pouvaient nuire au bon déroulement du test. Nous avons donc élaboré une épreuve basée sur un comportement réflexe à l'apparition d'un stimulus. Il a été ajouté la condition « dans l'obscurité » car le stimulus lumineux dans la pénombre est le plus prégnant visuellement. De plus, cela peut permettre de mettre en avant une possible dissociation entre la réaction à un stimulus lumineux dans l'obscurité versus un stimulus prégnant dans la lumière ambiante. Pour les mêmes raisons, nous avons choisi d'administrer l'*épreuve de poursuite visuelle* dans la pénombre. Les enfants étant peu coopérants, un large panel d'objets peut être utilisé en fonction de l'attraction de l'enfant pour un objet en particulier.

### **2. Création de nouvelles épreuves**

De plus, nous avons élaboré de nouvelles épreuves afin de remplacer celles que nous avons supprimées précédemment ou dans le but d'investiguer de nouvelles fonctions visuelles. Il nous a semblé intéressant d'évaluer des niveaux de traitement visuel supplémentaires, correspondant à des problématiques déjà évoquées chez cette population. Ainsi, ont été intégrés : l'appariement de couleurs, la correspondance 2D-3D, la précision visuo-motrice, l'analyse visuelle et la visuo-construction. Les processus d'attention, de

mémoire et d'extinction visuelle, évalués dans la BAJE et l'EVA, ont été repris, sous une forme différente. Pour cela, nous avons créé de nouvelles tâches (consigne, matériel, modalités de passation).

L'épreuve de mémoire visuelle avec objets a été pensée selon la méthode du paradigme de l'habituation et réaction à la nouveauté (Gentaz et Mazens, 2006), moyen utilisé pour étudier les perceptions du bébé. Celle de mémoire spatiale a été conçue selon le concept des cubes de Corsi (Soprano, 2009), mais avec un nombre restreint de stimuli et un aspect plus ludique. L'épreuve de « barrage des mains » a été réalisée afin que les stimuli cibles soient connus et souvent reconnus par l'enfant. La tâche de visuo-construction a été élaborée à partir de matériel faisant appel à de la motricité globale, dont la consigne nécessite uniquement l'assimilation de la notion « pareil/différent » et possédant un caractère attrayant. La tâche proposée en précision visuo-motrice : suivre des routes, reprend le principe de celles proposées dans la NEPSY II.

### **3. Choix final des épreuves**

Au regard de nos multiples passations, nous avons supprimé l'épreuve d'extinction visuelle que nous avons créée car, en situation, les enfants n'adhéraient pas à l'épreuve : aucune attention ne pouvait être obtenue. Par ailleurs, deux types de planches ont été élaborées pour l'épreuve d'attention sélective spatiale : mains « vides » (contour de la main uniquement) ou « pleines » (forme de main remplie de noir). La sélection finale s'est portée sur les mieux réussies au cours des tests : les « mains vides ».

Les diverses passations auprès d'enfants DI ou contrôles ont permis de reconsidérer certaines caractéristiques des épreuves de l'outil que ce soit au niveau du matériel employé ou des modalités de passation :

- Les quadrants médians droit et gauche du champ visuel du sujet n'étaient pas initialement testés dans notre épreuve de champ visuel, ils ont donc été insérés.
- Une cotation distincte pour la poursuite visuelle dans la lumière et l'obscurité a été établie car les processus testés diffèrent comme nous l'avons évoqué précédemment.
- Nous avons créé des items supplémentaires dans les épreuves de mémoire visuelle afin de majorer la fiabilité des subtests.
- Un item a été ajouté à notre tâche de visuo-construction afin que notre épreuve évalue les capacités d'analyse visuo-spatiale dans la totalité de l'espace testé.

### **C. Modulation des parcours proposés**

Compte-tenu de la diversité des niveaux cognitifs, perceptifs et moteurs rencontrés au sein de notre population, la nécessité de pouvoir choisir les épreuves proposées aux enfants s'est imposée assez rapidement au cours des passations.

Par conséquent, nous avons souhaité mettre au point un outil de dépistage permettant de repérer d'éventuelles atypies neurovisuelles chez l'enfant DI avec des épreuves respectant leur niveau de compétences. Celles-ci comprenant les habiletés perceptives, motrices (motricité globale, fine, aucune motricité manuelle), attentionnelles (nécessité d'un dépistage rapide), d'intégration d'une consigne... En créant ces différents parcours, la volonté était donc d'être en mesure d'exploiter toutes les aptitudes de l'enfant, même minimales, en lui proposant des tâches adaptées et offrant la possibilité de dépister des TNV mais aussi de mettre en exergue les compétences de l'enfant malgré un nombre d'épreuves réduit. Effectivement, cet outil évalue un large spectre de compétences : visuelles, visuo-motrices, attentionnelles, mnésiques, permettant d'explorer les processus préservés et atteints chez des enfants difficilement testables. Ainsi, cela guide l'examineur vers les compétences neurovisuelles à tester prioritairement selon ce qu'il a pu observer de l'enfant mais cela laisse aussi l'alternative d'ajouter des épreuves complémentaires en fonction des performances du sujet, notamment s'il existe des dissociations entre des domaines.

C'est pourquoi il existe dans notre batterie différents échelons qui marquent une progression dans les possibilités de passation : de la version la plus élémentaire à la plus exhaustive.

- **Version « Express »** : proposée aux enfants ne possédant aucun langage oral, très peu de capacités de coopération, une compréhension de mots simples, dont le comportement ne permet pas l'instauration d'une situation de test à proprement parler, et dont la mobilisation attentionnelle est particulièrement limitée. Ainsi, cette version ne comporte que les principales épreuves évaluant les fonctions visuelles : fixation visuelle, réflexes visuels, champ visuel, poursuite visuelle, coordination visuo-motrice simple, préhension d'un objet présenté visuellement, attention visuelle simple, appariement de formes d'animaux.

- **Version « Simplifiée »** : pour les enfants ayant des possibilités de désignation, acceptant une situation duelle/ de test, ayant accès à une consigne simple et des ressources attentionnelles efficaces sur une courte durée. Nous reprenons le socle des épreuves proposées dans la version « express » et y ajoutons les épreuves de correspondance 2D-3D, de précision visuo-motrice, de barrage, d'appariement d'animaux complexes, de formes géométriques et de mémoire visuelle d'objets.

- **Version « Complète »** : administrée aux enfants dont les capacités attentionnelles, réceptives et comportementales permettent la passation des épreuves les plus élaborées de la batterie de tests.

Diverses étapes ont donc jalonné la création des différentes épreuves de notre outil de dépistage dont le descriptif est développé ci-après.

### **III. PRESENTATION DE L'OUTIL**

#### **A. Description des épreuves**

Les différentes épreuves de la BENCO vont ici être brièvement présentées. Toutefois, un manuel complet, à l'attention des praticiens, a été créé et consigne de manière plus exhaustive l'ensemble des objectifs, matériels, conditions de passation et cotations propres à chacune des épreuves de la batterie. Il est présenté en annexe (confère Annexe D).

##### **1. Epreuve: fixation visuelle – cotation sur 2 points**

Cette épreuve évalue les capacités de contrôle du regard lors d'une fixation. On compte ou chronomètre le temps pendant lequel l'enfant fixe l'examineur lors d'une activité ou d'un échange. Un deuxième subtest évalue cette même capacité avec un objet présenté à distance d'un bras, face à l'enfant. On note si cette fixation dure 4s (totalité des points) ou moins (1point).

##### **2. Epreuve: réflexe photomoteur – cotation sur 1 point**

Ce réflexe visuel renseigne sur la transmission du signal lumineux de l'œil au cerveau. Dans la pénombre, l'examineur éclaire chaque pupille. Si la constriction pupillaire est observée à la lumière on attribue un point à l'enfant, sinon, il est possible de renouveler l'essai.

##### **3. Epreuve: réflexe de clignement à la menace – cotation sur 1 point**

L'épreuve permet de dépister une éventuelle atteinte corticale (réflexe photomoteur préservé mais absence de réflexe de clignement à la menace). L'examineur approche l'objet des yeux de l'enfant, ses paupières doivent alors cligner.

##### **4. Epreuve: champ visuel – cotation sur 16 points**

Cette épreuve évalue la qualité et l'étendue du champ visuel de l'enfant. Elle permet ainsi de tester la présence éventuelle d'une amputation du champ visuel. Pour cela, chaque quadrant est testé : haut, bas, droite et gauche, il est attendu une détection de la cible par l'enfant lorsqu'elle est située dans le quadrant testé. La configuration proposée nécessite 2 examinateurs : le premier se place en face de l'enfant afin d'assurer et si besoin de faciliter la fixation (à l'aide d'un objet), le deuxième examinateur fait arriver les cibles de derrière l'enfant. Cela se réalise dans la pénombre (la cible est un faisceau lumineux) et dans la lumière ambiante (la cible est un disque double-face). Lorsque l'enfant est très peu coopérant, cette épreuve peut également être proposée alors qu'il est en train de jouer (regard fixe sur le jouet).

Si l'enfant ne parvient à maintenir sa fixation pour aller attraper la cible, il lui est attribué 0,5 point par essai, le cas inverse : 1 point; 2 essais sont réalisés pour chaque quadrant.

#### **5. Epreuve: Poursuite visuelle – cotation sur 12 points**

Il est testé la vision binoculaire, le contrôle volontaire du regard et l'oculomotricité. La tâche de l'enfant consiste à suivre du regard, sans bouger la tête, l'objet en déplacement présenté par l'examineur. Plusieurs trajets sont réalisés : linéaire, de haut en bas et de bas en haut; en forme de huit horizontal et deux essais par trajet sont proposés. Dans le cas où peu de coopération est observée, il y a plusieurs possibilités : trajets proposés avec un faisceau lumineux dans la pénombre ou avec une voiture sur un bureau ou dans les airs ou encore un disque double-face. Un renforcement sonore peut être proposé pour faciliter la poursuite visuelle. L'examineur doit observer les décrochages visuels (un point par trajet sans décrochage) et l'indépendance des mouvements oculaires et céphaliques pour chaque trajet (un point si une amplitude des mouvements oculaires est présente malgré un accompagnement céphalique).

#### **6. Epreuve: Appariement de couleurs – cotation sur 6 points**

Cette épreuve permet de tester la reconnaissance et la discrimination de nuances de couleurs primaires. L'enfant doit appairer les stimuli (carrés de couleurs) selon leur couleur, parmi deux distracteurs. Les nuances testées sont le jaune, orange, rouge, bleu, violet, vert, un point est octroyé par couple correctement apparié.

#### **7. Epreuve: Coordination visuo-motrice**

L'ensemble de ces épreuves permet d'évaluer les capacités motrices, guidées par la vision.

##### **Subtest n°1 : préhension d'un objet présenté visuellement – cotation sur 4 points**

Ce subtest évalue la qualité de préhension pour la main dominante et non dominante. Le maximum de points est attribué si l'enfant garde l'objet en mains au moins 4s si moins, seulement un point est accordé.

##### **Subtest n°2 : coordination visuo-motrice simple (CVM) – cotation sur 3 points**

La préhension d'un objet repéré visuellement renseigne sur l'efficacité de la saisie visuelle pour effectuer un geste, l'enfant saisit l'objet présenté dans son héli-espace droit et gauche.

##### **Subtest n°3 : précision visuo-motrice – cotation sur 20 points**

Ce qui est évalué est la précision de l'intégration visuo-motrice. L'enfant doit suivre avec une voiture un trajet tracé sur feuille, sans sortir des lignes. Deux « routes » sont proposées, de difficulté croissante. L'épreuve est chronométrée et à chaque fois que l'enfant sort du chemin, il est enlevé un point sur le total des 10 points accordés par trajet.

## **8. Epreuve: Attention visuelle**

Ces épreuves permettent de tester la capacité à extraire une cible parmi des distracteurs, la recherche et l'exploration visuelle ainsi que l'orientation de l'attention dans l'espace.

### **Subtest n°1 : Attention visuelle simple – cotation sur 5 points**

A l'aide de spots lumineux, on évalue la capacité de l'enfant à orienter son attention sur un objet présenté visuellement. Ainsi, un point est attribué par spot fixé visuellement.

### **Subtest n°2 : Orientation de l'attention visuelle dans l'espace – cotation sur 5 points**

La capacité de l'enfant à orienter son attention visuelle dans l'espace, par la détection de chaque spot présenté devant lui, placés de manière équitable dans chaque héli-espace est évaluée. Ici, la tâche consiste à éteindre tous les spots allumés par l'examineur. Cela impliquant également de la coordination visuo-motrice, une cotation pour ces capacités est également proposée (sur 15 points, cotation similaire au subtest de CVM de l'épreuve n°7).

### **Subtest n°3 : Epreuve d'exploration visuelle d'objets – cotation sur 5 points**

La tâche de l'enfant consiste à repérer visuellement toutes les pièces en feutrine disposées devant lui. Une planche modèle est fournie afin qu'il y ait une répartition permettant de tester chaque héli-espace. Il est attribué un point par stimulus détecté : préhension, pointage, regard fixe.

### **Subtest n°4 : Epreuve d'attention sélective spatiale**

- ✓ mains organisées – cotation sur 8 points
- ✓ mains désorganisées - cotation sur 6 points

L'épreuve teste les capacités de recherche, d'exploration visuelle et d'orientation dans l'espace. Pour chaque planche, l'enfant obtient un point à chaque fois qu'il détecte (pointage, coloriage...) un stimulus cible : une « main », parmi des distracteurs. L'épreuve s'arrête quand le sujet montre/dit qu'il a terminé. La stratégie exploratoire employée, les fausses détections, les omissions seront notées pour les deux subtests.

### **Subtest n°5 : Epreuve de barrage de nounours - cotation sur 15 points**

L'épreuve teste les capacités d'attention et d'analyse visuelle de l'enfant, plus finement qu'avec les épreuves précédentes. La tâche de l'enfant consiste à explorer la feuille test afin de trouver tous les « nounours », le plus vite possible, l'épreuve étant chronométrée. Il obtient un point par item cible barré, ou désigné. Pour une analyse qualitative les stratégies exploratoires seront consignées. (Laurent-Vannier et coll., 2006)

### **9. Epreuve: Correspondance 2D – 3D – cotation sur 6 points**

Cette épreuve évalue la correspondance entre la présentation d'un stimulus en 2D et celle en 3D. L'enfant doit désigner ou saisir la « carte image » correspondant à l'objet montré par l'examineur et obtient un point par correspondance correcte. S'il n'y parvient pas, l'examineur peut montrer un exemple avec le premier item.

### **10. Epreuve: Mémoire visuelle**

#### **Subtest n°1 : épreuve de mémoire spatiale – cotation sur 25 points**

Cette épreuve permet d'évaluer le calepin visuo-spatial à l'aide d'un empan visuel, réalisé avec un ordre de présentation à retenir puis à reproduire. La tâche de l'enfant consiste à éteindre les spots suivant le même ordre que ceux allumés par l'examineur. Cette tâche est de difficulté croissante puisqu'on passe d'un empan de 2 à un empan de 4. Un point est attribué par spot éteint dans le bon ordre.

#### **Subtest n°2 : Epreuve de mémorisation visuelle d'objets – cotation sur 8 ou 12 points**

Cette épreuve permet de tester l'encodage visuel d'une situation de test. L'examineur place sur le bureau les objets et les laisse à la vue de l'enfant 10 sec afin de l'habituer à cette situation. Puis, caché de l'enfant, il ajoute un objet à la situation de test et la tâche est de retrouver le nouvel objet : il peut l'attraper, le montrer ou le regarder fixement. Deux points sont attribués si l'enfant montre le bon item dès le premier essai, un point est octroyé s'il n'y arrive qu'au second ou avec étayage de l'adulte. Les items n°3 et n°6 sont facultatifs et utilisés si la fiabilité des réponses n'est pas bonne.

### **11. Epreuve: Visuo-construction – cotation sur 15 points**

La reproduction d'un pattern géométrique sur input visuel permet d'évaluer les capacités d'analyse visuo-spatiale et de construction contrôlée par la vision. L'enfant, muni d'aimants et d'un châssis aimanté doit reproduire le pattern présenté sur un châssis par l'examineur. Il est évalué la capacité de l'enfant à se saisir du bon nombre d'aimants pour réaliser sa figure mais également la justesse de leur disposition dans l'espace ainsi que l'exactitude de la forme reproduite.

### **12. Epreuve: Reconnaissance visuelle**

L'ensemble de ces épreuves évalue les capacités élémentaires de perception et de discrimination visuelle de formes.

#### **Subtest n°1 : épreuve d'appariement de formes d'animaux**

- ✓ Version simplifiée - cotation sur 5 points
- ✓ Version complexe – cotation sur 8 points

L'enfant doit appairer des stimuli identiques verbalisables et sémantisés. La version simplifiée comporte un distracteur (un point par couple correctement apparié) et la version complexe de nombreux distracteurs (deux points sont attribués par couple formé).

Subtest n°2 : épreuve d'appariement de formes géométriques – cotation sur 8 points

La tâche consiste à former des couples de cartes représentant la même forme géométrique. Ces stimuli respectent 2 critères : caractère verbalisable et non sémantisé. Deux points sont attribués par couple apparié spontanément et un point seulement en cas d'étayage.

**13. Epreuve: Analyse visuelle**

Ces épreuves sont destinées à évaluer les capacités fines d'analyse visuelle et de discrimination de patterns contrastés.

Epreuve d'appariement de formes arabesques – cotation sur 8 points

La tâche consiste à former des couples de cartes représentant la même forme « arabesque ». Ces stimuli respectent 2 critères : caractère non verbalisable et non sémantisé. Deux points sont attribués par couple apparié spontanément et un point seulement si cela a nécessité de l'étayage de la part de l'examineur.

Subtest de recherche de patterns identiques – cotation sur 6 points

L'enfant doit appairer un item cible représentant un pattern avec l'item identique présenté sur une planche contenant des distracteurs. Ces planches sont de difficulté croissante. Si l'enfant les associe correctement, un point est attribué.

**14. Epreuve: Figures enchevêtrées (subtest E.V.A) – cotation sur 23 points.**

Cette épreuve permet d'évaluer l'analyse visuelle fine et la discrimination de formes complexes. L'enfant doit reconnaître plusieurs éléments enchevêtrés, présentés visuellement, de difficulté croissante (un point si l'enfant dénomme, pointe ou trace le contour de la forme avec son doigt). S'il a un langage oral développé, l'épreuve est proposée en dénomination, sinon, elle s'effectue en désignation.

**B. Remarques à l'issue des passations**

Nos remarques et constatations suite à l'administration des épreuves auprès d'un large panel d'enfants nous ont permis d'envisager de nouvelles modifications qui pourraient être mises en place à l'avenir afin de conforter la sensibilité et la validité de notre batterie :

- La pièce en feutrine de l'épreuve de correspondance 2D-3D pourrait être remplacée par une figurine en trois dimensions représentant un cochon afin que l'enfant demeure dans une tâche d'appariement de stimuli en deux (« carte image ») et trois dimensions.

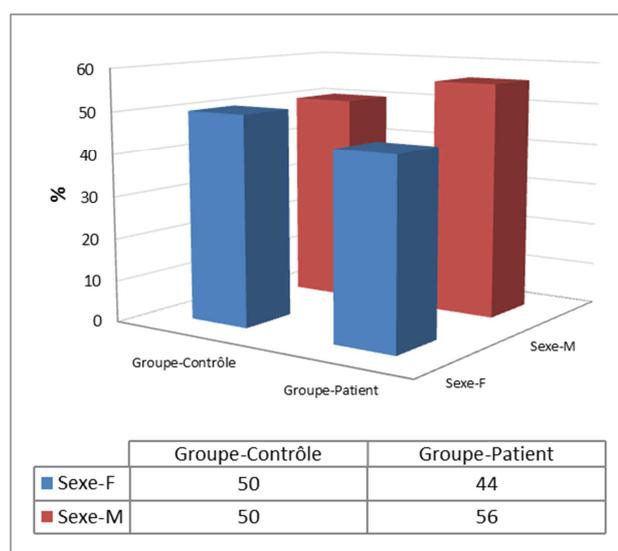
- Les deux modèles de « routes » du subtest de précision visuo-motrice pourraient être élargis afin d’être mieux adaptés aux dimensions des objets miniatures utilisés. Le tracé peut être épaissi afin d’être plus prégnant visuellement (contraste plus élevé).
- Les planches des figures enchevêtrées non-verbales devraient être présentées seules : les propositions de désignation figureraient à un emplacement dissocié. De plus, ces propositions pourraient être remplacées par des items mobiles plutôt que sur une planche simple. Effectivement, des supports manipulables pourraient susciter un plus grand intérêt chez des enfants peu coopérants et faciliter la compréhension de la consigne par la simple réalisation du verbe « donner ».

#### IV. PRESENTATION ET ANALYSE DES DONNEES

La répartition des sexes est équitable au sein de notre population contrôle (50% de filles et 50% de garçons). La moyenne d’âge de ces enfants est de 6 ans. Notre population d’étude comporte 44% de filles et 56% de garçons. Leur moyenne d’âge est de 12 ans.

Un khi2 a été réalisé sur ces variables et il n’est pas significatif.

Figure 2: répartition du sexe dans les populations



##### A. Analyse des résultats dans la population contrôle

###### 1. Effet du sexe

Le test de Mann-Whitney ne met pas en évidence de différence significative entre les deux groupes. Aucun effet de sexe n’est donc retrouvé au sein de notre batterie.

###### 2. Effet de l’âge

Les corrélations de Spearman font apparaître :

- Une corrélation moyenne à l’épreuve de poursuite visuelle ( $r_s = .67$ ),
- Une corrélation moyenne ( $r_s = .60$ ) à l’épreuve des figures enchevêtrées
- Une corrélation forte pour l’épreuve de mémoire visuelle spatiale ( $r_s = .81$ )

L’âge est corrélé de manière significative et positive aux performances à ces épreuves.

### **3. Corrélations observées entre les épreuves**

Aucune corrélation significative n'est retrouvée entre épreuves aux corrélations de Spearman, elles testent donc chacune des domaines spécifiques et les résultats peuvent être dissociés entre épreuves. Il est ainsi nécessaire de présenter un maximum de ces épreuves aux enfants testés afin de caractériser au mieux leurs difficultés (cf annexe A, figure 5).

### **B. Comparaison des résultats entre contrôles et patients**

#### **1. Différences significatives observées**

Les contrôles ont des performances en moyenne supérieures ( $\mu = 0,938 \pm 0,031$ ) à celles des patients ( $\mu = 0,725 \pm 0,238$ ) pour le score global. Des différences significatives sont observées pour la majorité des épreuves de cette batterie :

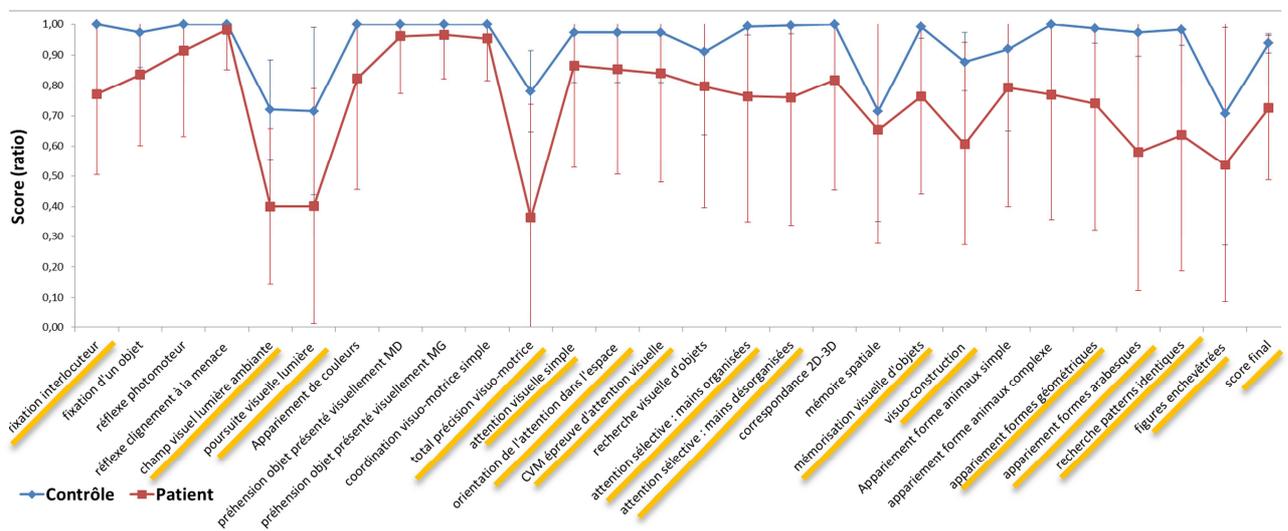
- Fixation de l'objet (U = 2810, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,113$ ; pour les patients :  $\mu = 0,836 \pm 0,236$
- Champ visuel dans la lumière ambiante (U=3580, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,720 \pm 0,164$ ; pour les patients :  $\mu = 0,400 \pm 0,257$
- Poursuite visuelle dans la lumière (U=3223,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,715 \pm 0,276$ ; pour les patients :  $\mu = 0,401 \pm 0,389$
- Total de l'épreuve précision visuo-motrice (U=3564,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,780 \pm 0,134$ ; pour les patients :  $\mu = 0,363 \pm 0,374$
- Attention visuelle simple (U=2486,5, p < .05)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ ; pour les patients :  $\mu = 0,866 \pm 0,337$
- Orientation de l'attention visuelle dans l'espace (U=2524, p < .05)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ ; pour les patients :  $\mu = 0,853 \pm 0,346$
- Coordination visuo-motrice dans l'épreuve d'attention visuelle (U=2524,5, p < .05)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ ; pour les patients :  $\mu = 0,840 \pm 0,360$
- Attention sélective spatiale « mains organisées » (U = 2725, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,993 \pm 0,028$ ; pour les patients :  $\mu = 0,764 \pm 0,416$
- Attention sélective spatiale « mains désorganisées » (U = 2730, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,996 \pm 0,027$ ; pour les patients :  $\mu = 0,760 \pm 0,424$
- Mémorisation visuelle d'objets (U= 2470, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,991 \pm 0,038$ ; pour les patients :  $\mu = 0,764 \pm 0,323$
- Visuo-construction (U= 2180, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,877 \pm 0,095$ ; pour les patients :  $\mu = 0,606 \pm 0,334$
- Appariement de formes géométriques (U = 2855,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,987 \pm 0,049$ ; pour les patients :  $\mu = 0,740 \pm 0,417$

- Appariement de formes arabesques (U=3387,5 p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,974 \pm 0,078$ ; pour les patients :  $\mu= 0,580 \pm 0,457$
- Recherche de patterns identiques (U=3162, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,982 \pm 0,052$ ; pour les patients :  $\mu= 0,636 \pm 0,450$
- Figures enchevêtrées (U= 2832, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,707 \pm 0,435$ ; pour les patients :  $\mu= 0,538 \pm 0,452$

## 2. Différences non-significatives

Les contrôles obtiennent de meilleurs résultats que les patients pour 17 épreuves sur 25. Il est difficile de conclure sur les différences non significatives observées car les données recueillies ne nous permettent pas de les interpréter (conditions de passation, nombre de sujets ayant passé cette épreuve ...).

Figure 3: Comparaison des scores patients et contrôles



## C. Comparaisons contrôles et groupes de patients

### 1. Contrôles versus patients avec TED

On observe des différences significatives entre les performances des sujets avec troubles de l'interaction et celles des sujets contrôles aux épreuves suivantes :

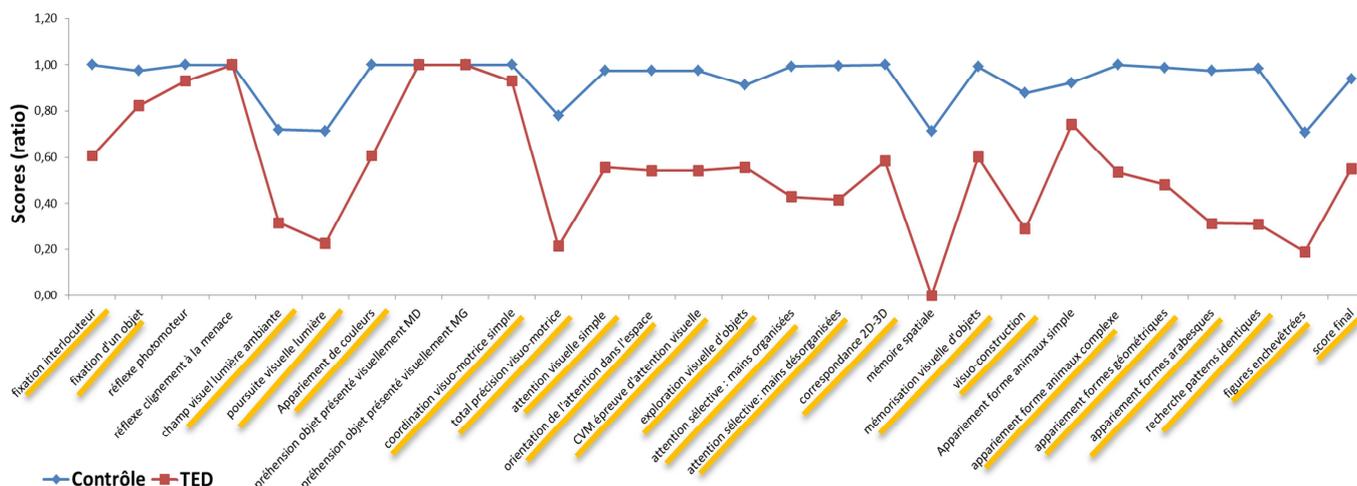
- Fixation de l'interlocuteur (U = 456, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu= 0,607 \pm 0,289$
- Fixation de l'objet (U = 347, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,974 \pm 0,113$ , pour les patients :  $\mu= 0,821 \pm 0,249$
- Champ visuel dans lumière ambiante (U= 431, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,720 \pm 0,164$ , pour les patients :  $\mu= 0,315 \pm 0,213$
- Poursuite visuelle dans la lumière (U=465,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,715 \pm 0,276$ , pour les patients :  $\mu= 0,226 \pm 0,311$

- Appariement de couleurs (U= 380, p< .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu= 0,607 \pm 0,487$
- Coordination visuo-motrice simple (U = 323, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 1,0 \pm 0$ , pour les patients :  $\mu= 0,929 \pm 0,142$
- Total de l'épreuve de précision visuo-motrice (U=481,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,780 \pm 0,134$ , pour les patients :  $\mu= 0,214 \pm 0,338$
- Attention visuelle simple (U=391,5 p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu= 0,557 \pm 0,503$
- Orientation de l'attention visuelle dans l'espace (U=410, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu= 0,543 \pm 0,493$
- Coordination visuo-motrice dans l'épreuve d'attention visuelle (U= 391,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu= 0,543 \pm 0,499$
- Exploration visuelle d'objets (U = 368,5, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,911 \pm 0,274$ , pour les patients :  $\mu= 0,557 \pm 0,503$
- Attention sélective spatiale « mains organisées » (U = 412, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,993 \pm 0,028$ , pour les patients :  $\mu= 0,429 \pm 0,514$
- Attention sélective spatiale « mains désorganisées » (U = 434, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,996 \pm 0,027$ , pour les patients :  $\mu= 0,417 \pm 0,501$
- Correspondance 2D-3D (U = 418, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu= 0,583 \pm 0,461$
- Mémorisation visuelle d'objets (U= 244, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,991 \pm 0,038$ , pour les patients :  $\mu= 0,601 \pm 0,357$
- Visuo-construction (U= 194,5, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,877 \pm 0,095$ , pour les patients :  $\mu= 0,289 \pm 0,435$
- Appariement de formes d'animaux, version complexe (U= 437, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu= 0,536 \pm 0,486$
- Appariement de formes géométriques (U= 408,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,987 \pm 0,049$ , pour les patients :  $\mu= 0,482 \pm 0,504$
- Appariement de formes arabesques (U= 464, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,974 \pm 0,078$ , pour les patients :  $\mu= 0,313 \pm 0,451$
- Recherche de patterns identiques (U= 486, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,982 \pm 0,052$ , pour les patients :  $\mu= 0,310 \pm 0,438$
- Figures enchevêtrées (U = 423,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,707 \pm 0,435$ , pour les patients :  $\mu= 0,189 \pm 0,380$

- Score global (U=524,  $p < .001$ )

→ pour les contrôles :  $\mu = 0.938 \pm 0,031$ , pour les patients :  $\mu = 0.551 \pm 0,245$ .

Figure 4: profil des scores obtenus aux épreuves de la BENC0 par les enfants TED



## 2. Contrôles versus patients avec Trisomie 21

On observe des différences significatives entre les performances des sujets avec troubles atteints de Trisomie 21 et celles des sujets contrôles aux épreuves suivantes (cf Annexe B, figure 6) :

- Fixation de l'interlocuteur (U = 893,  $p < .001$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ ; pour les patients :  $\mu = 0,742 \pm 0,254$

- Fixation de l'objet (U = 748,  $p < .01$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,113$ , pour les patients :  $\mu = 0,839 \pm 0,238$

- Réflexe photomoteur (U= 665,  $p < .05$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ ; pour les patients :  $\mu = 0,871 \pm 0,341$

- Champ visuel dans lumière ambiante (U= 963,  $p < .001$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 0,720 \pm 0,164$ ; pour les patients :  $\mu = 0,372 \pm 0,201$

- Poursuite visuelle dans la lumière (U= 909,5,  $p < .001$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 0,715 \pm 0,276$ , pour les patients :  $\mu = 0,374 \pm 0,353$

- Appariement de couleurs (U= 741,  $p < .001$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu = 0,780 \pm 0,407$

- Total de l'épreuve de précision visuo-motrice (U=1033,  $p < .001$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 0,780 \pm 0,134$ , pour les patients :  $\mu = 0,335 \pm 0,336$

- Orientation de l'attention visuelle dans l'espace (U=687,  $p < .05$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu = 0,826 \pm 0,375$

- Coordination visuo-motrice dans l'épreuve d'attention visuelle (U= 687,  $p < .05$ )

→ Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu = 0,826 \pm 0,375$

- Attention sélective spatiale « mains désorganisées » (U = 748,5, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,996 \pm 0,027$ , pour les patients :  $\mu = 0,753 \pm 0,424$
- Attention sélective spatiale « mains organisées » (U = 776, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,993 \pm 0,028$ , pour les patients :  $\mu = 0,746 \pm 0,418$
- Correspondance 2D-3D (U = 779, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu = 0,769 \pm 0,389$
- Mémorisation visuelle d'objets (U= 1750, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,991 \pm 0,038$ , pour les patients :  $\mu = 0,635 \pm 0,371$
- Visuo-construction (U= 560,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,877 \pm 0,095$ , pour les patients :  $\mu = 0,514 \pm 0,323$
- Appariement de formes d'animaux, version complexe (U= 779, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu = 0,706 \pm 0,459$
- Appariement de formes géométriques (U= 864, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,987 \pm 0,049$ , pour les patients :  $\mu = 0,613 \pm 0,469$
- Appariement de formes arabesques (U= 981,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,078$ , pour les patients :  $\mu = 0,496 \pm 0,465$
- Recherche de patterns identiques (U= 954, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,982 \pm 0,052$ , pour les patients :  $\mu = 0,570 \pm 0,445$
- Figures enchevêtrées (U = 895, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,707 \pm 0,435$ , pour les patients :  $\mu = 0,426 \pm 0,422$
- Score global (U=1074, p < .001)
  - pour les contrôles :  $\mu = 0,938 \pm 0,031$ , pour les patients :  $\mu = 0,692 \pm 0,235$ .

### **3. Contrôles versus patients avec troubles du langage**

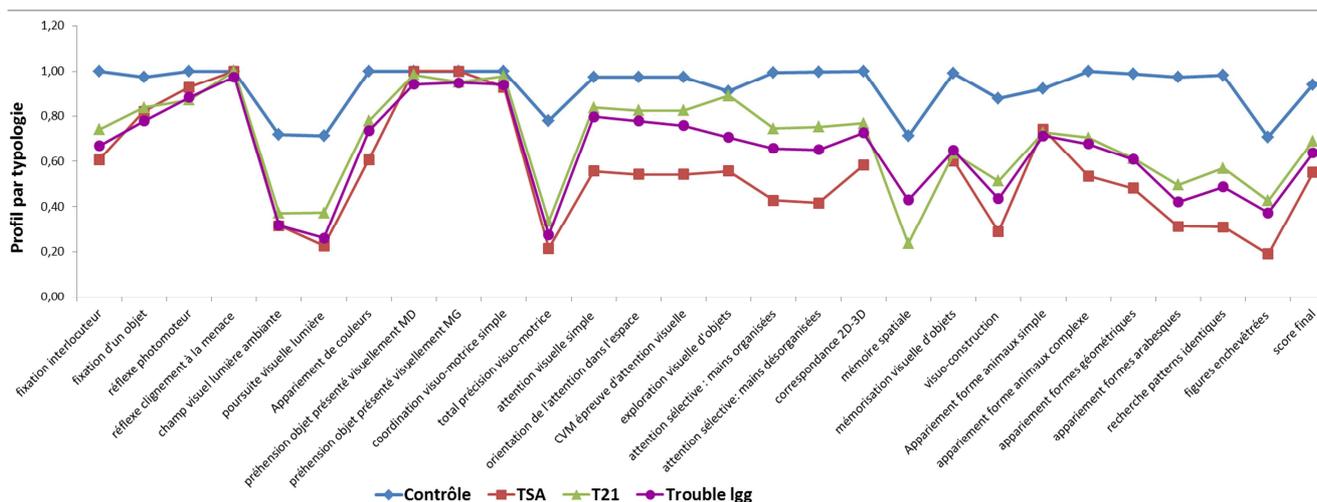
On observe des différences significatives entre les performances des sujets avec troubles souffrant de troubles du langage et celles des sujets contrôles aux épreuves suivantes (cf Annexe C, figure 7) :

- Fixation de l'objet (U = 2032, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,113$ , pour les patients :  $\mu = 0,779 \pm 0,250$
- Fixation de l'interlocuteur (U = 2394, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ ; pour les patients :  $\mu = 0,669 \pm 0,264$
- Réflexe photomoteur (U= 1634, p < .05)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ ; pour les patients :  $\mu = 0,883 \pm 0,323$
- Champ visuel dans lumière ambiante (U= 2584.5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,720 \pm 0,164$ ; pour les patients :  $\mu = 0,316 \pm 0,206$

- Poursuite visuelle dans la lumière (U= 2495,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,715 \pm 0,276$ , pour les patients :  $\mu = 0,261 \pm 0,315$
- Appariement de couleurs (U= 1900, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu = 0,736 \pm 0,427$
- Coordination visuo-motrice simple (U= 1691, p < .05)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu = 0,939 \pm 0,160$
- Total de l'épreuve de précision visuo-motrice (U=2601,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,780 \pm 0,134$ , pour les patients :  $\mu = 0,275 \pm 0,336$
- Attention visuelle simple (U=1765 p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu = 0,797 \pm 0,397$
- Orientation de l'attention visuelle dans l'espace (U=1802,5, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu = 0,779 \pm 0,406$
- Coordination visuo-motrice dans l'épreuve d'attention visuelle (U= 1803, p < .01)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,162$ , pour les patients :  $\mu = 0,759 \pm 0,420$
- Exploration visuelle d'objets (U = 1746,5, p < .05)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,911 \pm 0,274$ , pour les patients :  $\mu = 0,706 \pm 0,453$
- Attention sélective spatiale « mains organisées » (U = 2003, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,993 \pm 0,028$ , pour les patients :  $\mu = 0,657 \pm 0,464$
- Attention sélective spatiale « mains désorganisées » (U = 1989, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,996 \pm 0,027$ , pour les patients :  $\mu = 0,652 \pm 0,472$
- Correspondance 2D-3D (U = 1976, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu = 0,727 \pm 0,419$
- Mémorisation visuelle d'objets (U= 1666, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,991 \pm 0,038$ , pour les patients :  $\mu = 0,650 \pm 0,349$
- Mémoire spatiale (U=225,5, p < .05)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,715 \pm 0,365$ , pour les patients :  $\mu = 0,430 \pm 0,373$
- Visuo-construction (U= 1402,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,877 \pm 0,095$ , pour les patients :  $\mu = 0,435 \pm 0,327$
- Appariement de formes d'animaux, version complexe (U= 2014, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 1,00 \pm 0,00$ , pour les patients :  $\mu = 0,779 \pm 0,457$
- Appariement de formes géométriques (U= 2173, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,987 \pm 0,049$ , pour les patients :  $\mu = 0,609 \pm 0,460$
- Appariement de formes arabesques (U= 2549,5, p < .001)
  - Pour les contrôles :  $\mu = 0,974 \pm 0,078$ , pour les patients :  $\mu = 0,420 \pm 0,451$

- Recherche de patterns identiques ( $U= 2381, p < .001$ )
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,982 \pm 0,052$ , pour les patients :  $\mu= 0,496 \pm 0,462$
- Figures enchevêtrées ( $U = 2196, p < .001$ )
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,707 \pm 0,435$ , pour les patients :  $\mu= 0,373 \pm 0,427$
- Score global ( $U=2797, p < .001$ )
  - Pour les contrôles :  $\mu= 0,938 \pm 0,031$ , pour les patients :  $\mu= 0,637 \pm 0,242$ .

Figure 5: Profil des scores en fonction de la population



## D. Patients : comparaisons inter-groupes

Nous observons si les effets attendus lors de la formulation des hypothèses sont présents.

### 1. Effet des troubles du langage

Selon le test de Mann-Whitney, les patients sans troubles du langage obtiennent de meilleurs scores en moyenne que les patients avec troubles du langage (respectivement  $\mu= 0,905 \pm 0,080$ ;  $\mu = 0,637 \pm 0,242$ ). En effet seules quelques épreuves ne présentent pas de différence significative entre ces groupes, cela n'excluant pas la présence de possibles TNV chez ces sujets: recherche réflexe photomoteur, réflexe de clignement à la menace, préhension d'un objet présenté visuellement à droite et coordination visuo-motrice simple.

### 2. Etude des traits autistiques parmi la population déficiente intellectuelle

#### a. Effet de troubles de la relation sur les performances aux épreuves

Le test de Mann-Whitney met en évidence une différence significative au score global ( $U=1017; p < .01$ ) puisqu'en moyenne, les performances des patients n'ayant pas de troubles de la relation diagnostiqués ( $\mu = 0,749 \pm 0,228$ ) sont supérieures à celles des enfants avec ces troubles ( $\mu = 0,551 \pm 0,245$ ). Les différences significatives observées entre ces groupes se retrouvent dans les épreuves :

- Fixation de l'interlocuteur ( $U=952,5; p < .05$ )
  - Pour les patients:  $\mu= 0,794 \pm 0,257$ , pour les patients TED :  $\mu= 0,607 \pm 0,289$

- Appariement de couleurs (U=904,5; p< .05)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,855 \pm 0,342$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,607 \pm 0,487$
- Attention visuelle simple (U = 995,5; p< .001)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,908 \pm 0,285$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,557 \pm 0,503$
- Orientation de l'attention visuelle dans l'espace (U=1033; p< .001)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,896 \pm 0,300$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,543 \pm 0,493$
- Coordination visuo-motrice dans l'épreuve d'attention visuelle (U= 980; p< .001)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,881 \pm 0,319$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,543 \pm 0,499$
- Exploration visuelle d'objets (U= 939; p< .01)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,829 \pm 0,375$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,557 \pm 0,503$
- Attention sélective spatiale « mains organisées » (U=978; p< .01)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,810 \pm 0,382$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,429 \pm 0,514$
- Attention sélective spatiale « mains désorganisées » (U= 1024; p< .001)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,807 \pm 0,392$ , pour les patients TED :  $\mu = 0,417 \pm 0,501$
- Barrage des nounours (U= 966,5; p< .05)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,708 \pm 0,432$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,352 \pm 0,491$
- Correspondance 2D – 3D (U= 976; p< .01)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,851 \pm 0,339$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,583 \pm 0,461$
- Appariement de formes animaux en version complexe (U = 997; p< .01)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,801 \pm 0,394$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,536 \pm 0,486$
- Appariement de formes géométriques (U= 928,5; p< .05)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,776 \pm 0,394$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,482 \pm 0,504$
- Appariement de formes arabesques (U= 943,5; p< .05)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,616 \pm 0,448$ ; pour les patients TED :  $\mu = 0,313 \pm 0,451$
- Recherche de patterns identiques (U = 1041,5; p< .01)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,681 \pm 0,434$ , pour les patients TED :  $\mu = 0,310 \pm 0,438$
- Figures enchevêtrées (U= 1053; p< .01)
  - Pour les patients :  $\mu = 0,586 \pm 0,442$ , pour les patients TED :  $\mu = 0,189 \pm 0,380$

**b. Corrélations entre les différentes épreuves chez les enfants avec TED**

L'épreuve de fixation de l'interlocuteur chez les patients avec des TED est modérément corrélée à l'épreuve de recherche visuelle d'objets ( $r_s = .61$ ) et fortement corrélée à l'épreuve de mémoire visuelle d'objets ( $r_s = .80$ ).

### **3. Effets liés à la Trisomie 21 (T 21)**

Le test de Mann-Whitney retrouve 5 épreuves pour lesquelles il existe une différence significative de performances entre les enfants sans T 21 et ceux avec une T 21. En moyenne, une différence significative est observée en mémoire visuelle ( $p < .05$ ) : les patients sans T21 montrent de meilleurs résultats en mémoire spatiale ( $\mu = 0.711 \pm 0,333$ ) que ceux souffrant d'une T21 ( $\mu = 0.236 \pm 0,472$ ) mais également en mémoire visuelle d'objets (respectivement  $\mu = 0.813 \pm 0,291$ ;  $\mu = 0.635 \pm 0,371$ ). Cette différence ( $p < .05$ ) se retrouve aussi à l'épreuve d'appariement de formes géométriques où les enfants T 21 ont de moins bonnes performances ( $\mu = 0,613 \pm 0,469$ ) comparés à ceux sans T 21 ( $\mu = 0,787 \pm 0,390$ ).

Les épreuves de précision visuo-motrice et figures enchevêtrées retrouvent des différences significatives ( $p < .01$ ) entre ces 2 groupes. Les enfants porteurs de T 21 obtiennent également des performances inférieures (respectivement  $\mu = 0.335 \pm 0,336$  et  $\mu = 0.426 \pm 0,422$ ) à celles des enfants sans T 21 ( $\mu = 0.374 \pm 0,389$  et  $\mu = 0.579 \pm 0,459$ ).

En somme, les résultats à retenir de cette analyse statistique:

Les performances globales des patients aux épreuves de cette batterie sont inférieures à celles des contrôles.

Des groupes au sein de la population de patients ont été établis selon différents troubles neuro-développementaux (T21, TED, troubles du langage) et ont été comparés à la population d'enfants contrôles. Des différences significatives ont été observées entre ces 2 populations pour plusieurs épreuves. Cela fait ressortir divers patterns d'échecs selon le tableau clinique étudié, et met en évidence pour chacun des performances chutées à cette batterie par rapport aux contrôles.

Des analyses au sein des patients ont permis de comparer ces mêmes sous-groupes à la population générale de patients. Ce qui est remarquable pour les enfants avec TED sont leurs performances significativement inférieures à celles des patients, de plus leur score de fixation à l'interlocuteur est corrélé aux épreuves de mémorisation visuelle d'objets et d'exploration visuelle d'objets. Pour les patients avec troubles du langage, leurs résultats sont significativement inférieurs à ceux des patients sans troubles du langage pour 17 épreuves sur 25. Pour les enfants avec T21, les épreuves de mémoire visuelle sont significativement inférieures aux performances des patients en général, de même que l'appariement de formes géométriques, la précision visuo-motrice et figures enchevêtrées.

## V. DISCUSSION

Notre étude portait sur l'évaluation et la recherche de TNV parmi la population souffrant de troubles cognitifs et/ou comportementaux afin d'identifier les retentissements des troubles perceptifs sur le développement cognitif et par conséquent sur les diagnostics. Pour cela, nous avons créé une batterie de dépistage accessible à cette population (Batterie d'Evaluation des troubles Neurovisuels chez les enfants non-COopérants) et nous avons testé sa validité à la fois dans notre population d'étude et chez des enfants contrôles.

Les résultats obtenus démontrent que les épreuves sont chutées chez ces enfants quel que soit le tableau clinique (TED, T 21, DI). Ceci rejoint ce que l'on observe en clinique, c'est-à-dire le grand nombre de TNV chez les enfants présentant un trouble neuro-développemental. Ce qui amène à postuler que les lobes occipitaux seraient très fragiles et susceptibles de ne pas se développer normalement ou d'être lésés dans les atteintes neurologiques chez l'enfant. Les éléments étayant ces constatations sont détaillés ci-dessous.

### **HYPOTHESE 1-2 : Effets d'âge et de sexe**

Comme attendu, lors de l'observation des performances des enfants contrôles, aucun effet de sexe n'est relevé pour la batterie. De même, certaines épreuves (poursuite visuelle, figures enchevêtrées, mémoire visuo-spatiale) sont corrélées positivement avec l'âge des enfants contrôles, en lien avec la maturation des aires corticales qui se développent jusqu'à l'âge de 7ans (Niessen, 2006).

### **HYPOTHESE 3 : Sensibilité de la batterie pour la population d'étude**

La sensibilité de la BENCO est démontrée par les différences significatives observées aux diverses épreuves où les patients obtiennent des performances globalement inférieures à celles des contrôles, témoignant d'un comportement neurovisuel différent. Cette batterie est donc adaptée à la population d'enfants non coopérants avec troubles cognitifs et vient répondre aux besoins actuels des praticiens dans ce domaine. En effet, comme le souligne Boot (2012), aucune évaluation du domaine visuel n'est disponible pour ces enfants.

### **HYPOTHESE 4 : Prévalence des TNV parmi la population de DI**

Or, cette évaluation est nécessaire puisque ces différences significatives de performances entre les populations patients et contrôles témoignent de la prévalence des troubles neurovisuels dans notre population d'étude. Cela confirme l'hypothèse de Cui et coll. (2008) et Boot et coll. (2012) selon laquelle il y aurait une sous-estimation des troubles de la fonction visuelle chez les patients souffrant de DI. Ces nouvelles données épidémiologiques soulignent la nécessité de dépister les TNV systématiquement chez les enfants présentant un trouble neuro-développemental. Dans le but de les caractériser au mieux, de comprendre s'ils sont associés à d'autres pathologies ou s'ils correspondent au

trouble prépondérant. Ceci de manière à réaliser un diagnostic différentiel afin d'évaluer comment la prise en charge neurovisuelle permet d'améliorer le développement global de l'enfant.

#### **HYPOTHESE 5 -6: Spécificité de la batterie d'évaluation des TNV chez DI**

Lors de l'étude des performances des enfants contrôles à cette batterie, aucune relation forte n'est apparue entre les épreuves aux corrélations de Spearman. Cela témoigne de la validité de la batterie afin de tester des processus spécifiques au domaine neurovisuel puisque les résultats peuvent être dissociés entre les épreuves. Il est donc nécessaire de présenter un maximum de ces épreuves aux enfants testés afin de caractériser au mieux leurs difficultés.

De plus, au sein de la population de patients, différents sous-groupes ont été établis en fonction des tableaux cliniques présentés et les performances de chaque groupe ont été comparées à celles de la population contrôle. Cela a permis de mettre en évidence la spécificité de la BENCO afin de faire ressortir la présence de troubles neurovisuels au sein de la population étudiée. En effet, différents patterns de comportements neurovisuels ont été retrouvés en fonction de la sémiologie des groupes de patients.

#### **HYPOTHESE 7 : BENCO accessible aux enfants avec troubles du langage**

La batterie est effectivement accessible et réalisable pour des enfants DI avec troubles du langage mais on retrouve des résultats plus faibles chez ces enfants que chez les patients sans troubles du langage. De plus, comparés aux contrôles, on retrouve des différences significativement inférieures pour le groupe de patients avec troubles du langage lors des épreuves impliquant des réflexes visuels (photomoteur), capacités oculomotrices (fixation de l'objet, de l'interlocuteur, poursuite visuelle dans la lumière), la fonction visuelle (champ visuel dans la lumière ambiante), des capacités en attention visuelle spatiale et sélective (attention visuelle simple, recherche visuelle d'objets, orientation de l'attention visuelle dans l'espace, attention sélective spatiale : « mains organisées » et « mains désorganisées »), des capacités de coordination oculomotrices (coordination visuomotrice (CVM) simple, CVM dans l'épreuve d'attention visuelle, précision visuomotrice), de la mémoire visuelle (mémoire spatiale et mémoire visuelle d'objets), de la reconnaissance visuelle (appariement de formes d'animaux et de formes géométriques), de l'analyse visuelle (appariement de formes arabesques, recherche de patterns identiques, figures enchevêtrées), de la discrimination de couleurs, la mise en correspondance 2D avec la 3D et de la visuo-construction. La coexistence de TNV avec les troubles du langage peut être expliquée par plusieurs hypothèses.

En effet, les liens mis en évidence précédemment entre les TNV et le développement intellectuel ont montré les rapports étroits entre les troubles de la perception visuelle et le niveau de développement cognitif (Guzzetta et coll.,2001). Ainsi plus le trouble sensoriel est important, plus le retentissement sur les fonctions neuropsychologiques est conséquent (Engel-Yeger et coll., 2011). Alors, on pourrait supposer que des troubles de la fonction et/ou de la cognition visuelle présents tôt dans le développement de l'enfant amplifient les troubles du langage, du fait de l'impossibilité d'établir une relation pré-verbale, de pointer et désigner, mais aussi d'imiter un geste articulatoire.

Une autre explication à l'intrication observée dans notre étude entre TNV et troubles du langage serait la présence d'une étiologie commune à ces deux catégories de troubles. De fait, comme cela a été décrit, les DI d'origine péri ou postnatale regroupent des étiologies pouvant altérer l'ensemble des processus cognitifs (Epelbaum et Speranza, 2002), phénomènes évoquant le spectre étiologique retrouvé dans les TNV (Chokron 2014a).

Enfin, l'autre hypothèse que l'on peut formuler afin d'expliquer ces liens entre troubles du langage et TNV est qu'il pourrait exister dans cette batterie un biais dû à l'utilisation du langage : les réponses des enfants seraient d'autant plus faussées du fait de la présence de troubles du langage. Comme nous l'avons précisé auparavant, ce biais a déjà été relevé dans des tests psychométriques chez ce type de populations (Mottron 2010). Cependant, aucun effet n'a été retrouvé dans des tests évaluant la fonction visuelle au cours d'une étude ayant évalué les performances d'enfants souffrant d'une dysphasie lors de tests visuo-attentionnels (Vilayphonh et coll. 2009). Cette dernière hypothèse apparaît donc peu probable.

Il est à noter que les résultats que nous obtenons pour les patients avec troubles du langage sont en contradiction avec le modèle proposé par Mottron et coll. (2014). Ce dernier postule que les compétences, des enfants ayant des anomalies génétiques impactant l'organisation cérébrale, seraient allouées soit pour le développement des fonctions langagières soit pour celui des fonctions perceptives. Toutefois, les inclusions de nos sujets dans cette catégorie regroupant une large étendue de troubles du langage, les résultats sont à considérer avec précaution.

#### **HYPOTHESE 8: BENCO réalisable par des enfants avec TED**

Notre hypothèse postulant que, le sous-groupe de patients avec des troubles de la relation était en mesure de réaliser la batterie, est confirmée. Lorsqu'on compare les patients TED avec la population patients en général ou la population contrôle, ils

obtiennent des performances inférieures avec des différences significatives dans les épreuves : fixation de l'interlocuteur, coordination visuo-motrice (dans l'épreuve d'attention visuelle), discrimination de couleurs, correspondance 2D-3D, attention visuelle sélective et spatiale (attention visuelle simple, recherche visuelle d'objets, orientation de l'attention visuelle dans l'espace, attention sélective spatiale : « mains organisées » et « mains désorganisées »), reconnaissance visuelle (appariement de formes d'animaux et de formes géométriques), analyse visuelle (appariement de formes arabesques, recherche de patterns identiques, figures enchevêtrées).

Par ailleurs, les différences significatives retrouvées seulement quand les enfants TED sont comparés aux enfants contrôles concernent les épreuves : fixation de l'objet, poursuite visuelle dans la lumière, CVM (CVM simple et précision visuo-motrice), visuo-construction et la mémoire visuelle d'objets.

Quant aux différences retrouvées uniquement lorsque les enfants TED sont comparés à la population de patients en général, elles sont relatives aux performances lors des épreuves suivantes : barrage des nounours, mémoire spatiale et les « routes » de l'épreuve de précision visuo-motrice.

Il faut noter qu'ici ressort un trouble de la fixation de l'interlocuteur, quels que soient les groupes auxquels sont comparés les TED. Or, nous avons décrit dans les théories cognitives de l'autisme, que classiquement, ce trouble de la fixation est compris et interprété comme un trouble des interactions sociales, caractéristique d'un signe précoce de TSA (Bargiacchi, 2011).

Nous avons donc étudié les corrélations qu'entretient ce score de fixation de l'interlocuteur obtenu par les patients TED avec les autres épreuves de la batterie. Il apparaît une forte corrélation entre le score de fixation de l'interlocuteur et celui obtenu en mémoire visuelle d'objets mais également une corrélation modérée avec le score en attention visuelle spatiale (recherche visuelle d'objets). Nous pouvons donc concevoir les résultats observés chez les enfants TED à la BENCO comme la mise en exergue de TNV parmi cette population.

Le trouble de la fixation visuelle deviendrait donc un trouble intriqué dans un comportement neurovisuel plus global chez les TED. Ce trouble pourrait ainsi être d'origine perceptive et non sociale, même s'il contribue à impacter grandement la relation avec autrui. De plus, tous les groupes de patients affichent un profil assez similaire pour le subtest de fixation de l'interlocuteur et pourtant ils ne souffrent pas tous de trouble de l'interaction. Par conséquent, la réussite ou l'échec au subtest de fixation de l'interlocuteur ne serait pas forcément associé à la qualité de l'interaction, impliquant également que ce

signe clinique (absence de fixation de l'interlocuteur) ne devrait pas être considéré comme un signe d'autisme. Or, le DSM-5 (APA, 2015) a inclus les troubles de la perception visuelle dans les critères diagnostiques du spectre autistique. L'autre élément majeur à considérer est l'évaluation de l'efficacité intellectuelle de l'enfant autiste. En effet, nous l'avons souligné, plusieurs auteurs supportent la théorie selon laquelle la cognition de l'enfant autiste serait à penser en termes de processus perceptifs ((Samson et coll., 2012) et considèrent ainsi que le réel potentiel cognitif chez ces enfants serait révélé par des tests fondés sur le raisonnement perceptif (Dawson et coll.,2007). Pourtant, selon nos résultats, il faudrait considérer les enfants TED comme porteurs de troubles neurovisuels. Alors les troubles de la relation observés pourraient être mis en lien avec des comportements d'adaptation mis en place par l'enfant en raison d'un trouble entravant le bon développement de la perception visuelle. De même, nous l'avons vu, l'évaluation du profil cognitif n'est pas conseillée chez les enfants avec TNV (Chokron 2014a), or si les autistes souffrent de TNV, les évaluations qui leur sont appliquées deviennent alors caduques, avec peu de valeur diagnostique et/ou pronostique.

#### **HYPOTHESE 9 : BENCO réalisable avec des enfants atteints de troubles complexes du développement**

Notre hypothèse prévoyait que la BENCO puisse être réalisée avec des patients présentant une association de troubles : perceptifs, cognitifs et comportementaux, comme la Trisomie 21. Cela fut le cas puisqu'on observe des différences significatives entre le groupe d'enfants T 21 et le groupe d'enfants contrôles. En effet, les patients ont des performances inférieures aux contrôles lors des épreuves impliquant des réflexes visuels (photomoteur), des capacités oculomotrices (fixation de l'objet, de l'interlocuteur, poursuite visuelle dans la lumière), la fonction visuelle (champ visuel dans la lumière ambiante), des capacités en attention visuelle spatiale et sélective (orientation de l'attention visuelle dans l'espace, attention sélective spatiale : « mains organisées » et « mains désorganisées »), des capacités de coordination oculomotrices (coordination visuomotrice dans l'épreuve d'attention visuelle, précision visuomotrice), de la mémoire visuelle d'objets, de la reconnaissance visuelle (appariement de formes d'animaux et de formes géométriques), de l'analyse visuelle (appariement de formes arabesques, recherche de patterns identiques, figures enchevêtrées),de la discrimination de couleurs, de la mise en correspondance 2D avec la 3D et de la visuo-construction.

Par ailleurs, un comportement neurovisuel particulier est révélé chez les enfants T21 lorsqu'ils sont comparés à la population des patients en général. On observe ainsi qu'ils obtiennent des performances inférieures dans toutes les tâches de mémoire visuelle

(mémoire d'objets et mémoire spatiale), mais également dans la tâche de reconnaissance visuelle de stimuli non sémantisés (appariement de formes géométriques) de précision visuo-motrice et d'analyse et de discrimination visuelles fines (figures enchevêtrées). Cela est à mettre en lien avec les difficultés relevées précédemment pour ces enfants sur le plan de la discrimination visuelle (Guidetti et Tourrette, 2014). Toutefois, ces résultats suggèrent que l'infériorité de la sphère perceptive visuelle évoquée est davantage à mettre en lien avec la présence de troubles neurovisuels chez les T21. Or, nous l'avons vu, la présence de TNV chez des autistes pourrait remettre en question les troubles de la relation observés car ils seraient à mettre en lien avec des adaptations aux TNV expérimentés par ces enfants. Ainsi, les anomalies de la fonction et de la cognition visuelles rapportées chez les enfants avec T 21 pourraient également expliquer la fréquence élevée de troubles de la relation rapportés chez ces sujets (Krieger et coll., 2014 ).

## **VI. LIMITES ET INTÉRÊTS DE L'ETUDE**

L'étude que nous vous avons présentée comporte quelques limites mais aussi des perspectives pour les études à venir sur la même thématique.

En effet, notre population d'étude est relativement hétérogène que ce soit sur le plan des capacités intellectuelles, attentionnelles, interactionnelles ou encore sur celui des troubles additionnels. Le recrutement de sujets souffrant de troubles similaires ou bien pour lesquels un diagnostic avait été établi au sein des IME s'est avéré être une tâche compliquée. Ainsi, la population des patients avec DI n'a pas pu être corrélée au niveau de développement cognitif car certains n'avaient pas fait l'objet d'évaluations psychométriques. De plus, le sous-groupe des enfants avec TED est disparate puisque les diagnostics n'ont pas tous été établis à partir de mesures normées ou encore à partir des mêmes outils. De ce fait, l'analyse de l'origine des troubles observés sans contexte clinique précis complexifie l'établissement d'un cadre d'étude rigoureux. Une étude inter-factorielle bien aboutie n'a donc pu être menée à défaut de données anamnestiques plus exhaustives. Par ailleurs, la fiabilité ainsi que la validité de la BENCO a été démontrée mais il serait intéressant de pouvoir établir à l'avenir des seuils pathologiques afin d'améliorer les valeurs statistiques de ce test et ainsi d'affiner les possibilités de cotations. La mise en œuvre d'un étalonnage plus précis pourrait faire l'objet d'une prochaine étude.

Les limites ayant été exposées, il faut rapporter les nombreux intérêts présentés par cette étude. De fait, la BENCO est la première batterie, à notre connaissance, permettant d'étayer ou d'infirmier un diagnostic de troubles neurovisuels, s'adressant à des enfants dont les troubles cognitifs et/ou de l'interaction entravent l'utilisation de tests « classiques ». Elle répond à une problématique de praticiens bien souvent démunis face à ce type d'enfants pour lesquels la diversité des tableaux cliniques permet rarement d'isoler un facteur de prise en charge porteur de bénéfices. D'autre part, cette batterie, rapide et facile à mettre en œuvre présente l'avantage d'être accessible aux enfants dont le niveau de coopération est restreint. Enfin, les données épidémiologiques récoltées lors de cette étude enrichissent les données de la littérature et confirment la prévalence non négligeable de TNV chez les enfants souffrant de DI et/ou T.E.D et/ou de Trisomie 21.

## CONCLUSION

Cette étude avait pour but d'évaluer les troubles neurovisuels (TNV) chez les enfants avec troubles cognitifs et/ou du comportement. Cette population a été explorée tout au long de ce mémoire car plusieurs auteurs rapportent la présence fréquente d'atypies visuelles chez des enfants avec troubles du développement intellectuel mais aussi chez ceux avec des troubles envahissants du développement (TED). L'étude de la littérature a témoigné d'un manque d'outils afin d'effectuer une évaluation adaptée à cette population, c'est pourquoi, nous avons élaboré une nouvelle batterie de dépistage pour enfants non coopérants : la B.E.N.CO. Dans l'optique de mettre en évidence de surcroît, les processus préservés et atteints chez des enfants difficilement testables. De fait, cette batterie évalue plusieurs compétences : visuelles, visuo-motrices, mnésiques, attentionnelles, cela sans nécessiter de participation très active de la part de l'enfant.

Cet outil de dépistage a prouvé sa validité, sa sensibilité ainsi que sa spécificité. En effet, la mise au point de cette batterie a permis de tester un large panel d'enfants souffrant de troubles cognitifs et par conséquent de confirmer notre hypothèse selon laquelle ils sont davantage susceptibles d'être porteurs de TNV que la population générale. Ainsi, il a été retrouvé un pattern de troubles neurovisuels particulier chez les patients avec TED, chez ceux présentant une trisomie 21 et chez ceux avec une DI et des troubles du langage.

Cela met en exergue l'intrication existant entre les TNV et le développement cognitif, et ouvre de nouvelles voies d'investigation pour le diagnostic de ces enfants. De plus, il a été démontré le lien exigu entretenu entre la vision et le développement socio-communicatif et par conséquent l'enchevêtrement complexe des TNV et des troubles de la relation. En effet, les spécificités neurovisuelles observées pourraient expliquer une partie des troubles de la relation, notamment le trouble de la fixation visuelle, retrouvés chez les enfants autistes ou encore chez les trisomiques 21 possédant des traits autistiques.

La prise en charge des troubles neurovisuels est déjà reconnue pour ses effets bénéfiques sur le développement cognitif de l'individu mais des recherches soulignent également son impact sur l'amélioration des troubles du comportement observés. L'orthophoniste est au cœur de la prise en charge des troubles cognitifs et de l'interaction relatifs à ces enfants ou encore aux troubles du langage. Ce professionnel est donc un des premiers intervenants à agir concernant la rééducation et l'évaluation des troubles neurovisuels. Ainsi, compte tenu de la prévalence des troubles de la cognition visuelle au sein de ces deux populations et du retentissement délétère de tels troubles sur le développement de l'enfant une prise en charge précoce des TNV permettrait de potentialiser les habiletés intellectuelles, perceptives, sociales et motrices du sujet.

## BIBLIOGRAPHIE

- American psychiatric association, Crocq, M.-A., Guelfi, J.-D., Boyer, P., Pull, C.-B., & Pull-Erpelding, M.-C. (2015). *DSM-5: manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- Anatomie neuro-ophtalmologique. (2012). *Neuro-ophtalmologie* (Vol. Chapitre 1- Anatomie neuro-ophtalmologie, p. 5-67). Elsevier.
- Annaz, D., Remington, A., Milne, E., Coleman, M., Campbell, R., Thomas, M. S. C., & Swettenham, J. (2010). Development of motion processing in children with autism: Development of motion processing in children with autism. *Developmental Science*, *13*(6), 826-838.
- Arnaud, C., Bursztyn, J., Charlier, J., Defoort-Dhellemmes, S., Kaplan, J., Le Gargasson, J.-F., Lenne, W., et al. (2002). Déficits visuels: dépistage et prise en charge chez le jeune enfant.
- Atkinson, J., Anker, S., Rae, S., Hughes, C., & Braddick, O. (2002). A test battery of child development for examining functional vision (ABCDEFV). *Strabismus*, *10*(4), 245-269.
- Bahi-Buisson, N., Chelly, J., & Portes, V. des. (2006). Actualités sur la génétique des retards mentaux liés au chromosome X. *Revue Neurologique*; *162*: 10, 952-963
- Bargiacchi, A. (2011). Les signes précoces de l'autisme. *PSN*, *9*(1), 19-30.
- Beery K. E., Buktenica N. A., & Beery N. A. (2010). *The Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration: Administration, scoring, and teaching manual* (6th ed.). Minneapolis, MN: Pearson
- Bertone, A., Mottron, L., Jelenic, P., & Faubert, J. (2003). Motion perception in autism: a « complex » issue. *Cognitive Neuroscience, Journal of*, *15*(2), 218-225.
- Bertone, A. (2005). Enhanced and diminished visuo-spatial information processing in autism depends on stimulus complexity. *Brain*, *128*(10), 2430-2441.
- Biotti, D., Pisella, L., & Vighetto, A. (2012). Syndrome de Balint et fonctions spatiales du lobe pariétal. *Revue Neurologique*, *168*(10), 741-753.

- Birch, E. E., Cheng, C. S., & Feliuss, J. (2007). Validity and Reliability of the Children's Visual Function Questionnaire (CVFQ). *Journal of AAPOS : The Official Publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 11(5), 473–479.
- Blake, R., Turner, L. M., Smoski, M. J., Pozdol, S. L., & Stone, W. L. (2003). Visual recognition of biological motion is impaired in children with autism. *Psychological science*, 14(2), 151–157.
- Bogdashina, O. (2012). *Questions sensorielles et perceptives dans l'autisme et le syndrome d'Asperger: des expériences sensorielles différentes, des mondes perceptifs différents*. Grasse: AFD.
- Boot, F. H., Pel, J. J. M., Evenhuis, H. M., & van der Steen, J. (2012). Factors related to impaired visual orienting behavior in children with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1670-1676.
- Boucart, M., Hénaff, M.-A., & Belin, C. (1998). *Vision: aspects perceptifs et cognitifs*. Marseille, France: Solal.
- Brin-Henry, F. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues, France: Ortho Édition.
- Broca, R., & Prado, C. (2013). *La déficience intellectuelle face aux progrès des neurosciences repenser les pratiques de soin*. Lyon: Chronique sociale.
- Buhrow, M., & Bradley-Johnson, S. (2003). Visual preferences of students with profound mental retardation and healthy, full-term infants. *Research in Developmental Disabilities*, 24(2), 83-94.
- Bussy, G., & Portes, V. des. (2008). Définition du retard mental, épidémiologie, évaluation clinique. *Médecine thérapeutique / Pédiatrie*, 11(4), 196-201.
- Carlin, M. T., Soraci, S. A., Strawbridge, C. P., Dennis, N., Loiselle, R., & Chechile, N. A. (2003). Detection of Changes in Naturalistic Scenes: Comparisons of Individuals With and Without Mental Retardation. *American Journal on Mental Retardation*, 108(3), 181-193.

- Cattaneo, Z., Renzi, C., Bona, S., Merabet, L. B., Carbon, C.-C., & Vecchi, T. (2013). Hemispheric asymmetry in discriminating faces differing for featural or configural (second-order relations) aspects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21(2), 363-369.
- Charman, T., Pickles, A., Simonoff, E., Chandler, S., Loucas, T., & Baird, G. (2011). IQ in children with autism spectrum disorders: data from the Special Needs and Autism Project (SNAP). *Psychological Medicine*, 41(3), 619-627.
- Chokron, S. (2009). *Pourquoi et comment fait-on attention ?* Paris: Éd. le Pommier.
- Chokron, S., Cavézian, C., & Agostini, M. de. (2010a). Troubles neurovisuels chez l'enfant : Sémiologie, retentissement sur les apprentissages et dépistage. *Développements*, n° 6(3), 17-25.
- Chokron, S., Demonet, J.-F., (2010b). Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages. *Société de neuropsychologie de langue française*. Marseille: Solal.
- Chokron, S. (2012). Négligence spatiale unilatérale. *Ophthalmologie*, 6(5), 0-1.
- Chokron, S., & Streri, A. (2012). *Comment voient les bébés ?* Paris: Éd. le Pommier.
- Chokron, S. (2014). Troubles neurovisuels chez l'enfant. *EMC –Pédiatrie* 2014;9(1):1-8
- Chokron, S. (2014). *Peut-on mesurer l'intelligence?* Paris: Le Pommier.
- Chokron, S. (2015). Approche neuropsychologique des troubles neurovisuels chez l'enfant. *Revue de neuropsychologie*, 7(1), 41–49.
- Cognet, G. (2011). Les trois vies du Binet-Simon : Binet-Simon, Nemi, Nemi-2. *Recherches & éducations*, (5), 165-179.
- Courbois, Y. (1996). III-Retard mental et coordination des perspectives spatiales. *Enfance*, 49(1), 51-64.
- COURBOIS, Y., & LEJEUNE, L. (2000). Étude expérimentale de la génération d'images mentales chez des adolescents retardés mentaux. *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, 11(1), 73-84.

- Courbois, Y. (2002). Proposition d'un cadre théorique pour l'étude de la cognition visuelle des personnes retardées mentales. *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, 13(2), 101-114.
- Cui, Y., Stapleton, F., & Suttle, C. (2008). Developing an instrument to assess vision-related and subjective quality of life in children with intellectual disability: data collection and preliminary analysis in a Chinese population. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 28(3), 238-246.
- Dalens, H. (2014). Les pathologies neurovisuelles chez les enfants cérébrolésés. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 35(1), 25-40.
- Daly, C. J., Kelley, G. T., & Krauss, A. (2003). Relationship Between Visual-Motor Integration and Handwriting Skills of Children in Kindergarten: A Modified Replication Study. *American Journal of Occupational Therapy*, 57(4), 459-462.
- Dawson, G., Carver, L., Meltzoff, A. N., Panagiotides, H., McPartland, J., & Webb, S. J. (2002). Neural correlates of face and object recognition in young children with autism spectrum disorder, developmental delay, and typical development. *Child development*, 73(3), 700.
- Dawson, M., Soulieres, I., Ann Gernsbacher, M., & Mottron, L. (2007). The Level and Nature of Autistic Intelligence. *Psychological Science*, 18(8), 657-662.
- Dumas, J. E. (2013). *Psychopathologie de l'enfant et de l'adolescent*. Bruxelles: De Boeck.
- Dunn, L., Thériault-Whalen, C., & Dunn, L. (1993). *Echelle de vocabulaire en images Peabody: adaptation française du Peabody vocabulary test-revised: manuel pour les formes A et B*. Psycan.
- Durand, K., & Lécuyer, R. (2009). L'intelligence du bébé. *EMC - Psychiatrie*, 6(3), 1-9.
- Durand, K., & Lécuyer, R. (2011). Activités perceptives du nourrisson. *EMC - Psychiatrie*, 8(2), 1-8.
- Duru-Bellat, M., & Fournier, M. (2007). *L'intelligence de l'enfant l'empreinte du social*. Auxerre: Sciences Humaines.

- Engel-Yeger, B., Hardal-Nasser, R., & Gal, E. (2011). Sensory processing dysfunctions as expressed among children with different severities of intellectual developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 32*(5), 1770-1775.
- Epelbaum, C., & Speranza, M. (2002). Concept de déficience mentale. *Psychiatrie/Pédopsychiatrie, Encyclopédie Médico Chirurgicale, (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier, Paris)*.
- Flessas, J., & Lussier, F. (2003). *EVAC: épreuve verbale d'aptitudes cognitives*. Éditions du centre de psychologie appliquée.
- Fombonne, E. (2009). Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric research, 65*(6), 591–598.
- Fremolle-Kruck, J., & Bouvet, L. (2015). *Troubles neuro-développementaux: tableaux cliniques, évaluation et orientation*. Paris: In Press.
- Frith, U., & Happé, F. (1994). Autism: beyond « theory of mind ». *Cognition, 50*(1-3), 115-132.
- Gardner, H. (1999). Are there additional intelligences? The case for naturalist, spiritual, and existential intelligences. *Education, information, and transformation, 111-131*.
- Gaudry, I., Perez, C., Cavézian, C., Vilayphonh, M., & Chokron, S. (2010). Dyspraxies et troubles neurovisuels. *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages* (p. 297-313). Solal Marseille.
- Geldart, S., Mondloch, C. J., Maurer, D., De Schonen, S., & Brent, H. P. (2002). The effect of early visual deprivation on the development of face processing. *Developmental Science, 5*(4), 490–501.
- Gentaz, É., & Mazens, K. (2006). Les nouveau-nés sont-ils capables de voir avec leurs mains ou de toucher avec leurs yeux ? *Devenir, 18*(3), 263.
- Georgieff, N. (2008). *Qu'est-ce que l'autisme?* Paris: Dunod.
- Gepner, B. (2005). Malvoyance du mouvement dans l'autisme: de la clinique à la recherche et à la rééducation. In C. A. ; C. B. ; A. B. ; J. M. ; B. Rogé (Éd.), *L'autisme : de la recherche à la pratique* (p. 205-226). Odile Jacob.

- Gepner, B., Massion, J., Tardif, C., Gorgy, O., Livet, M.-O., Denis, D., Roman, S., et al. (2002). L'autisme: une pathologie du codage temporel? *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 21, 177–218.
- Gillet, P. (2013). *Neuropsychologie de l'autisme chez l'enfant*. Paris; Bruxelles: De Boeck-Solal ; De Boeck.
- Giuliani, F., & Schenk, F. (2015). Vision, spatial cognition and intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 37, 202-208.
- Goldenberg, A., & Saugier-veber, P. (2006). Retards mentaux d'origine génétique. *EMC - Psychiatrie*, 3(1), 1-11.
- Greenaway, R., Davis, G., & Plaisted-Grant, K. (2013). Marked selective impairment in autism on an index of magnocellular function. *Neuropsychologia*, 51(4), 592-600.
- Greenspan, S., Harris, J. C., & Woods, G. W. (2015). Intellectual disability is « a condition, not a number »: Ethics of IQ cut-offs in psychiatry, human services and law. *Ethics, Medicine and Public Health*, 1(3), 312-324.
- Gregory, R. L., Mattheeuws-Hambrouck, M., & Thinès, G. (2000). *L'oeil et le cerveau: la psychologie de la vision*. Bruxelles; [Paris]: De Boeck Université.
- Groenvelde, M. (1990). The dilemma of assessing the visually impaired child. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 32(12), 1105–1109.
- Guidetti, M., & Tournette, C. (2014). *Handicaps et développement psychologique de l'enfant*. Paris: A. Colin.
- Guzzetta, A., D'acunto, G., Rose, S., Tinelli, F., Boyd, R., & Cioni, G. (2010). Plasticity of the visual system after early brain damage. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(10), 891-900.
- Guzzetta, A., Mercuri, E., & Cioni, G. (2001). Visual disorders in children with brain lesions: *European Journal of Paediatric Neurology*, 5(3), 115-119.
- Hammill, D.D., Pearson, N.A. & Voress, J.K. (2013). *DTVP-3: Developmental Test of Visual Perception – Third Edition*. Austin: PROED. Inc.

- Hepburn, S., Philofsky, A., Fidler, D. J., & Rogers, S. (2008). Autism symptoms in toddlers with Down syndrome: A descriptive study. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 21(1), 48-57.
- Hommet, C., Jambaqué, I., Billard, C., & Gillet, P. (2005). *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement*. Neuropsychologie. Marseilles: Solal.
- Jacquier, M.-T. (2010). Pathologies ophtalmologiques de l'enfant cérébrolésé et du polyhandicapé. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 31(2), 45-59.
- Jan, J. E., & Burden, S. K. (2001). Recent advances in cortical visual impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2001, 43: 56–60
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L. (1983). *K-ABC--Kaufman assessment battery for children: Administration and scoring manual*. American Guidance Service.
- Khetpal, V., & Donahue, S. P. (2007). Cortical visual impairment: Etiology, associated findings, and prognosis in a tertiary care setting. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 11(3), 235-239.
- Kohs, S. . (1923). *Intelligence measurement: A psychological and statistical study based upon the block-design tests* (Vol. xii). New York, NY, US: MacMillan Co.
- Korkman, M., Kirk, U., Kemp, S. L., & Plaza, M. (2008). *Nepsy, bilan neuropsychologique de l'enfant: manuel*. ECPA, les Éd. du Centre de psychologie appliquée.
- Kovarski, C., & Dufier, J.-L. (2014). *Les anomalies de la vision chez l'enfant et l'adolescent*. Paris: Éd. Lavoisier : Médecine Sciences Publications.
- Krieger, A.-E., Lancéart, E., Nader-Grosbois, N., & Adrien, J.-L. (2014). Trisomie 21 et autisme : double diagnostic, évaluation et intervention. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 62(4), 235-243.
- Lacombe, D., Lyonnet, S., & Briard, M.-L. (2006). *Prise en charge des maladies génétiques en pédiatrie*. Rueil-Malmaison: Doin.

- Lainé, F., Rauzy, S., Gepner, B., & Tardif, C. (2009). Prise en compte des difficultés de traitement des informations visuelles et auditives rapides dans le cadre de l'évaluation diagnostique de l'autisme. *Enfance*, 2009(1), 133.
- Lainé, F., Tardif, C., Rauzy, S., & Gepner, B. (2008). Perception et imitation du mouvement dans l'autisme : une question de temps. *Enfance*, Vol. 60(2), 140-157.
- Laurent-Vannier, A., Chevignard, M., Pradat-Diehl, P., Abada, G., & De Agostini, M. (2006). Assessment of unilateral spatial neglect in children using the Teddy Bear Cancellation Test. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(2), 120-125.
- Lautrey, J. (2001). L'évaluation de l'intelligence: état actuel et tentatives de renouvellement. *Les figures de l'intelligence. Paris: Editions et applications psychologiques.*
- Lautrey, J. (2005). L'évolution du concept d'intelligence depuis Binet. *La mesure de l'intelligence. Paris: L'Harmattan*, 73-91.
- Le Du, C. (2009). Tests psychologiques et facteurs culturels. *Psychopathologie transculturelle* (p. 107-150). Elsevier.
- Lécuyer, R., & Fournier, M. (2009). *L'intelligence de l'enfant*. Auxerre: Sciences humaines éd.
- Leekam, S. R., Nieto, C., Libby, S. J., Wing, L., & Gould, J. (2007). Describing the Sensory Abnormalities of Children and Adults with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(5), 894-910.
- Lelièvre, J. (2005). *L'enfant inefficent intellectuel*. Editions Bréal.
- Leonard E Ross, S. M. R. (1981). *The visual scanning and fixation behavior of the retarded* (Vol. 10). Academic Press.
- Lueck, A. H., & Dutton, G. (Éd.). (2015). *Vision and the brain: understanding cerebral visual impairment in children*. New York, NY: AFB Press, American Foundation for the Blind.
- Lussier, F., & Flessas, J. (2009). *Neuropsychologie de l'enfant: troubles développementaux et de l'apprentissage*. Paris: Dunod.

- Major, J. T., Johnson, W., & Bouchard, T. J. (2011). The dependability of the general factor of intelligence: Why small, single-factor models do not adequately represent g. *Intelligence*, 39(5), 418-433.
- Marcelli, D., & Cohen, D. (2012). 9 - Psychopathologie des fonctions cognitives. In D. M. Cohen (Éd.), *Enfance et Psychopathologie (9e édition)* (p. 189-223). Paris: Elsevier Masson.
- Marret, S. (2007). Plasticité cérébrale chez le prématuré. *Archives de Pédiatrie, Congrès national de la société française de pédiatrie Congrès SFP*, 14(6), 519-521.
- Martin, N. A. (2006). Test of visual perceptual skills. (TVPS-3). *Flórida: PAR*.
- Maurice, P., & Piédalue, M. (2003). L'évaluation et la mesure du comportement adaptatif. *MJ Tassé & D. Morin (Éds.), La déficience intellectuelle*, 57-67.
- Mazeau, M., & Pouhet, A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant: du développement typique aux dys-*. Paris: Elsevier-Masson.
- Mazeau, M. (2008). *Conduite du bilan neuropsychologique chez l'enfant*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson.
- Mazeau, M., Meurant, A., Le Lostec, C., & Jouy, M.-O. (2004). Les troubles de la reconnaissance des images chez l'enfant IMC: Intérêt du protocole « Ducarne » (à propos de 25 cas). *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 25(1), 31-45.
- McCarthy, D. (1977). Échelles d'aptitudes pour enfants. ECPA.
- McCleery, J. P., Allman, E., Carver, L. J., & Dobkins, K. R. (2007). Abnormal Magnocellular Pathway Visual Processing in Infants at Risk for Autism. *Biological Psychiatry*, 62(9), 1007-1014.
- Milne, E., Scope, A., Griffiths, H., Codina, C., & Buckley, D. (2013). Brief Report: Preliminary Evidence of Reduced Sensitivity in the Peripheral Visual Field of Adolescents with Autistic Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(8), 1976-1982.

- Milne, E., Swettenham, J., Hansen, P., Campbell, R., Jeffries, H., & Plaisted, K. (2002). High motion coherence thresholds in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(2), 255–263.
- Miri, I., Dziri, C., Ben Salah, F. Z., & Lebib, S. (2004). Troubles neurovisuels de l'enfant IMC ; évaluation et prise en charge. *Journal de Réadaptation Médicale : Pratique et Formation en Médecine Physique et de Réadaptation*, 24(1–2), 51-53.
- Mottron, L., Belleville, S., Rouleau, G. A., & Collignon, O. (2014). Linking neocortical, cognitive, and genetic variability in autism with alterations of brain plasticity: the Trigger-Threshold-Target model. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 47, 735-752.
- Mottron, L. (2010). Que fait-on de l'intelligence autistique ? *Enfance*, 2010(1), 45.
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced Perceptual Functioning in Autism: An Update, and Eight Principles of Autistic Perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 27-43.
- Mottron, L., & Burack, J. (2001). Enhanced perceptual functioning in the development of autism. In: Burack, Charman, Yirmiya, & Zelazo (Eds.), *The development of autism: Perspectives from theory and research*. (pp. 131–148). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Nadel, J. (2005). L'imitation : un langage sans mot, son rôle chez l'enfant atteint d'autisme. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 53(7), 378-383.
- Niessen, F. (2006). Développement des fonctions visuelles du fœtus et du nouveau-né et unités de soins intensifs néonataux. *Archives de pédiatrie*, 13(8), 1178–1184.
- Noppeney, U. (2007). The effects of visual deprivation on functional and structural organization of the human brain. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Lesions in the Developing Nervous System: Theoretical Considerations, Early Detection and Perspectives for Treatment, 31(8), 1169-1180.
- Pawletko T, Chokron S, Dutton G. Considerations in Behavioral Diagnoses of CVI: Issues, Cautions, and Potential Outcomes. In : Hall Lueck A, Gordon N. Dutton, Eds. *Impairment of vision due to disorders of the visual brain in childhood: a practical approach*. AFB, USA, 2014

- Perron-Borelli, M. (1996). *Les échelles différentielles d'efficiences intellectuelles révisées, EDEI-R*. Manuel. Paris: Éditions Scientifiques et Psychotechniques.
- des Portes, V., Livet, M. O., & Vallée, L. (2002). Démarche diagnostique devant une déficience mentale de l'enfant en 2002. *Archives de Pédiatrie*, 9(7), 709-725.
- Pry, R., Juhel, J., Bodet, J., & Baghdadli, A. (2005). Stabilité et changement du retard mental chez le jeune autiste. *Enfance*, Vol. 57(3), 270-277.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Coquery, J.-M., Tajeddine, N., Gailly, P., Volterra, A., et al. (2015). *Neurosciences*. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.
- Quoc, E. B., Lebranchu, P., PéChereau, A., & RéMy, C. (2013). Physiologie. *Strabisme* (Vol. Chapitre 21, p. 401-501). Elsevier.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (1993). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales: General Overview (1993 Ed.)*. Oxford Psychologists Press.
- Ricci, D., Cesarini, L., Groppo, M., De Carli, A., Gallini, F., Serrao, F., Fumagalli, M., et al. (2008). Early assessment of visual function in full term newborns. *Early Human Development*, 84(2), 107-113.
- Robertson, C. E., Kravitz, D. J., Freyberg, J., Baron-Cohen, S., & Baker, C. I. (2013). Tunnel Vision: Sharper Gradient of Spatial Attention in Autism. *Journal of Neuroscience*, 33(16), 6776-6781.
- Robertson, C. E., Thomas, C., Kravitz, D. J., Wallace, G. L., Baron-Cohen, S., Martin, A., & Baker, C. I. (2014). Global motion perception deficits in autism are reflected as early as primary visual cortex. *Brain*, 137(9), 2588-2599.
- Rogé, B. (2008). *Autisme, comprendre et agir: santé, éducation, insertion*. Paris: Dunod.
- Roman-Lantzy, C. (2007). *Cortical visual impairment: An approach to assessment and intervention*. American Foundation for the Blind.
- Samson, F., Mottron, L., Soulières, I., & Zeffiro, T. A. (2012). Enhanced visual functioning in autism: An ALE meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 33(7), 1553-1581.

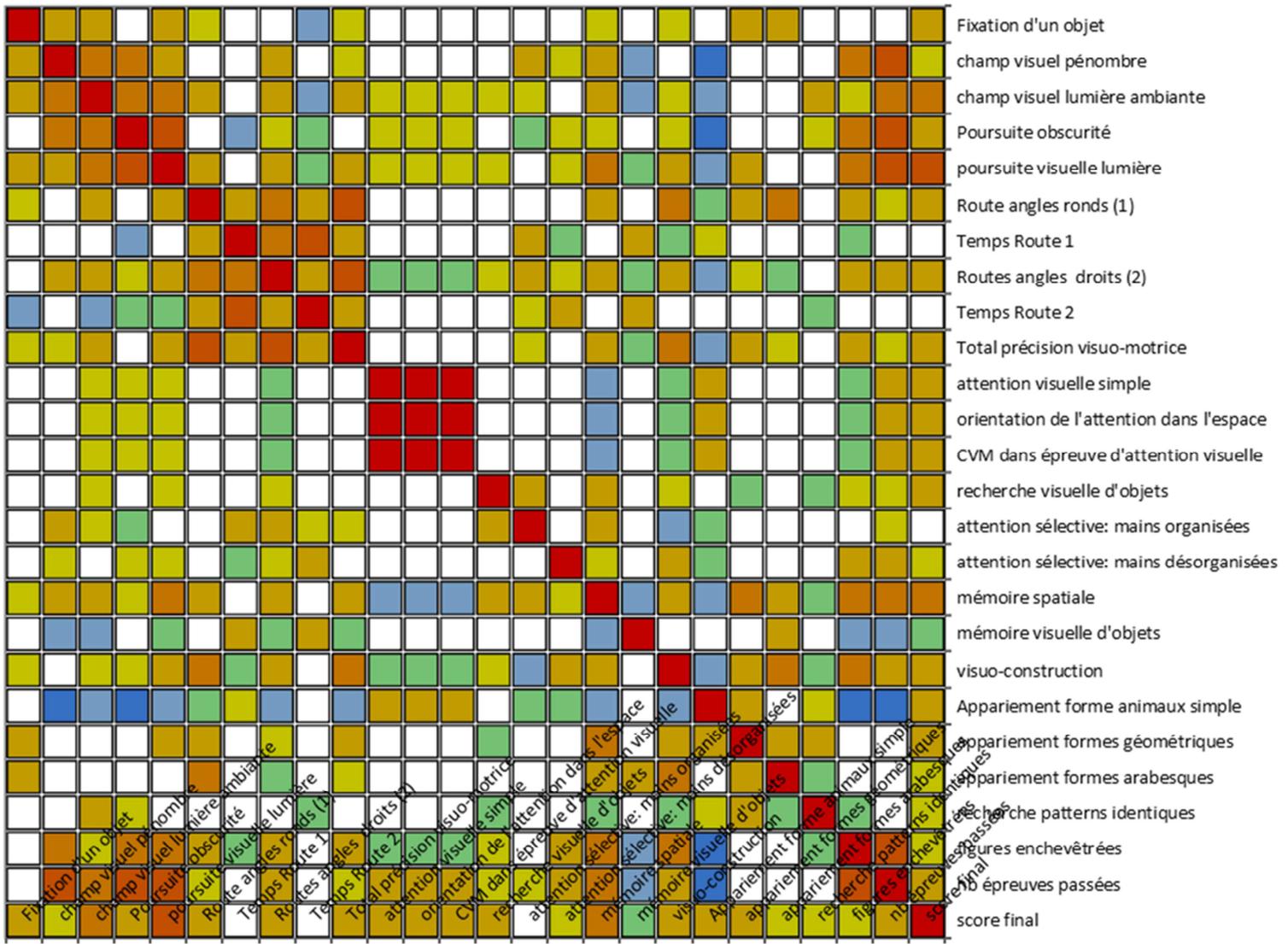
- Schmetz, E., Detraux, J.-J., & Barisnikov, K. (2013). Fonctions visuo perceptives chez les enfants IMC âgés de sept à 14 ans : groupement perceptif et discrimination figure–fond. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 34(3), 87-96.
- Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49(22), 2705-2739.
- Song, Y., Hakoda, Y., Sanefuji, W., & Cheng, C. (2015). Can They See It? The Functional Field of View Is Narrower in Individuals with Autism Spectrum Disorder. (K. Suzuki, Éd.) *PLOS ONE*, 10(7), e0133237.
- Soprano, A.-M. (2009). L'examen de la mémoire de l'enfant. *La mémoire de l'enfant* (p. 107-165). Elsevier.
- Spearman, C. (1904). « General Intelligence, » objectively determined and measured. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201-292.
- Spencer, J., O'Brien, J., Riggs, K., Braddick, O., Atkinson, J., & Wattam-Bell, J. (2000). Motion processing in autism: evidence for a dorsal stream deficiency. *NeuroReport*, 11(12), 2765-2767.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. CUP Archive.
- Stiers, P., Vanneste, G., Coene, S., & Vandenbussche, E. (2002). Visual-perceptual impairment in a random sample of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44(6), 370-382.
- Tardif, C., Gepner, B., & Pédieli, J.-L. (2014). *L'autisme*. Paris: Armand Colin.
- Tordjman, S. (2002). Les instruments d'évaluation de l'autisme : intérêts et limites. *La psychiatrie de l'enfant*, 45(2), 533.
- Tourrette, C. (2014). *Évaluer les enfants avec déficiences ou troubles du développement: Déficiences motrices, sensorielles ou mentales. Troubles autistiques et troubles des apprentissages*. Dunod.
- Verloes, A. (2008). Exploration raisonnée d'un handicap mental. *Archives de Pédiatrie*, 15(5), 708-710.

- Vilayphonh, M., Cavezian, C., Laloum, L., de Agostini, M., Watier, L., Vasseur, V., & Chokron, S. (2009). Évaluation des troubles visuo-attentionnels chez l'enfant de quatre à six ans. *Revue de neuropsychologie*, 1(2), 110-119.
- Vital-Durand, F., & Barbeau, M. (1995). *Mon enfant voit mal*. Bruxelles: DeBoeck Université.
- Wallon, P., & Mesmin, C. (2009). *Guide d'utilisation et d'interprétation des FCR A et B: à partir du recueil de 1800 tracés, d'enfants de maternelle (FCR-B) de 3 à 6 ans, d'enfants de scolarité primaire (FCR-A) de 6 à 11 ans, d'adolescents de 12 à 16 ans (FCR-A), d'adultes de 18 à 34 ans (FCR-A)*. Paris, France: ECPA, les Éd. du centre de psychologie appliquée.
- Wechsler, D. (2003). *WISC-IV: Administration and scoring manual*. Psychological Corporation.
- Wechsler, D., Tideman, E., & Ramund, B. (1999). *WPPSI-R: Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-revised: manual*. Psykologiförl.
- Werth, R., & Seelos, K. (2005). Restitution of visual functions in cerebrally blind children. *Neuropsychologia*, 43(14), 2011-2023.
- Yvon, D., Philip, C., Rogé, B., & Schonen, S. de. (2014). *À la découverte de l'autisme des neurosciences à la vie en société*. Paris: Dunod.
- Zorzi, M., Priftis, K., & Umiltà, C. (2002). Brain damage: Neglect disrupts the mental number line. *Nature*, 417(6885), 138-139.

# **ANNEXES**

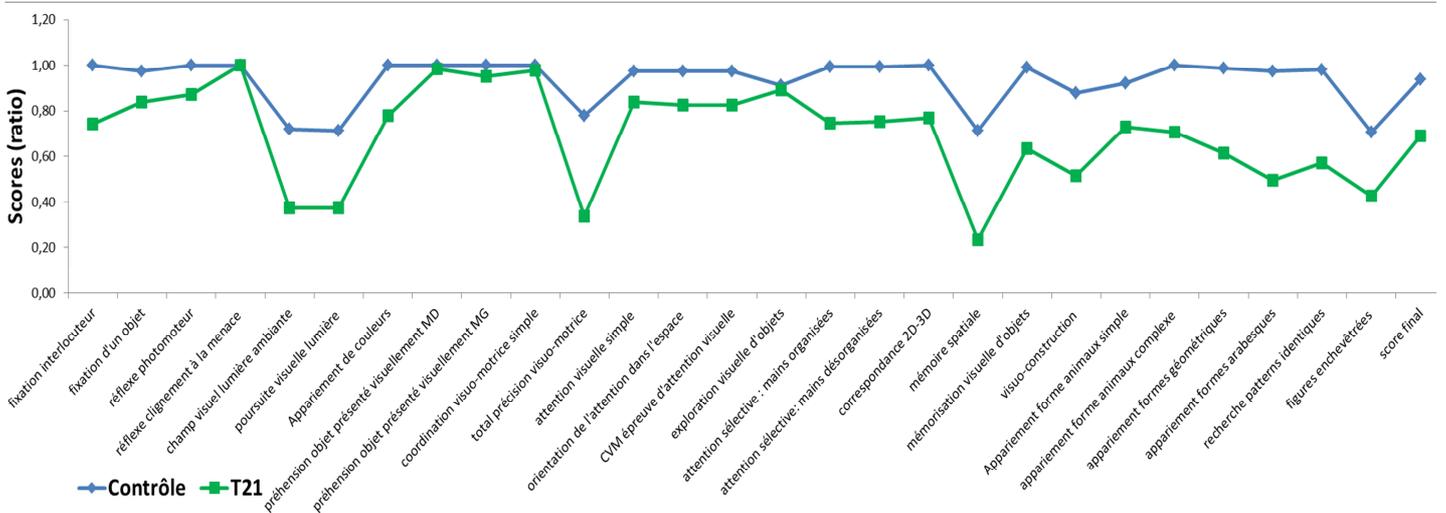
## Annexe A

Figure 6: Matrice de corrélation entre épreuves



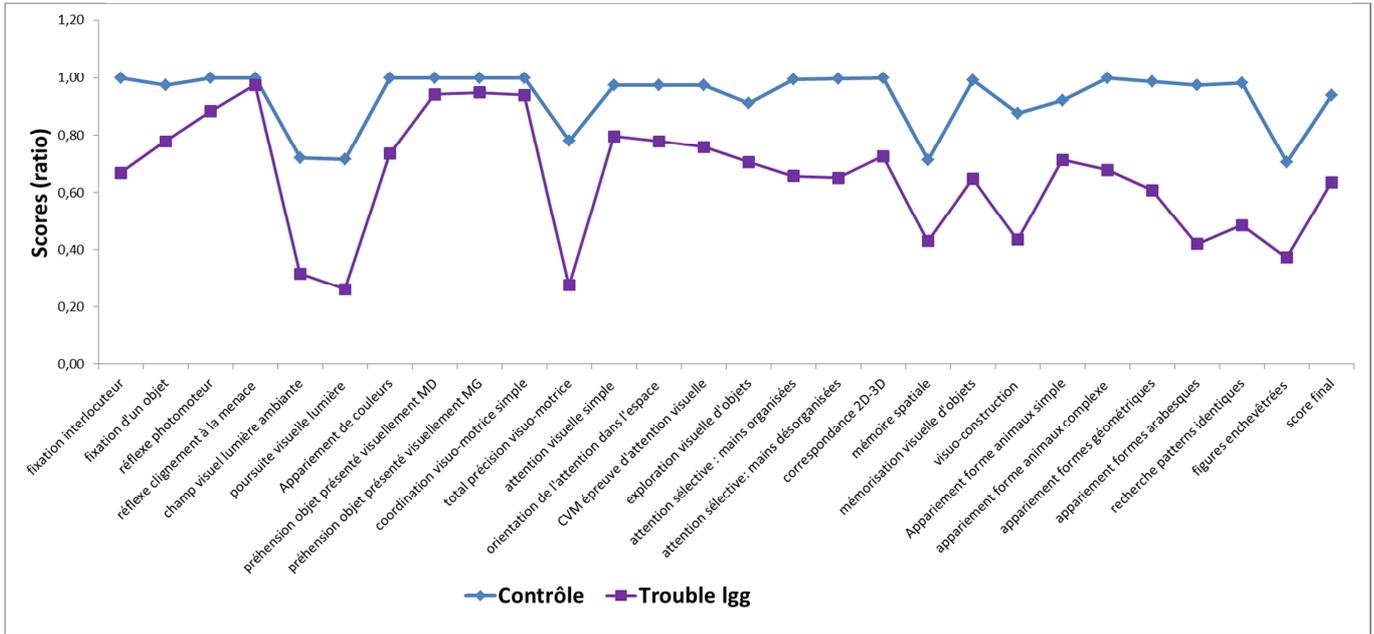
## Annexe B

Figure 7: Comparaison du profil des scores de patients T 21 par rapport aux contrôles



## Annexe C :

**Figure 8: Comparaison du profil de scores des patients DI avec troubles du langage par rapport aux contrôles**



## Annexe D : Manuel de passation

### EPREUVE N°1 : FIXATION VISUELLE

**Objectifs** : Cette épreuve permet de tester la capacité de l'enfant à maintenir une fixation visuelle.

#### ➤ Subtest n°1 : Fixation de l'interlocuteur

La tâche de l'enfant consiste à fixer du regard la personne qui est face à lui le plus longtemps possible.

**Matériel** : néant

**Passation** : L'examineur se présente et explique à l'enfant ce qu'ils vont faire lors de ce bilan. Pendant que ces explications sont données, compter intérieurement ou chronométrer combien de temps l'enfant maintient la fixation sur le visage de l'examineur.

Fixation de 4s ou plus	Fixation inférieure à 4s	Absence de fixation
2points	1 point	0 point

#### ➤ Subtest n°2 : Fixation d'un objet

La tâche consiste à maintenir son regard sur l'objet présenté le plus longtemps possible.

**Passation** : L'examineur présente l'objet, à distance d'un bras, face à l'enfant. Lorsque la consigne a été énoncée, l'examineur compte à haute voix ou à voix basse le nombre de secondes où l'enfant maintient sa fixation.

Si l'enfant est très peu coopérant, lui donner l'objet en mains et compter intérieurement le nombre de secondes où une fixation du regard est maintenue par l'enfant sur l'objet.

	Matériel	Consigne
Lumière	<ul style="list-style-type: none"><li>Disque double face</li></ul> 	« regarde un bonhomme et là ça change »
Obscurité	<ul style="list-style-type: none"><li>Spot lumineux allumé</li></ul>	« Regarde la lumière s'allume »

**Cotation** :

Fixation de 4s ou plus	Fixation inférieure à 4s	Absence de fixation
2points	1 point	0 point

**Qualitatif** : Lorsque l'enfant fixe ou tente de fixer l'objet : noter la présence d'un nystagmus, d'un strabisme ou d'une perte de la cible.

## EPREUVE N° 2 : REFLEXE PHOTOMOTEUR

**Objectifs** : Cette épreuve permet de tester l'intégrité du réflexe photomoteur, c'est-à-dire : l'adaptation de la taille de la pupille à la lumière : constriction pupillaire (myosis) à l'exposition lumineuse, augmentation du diamètre de la pupille (mydriase) lorsque le faisceau s'éloigne. Ce réflexe fait intervenir la rétine et le nerf optique. La présence d'un réflexe photomoteur renseigne sur la transmission du signal lumineux de l'œil au cerveau.

**Matériel** : Une lampe de poche

**Passation** : Dans la pénombre, éclairer chaque pupille alternativement. Lors des transitions d'un œil à l'autre, diriger le faisceau lumineux vers le bas (la lampe ne passe pas directement d'un œil à l'autre). Si l'examineur n'arrive pas à mettre en évidence ce réflexe du premier essai, il peut renouveler l'essai une seconde fois.

Présence du réflexe photomoteur	Absence de constatation du réflexe photomoteur
1 point	0 point

Remarques : .....

## EPREUVE N° 3 : REFLEXE DE CLIGNEMENT A LA MENACE

L'absence de réflexe de clignement à la menace, associée à la présence d'un réflexe photomoteur est un signe évocateur d'une **atteinte corticale**.

**Matériel** : voiture ou balle

**Passation** : Approcher lentement l'objet des yeux de l'enfant ; le réflexe doit faire cligner les paupières. L'examineur peut réaliser deux essais afin d'obtenir ce réflexe, au-delà l'épreuve est considérée comme échouée.

Présence du réflexe de clignement à la menace	Absence du réflexe de clignement à la menace
1 point	0 point

Remarques : .....

## EPREUVE N° 4 : CHAMP VISUEL

**Objectifs** : Cette épreuve permet d'évaluer la qualité et l'étendue du champ visuel de l'enfant. Elle permet ainsi de tester la présence éventuelle d'une amputation du champ visuel.

L'évaluation du champ visuel, classiquement, nécessite des capacités de maintien de la fixation visuelle par l'enfant. Ici, il sera proposé deux cas de figure pour l'évaluation : celui où l'enfant a préalablement montré qu'il était capable de maintenir une fixation et le cas contraire.

Les deux configurations pourront être testées avec la lumière ambiante ou dans la pénombre.

### ➤ Subtest n°1 : *Epreuve réalisée dans la pénombre*

La tâche consiste à ce que l'enfant oriente son regard sur le faisceau lumineux ou puisse aller « attraper » le faisceau.

Dans les évolutions de cécité corticale, la détection de la lumière est la première étape du processus de traitement visuel.

**Matériel** : Une lampe de poche, fleur lumineuse, un grelot.

**Modalités** : Dans la pénombre, un examinateur se place en face de l'enfant et se munit de la fleur lumineuse qu'il tient au niveau de son nez, de manière à ce que l'enfant la fixe durant l'épreuve.

Le second examinateur se place derrière l'enfant et teste l'orientation du regard de l'enfant en réaction à la détection du faisceau lumineux.

La procédure est la suivante : allumer une lampe à une distance de 20cm du visage de l'enfant et diriger le faisceau sur ses yeux. Si aucune réaction n'est observée au bout de 5sec, agiter légèrement la lampe torche. Renouveler cette procédure afin de tester : à droite, à gauche, en face, en haut, en bas et au centre.

L'examineur en face de l'enfant observe si l'enfant peut déplacer son regard sur le faisceau de manière volontaire, et si la détection est identique pour tous les quadrants. En effet, il est important pour chaque essai, de noter la rapidité de cette orientation ainsi que sa précision (est-ce qu'une recherche exploratoire est nécessaire pour atteindre la cible ou est-ce que le regard est dirigé directement sur la lumière).

On notera si c'est un mouvement oculaire, oculaire et céphalique ou uniquement céphalique (les yeux restant fixes, seule la tête bouge)

Testé avec renforcement auditif : Si une saccade ne peut être obtenue dans un des quadrants testés, l'examineur se munit du grelot dans la main tenant la lampe torche. On teste alors de nouveau le quadrant échoué, en agitant le grelot en même temps que l'on fait osciller le faisceau lumineux.

**Consigne** : « Où est la lumière, viens regarder ».

Si nécessaire, cet examen peut être fait pendant que l'enfant joue avec un objet.

### ➤ Subtest n°2 : *Epreuve réalisée dans la lumière ambiante*

Cette évaluation requiert la présence de 2 examinateurs.

Le stimulus doit être placé à 30cm du référentiel de l'enfant.

**Matériel** : dans la lumière : éolienne, crayon lutin

**Configuration n°1** : *Evaluation du champ visuel avec maintien de la fixation*

Un examinateur se place en face de l'enfant, avec une éolienne ou un crayon lutin devant son propre nez (aide au maintien de la fixation). Cet examinateur s'assurera entre chaque essai que l'enfant repositionne son regard sur le crayon/éolienne. Un deuxième examinateur se place

derrière l'enfant et fait arriver le stimulus lentement dans les différents quadrants du champ visuel décrits.

Comme décrit précédemment, l'examineur n°2 devra tester chaque quadrant en champ périphérique (stimulus positionné de 30 à 40cm du visage de l'enfant). L'objet est approché lentement jusqu'à ce qu'il soit placé dans un des quadrants décrits, il maintient alors l'objet dans une position fixe environ 5secondes. Si l'enfant ne réagit pas, changer de quadrant.

Deux essais par quadrant seront réalisés.

**Consigne :** « *Regarde la fleur (éolienne)/ le lutin. Quand tu vois le bonhomme (montrer la cible sur la face bonhomme) touche le !* »

**Configuration n°2 :** *L'enfant ne peut pas maintenir une fixation visuelle et est peu coopérant*

Pendant que l'enfant manipule un jouet/est dans une activité, procéder de la même façon en faisant arriver un objet par derrière dans son champ visuel. Comme décrit précédemment, l'examineur devra tester en champ périphérique : stimulus positionné de 30 à 40cm du visage de l'enfant. L'objet est approché lentement jusqu'à ce qu'il soit placé dans un des quadrants décrits, il maintient alors l'objet dans une position fixe environ 5secondes. Si l'enfant ne réagit pas, changer de quadrant.

Deux essais par quadrant seront réalisés.

Le deuxième examinateur, placé face à l'enfant, devra alors s'assurer que si la détection est observée par le déclenchement d'une saccade, cette dernière soit bien réactionnelle à l'apparition du stimulus et non liée à une exploration sans rapport.

**Consigne :** « *Où est le bonhomme ?* »

**Cotation :**

- **Deux points** sont attribués si l'enfant garde le regard fixé sur l'examineur ou l'objet tenu par l'examineur et parvient à attraper la cible en même temps.
- **Un demi-point** est attribué par essai si l'enfant ne maintient pas la fixation lorsqu'il attrape le stimulus cible. C'est-à-dire s'il oriente son regard sur la cible avant ou pendant qu'il attrape la cible.
- **Aucun point** n'est attribué si l'enfant ne réagit pas, ne perçoit pas la cible, dirige son geste dans le vide ou effectue une recherche exploratoire dans l'espace avant d'atteindre la cible.

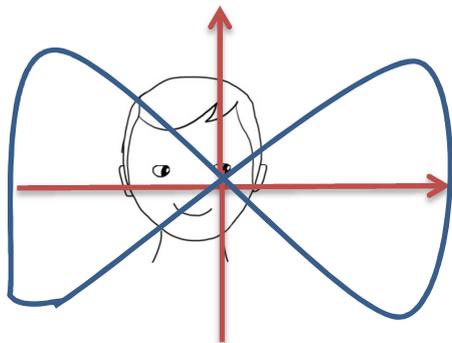
	<b>Axe sagittal</b>	<b>Droite</b>	<b>Gauche</b>
<b>Haut</b>	/2	/2	/2
<b>Bas</b>	/2	/2	/2
<b>Centre</b>		/2	/2
<b>TOTAL</b>	<b>/16</b>	<b>/6</b>	<b>/6</b>

## EPREUVE N°5 : POURSUITE VISUELLE

**Objectifs :** Cette épreuve permet de tester la qualité de la vision binoculaire, du contrôle volontaire du regard et les capacités oculomotrices.

**Modalités :** Au préalable, l'enfant devra être averti que cette épreuve permet « de voir comment bougent ses yeux ».

L'examineur tient le stimulus à environ 30 cm de distance des yeux de l'enfant. L'enfant devra suivre du regard, sans bouger la tête, l'objet en déplacement. Si le premier essai est échoué, l'examineur renouvelle les procédures une deuxième fois.



Plusieurs trajets sont réalisés :

- Linéaire de gauche à droite et de droite à gauche
- De haut en bas et de bas en haut
- En forme de huit horizontal

→ **Dans le cas où l'enfant n'est pas coopérant :**

### 1. Dans la pénombre

Utiliser une lampe de poche soit avec le faisceau dirigé sur les yeux de l'enfant soit en projetant le faisceau sur un mur. Réaliser les mêmes mouvements que ceux présentés si dessus. L'examineur ou une tierce personne, pourra observer la mobilité oculaire de l'enfant.

### 2. Dans la lumière ambiante : lui présenter une voiture sur le bureau ou dans les airs.

L'examineur ne donne pas de consigne et observe la réaction.

Prendre comme référentiel l'axe sagittal de l'enfant et effectuer avec la voiture sur le bureau, les mêmes trajets que ceux décrits ci-dessus dans l'air. La distance des trajets effectués restera au maximum d'environ 30cm, c'est-à-dire, la distance d'un bras à partir du référentiel de l'enfant.

Si l'enfant est en échec pour l'essai avec la voiture, l'examineur se munit du disque double face. Il reproduit les mêmes trajets devant l'enfant, en alternant les faces présentées.

→ **Dans le cas où l'enfant ne comprend pas la consigne spontanément, ne suit pas du regard le stimulus :**

Les consignes ci-dessous pourront être données. L'examineur pourra tapoter le dos du miroir ou encore du disque double face pour attirer l'attention de l'enfant et faciliter la compréhension de la consigne.

	Matériel	Consigne
Lumière	Miroir	« Regarde ici (pointer du doigt le miroir) » Si échec l'examineur mettra ses mains sur la nuque de l'enfant pour éviter tout mouvement céphalique.
	Voiture	« Regarde la voiture ! » (faire bruitage « vroom, vroom, vroom » en cas de non réponse).
	Disque double-face	« Regarde le bonhomme avec tes yeux, sans bouger la tête ! »
Obscurité	Lampe de poche	« Regarde la lumière attention ça bouge. »

Si aucune poursuite n'est observée, un renforcement auditif pourra être proposé pour faciliter cette épreuve. Il s'agit alors de se munir du grelot dans la main tenant la cible et de l'agiter en même temps que la cible est en mouvement.

### COTATION

	Poursuite horizontale		Poursuite verticale		Poursuite en huit	
	Obscurité	Lumière	Obscurité	Lumière	Obscurité	Lumière
<b>Absence de décrochage visuel</b> : l'enfant ne perd pas la cible en mouvement tout le long du trajet (au moins 1 fois sur les 2 essais)	/2	/2	/2	/2	/2	/2
<b>Indépendance des mouvements oculaires et céphaliques</b> (0 : les yeux restent immobiles la tête bouge; 1 : la tête bouge et faible amplitude des yeux)	/2	/2	/2	/2	/2	/2
<b>TOTAL Obscurité</b> /12	/4		/4		/4	
<b>TOTAL Lumière</b> /12		/4		/4		/4

### Analyse qualitative :

Mouvements céphaliques présents mais pas de mouvements oculaires.	OUI	NON
Perte occasionnelle de la cible	OUI	NON
Tentative de préhension	OUI	NON
Fermeture des yeux durant l'épreuve	OUI	NON
Localisation des pertes de cibles	Extrémités - Milieu	

## EPREUVE N° 6 : APPARIEMENT DE COULEURS

**Objectifs :** Cette épreuve permet de tester la reconnaissance et la discrimination de nuances de couleurs.

**Matériel :** 6 couples de couleurs différentes, supports carrés.

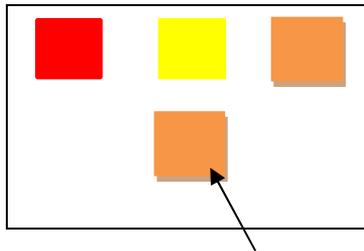
**Modalités :** Lors de cette épreuve, l'enfant devra appairer, c'est-à-dire regrouper les éléments selon le critère de la couleur. Il doit recréer le couple ayant la même couleur.

On présente à l'enfant le stimulus cible d'un couple de couleurs, en veillant à ce qu'il soit bien aligné avec l'axe sagittal médian de l'enfant. L'examineur met le carré de couleur à appairer dans le creux de sa main et le pointe / tapote, paume face à l'enfant.

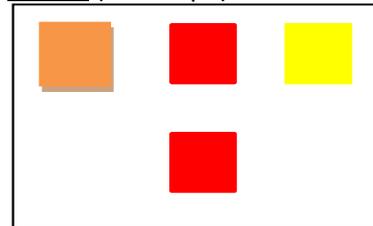
Puis on étale devant lui horizontalement les 3 autres stimuli, tels qu'ils sont présentés ci-dessous.

On renouvelle la procédure pour chaque couple de couleurs.

Série 1 (1<sup>ère</sup> étape)

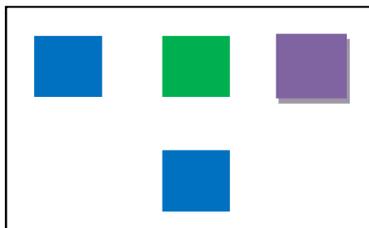


Série 2 (1<sup>ère</sup> étape)

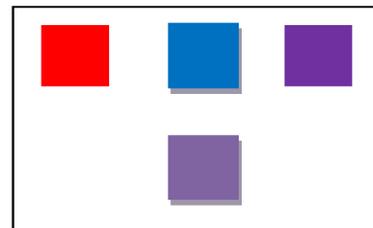


Axe sagittal médian de l'enfant

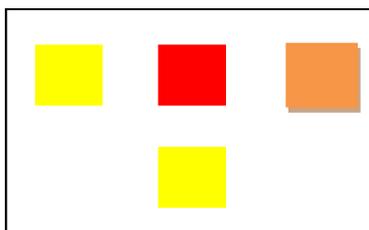
Série 3 (1<sup>ère</sup> étape)



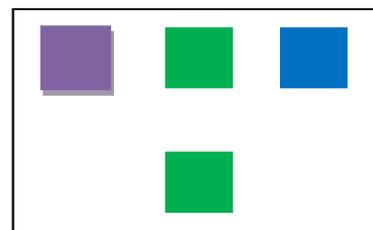
Série 4 (2<sup>ème</sup> étape)



Série 5 (2<sup>ème</sup> étape)



Série 6 (2<sup>ème</sup> étape)



**Consigne :** « C'est où le même ? Donne pareil » (montrer le carré cible)

Si l'examineur constate 2 échecs à la suite, arrêter la passation de l'épreuve.

**Cotation :** un point par couple correctement apparié.

**Qualitatif :** noter si l'enfant dénomme la couleur et si cela est correct.

Couleurs	Points attribués en appariement		Dénomination
Bleu	0 point	1 point	+ / -
Rouge	0 point	1 point	+ / -
Jaune	0 point	1 point	+ / -
Orange	0 point	1 point	+ / -
Vert	0 point	1 point	+ / -
Violet	0 point	1 point	+ / -
<b>TOTAL</b>	/6		/6

## EPREUVE N° 7 : COORDINATION VISUO-MOTRICE

**Objectifs :** Cette épreuve permet d'évaluer les capacités motrices lorsqu'elles sont guidées par la vision. La préhension d'un objet repéré visuellement renseigne sur l'efficacité de la saisie visuelle pour effectuer un geste. Ici, est également évaluée, la précision de l'intégration visuo-motrice.

### ➤ Subtest n°1 : *préhension d'un objet présenté visuellement*

Cette épreuve permet d'évaluer les capacités motrices aux moyens d'une épreuve de préhension.

#### Matériel :

- Crayon lutin
- Voiture
- Balle

Il est proposé plusieurs objets afin que l'attrait pour l'objet ne soit pas un obstacle à la préhension. Si un autre objet dans la salle de test intéresse l'enfant, l'épreuve peut se dérouler avec cet objet, tant que les conditions de présentation sont semblables.

#### Passation :

Dans un premier temps, mettre le stimulus dans la main dominante de l'enfant et observer les capacités de maintien en main pendant quelques secondes, compter intérieurement le temps tenu et le reporter dans le livret de cotation. Renouveler cette démarche avec la main non-dominante.

**Consigne :** « Tu prends ? »

#### Cotation :

	L'enfant garde l'objet dans la main durant 4 s.	L'enfant garde l'objet dans la main moins de 4 s.	L'enfant ne garde pas l'objet en main.
<b>Main droite</b>	2 points	1 point	0 point
<b>Main gauche</b>	2 points	1 point	0 point
<b>Total / 4</b>			

➤ **Subtest n°2** : *coordination visuo-motrice simple*

Si des capacités de préhension sont observées lors du subtest n°1, proposer le subtest de coordination visuo-motrice simple décrit ci-après.

Dans un second temps, poser le stimulus le plus attrayant pour l'enfant sur le bureau. Le stimulus est positionné face à l'enfant, à moins de 15cm de son axe sagittal médian de manière à ce qu'il puisse l'attraper. Selon les capacités de compréhension verbale de l'enfant, l'examineur peut au choix donner une consigne ou non.

Cette épreuve peut également être testée en tendant l'objet devant l'enfant, à moins de 15 cm et face à son buste. Cela peut être renouvelé en présentant l'objet, à moins de 15cm de l'enfant, dans son héli-espace droit et son héli-espace gauche.

**Consigne** : « *Tu prends ?* »

Si l'enfant n'initie aucune action plusieurs possibilités sont envisageables :

- Prendre le stimulus et initier un jeu avec puis le remettre sur le bureau face à l'enfant
- Prendre l'objet et le mettre à distance d'un bras, à hauteur des yeux de l'enfant, agiter le stimulus puis laisser l'enfant se saisir de l'objet.

Après essai de toutes ces situations, le subtest est arrêté.

**Cotation** :

<b>Attrape et oriente le regard</b>	<b>Attrape, touche sans regard</b>	<b>Geste approximatif avec regard</b>	<b>Aucune tentative de préhension</b>
3 points	2 points	2 points	0 point
<b>Total / 3</b>			

➤ **Subtest n°3** : *précision visuo-motrice*

La tâche consiste à évaluer la précision du geste de l'enfant avec des stimuli visuellement contraignants.

**Matériel** :

- Planche « routes » où sont dessinées 2 routes : une route à angles ronds (n°1) et une route à angles droits (n°2)
- Voiture pour la route n°1
- Moto pour la route n°2

**Passation** : L'examineur se munit de la planche « route angles ronds » (n°1) et la place devant l'enfant. Il prend la voiture et montre à l'enfant qu'il faut suivre et rester dans la route avec son objet. Pour cela, il fait rouler la voiture sur la route présentée.

L'examineur place ensuite la voiture au départ de la route et demande à l'enfant de faire rouler la voiture sur la route, en expliquant que sortir de la route est interdit. La préférence manuelle de l'enfant détermine l'emplacement de départ de la voiture et de la moto (ainsi si l'enfant est droitier, la course débute à droite afin qu'il puisse attraper et manier l'objet avec sa main dominante). L'épreuve sera chronométrée ce qui permettra de recueillir des données plus qualitatives concernant les performances de l'enfant. Le temps effectué pour réaliser chaque trajet sera donc reporté dans la case correspondante (cf tableau).

**Consigne :** « Regarde la voiture roule sur la route. A toi roule ! Attention ne sors pas des lignes. »  
 Lorsque l'enfant a terminé la route n°1, prendre la moto et la placer au départ de la route n°2  
 L'examineur prévient l'enfant que cette route demande de prendre son temps puisqu'elle est plus difficile. Puis, demander à l'enfant de venir faire rouler la moto sur la route, toujours sans dépasser.

**Consigne :** « Attention c'est difficile, il y a des tournants (les montrer du doigt), prends ton temps. Vas-y ! »

**Cotation :** le score maximal est de 10 points par route soit un total de 20 points sur l'ensemble de l'épreuve.

- 1 point est retiré pour chaque sortie de route (ex : si l'enfant effectue trois sorties de route, son score sera de 7/10)

	Route 1 : angles ronds	Route 2: angles droits
Sorties de route	/10	/10
Temps de réalisation	..... sec	..... sec
<b>Total</b>	<b>/20</b>	

**Qualitatif :** noter si l'enfant s'auto-corrige lorsqu'il sort de la route ou s'il a besoin d'aide de la part de l'examineur.

## EPREUVE N° 8 : ATTENTION VISUELLE

**Pré-requis :** L'enfant doit avoir des capacités motrices suffisantes pour réaliser cette séquence motrice. Cela est vérifié au préalable avec les subtests n°1 et n°2 de l'épreuve de coordination visuo-motrice.

**Objectifs :** Ces épreuves permettent de tester la capacité à extraire une cible parmi des distracteurs, la recherche et l'exploration visuelle, ainsi que l'orientation de l'attention dans l'espace.

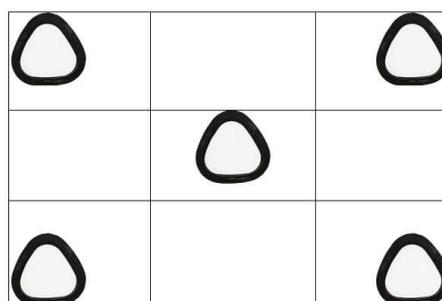
### ✦ EPREUVE D'ATTENTION VISUELLE DANS LA PENOMBRE

La tâche de l'enfant consiste à fixer visuellement puis éteindre tous les spots lumineux dispersés devant lui. Cette tâche impliquant de la coordination visuo-motrice, un subtest évaluant cette capacité est également décrit ci-dessous.

**Matériel :**

- Planche, format A3, de localisation des spots
- 6 spots lumineux

**Passation :** L'examineur place la planche de localisation des spots face à l'enfant, l'emplacement du spot du milieu devant correspondre à l'axe sagittal médian de l'enfant.



➤ **Subtest n°1: Attention visuelle simple**

Dans la pénombre, placer un à un, lentement, chaque spot éteint puis l'allumer lorsqu'il atteint son emplacement. Observer alors si l'enfant est capable de fixer visuellement chaque spot lorsque l'examineur le dispose en l'allumant.

A l'inverse, si l'enfant ne prête pas attention aux spots éteints, l'examineur peut allumer chaque spot avant de le placer sur son emplacement.

**Cotation** : un point par spot visuellement fixé, le score maximal est de 5points. Si l'enfant n'a pas regardé un des spots, noter l'emplacement de ce dernier.

➤ **Subtest n°2: Orientation de l'attention visuelle dans l'espace**

Une fois que les 5 spots sont placés à leur emplacement; prendre un sixième spot, le mettre en face de l'enfant et lui montrer qu'il s'éteint lorsqu'on appuie dessus. Une fois que l'examineur a fait la démonstration, il rallume le spot pour que l'enfant puisse en faire l'essai également. Enlever le spot « exemple » puis montrer les 5 spots disposés et demander à l'enfant de les éteindre, comme précédemment.

L'examineur note l'ordre dans lequel les spots sont éteints et s'il y en a, les omissions.

**Consigne** : « Regarde la lumière part quand je tape. A toi ! »

**Cotation** : 1 point par spot détecté (si l'enfant est gêné par la motricité pour éteindre mais qu'il a détecté l'emplacement du spot, le point est attribué).

➤ **Subtest n°3: Coordination visuo-motrice**

Lors de cette épreuve, l'examineur évalue la capacité de l'enfant à pouvoir diriger son geste sur un objet repéré visuellement. Il sera ici évalué la capacité à ce que la main atteigne directement le spot ainsi que la capacité à appuyer au bon endroit.

**Cotation** :

	Orienté le regard et allume le spot	Ebauche le geste, touche, sans regard	Orienté le regard mais ne parvient pas à allumer le spot	Ne détecte pas le spot
Spot n°1 (milieu)	3 points	2 points	1 point	0 point
Spot n°2 (haut à droite)	3 points	2 points	1 point	0 point
Spot n°3 (bas à droite)	3 points	2 points	1 point	0 point
Spot n°4 (haut à gauche)	3 points	2 points	1 point	0 point
Spot n°5 (bas à gauche)	3 points	2 points	1 point	0 point
<b>TOTAL /15</b>				

## ✧ EPREUVE DE RECHERCHE VISUELLE D'OBJETS

La tâche de l'enfant consiste à repérer visuellement tous les objets présentés devant lui.

### **Matériel :**

- Une pochette noire
- 5 pièces d'animaux en feutrine : cochon, vache, mouton, cheval, poule.
- Une planche modèle de localisation des stimuli

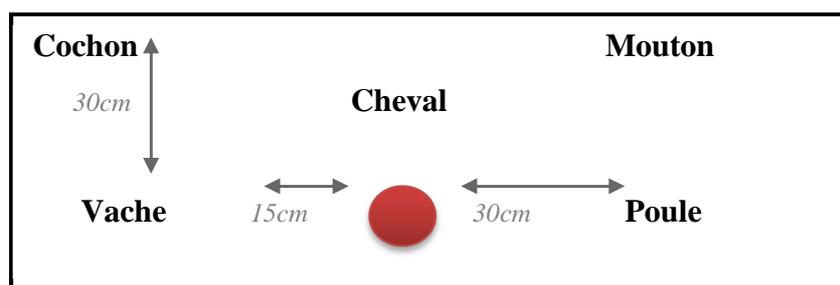
**Passation :** Déplier la pochette noire sur le bureau, de manière à avoir une feuille format A3. Positionner chaque pièce de feutrine sur cette feuille, de la manière indiquée sur la planche modèle, en veillant à respecter les distances. L'enfant devra être occupé afin qu'il n'assiste pas à la mise en place de l'épreuve (assister à l'installation constitue un biais). L'examineur devra donc lui fournir un jouet (exemple : l'éolienne) le temps de la préparation des objets. Dans le cas où la batterie est administrée par deux examinateurs, l'un des deux pourra jouer avec l'enfant tandis que l'autre prépare l'épreuve.

L'examineur présente la feuille face à l'enfant, à moins de 15cm de son buste, en alignant le stimulus placé au milieu avec son axe sagittal médian (symbolisé par un point rouge sur le modèle).

Le but est que l'enfant aille de lui-même chercher tous les animaux, sans consigne de l'examineur. L'examineur ne doit en aucun cas pointer les pièces de feutrine pour signifier leur emplacement à l'enfant.

Si l'enfant ne réagit pas, l'examineur peut lui demander de donner tout ce qu'il voit. Si l'enfant s'arrête après une seule pièce donnée, l'examineur peut demander une pièce en particulier. Il est possible de renouveler cette opération pour chaque stimulus sans jamais montrer visuellement où la pièce se situe sur la feuille.

**Consigne :** « *Donne tous les animaux* » (l'examineur peut tendre la main avec paume face à l'enfant pour signifier qu'il attend quelque chose). Puis « *où est le cochon (faire le bruit du cochon)* », « *où est le cheval* » (faire bruit du cheval) etc...



**Cotation :** Le score maximal est de 5 points.

Un point est attribué par stimulus détecté. La détection est entendue comme :

- L'enfant attrape la pièce de feutrine individuellement.
- L'enfant montre la pièce précisément (on ne peut pas confondre entre 2 positions), dans ce cas l'examineur récupère la pièce.
- L'enfant fixe la pièce précisément (on ne peut pas confondre entre 2 positions), dans ce cas l'examineur récupère la pièce.

## ✧ EPREUVE D'ATTENTION SELECTIVE SPATIALE

La tâche de l'enfant consiste à repérer les différentes cibles (mains) présentées sur une feuille parmi d'autres items. Il est proposé 2 niveaux de difficultés. On ne propose la deuxième planche que si nous avons au moins la moitié des cibles détectées sur la planche n°1.

### Matériel :

- Planche d'attention visuelle, format A4, « exemple » comportant une seule main.
- Planche d'attention visuelle n°1, format A3 : « Mains organisées ». Elle comporte 15 items, répartis sur 3 lignes. Il y a 8 « mains » strictement identiques au stimulus cible parmi 7 distracteurs.
- Planche d'attention visuelle n°2, format A3 : « Mains désorganisées ». Les stimuli apparaissent désorganisés, et les items cibles sont orientés différemment que le modèle.

### ➤ Subtest n°1 : Planche des « mains organisées »

**Passation** : L'examineur présente la planche exemple à l'enfant, il lui montre qu'on met sa main sur la main dessinée. On demande à l'enfant de le refaire sur imitation.

**Consigne** : « Regarde, c'est une main, comme ça (mettre sa main sur le dessin). A toi, vas-y mets ta main (si besoin prendre la main de l'enfant et lui montrer) ».

Puis, on présente la planche n°1 devant l'enfant, en veillant à ce que le milieu de la feuille soit aligné avec son axe sagittal médian. L'enfant doit alors montrer qu'il a repéré les mains dessinées sur la planche. Pour cela, plusieurs moyens sont acceptés : pointer, mettre sa main par-dessus, colorier les stimuli.

**Consigne** : « Trouve toutes les mains, pareil que ça (montrer l'exemple) »

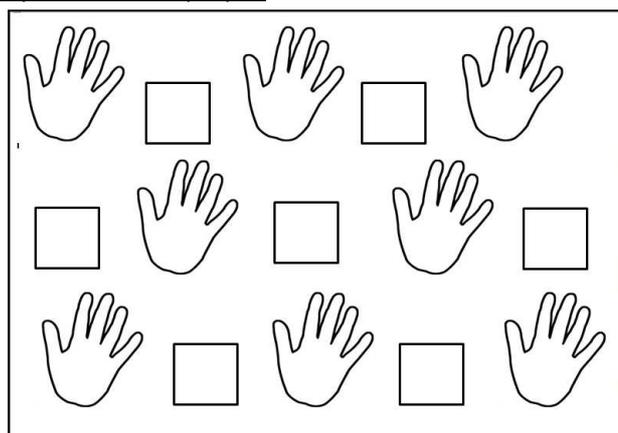
L'épreuve s'arrête lorsque l'enfant montre ou dit qu'il a terminé.

**Cotation** : le score maximal est de 8 points.

- 1 point pour chaque cible détectée

Analyse qualitative : Réaliser les annotations dans l'encart « attention visuelle » sur la page prévue à cet effet dans le livret de cotation.

1) Noter la stratégie exploratoire employée : numéroter l'ordre de détection des cibles



2) Noter le nombre de fausses détections (distracteurs pris pour cible)

3) Noter le nombre d'omissions et leur localisation sur la planche

4) Noter si l'enfant place sa main en adéquation parfaite avec le dessin ou s'il existe un décalage situé plutôt d'un côté.

➤ Subtest n°2: Planche « mains désorganisées »

**Passation** : L'examineur présente la planche n°2 devant l'enfant, en veillant à ce que le milieu de la feuille soit aligné avec son axe sagittal médian. On le prévient que ce sont les mêmes mains que la planche précédente mais qu'elles sont tournées. L'enfant doit alors montrer qu'il a repéré les mains dessinées sur la planche. Pour cela, plusieurs moyens sont acceptés : pointer, mettre sa main par-dessus, colorier les stimuli.

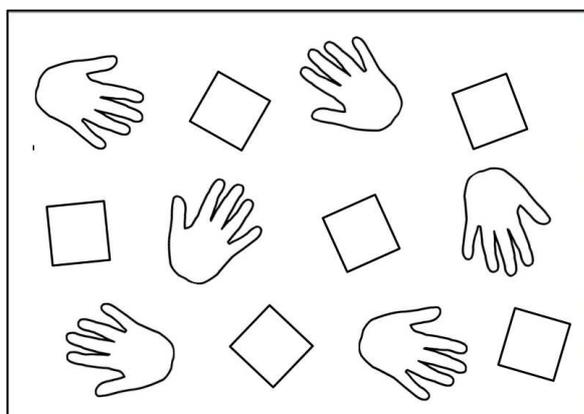
**Consigne** : « Regarde, c'est pareil (montrer l'exemple) A toi, trouve les mains ! »

L'épreuve s'arrête lorsque l'enfant montre ou dit qu'il a terminé.

**Cotation** : le score maximal est de 6 points

- 1 point pour chaque cible détectée

**Analyse qualitative** : Réaliser les annotations dans l'encart « attention visuelle » sur la page prévue à cet effet dans le livret de cotation.



- Noter la stratégie exploratoire employée : numéroter l'ordre de détection des cibles
- Noter le nombre de fausses détections (distracteurs pris pour cible)
- Noter le nombre d'omissions et leur localisation sur la planche
- Noter si l'enfant place sa main en adéquation parfaite avec le dessin ou s'il existe un décalage situé plutôt d'un côté.

✧ EPREUVE DE BARRAGE DE NOUNOURS

Cette épreuve permet de récolter des données supplémentaires sur les capacités d'attention visuelle sélective et d'analyse visuelle de l'enfant, plus fines que les épreuves précédentes.

**Matériel** :

- Une feuille de passation en noir et blanc au format A4 comportant 75 éléments figuratifs d'objets connus et aimés de l'enfant (e.g. biberon,voiture...) répartis de façon pseudo-aléatoire en orientation paysage, parmi lesquels 15 objets cibles représentant un Nounours.
- Une planche exemple avec un dessin représentant un Nounours agrandi et barré
- Un feutre
- Un chronomètre

**Passation** : Prendre le cahier de présentation et montrer à l'enfant la planche exemple avec un nounours barré.

L'examineur prend un feutre et barre le nounours sur la planche exemple, pour montrer à l'enfant l'exemple de la tâche qu'il doit réaliser.

Puis la feuille test est placée face à l'enfant, alignée avec son axe sagittal médian. Il lui est demandé d'utiliser un crayon (dans sa main dominante) et de faire la même chose que sur la planche exemple : barrer d'un trait tous les Nounours qu'il trouve sur la feuille, le plus rapidement

possible. Il est également possible que l'enfant montre les nounours et l'examineur barre le stimulus montré avec le feutre.

**Consigne :** « *Trouve tous les nounours ! Le plus vite possible* »

L'exécution de la tâche n'est pas limitée dans le temps mais l'épreuve est chronométrée.

Si l'enfant s'arrête avant d'avoir barré toutes les cibles, l'examineur lui demande s'il a terminé.

L'épreuve s'arrête lorsque l'enfant montre ou dit qu'il a terminé. On peut également estimer l'échec à l'épreuve lorsque l'enfant sélectionne tous les stimuli sans faire de distinction pour les Nounours.

**Cotation :** le score maximal s'élève à 15points.

- 1 point est attribué pour chaque cible barrée

Pour une analyse qualitative, il sera intéressant de relever :

- Le nombre d'erreurs (barrage de dessins autres que des Nounours i.e., fausses alarmes)
- Le nombre d'omissions (nounours non barrés) ainsi que leur emplacement (partie gauche, milieu ou droite de la feuille)
- La stratégie utilisée par l'enfant lors de la réalisation de l'épreuve. On notera notamment :
  - ✓ L'emplacement du premier Nounours barré (à gauche, au milieu, ou à droite de la feuille)
  - ✓ L'emplacement des trois premiers Nounours barrés (à gauche, au milieu ou à droite de la feuille)

Quatre types de stratégies exploratoires peuvent être observés :

- (1) Une *stratégie* « lecture » : l'enfant commence par barrer le premier Nounours situé en haut à gauche puis continue le barrage des Nounours suivant le sens de la lecture.
- (2) Une *stratégie* « haut-bas » : l'enfant commence par barrer un premier Nounours situé en haut puis continue le barrage vers le bas de la feuille.
- (3) Une *stratégie* de « proche en proche » : l'enfant commence par barrer un premier Nounours situé n'importe où sur la feuille puis continue en barrant les Nounours les plus proches (situés à gauche, à droite, en haut ou en bas).
- (4) Une *stratégie* « concentrique » : l'enfant commence par barrer le premier Nounours au milieu de la feuille puis continue en progressant par cercles, comme un « escargot ».

## EPREUVE N°9 : CORRESPONDANCE 2D – 3D

**Objectifs :** Tester la correspondance entre la présentation d'un stimulus en 2D et celle en 3D.  
La tâche de l'enfant consiste à appairer les objets présentés avec leurs photos.

**Matériel :**

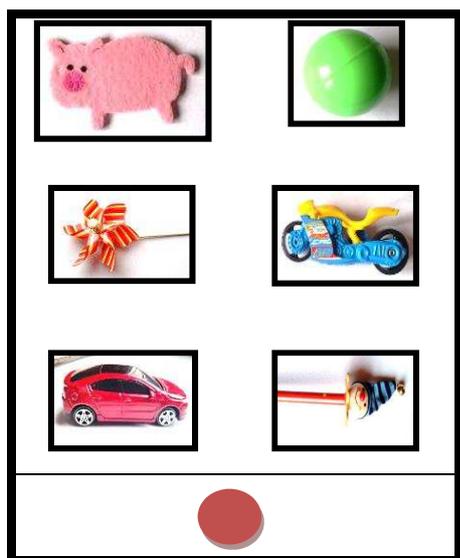
- « cartes images » : voiture, éolienne, moto, cochon, crayon lutin, balle,
- objets correspondants aux « cartes images » : voiture, éolienne, moto, cochon en feutrine, crayon lutin, balle.

**Passation :** L'examineur se réfère à la planche où sont indiquées les modalités d'emplacement des différentes cartes-objets afin de les disposer face à l'enfant, sur le bureau.

L'axe sagittal médian de l'enfant est représenté par un point rouge.

L'examineur doit montrer un à un les objets en demandant à l'enfant de trouver « pareil » parmi les photos. Ce dernier devra donc montrer ou se saisir de la « carte image » correspondante. Si l'enfant n'y parvient pas de manière autonome, l'examineur peut montrer un exemple avec le premier item, en associant l'objet et l'image.

Afin de ne pas générer de frustration, l'examineur peut laisser jouer l'enfant avec chaque objet quelques secondes puis il le reprend avant de passer au prochain item.



**Consigne :**

« C'est où le même ? Montre/Donne pareil ! »

**Cotation :**

- 1 point est attribué lorsque l'enfant associe la « carte image » à l'objet (pointe la carte du doigt, fixe la carte du regard, donne la carte...)
- Aucun point n'est attribué dans le cas contraire.

Cotation épreuve d'appariement 2D/3D		
Carte image éolienne	0 point	1 point
Carte image moto	0 point	1 point
Carte image cochon	0 point	1 point
Carte image balle	0 point	1 point
Carte image crayon	0 point	1 point
Carte image voiture	0 point	1 point
<b>Total</b> /6		

## EPREUVE N° 10 : MEMOIRE VISUELLE

### ➤ Subtest n°1 : Epreuve de mémoire spatiale

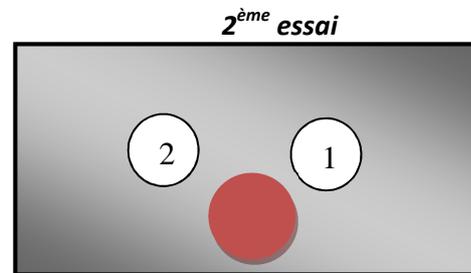
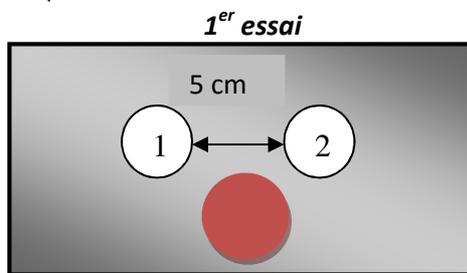
**Objectifs** : Evaluer le calepin visuo-spatial de l'enfant à l'aide d'un empan visuel.

**Matériel** : 4 spots lumineux éteints

**Passation** : L'épreuve peut se dérouler dans la pénombre ou la lumière ambiante. Elle est organisée en trois parties selon un ordre croissant de difficulté (du plus simple au plus complexe). La partie 2 n'étant proposée que si la partie 1 est réussie et la partie 3 ne pourra être proposée à l'enfant que s'il réussit la partie 2.

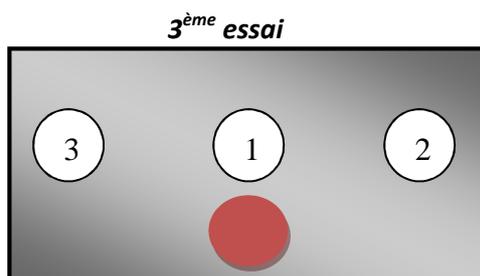
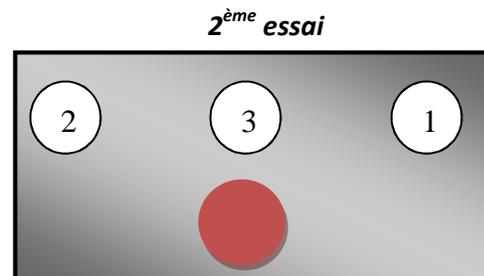
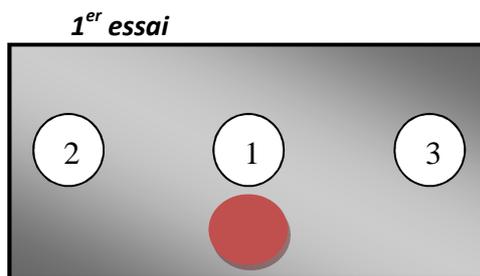
#### - 1<sup>ère</sup> partie :

L'examineur dispose face à l'enfant, horizontalement, 2 spots lumineux éteints espacés d'environ 5 cm. Il appuie sur le spot n°1 qui s'allume puis, après un laps de temps de 3 secondes environ, sur le spot n°2 qui s'allume également et demande à l'enfant de reproduire dans le même ordre que lui la séquence. Si l'enfant n'initie pas d'action, l'examineur reproduit la séquence une deuxième fois.



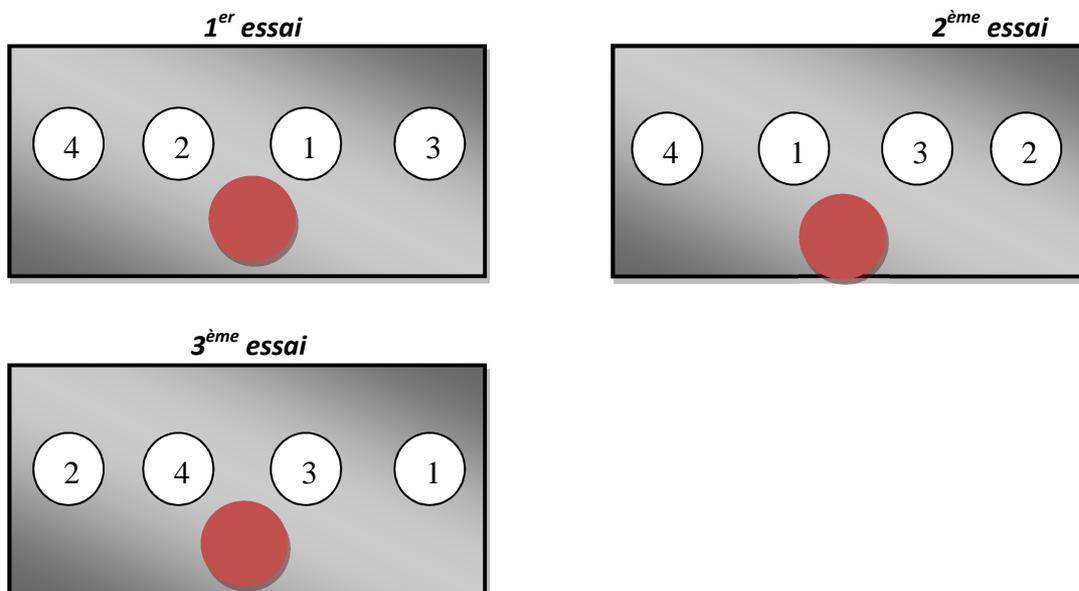
#### - 2<sup>ème</sup> partie :

L'examineur ajoute un spot lumineux éteint aux deux premiers et les dispose de manière à ce qu'ils soient espacés de 5 cm les uns des autres. Il appuie sur le spot n°1, sur le n°2 et sur le n°3, en respectant un intervalle de 3 secondes entre l'éclairage de chaque spot puis demande à l'enfant de reproduire dans le même ordre que lui la séquence. Si l'enfant n'initie pas d'action, l'examineur refait la séquence une deuxième fois. Trois essais seront proposés afin de pouvoir apprécier les capacités réelles de l'enfant (meilleure fiabilité des réponses).



### 3<sup>ème</sup> partie :

L'examineur ajoute un spot lumineux éteint aux trois premiers et les dispose de manière à ce qu'ils soient espacés de 5 cm les uns des autres, il y a désormais 4 spots sur la table. Il appuie sur le spot n°1, sur le n°2, sur le n°3 et enfin sur le spot n° 4 en respectant un intervalle de 3 secondes entre l'éclairage de chaque spot puis demande à l'enfant de reproduire dans le même ordre que lui la séquence. Si l'enfant n'initie pas d'action, l'examineur refait la séquence une deuxième fois. Trois essais seront proposés afin de pouvoir apprécier les capacités réelles de l'enfant (meilleure fiabilité des réponses).



**Consigne :** « Regarde j'allume. Après, tu dois éteindre comme moi. Tu fais pareil que moi (le même ordre)»

#### Cotation :

1 point sera attribué à chaque spot que l'enfant éteint selon l'ordre préalablement donné.

	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai
1 <sup>ère</sup> partie	/2	/2	
2 <sup>ème</sup> partie	/3	/3	/3
3 <sup>ème</sup> partie	/4	/4	/4
<b>Total</b>	<b>/25</b>		

### ➤ Subtest n°2 : Epreuve de mémorisation visuelle d'objets

**Objectifs :** Cette épreuve permet de vérifier la capacité de mémorisation d'une scène visuelle. Après encodage d'une situation de test, la tâche consiste à reconnaître la nouveauté dans la nouvelle situation de test proposée.

L'examineur présente des objets à l'enfant puis, caché de l'enfant, il ajoute un autre objet. La tâche de l'enfant consiste à repérer le nouvel objet parmi ceux déjà encodés.

#### Matériel :

- 1 pochette cartonnée noire
- Objets : 1 Voiture, 1 Crayon lutin, 2 pièces en feutrine représentant : un cochon et un cheval, 1 balle, 1 moto, 1 spot lumineux, 1 mini-éolienne.

**Passation** : Prendre la voiture, la faire rouler sur le bureau pour la mettre en évidence puis la disposer face à l'enfant. Prendre le « crayon lutin », le disposer à côté de la voiture sur le bureau. Laisser cette disposition à la vue de l'enfant 10 secondes. Prévenir l'enfant que l'on va cacher les objets donc qu'il faut qu'il regarde pour s'en souvenir plus tard.

**Consigne** : « *Regarde là (pointer un objet) et là (pointer l'autre objet). Regarde bien [10 secondes] ! Attention je cache !* »

Puis, insérer la pochette noire devant les objets, de manière à ce que les objets ne soient plus visibles de l'enfant mais seulement visibles par l'examineur.

L'examineur devra prendre ses dispositions avant le début de l'épreuve afin que l'endroit où il attrape les nouveaux objets ne soit pas visible de l'enfant.

Prendre alors la balle et l'insérer entre la voiture et le « crayon lutin ». Enlever la pochette et demander à l'enfant quel est le nouvel objet présent sur le bureau.

**Consigne** : « *Qu'est-ce qu'il y a en plus ? C'est quoi de nouveau ? Montre-moi* »

Si l'enfant est non-verbal, il existe 3 possibilités : soit il attrape le nouvel objet, soit il montre le nouvel objet ou encore on note une direction du regard directement sur le nouvel objet, fixation plus longue.

Si l'enfant échoue, faire un deuxième essai en lui demandant s'il est sûr qu'il montre le nouvel objet. Après échec au second essai, l'enfant n'obtient aucun point pour cet item.

**Consigne** : « *Tu es sûr ? C'est nouveau ça ?* »

Procéder de la même manière pour tous les items, en respectant la présentation des items détaillée ci-dessous :

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1- Objets présentés : <i>Voiture, lutin</i>            | Nouvel objet : <i>balle</i>         |
| 2- Objets présentés : <i>Eolienne, cheval</i>          | Nouvel objet : <i>voiture</i>       |
| 3- Objets présentés : <i>Moto, cochon</i>              | Nouvel objet : <i>cheval</i>        |
| 4- Objets présentés : <i>voiture, balle, crayon</i>    | Nouvel objet : <i>cochon</i>        |
| 5- Objets présentés : <i>balle, cochon, crayon</i>     | Nouvel objet : <i>moto</i>          |
| 6- Objets présentés : <i>Voiture, cheval, éolienne</i> | Nouvel objet : <i>spot lumineux</i> |

L'item n°3 est facultatif. Si l'enfant réussit les deux premiers items sans difficultés, l'examineur pourra directement proposer l'item n°4. De même pour l'item n°6, si l'enfant a réussi les items 4 et 5, sans qu'il y ait de doute sur la fiabilité des réponses, l'examineur ne présente pas le dernier item.

**Cotation :**

- Deux points sont attribués si l'enfant est capable de montrer dès le premier essai le bon item (nouvel objet)
- Un point est attribué s'il n'y arrive qu'au second essai, avec étayage de l'examineur
- Aucun point s'il n'y arrive pas.

	Réussite 1 <sup>er</sup> essai	Réussite 2 <sup>ème</sup> essai	Echec aux 2 essais	Noter si autre réponse
<b>Balle</b>	2 points	1 point	0 point	
<b>Voiture</b>	2 points	1 point	0 point	
<b>Cheval</b>	2 points	1 point	0 point	
<b>Cochon</b>	2 points	1 point	0 point	
<b>Moto</b>	2 points	1 point	0 point	
<b>Crayon</b>	2 points	1 point	0 point	
<b>TOTAL</b>	<b>/8</b>			<b>/12</b>

## EPREUVE N° 11 : VISUO-CONSTRUCTION

**Objectifs :** La reproduction d'un pattern géométrique sur input visuel permet d'évaluer les capacités d'analyse visuo-spatiale, d'orientation de l'attention dans l'espace et de construction contrôlée par la vision.

**Matériel :**

- Deux châssis aimantés, 5 planches des modèles à reproduire
- 12 aimants noirs : 6 pour l'examineur, 6 pour l'enfant

**Passation :** L'examineur donne un châssis neutre à l'enfant et il pose 3 aimants de chaque côté du châssis, de manière à ce qu'il ait 6 aimants à sa disposition. Puis, il reproduit le pattern modèle de la planche exemple sur son châssis, à l'abri des regards de l'enfant.

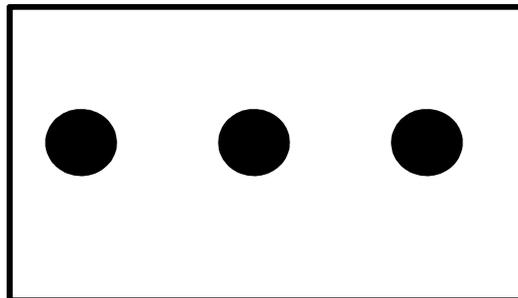
Il pose son châssis devant l'enfant, en modèle, disposé de manière à ce que l'enfant voie le même pattern que la planche modèle de l'examineur : le châssis est dressé à la verticale devant l'enfant. L'enfant doit reproduire la planche exemple. Si l'enfant comprend le principe de cet exercice, continuer les items en commençant par la planche n°1. L'examineur devra veiller à enlever ou à ce que l'enfant enlève les aimants du châssis avant le début de chaque nouvel item. Reproduire la procédure pour les 5 autres planches.

Les différentes planches respectent un ordre de difficulté croissante.

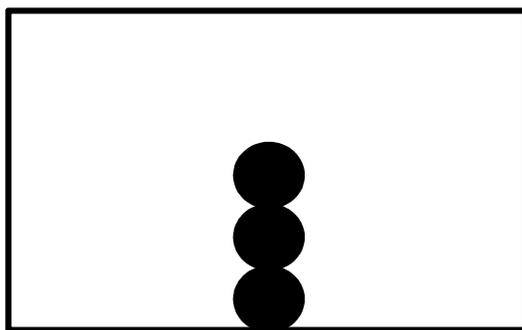
Le test est arrêté après 2 échecs consécutifs où l'enfant ne peut pas s'auto-corriger ou encore si l'enfant joue avec les aimants et ne reproduit aucune construction.

**Consigne :** « Regarde ici (montrer le châssis de l'examineur). Fais pareil. Attention exactement pareil »

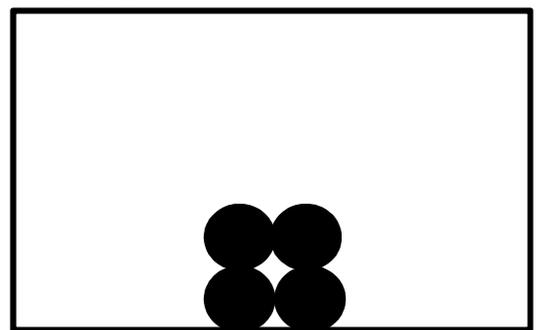
**Planche exemple :**



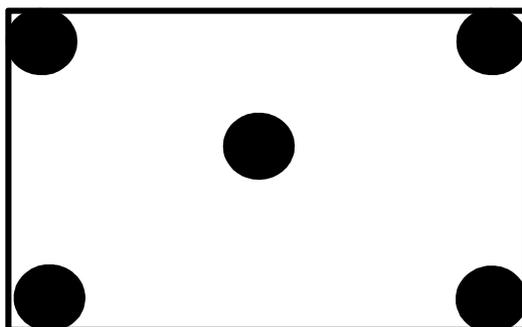
**Planche n°1 :**



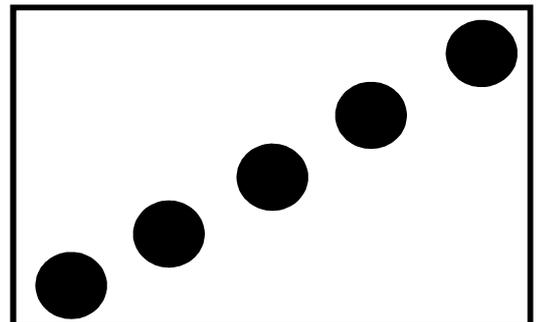
**Planche n°2 :**



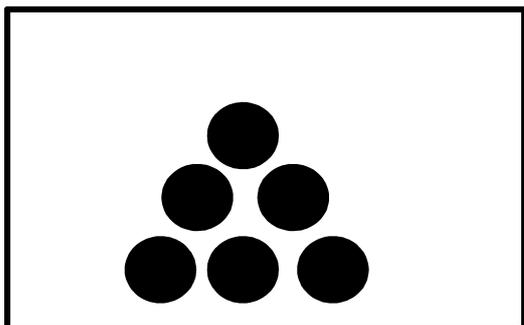
**Planche n°3 :**



**Planche n°4 :**



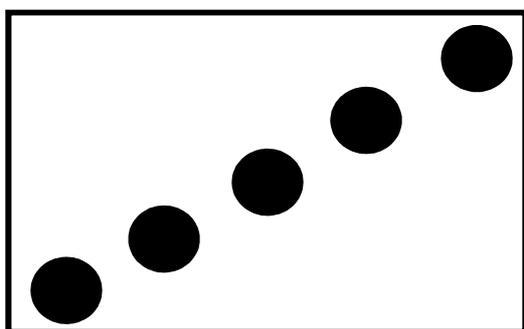
**Planche n°5 :**



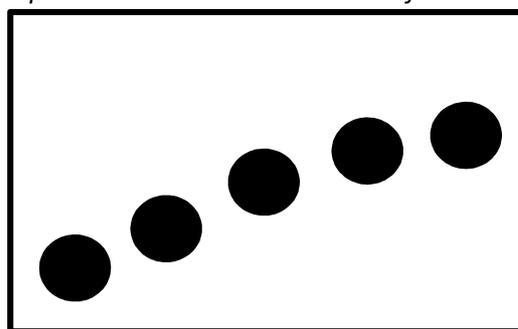
Si la réalisation de l'enfant ne correspond pas strictement au pattern, l'examineur reproduira cette réalisation sur le rectangle vierge prévu à cet effet dans le livret de cotation.

**Exemple avec l'item n°1**

*Planche n°1*



*Reproduction la réalisation de l'enfant*



*Dans cet exemple, la construction de l'enfant n'est pas correcte mais on lui attribue tout de même la moitié des points car la forme globale est perçue : une ligne est initiée (il n'a pas reproduit un carré ou un rond etc ..)*

**Cotation :**

**Nombre d'aimants :**

- 1 point est attribué par planche si l'enfant place le nombre exact d'aimants nécessaire à la réalisation de la tâche.
- Dans le cas contraire, aucun point n'est attribué.

**Disposition des aimants :**

- 2 points sont attribués si l'enfant respecte la disposition des aimants sur le châssis et la forme à reproduire.
- 1 point est attribué si l'enfant perçoit la forme globale du pattern mais que la figure est décalée dans l'espace (sur la droite ou la gauche ou encore vers le haut ou le bas).
- 0,5 point pourra être attribué si l'enfant reproduit le modèle après conduite d'étagage par l'adulte
- Aucun point n'est attribué si l'enfant ne parvient pas à reproduire le modèle même après étagage.

	Item n°1	Item n°2	Item n°3	Item n°4	Item n°5
<b>Bon nombre</b>	/1	/1	/1	/1	/1
<b>Bien disposés</b>	/2	/2	/2	/2	/2
<b>TOTAL</b>	<b>/3</b>	<b>/3</b>	<b>/3</b>	<b>/3</b>	<b>/3</b>
<b>/15</b>					

## EPREUVE N° 12 : RECONNAISSANCE VISUELLE

**Objectifs :** évaluer les capacités élémentaires de perception et de discrimination visuelle de formes. De plus, il est testé l'aptitude d'un sujet à identifier parmi un choix multiple celui des stimuli strictement identiques à un stimulus cible. Différents niveaux d'analyse sont ici proposés pour évaluer finement quelles capacités possèdent l'enfant pour la reconnaissance visuelle de formes. Ainsi, il est proposé au cours des différentes épreuves, de tester ces capacités pour des stimuli sémantisés, des stimuli verbalisables non sémantisés ou encore des stimuli géométriques non verbalisables, non sémantisés.

### 1. EPREUVE D'APPARIEMENT DE FORMES D'ANIMAUX

La tâche consiste à former des couples des formes représentant le même animal, à l'identique.

#### Matériel :

- 5 couples d'animaux : cheval, vache, cochon, mouton, poule
- Une planche modèle pour l'examineur

Les stimuli respectent 2 critères : caractère verbalisable et sémantisé.

Deux subtests peuvent être proposés :

- *L'épreuve simplifiée* (moins de couples à appairer et absence de distracteur) est administrée si les épreuves précédentes ont été laborieuses pour l'enfant. **Planche n°4**
- *L'épreuve complexe* (nombre plus important d'items à appairer et présence de distracteurs) est administrée si l'enfant peut répondre à une consigne plus complexe que « donner ». **Planche n°5**

#### ➤ Subtest n° 1 : Epreuve simplifiée

Cette version comporte peu d'items et aucun distracteur.

**Passation :** Pour chaque item, il est présenté le stimulus cible en premier puis 2 propositions : un distracteur et le deuxième stimulus cible. L'examineur se réfère à la planche où sont indiquées les modalités d'emplacement des formes pour chaque item. L'axe sagittal médian de l'enfant est représenté par un point rouge. Enlever les 3 pièces en feutrine de devant l'enfant à chaque fois que le stimulus cible change. L'examineur commence par montrer à l'enfant ce qui est attendu à travers un exemple. Le stimulus cible de l'exemple est la « poule » et le distracteur un mouton. Demander à l'enfant où est la même forme que la pièce cible, en lui montrant la pièce de feutrine. Si l'examineur n'a pas de réponse, il montre à l'enfant le couple des formes « poules » en disant qu'ils sont « pareil ». L'examineur retire les stimuli et dispose la prochaine situation de test, qui signe le début de la cotation.

**Consigne exemple:** « Trouve le même (pointer ou montrer distinctement la poule.) » Si non réaction de l'enfant, montrer les 2 stimuli (mouton + poule), prendre la cible dans la main en l'exposant à l'enfant et dire « donne le même »

#### Présentation des stimuli :

Poule	Mouton
Cible : Poule	
	
Poule	Mouton
Cible : Poule	
	

Vache	Cheval
Cible : Vache	
	

Cochon	Mouton
Cible : Mouton	
	

Cheval	Poule
Cible : Cheval	
	

**Consigne :** « Montre/donne le même, pareil que ça (pointer le stimulus cible) »

**Cotation :**

- 1 point par couple correctement apparié spontanément
- 0 point quand le couple n'a pas été formé

Poule	Vache	Mouton	Cheval	Cochon
1 / 0	1 / 0	1 / 0	1 / 0	1 / 0
<b>TOTAL : /5</b>				

➤ **Subtest N° 2 : Epreuve complexe**

**Passation :** L'examineur se réfère à la planche où sont indiquées les modalités d'emplacement des formes. L'axe sagittal médian de l'enfant est représenté par un point rouge. L'examineur doit respecter les positions décrites lorsqu'il installe les formes sur le bureau, devant l'enfant.

Planche modèle n°1 :

Poule - mouton
Cheval- poule
Cochon – vache
Vache – mouton
Cheval - cochon



La passation débute par un exemple. Prendre la poule et demander à l'enfant où est la même forme. Si l'examineur n'a pas de réponse, il montre à l'enfant le couple des formes « poule » en disant qu'ils sont « pareil ». L'examineur retire les stimuli « poules » et explique à l'enfant qu'il doit faire la même chose pour le reste des formes.

Consigne : « Trouve le même (pointer ou montrer distinctement la poule).» Si non réaction, montrer tous les stimuli, prendre la cible dans la main en l'exposant à l'enfant et dire « c'est où le même ? »

Laisser l'enfant faire les appariements. Si aucune action n'est initiée par l'enfant après 1min d'attente, prendre un stimulus dans la main, l'exposer à l'enfant et lui demander de trouver le même. Renouveler la procédure pour les autres stimuli.

**Consigne :** « A toi, mets les mêmes ensemble »

**Cotation :** le score maximal est de 8 points.

- 2 points par couple correctement apparié spontanément
- 1 point par couple apparié après sélection du stimulus par l'examineur ou étayage
- 0 point quand le couple n'a pas été formé

## **2. EPREUVE D'APPARIEMENT DE FORMES GEOMETRIQUES**

Le type de stimuli présentant des caractéristiques différentes de ceux testés à l'épreuve précédente, ce subtest peut être proposé de manière indépendante aux résultats obtenus précédemment. **Planche n°3**

La tâche consiste à former des couples de cartes représentant la même forme géométrique. Les stimuli respectent 2 critères : caractère verbalisable et non sémantisé.

**Matériel :**

- 4 couples de cartes avec formes géométriques : rond, carré, triangle et étoile
- 2 distracteurs : cœur, flèche
- 1 couple de cartes pour les exemples : rectangle et un distracteur : la croix

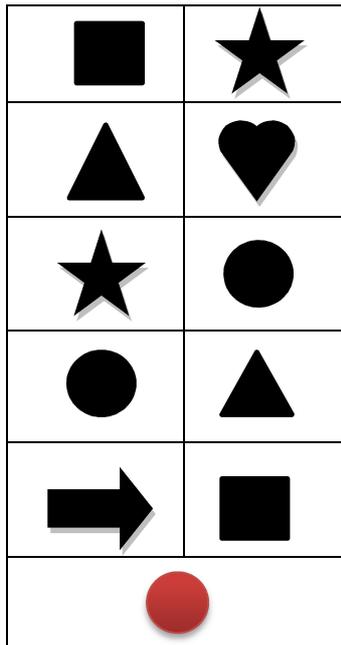
- Une planche modèle pour l'examineur (n°3)

**Passation :**

Un exemple est proposé à l'enfant en début d'épreuve afin de s'assurer qu'il a compris la consigne.

Puis l'examineur se réfère à la planche où sont indiquées les modalités d'emplacement des formes et les place devant l'enfant. L'axe sagittal médian de l'enfant est représenté par un point rouge. L'examineur doit respecter les positions décrites lorsqu'il installe les cartes sur le bureau, devant l'enfant.

Planche modèle n°3 :



Exemple n°1 :

Pour l'exemple, reprendre la disposition des 3 stimuli de l'épreuve simplifiée. Le stimulus cible de l'exemple est la carte « rectangle » et le distracteur une « croix ». Demander à l'enfant où est la même forme que le « rectangle », en lui montrant la carte. Si l'examineur n'a pas de réponse, il montre à l'enfant le couple des formes « rectangle » en disant qu'ils sont « pareil ».

L'examineur retire les stimuli et dispose la situation de test (planche n°3), qui signe le début de la cotation.

**Consigne :** « *Trouve le même (pointer ou montrer distinctement rectangle/ coeur). » Si non réaction de l'enfant, montrer les 2 stimuli (croix + rectangle), prendre la cible dans la main en l'exposant à l'enfant et dire « donne le même»*

**Consigne :** « Mets les cartes pareilles ensemble »

**Cotation :**

- 2 points par couple correctement apparié spontanément
- 1 point par couple apparié après sélection du stimulus par l'examineur
- 0 point quand le couple n'a pas été formé

## EPREUVE N° 13 : ANALYSE VISUELLE

### 1. EPREUVE D'APPARIEMENT DE FORMES ARABESQUES

L'épreuve est administrée si l'enfant réalise de manière autonome l'épreuve précédente (appariement de formes géométriques). **Planche n°5**

La tâche consiste à former des couples des cartes représentant la même forme. Les stimuli respectent 2 critères : caractère non verbalisable et non sémantisé.

#### Matériel :

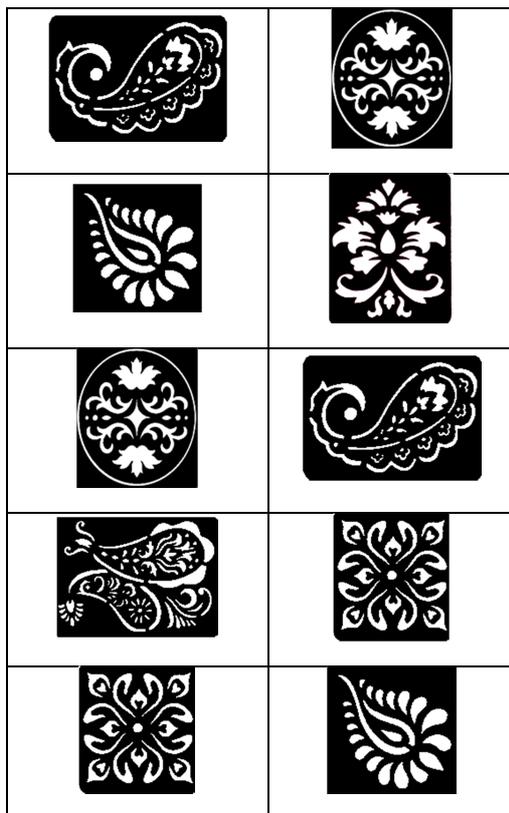
- 4 couples de cartes avec des formes « arabesques »
- 2 items distracteurs (cases grisées sur la planche n°5)
- Une planche modèle pour l'examineur (n°5)

#### Passation :

L'examineur se réfère à la planche où sont indiquées les modalités d'emplacement des formes. L'axe sagittal médian de l'enfant est représenté par un point rouge. L'examineur doit respecter les positions décrites lorsqu'il installe les cartes sur le bureau, devant l'enfant.

L'examineur demande à l'enfant de former des paires avec les cartes identiques. Si l'enfant n'initie pas d'action, l'examineur sélectionne un stimulus, le prend dans sa main et demande à l'enfant de chercher le même. Si besoin, cette procédure peut être renouvelée pour chaque stimulus.

#### Planche n°5



#### Cotation :

- 2 points par couple correctement apparié spontanément
- 1 point par couple apparié après sélection du stimulus par l'examineur
- 0 point quand le couple n'a pas été formé

	Apparié spontanément	Apparié après étayage	Item échoué
	2 points	1 point	0 point
	2 points	1 point	0 point
	2 points	1 point	0 point
	2 points	1 point	0 point
<b>TOTAL</b>		<b>/8</b>	

## 2. RECHERCHE DE PATTERNS IDENTIQUES

**Objectifs :** Cette épreuve est destinée à évaluer les capacités fines d'analyse visuelle et de discrimination de patterns très contrastés.

La tâche de l'enfant consistera à pouvoir identifier parmi un choix multiple les stimuli aux patterns strictement identiques à ceux des stimuli cibles. Les items proposés sont de difficulté croissante.

**Matériel :**

- 6 Cartes avec motifs
- 6 planches

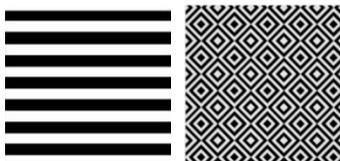
**Passation :** L'examineur présente la planche de l'item exemple devant l'enfant sur le bureau. Les planches étant mobiles, il est nécessaire de vérifier que le sens de présentation correspond à celui indiqué sur le livret de passation. L'examineur donne à l'enfant une carte cible dont le motif est identique à un représenté sur l'item. L'enfant doit mettre la carte cible sur la planche de l'item ou désigner l'item correspondant avec son doigt. Si l'enfant comprend la tâche proposée, réitérer cette procédure pour chaque planche d'items et commencer la cotation à la série n°1. L'épreuve s'arrête si l'enfant obtient 2 échecs consécutifs.

**Consigne :** Pour les enfants coopérants « C'est où pareil (montrer la planche) ? ». Pour les enfants non coopérants « mets dessus le même (montrer la planche) ».

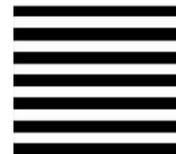
**Cotation :**

- 1 point est attribué si l'enfant retrouve la carte cible
- Aucun point n'est attribué si l'enfant pointe ou attrape une mauvaise cible

**Item exemple**



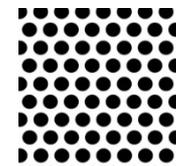
**Carte cible (donnée à l'enfant)**



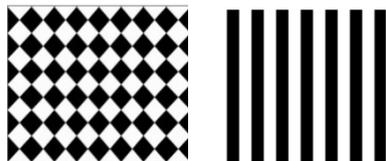
**Série 1**



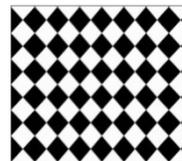
**Carte cible**



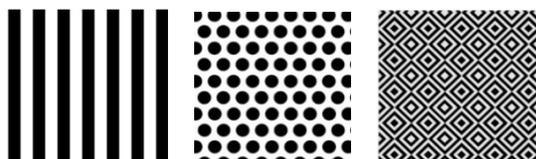
Série 2



Carte cible



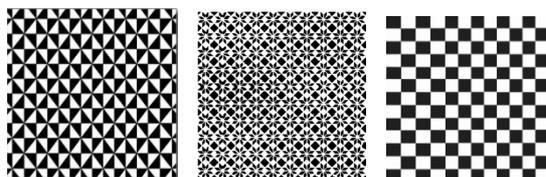
Série 3



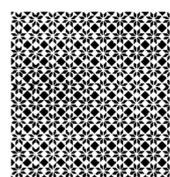
Carte cible



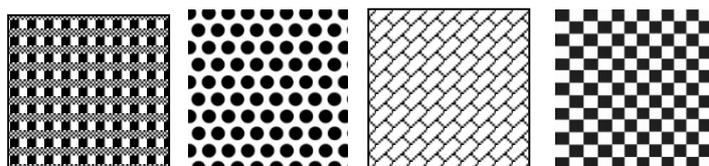
Série 4



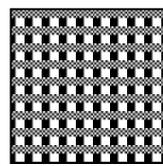
Carte cible



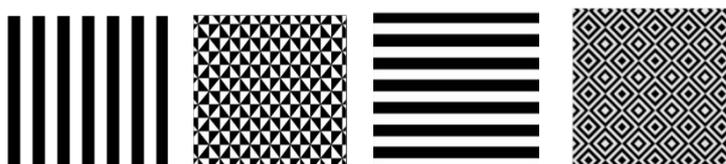
Série 5



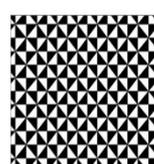
Carte cible



Série 6



Carte cible



## EPREUVE N° 14 : FIGURES ENCHEVETREES (subtest de la batterie EVA)

### Objectifs:

Cette épreuve permet de tester les capacités d'analyse visuelle et de discrimination de formes complexes présentées simultanément.

Des performances chutées à cette épreuve peuvent être le signe d'une simultagnosie.

La tâche de l'enfant consiste à reconnaître plusieurs éléments enchevêtrés, de difficulté croissante.

### Matériel :

- Version dénomination (1) : 6 planches format A4 comportant des dessins enchevêtrés en noir et blanc représentant des objets de la vie courante.
- Version désignation (2) : 6 planches format A4 comportant au centre, des dessins enchevêtrés en noir et blanc représentant des objets de la vie courante.  
En haut et en bas de la feuille de test, masqués par un cache mobile, des dessins représentant les objets cibles ainsi que des distracteurs sont présents.
- Un cache mobile

### Passation :

Si l'enfant a un langage oral suffisamment développé, l'épreuve sera proposée en dénomination (1). Dans le cas contraire, l'épreuve sera proposée en choix multiple et l'enfant devra pointer les items présents sur la planche cible parmi les propositions (2).

Quelle que soit la modalité choisie, l'examineur devra reporter sur le livret la mention : « dénomination » ou « désignation » pour permettre une analyse qualitative.

Si les items distracteurs présentent trop de difficulté pour l'enfant, l'examineur peut pointer chaque item et demander à l'enfant si chacun est présent sur la planche cible.

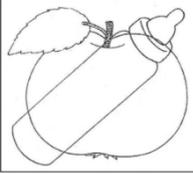
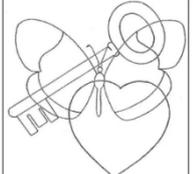
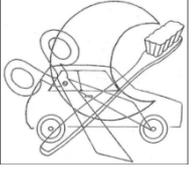
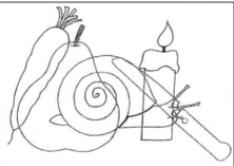
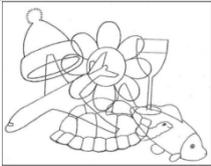
**Consigne :** « Qu'est-ce que tu vois ? »

**Cotation :** le score maximal est de 23 points.

- 1 point est attribué si l'enfant dénomme, pointe ou trace le contour avec son doigt de la forme.

Si l'enfant commet une erreur de dénomination (ex : « bâton » pour « couteau »), l'examineur devra lui demander de tracer le contour de la forme avec son doigt. Si le tracé respecte la forme globale de l'objet, un point sera tout de même attribué à l'enfant.

- Aucun point n'est attribué dans le cas contraire.

			
Pomme : 1/0 Biberon : 1/0	Seau : 1/0      Balai : 1/0 Crayon : 1/0	Clé : 1/0      Cœur : 1/0 Papillon : 1/0	Ciseaux : 1/0      Lune : 1/0 Brosse dents : 1/0      Voiture : 1/0
			
Carotte : 1/0      Bougie : 1/0 Poire : 1/0      Couteau : 1/0 Escargot : 1/0	Bonnet : 1/0      Fleur : 1/0 Verre : 1/0      Poisson : 1/0 Tortue : 1/0      Avion : 1/0		

