Résolution de problèmes numériques en contexte tunisien : approche normative et neuropsychologique.

Imen Souissi

▶ **To cite this version:**

Imen Souissi. Résolution de problèmes numériques en contexte tunisien : approche normative et neuropsychologique.. Psychologie. Université d'Angers, 2020. Français. NNT : 2020ANGE0079 . tel-03859637

HAL Id: tel-03859637

https://theses.hal.science/tel-03859637

Submitted on 18 Nov 2022

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.

DOCTORAT EDUCATION
BRETAGNE LANGAGES, INTERACTIONS
LOIRE COGNITION, CLINIQUE

université angers

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE D'ANGERS

ECOLE DOCTORALE N° 603
Education, Langages, Interaction, Cognition, Clinique
Spécialité : « *Psychologie* »

Par

Imen SOUISSI

Résolution de problèmes numériques en contexte tunisien :

Approche normative et neuropsychologique

Thèse présentée et soutenue à « Angers », le « 19 Octobre 2020 »
Unité de recherche : Laboratoire de Psychologie des Pays de la Loire (LPPL) UPRES EA 4638
Thèse N° : 108481

Rapporteurs avant soutenance :

Asma Bouden, professeur, Faculté de médecine de Tunis.
Emmanuel Monfort, maître de conférences, HDR, Université Grenoble-Alpes.

Composition du Jury :

Président :
Slah Eddine Ben Fadhel, professeur associé, Université de Qatar.

Rapporteurs :
Asma Bouden, professeur, Faculté de médecine de Tunis.
Emmanuel Monfort, maître de conférences, HDR, Université Grenoble-Alpes.

Directeur de thèse :
Didier Le Gall, professeur, Université d'Angers.

Co-directeur de thèse :
Tarek Bellaj, professeur associé, Université de Qatar.

Co-encadrant de thèse :
Jeremy Besnard, maître de conférences, HDR, Université d'Angers.

Dédicaces

Á mes chers parents

Á mon cher mari et mes chers fils

Á toute ma famille et mes amis.

Remerciements

Au professeur Didier Le Gall, directeur de cette thèse. Je souhaite vous adresser mes sincères remerciements et toute ma gratitude pour avoir accepté de diriger ce travail. Je vous remercie pour votre appui et pour les connaissances théoriques et pratiques que vous m'avez apportées durant ces dernières années. Faire partie des étudiants diplômés de l'Université d'Angers était un honneur pour moi.

Au professeur Tarek Bellaj, co-directeur de thèse. C'est avec vous que j'ai fait mes premiers pas dans la recherche. Merci infiniment pour vos encouragements et vos suggestions. Merci pour votre soutien ainsi que pour la pertinence de vos remarques.

Au Docteur Jeremy Besnard, co-encadrant. Toute ma reconnaissance et ma gratitude pour votre disponibilité et vos précieux conseils. Merci pour vos réponses à mes nombreuses sollicitations.

Mes remerciements s'adressent également à mesdames et messieurs les membres de Jury pour la lecture de ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma plus profonde reconnaissance.

Je remercie également messieurs les professeurs :

- *Ihssen Zemmel, Chef du Service de Neurochirurgie au Centre de Traumatologie et des Grands Brûlés à Ben Arous*
- *Hafedh Jemel, chef du service de Neurochirurgie à l'Institut National de Neurologie de Tunis*
- *Zaher Boudawara, chef du service de Neurochirurgie à l'Hopital Habib Bourguiba de Sfax de m'avoir tous autorisé le recrutement des patients au sein de leurs services.*

Un grand merci est aussi adressé à Amel Addela, secrétaire médicale du centre pour son aide précieuse, et au Dr Mohammed Badri, Neurochirurgien, pour la lecture des données de l'imagerie et le codage des lésions des patients.

Je suis aussi redevable aux patients et aux sujets de contrôle qui ont accepté volontairement de participer à cette recherche.

Marie Anne, merci pour ces années d'échanges et d'amitié chère collègue et amie !

À mes chers parents Hassen & Ayda, mes frères Mohamed & Seif qui ont cru en moi. MAMAN, c'est grâce à toi que ce travail a vu le jour, merci d'avoir été d'un très grand appui moral et affectif.

À mon mari Mehrez : merci d'être si attentionné, de m'avoir soutenue durant toute cette période et su m'encourager sans arrêt.

À mes enfants Amir et Adam, la prunelle de mes yeux…

MERCI à vous tous, espérant être à la mesure de vos attentes…

Résumé

Bien qu'elle constitue une piste prometteuse dans le champ de la neuropsychologie, la question de résolution de problèmes reste un domaine très peu exploré par les chercheurs.

Dans cette optique et afin d'étudier le fonctionnement exécutif, nous avons eu recours à un protocole comportant des problèmes solubles et d'autres insolubles (auxquels il n'y a pas de réponses possibles) auprès d'un groupe de participants tunisiens sains comparés à des patients porteurs de lésions cérébrales.

Ainsi, dans une étude préliminaire, la moitié des sujets sains tunisiens ont proposé des solutions aux problèmes insolubles en dehors de tout dysfonctionnement exécutif, une perturbation qui semble spécifique à la pathologie frontale d'après la littérature.

Afin d'expliquer ce comportement de résolution, plusieurs explications ont été évoquées notamment exécutive en termes d'adhérence cognitive (Le Gall et al., 2001), mais aussi sociocognitive en lien avec le besoin d'approbation sociale (Souissi, 2013).

En effet, l'objectif principal de la présente recherche est d'examiner cette adhérence cognitive auprès des sujets tunisiens sains et des patients cérébrolésés tout en expliquant ce comportement de résolution de problèmes insolubles précédemment décrit chez certains d'entre eux.

Nous explorerons les performances des sujets tunisiens sains (n=45) comparés à des patients porteurs de lésions frontales (n=21) et postérieures (n=11). Nous examinerons l'impact des variables socioculturelles telles que la désirabilité sociale, l'orientation culturelle et la dépendance au contexte sur l'ensemble des performances.

Les résultats plaident en faveur d'un lien entre la résolution de problèmes solubles et les fonctions exécutives chez les trois groupes de participants. En revanche, la résolution de problèmes insolubles semble expliquée par la désirabilité sociale chez les sujets sains alors qu'elle est liée à un dysfonctionnement exécutif chez les patients porteurs de lésions frontales.

Mots clés : résolution de problèmes, fonctions exécutives, désirabilité sociale.

Abstract

Although it is a promising in the field of neuropsychology, the question of problem solving is an area largely unexplored by researchers.

In order to study the executive functioning, we have used a protocol with soluble problems and other insolvable (to which there are no possible answers) from a group of healthy Tunisian participants compared to patients with brain damage.

Thus, in a preliminary study, half of Tunisian healthy subjects proposed solutions to unsolvables problems outside of any executive dysfunction, a disturbance that seems specific to frontal pathology according to the literature.

In order to explain this resolution behaviour, several explanations have been cited, notably executive in terms of cognitive adhesion (Le Gall et al., 2001), but also sociocognitive in relation to the need for social approval (Souissi, 2013).

Indeed, the main objective of this research is to examine this cognitive adherence among the healthy Tunisian subjects and cerebrospinate patients while explaining this insolvable problem-solving behavior previously described in some of them.

We explore the performance of healthy Tunisian subjects (n = 45) compared to patients with frontal (n = 21) and posterior (n = 11) lesions. We will also examine the impact of sociocultural variables such as social desirability, cultural orientation, and contextual dependence on overall performance.

The results argue for a link between solving solvable problems and executive functions in the three groups of participants. On the other hand, solving insolvable problems seems to be explained by social desirability in healthy subjects while it is linked to executive dysfunction in patients with frontal lesions.

Key words: Solving problem, executive functions, social desirability.

Table des matières

Dédicaces 3

Remerciements 4

Table des matières 7

PREMIERE PARTIE: Approche théorique 14

CHAPITRE 1 - Neuropsychologie de la culture 15

1. Culture et cognition 17

1.1. Processus cognitifs et culture 19

1.1.1. Traitement de l'information et culture 19

1.1.2. Mémoire et culture 20

1.1.3. Théorie de l'esprit, métacognition et culture 23

1.1.4. Style cognitif et culture 25

1.1.5. Langage et culture 27

1.1.6. Fonctions exécutives et culture 29

1.1.7. Résolution de problèmes et culture. 32

1.2. L'évaluation neuropsychologique et la culture 33

1.2.1. Tests et culture. 35

1.2.2. Les biais de la mesure en neuropsychologie 36

1.2.3. Les solutions pratiques 38

2. Qualités psychométriques d'un test 44

2.1. La validité 44

2.2. La fidélité 46

2.3. La sensibilité 47

CHAPITRE 2 - La résolution de problèmes numériques 49

1. Généralités 50

1.1. Les types de problèmes 50

1.2. Les étapes de la résolution de problèmes 51

1.3. Les stratégies parcourues 52

1.4. Les théories de la résolution de problèmes 54

1.4.1. L'approche béhavioriste 54
1.4.2. L'approche gestaltiste 54
1.4.3. La théorie de l'activité 55
1.4.4. L'approche psycho-sociale. 57
1.4.5. L'approche cognitive. 60
1.5. La résolution de problèmes numériques : processus complexe au carrefour de plusieurs activités cognitives 63
1.5.1. La compréhension 65
1.5.2. La mémoire de travail 67
1.5.3. Les fonctions exécutives 67
1.6. Corrélats anatomiques 69
1.7. Evaluation de la résolution de problèmes numériques 73
2. Approche neuropsychologie de la résolution de problèmes numériques 74
2.1. Apports des études menées auprès de la population infantile 74
2.2. Apports des études menées auprès de la population adulte 78
3. Approche psycho-sociale de la résolution de problèmes 82
3.1. La désirabilité sociale : un concept clé 84
3.2. Résolution de problèmes et désirabilité sociale 86
DEUXIEME PARTIE: Contributions expérimentales 89
CHAPITRE 3 -Problématique et méthodologie de la recherche 90
1. Problématique 90
2. Objectifs et hypothèses 92
3. Méthode 94
3.1. Population 94
3.1.1. Participants du groupe témoin 95
3.1.3. Patients porteurs de lésions postérieures 95
3.2. Matériel 98
3.2.1. Le protocole de résolution de problèmes numériques 98
3.2.2. Evaluation de la planification : La tour de Londres 101

3.2.3. Évaluation de l'inhibition mentale : le test de " Stroop " 102
3.2.4. Évaluation des compétences socio-culturelles. 103
3.2.4.1. L'échelle de la désirabilité sociale, version arabe 103
3.2.4.2. La tâche de Framed-Line Test ou test de lignes-cadres. 104
3.2.4.3. L'échelle d'orientation culturelle ou encore d'individualisme/ collectivisme, version arabe adaptée. 106
3.2.5. Outils de contrôle méthodologique. Épreuve de compréhension orale et écrite de la BDAE, version arabe 106
3.3. Procédure 111
3.4. Statistiques 113
CHAPITRE 4 - Adaptation des épreuves psychométriques 114
1. Le protocole de résolution de problèmes numériques : version tunisienne 115
1.1. Étalonnage 115
1.2. La fidélité 116
1.3. La validité du construit 118
2. L'échelle de la désirabilité sociale : version tunisienne abrégée 119
2.1. Étalonnage 120
2.2. La fidélité 121
2.3. La validité du construit 123
3. L'échelle de l'orientation culturelle : version tunisienne 124
3.1. Étalonnage 124
3.2. La fidélité 126
3.3. La validité du construit 127
CHAPITRE 5 - Analyse des performances cognitives chez les sujets tunisiens sains 129
1. Analyse des performances en résolution de problèmes numériques 129
1.1. Analyse quantitative 129
1.2. Analyse qualitative 131
1.3. Aspects cliniques de la résolution de problèmes insolubles 132
CHAPITRE 6- Comparaison des groupes 135
1. Comparaisons des groupes de participants en résolution de problèmes numériques 135

1.1. Au niveau des problèmes numériques solubles 135
1.2. Au niveau des problèmes numériques insolubles 140
1.3. Aspects cliniques de la résolution de problèmes insolubles 142
2. Analyse lésionnelle 146
3. Comparaison des groupes aux épreuves exécutives 147
3.1. Au niveau de la planification cognitive 147
3.2. Au niveau de l'inhibition des automatismes 148

CHAPITRE 7 - Analyse des corrélations 150

1. Analyse des corrélations effectuées auprès des sujets sains 150
1.1. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles 150
1.2. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles. 151
1.3. Corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels ... 152
1.4. Corrélations entre les indices de résolution de problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul 152
2. Analyse des corrélations effectuées auprès des patients frontaux 153
2.1. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles 153
2.2. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles. 153
2.4. Corrélations entre les indices de résolution des problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul 154
4. Analyse des corrélations effectuées auprès des patients postérieurs 155
3.1. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles 155
3.2. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles. 156
3.3. Corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels 156
3.4. Corrélations entre les indices de résolution de problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul 156

CHAPITRE 8 - Discussion générale 158

1. Résolution de problèmes numériques chez les sujets sains 159
2. Analyse comparative entre les groupes 162
3. Résolution de problèmes insolubles et indices socio-cognitifs 173
4. Particularité de la situation d'examen en contexte tunisien : état des lieux et limites. 183

BIBLIOGRAPHIE 189

Liste des tableaux 237

Liste des figures 240

ANNEXES 241

Liste des abréviations et des acronymes 264

Résolution de problèmes numériques en contexte tunisien : approche normative et neuropsychologique

L'activité de résolution de problèmes semble omniprésente dans la vie de tous les jours et dans plusieurs situations telles que garer une voiture dans un parking, aller au restaurant, préparer une liste de courses, etc. Elle est également indispensable dans d'autres situations sociales (Cornelius & Caspi, 1987), personnelles (Heppner & Peterson, 1982), ou cognitives plus complexes notamment lors de la réalisation des devoirs scolaires (exercices de mathématiques /physiques…), ou l'élaboration d'une recherche scientifique.

Dans le domaine de la neuropsychologie, très peu d'études se sont intéressées à la question de la résolution de problèmes définie par Luria (1963) comme une activité cognitive orientée vers un but et qui se pose dans des situations pour lesquelles aucune réponse n'est immédiatement apparente ou disponible.

C'est dans cette optique et dans le but d'examiner l'hypothèse relative à l'adhérence cognitive que s'inscrit notre présente étude : l'étude des performances des participants tunisiens sains et ceux porteurs de lésions cérébrales en résolution de problèmes numériques à partir d'un protocole spécifique comportant des problèmes solubles et insolubles (pour lesquels il n'y a pas de solutions envisageables).

Signalons toutefois que cette étude s'inscrit dans la continuité de nos recherches antérieures (Souissi, 2012, 2013) dans lesquels nous avons obtenu des résultats en contradiction avec ceux trouvés par notre laboratoire angevin auprès d'une population française (Besnard et al., 2014).

Cette contradiction réside dans le fait que pour la population française saine, la résolution des problèmes insolubles est considérée comme spécifique de la pathologie frontale, alors que ce n'était pas le cas pour les participants tunisiens sains, dont 60% résolvaient les problèmes insolubles. C'est au réexamen de ces résultats relatifs à l'adhérence cognitive et à leur explication qu'est consacrée une partie de ce travail. Nous nous intéresserons également à l'impact des variables spécifiques, à savoir socio-culturelles, susceptibles d'expliquer ou encore de justifier cette différence de performances entre deux populations appartenant à deux cultures différentes. Ceci sera réalisé à l'aide des outils spécifiques et adaptés.

Dans un premier chapitre, nous traiterons la question de la dimension culturelle de l'évaluation neuropsychologique. Nous nous intéresserons aux contraintes de l'évaluation neuropsychologique en l'absence d'outils adaptés. Dans ce cadre, nous présenterons quelques solutions envisageables, notamment celle de l'adaptation des épreuves. Ceci constitue notre premier objectif, à savoir, présenter les résultats d'adaptation de trois outils principaux utilisés dans notre recherche : le protocole de résolution de problèmes numériques, l'échelle de la désirabilité sociale et l'échelle d'orientation culturelle.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude de la résolution de problèmes numériques en contexte tunisien. Nous nous focaliserons sur l'exploration des performances des patients ayant des lésions frontales et des lésions postérieures comparés à des sujets sains au niveau des épreuves exécutives, à la résolution de problèmes numériques solubles et insolubles tout en contrôlant toute autre variable susceptible d'intervenir et influencer ces performances (la compréhension, l'intelligence, la mémoire, les fonctions exécutives, …).

Rappelons que les fonctions exécutives sont des processus qui semblent impliqués dans : la planification, l'initiation de l'activité, l'estimation cognitive, la flexibilité mentale, l'inhibition des interférences, qui servent à s'engager dans des comportements dirigés vers un but et à anticiper les conséquences de nos actions (Ardila & Surloff, 2007 ; Baddeley & Wilson, 1986 ; Burgess & Shallice, 1996 a, b ; Denckla, 1994, 1996 ; Goldberg, 2001 ; Lezak, 1995 ; Shallice & Evans, 1978 ; Stuss & Benson, 1986 ; Shimamura et al., 1995 ; Stuss & Knight, 2002). En outre, Rabitt (1997) souligne leurs relations avec l'activité de résolution de problèmes qui ont été examinées à plusieurs reprises (Aubin, 1997 ; Besnard, 2009, Besnard et al., 2014 ; Le Gall et al., 2001).

Au niveau du troisième chapitre, nous nous concentrerons sur l'examen des comportements de résolution des problèmes insolubles en lien avec les facteurs socio-culturels qui semblent expliquer ces performances d'après les recherches que nous avons précedemment menées (Souissi, 2013). L'ensemble sera donc abordé dans une approche socioculturelle permettant une meilleure appréhension des résultats ainsi qu'un meilleur éclairage sur les différences de performances entre les deux populations tunisienne et française.

De ce fait, notre étude s'appuiera sur un devis mixte de recherche : un travail assurant un "jumelage" entre des analyses quantitatives et des interprétations qualitatives permettant ainsi d'enrichir la qualité du travail et d'apporter plus d'explications possibles à l'ensemble des comportements étudiés.

Première partie

Approche théorique

Chapitre 1 - Neuropsychologie de la culture

La première utilisation du terme « culture » apparaît dans un travail d'anthropologie daté de 1871 (Tylor, 1871, p. 16). L'auteur y définit la culture comme « *un ensemble complexe qui comprend les connaissances, les croyances, l'art, la morale, les lois, les coutumes et toutes autres capacités et habitudes acquises par l'homme en tant que membre de la société* ».

L'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO, 2002) est partie de cette définition proposée par Tylor pour ajouter de nouvelles dimensions et en donner une définition plus exhaustive. Elle postule que la culture doit être considérée « *comme un ensemble de traits distinctifs, spirituels, matériels, intellectuels, émotionnels qui caractérisent une société ou un groupe social et qui englobe en plus des arts et des lettres, les modes de vie, les façons de vivre ensemble, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances* ».

Le terme de culture paraît donc polysémique et transdisciplinaire. Il peut être appréhendé selon deux approches différentes :

- La première est descriptive et issue de la définition de Tylor (1871), et considère la culture comme un processus acquis et intériorisé tout au long du processus de socialisation, sous la forme de dispositions cognitives, émotionnelles et comportementales. Il s'agit d'un ensemble de variables indépendantes ou contextuelles qui modulent et orientent différents aspects du comportement humain (Kokou-Kpolou et al., 2017) ;

- La deuxième approche est constructiviste. Elle considère la culture comme un processus dynamique, faisant partie de l'héritage social mais également comme la résultante d'une construction sociale à partir des liens avec les autres cultures (Segall et al., 1998).

Gajardo et al., (2011) rapportent également que la culture est « *une notion caméléon, s'adaptant à divers champs d'application et véhiculant sous le même terme, des conceptions et des pratiques non similaires, parfois non comparables ni compatibles* ». Elle désigne un champ de recherche au carrefour de plusieurs disciplines (psychologie, sociologie, anthropologie, histoire, science de l'éducation…) qui tient compte des facteurs culturels dans la compréhension du comportement et de la cognition humaine (Kokou-Kpolou et al., 2017).

Dans cette perspective, la psychologie culturelle s'inspire de la vie quotidienne et insiste sur l'effet potentiel du contexte en recourant à la méthode génétique (analyse historique, ontogénétique et micro-génétique). Elle considère les individus comme des agents actifs dans leurs propres développements qui ne sont pas, dans certains contextes, libres. Ainsi, elle rejette toute explication de type stimulus-réponse en faveur d'une interprétation dynamique de la pensée en activité par rapport aux réseaux de connaissances (Cole, 1996).

Dès lors, la question de la relation entre la psychologie et la culture est une des plus critiques, du fait qu'elle nous invite à revoir presque tout ce que l'on pense sur ce que l'on sait déjà et qui repose sur des recherches réalisées principalement par les occidentaux (américains et européens). La question soulevée est celle de l'universalité du fonctionnement cognitif et du relativisme culturel.

D'une manière générale, les universalistes plaident en faveur de l'existence d'une base biologique commune à tous les membres de l'espèce, alors que l'approche relativiste culturelle met plutôt l'accent sur les différences de comportements et de représentations présents au sein de différents groupes humains.

Selon Bellaj et Seron (2014, p. 667), l'idée d'universalité du fonctionnement cognitif repose sur deux idées principales : « *l'appartenance des êtres humains à une même espèce et le fait qu'il n'existe pas de races au sens de groupes homogènes d'individus possédant des gènes exclusifs. Ce double constat ne justifie pas qu'il n'existe aucune diversité génétique au sein de l'espèce humaine, ni qu'il n'y a pas une étonnante diversité des registres comportementaux et cognitifs qu'il s'agisse du niveau individuel ou de certains sous-groupes* ».

En outre, le postulat d'universalité défend l'idée selon laquelle les mécanismes fondamentaux de la cognition, comme la perception, l'attention ou le langage, sont identiques chez tous les individus. Caramazza (1986) propose donc que les systèmes cognitifs sont fondamentalement identiques dans leur architecture fonctionnelle.

Parallèlement, l'intérêt pour le fonctionnement cognitif au-delà des biais culturels a commencé à partir des études portant sur la construction d'instruments d'évaluation qualifiés de « *culture-free* », ne faisant pas recours à des informations spécifiques à une culture donnée. Ceci n'est pas toujours évident, car il ne suffit pas de s'intéresser au langage, aux connaissances et aux éléments spécifiques liés à un environnement culturel donné pour aborder la question de l'influence de la culture, et jusqu'à présent, il ne semble pas qu'il ait été possible de créer des tests mentaux indépendants de la culture (Bellaj & Seron, 2014).

Selon Lezak (1995), comme il semble impossible de créer des tests psychologiques « *culture-free* », il serait pertinent de s'adresser davantage à des fonctions psychologiques basiques, simples et plus proches du fonctionnement des systèmes moteurs et sensoriels élémentaires. Dès qu'on s'écarte de ces dimensions basiques, l'influence de la culture devient de plus en plus grande puisque même les activités les plus simples sont culturellement marquées.

1. Culture et cognition

La psychologie culturelle a pour objet l'étude de la relation du contexte interculturel du développement humain et les comportements établis au sein d'une culture particulière (Berry et al., 2002). Les travaux dans ce domaine sont assez hétérogènes et évoquent trois approches différentes de la psychologie culturelle (Lezak, 1995) :

- "L'approche transculturelle" : qui tend à comparer des cultures différentes en se référant à un comportement ou un construit psychologique bien déterminé ;
- "L'approche multiculturelle" : qui fait référence à la coexistence dans le même espace de personnes d'origines ethniques différentes sans aucune indication sur leurs rapports ;
- "L'approche interculturelle" : qui met l'accent sur l'échange et l'interaction de personnes d'origines culturelles différentes vivant dans le même espace.

En neuropsychologie, les travaux consacrés directement ou indirectement à l'analyse des variables culturelles concernent divers champs de recherches tels que le bilinguisme (Bialystok et al., 2012 ; Manuel-Dupont et al., 1992), l'illettrisme (Ardila et al., 1989 ; Nielsen, 2018 ; Rosseli et al., 1990), l'impact des facteurs socio-éducatifs sur les performances neuropsychologiques (Ostrosky-Solis et al., 1985, 2004), ainsi que l'adaptation des tests (Daouk-Öyry & Zeinoun, 2017).

En effet, l'étude des performances des patients cérébrolésés rapportent que l'hétérogénéité des performances cognitives ne varient pas uniquement en fonction des facteurs biologiques spécifiques, à savoir : le site lésionnel, l'âge, le sexe et la latéralité, etc ; mais dépendent également des facteurs culturels modulant l'organisation cérébrale elle-même (Bellaj, 2011).

Pour Bruner (2015), le savoir n'est qu'un construit social spécifique à chaque culture. Il décrit la culture comme « *une boite à outils* » qui englobe toutes les interprétations de la réalité et dont la langue constitue l'élément indispensable. Ainsi, il postule que « *la culture et*

la recherche du sens sont la main qui façonne, tandis que la biologie exerce des contraintes que la culture peut souvent dénouer ».

Le contexte personnel et culturel d'un individu module donc l'organisation cérébrale des processus cognitifs, variables qui doivent être prises en considération dans toute analyse psychologique et neuropsychologique (Belin & Thomas, 2016).

Plus précisément, Ardila (2012) définit cinq principaux aspects culturels susceptibles d'affecter les performances aux tests neuropsychologiques :

- *Les patterns de capacités* : résident dans le fait que la culture « dicte » les différentes modalités relatives à l'apprentissage (ce qui doit être appris, à quel âge et par qui), d'où l'existence de différents patterns cognitifs ;
- *Les valeurs culturelles* : à partir desquelles la culture permet de définir ce qui est pertinent et significatif dans une situation donnée ;
- *La familiarité avec les composants des tests* : qui module la capacité du sujet à réaliser un test correctement (items familiers ou non, …) ;
- *Le langage et la langue* : concernent plusieurs aspects de l'évaluation : le matériel, les items utilisés, les consignes fournies, etc ;
- *La scolarisation* : « *une autre forme particulière de culture, une "sous-culture", qui apporte des connaissances mais qui formate aussi des attitudes et des aptitudes »,* soutient Ardila (2012).

De ce fait, il nous semble important de nous intèresser à quelques recherches consacrées à l'étude spécifique des interactions entre la culture et plusieurs domaines de la cognition.

1.1. Processus cognitifs et culture

1.1.1. Traitement de l'information et culture. Les modèles de traitement de l'information sont fondés sur l'idée que les tâches cognitives peuvent être décomposées en unités de traitements élémentaires (Sternberg, 1969). Ainsi, les tâches seront décrites en termes d'éléments cognitifs ou d'étapes qui se produisent séquentiellement dans la résolution de problèmes. Ces phases comprennent une phase de codage, une phase d'inférence, une phase de mise en correspondance, et une phase de réponse. Face à une augmentation de la complexité des processus mentaux, plusieurs processus cognitifs seront ajoutés, ce qui augmentera par la suite le temps nécessaire à l'exécution de la tâche.

Pour les tâches de temps de réaction à un seul stimulus, il apparait que les temps de réponse sont à peu près les mêmes au sein des populations alphabétisées (Jensen, 1982, 1985 ; Poortinga, 1971). Cela confirme l'idée selon laquelle il y a invariance transculturelle du traitement de l'information à un niveau élémentaire.

Sur des tâches de temps de réaction un peu plus complexes exigeant le choix du stimulus présenté visuellement parmi d'autres, des différences transculturelles ont été signalées et elles s'accentuent au fur et à mesure de la complexité des tâches, par exemple en Afrique du Sud (Jensen, 1982, 1985 ; Poortinga 1971 ; Verster, 1991).

L'influence de la familiarité des items sur les différences transculturelles dans les tâches de temps de réaction a également été testée de manière explicite dans une expérience de Sonke, Poortinga et De Kuijer (1999). Trois tâches visuelles, composées de figures géométriques simples de complexité variable et des lettres arabes comme stimuli, ont été administrées à des échantillons iraniens et néerlandais sur trois jours consécutifs. Le principe était de présenter l'une des tâches tout en administrant une autre tâche isomorphe facilement distinguable. Les résultats montrent que pour la reconnaissance des lettres arabes, les sujets iraniens étaient les plus rapides puisque ces derniers sont plus familiers avec ce type de stimulus (habitués à utiliser les chiffres arabes) alors que pour la reconnaissance des stimuli géométriques, les néerlandais présentent de meilleures performances que les iraniens.

Ces résultats montrent que l'interprétation des performances en termes de score auprès de deux populations différentes n'est pas du tout facile, car même pour les tâches les plus simples, les performances sont affectées par les différences de familiarité des stimuli.

Rosseli et Ardila (2003) avancent de leur côté que la vitesse du traitement de l'information fait partie des fonctions influencées par les cultures. Ils soulignent que pour les

américains, la vitesse est une notion importante et indispensable. Même à l'école, les enfants sont appelés à résoudre les problèmes le plus rapidement possible (Rosseli & Ardila, 2003). Toutefois, en Argentine, les élèves prennent leurs temps, le temps nécessaire pour accomplir leurs tâches. Pour ces derniers, la précision prime sur la vitesse (Cores et al., 2015).

Le traitement visuo-spatial fait également partie de la liste. Il s'agit d'une fonction mentale impliquée dans la distinction, par la vue, de la position relative des objets dans l'environnement ou par rapport à soi. Cette fonction, extrêmement complexe, repose sur un contrôle oculo-moteur élaboré ainsi que des capacités visuo-attentionnelles et spatiales. Elle est essentielle pour faire la synthèse d'éléments en un tout signifiant, discriminer les objets et analyser leur position relative, évaluer l'orientation de lignes, effectuer des rotations mentales, etc. Elle est également fondamentale pour orienter les actions (Benois & Jover, 2006).

L'efficience du traitement visuo-spatial est nécessaire pour l'apprentissage de la lecture et de l'écriture, ceci facilitera le balayage visuel et moteur des informations présentées. Ce traitement varie selon les règles de la langue parcourue.

En langue arabe, le balayage se fait de droite à gauche contrairement à la langue française (dans laquelle il se fait de gauche à droite). Une erreur du traitement à ce niveau affectera les performances des sujets. L'administration d'une tâche visuo-spatiale telle que la Figure Complexe de Rey (FCR) constitue un bon exemple. En effet, comme l'a montré Bellaj (2011), présenter la FCR dans le sens de gauche à droite pour des enfants tunisiens affecte négativement la performance (puisque celui-ci part de droite à gauche pour écrire). Toutefois, le changement de l'orientation (rotation de 90°) améliore la performance, et ce, au niveau du score d'exactitude, de type de copie et de reproduction de mémoire.

1.1.2. Mémoire et culture. La mémoire est classiquement définie comme « la fonction qui permet et assure l'enregistrement de nouvelles informations, leur stockage et leur restitution » (Deschamps & Moulignier, 2005). Elle exclut les apprentissages fondamentaux de développement normal du petit homme : marche, langage, croissance et manipulation minimale du monde, étudiées en tant que telles (langage, gnosies, praxies) et relevant d'aires cérébrales spécifiques (Deschamps & Moulignier, 2005).

L'étude de la mémoire dans un contexte transculturel a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs (Gutchess & Siegel, 2012 ; Morales et al., 2013 ; Wagner, 1981, 1993).

Certains auteurs ont cherché à distinguer les différents aspects majeurs de la mémoire tel que Wagner (1993) qui a défini deux aspects majeurs, à savoir, les caractéristiques structurelles

et les processus de contrôle. Les caractéristiques structurelles incluent le stockage en mémoires à court et à long terme. L'oubli constitue également une caractéristique structurelle de la mémoire, associé le plus souvent à un stockage à court terme. Les processus de contrôle, quant à eux, sont des stratégies utilisées pour acquérir des informations (telles que les répétitions, les regroupements d'éléments, …) et pour faciliter ensuite le processus de la récupération.

Le même auteur avance que dans les études occidentales, les stimuli qui vont ensemble sont rappelés par grappes (clusters). Les stimuli présentés au début d'une série sont mieux rappelés (effet de primauté) puisque les sujets optent davantage pour l'apprentissage par cœur, dès lors, le rappel est meilleur pour les derniers stimuli d'une série (effet de récence).

Il semble également que les caractéristiques structurelles de la mémoire se fixent assez tôt dans la vie. L'amélioration des performances lors des tâches du rappel et de reconnaissance, constatée entre environ quatre et quatorze ans, est attribuée à l'élaboration de meilleures stratégies de contrôle.

Wagner (1983) ajoute également que les caractéristiques structurelles de la mémoire ne semblent pas être beaucoup affectées par des facteurs culturels. La capacité de stockage à court terme semble avoir des limites similaires partout dans le monde et les taux d'oubli sont également relativement invariants. Ce sont plutôt les processus de contrôle qui sont les plus sensibles à la culture (Cole et al., 1971 ; Cole & Scribner, 1974).

Dans cette optique, des expériences sur le rappel de mots ont été effectuées pour examiner ce constat. Des séries de mots ont été présentées cinq fois à deux populations différentes : des sujets mandingues d'Afrique de l'Ouest et des sujets américains des Etats-Unis. Les premiers ont montré un taux très faible d'amélioration lors de présentations successives par rapport aux seconds. La population mandingue ne semble pas appliquer l'apprentissage par cœur, ceci a été justifié par le fait que la position du mot dans une séquence de stimuli n'a pas eu d'effet notable sur le taux de rappel. Les résultats ont aussi montré chez cette population un regroupement limité dans les réponses lorsque les stimuli avec signification sont associés (par exemple, plaque, calebasse, pot, pan et tasse (Cole & al., 1971, p. 69) et inclus dans une série.

Dans d'autres études, l'effet du niveau éducatif sur le rappel a été confirmé. Jahoda (1981) a eu recours à un jeu sollicitant davantage la mémoire que les connaissances scolaires. Il a trouvé que les sujets ayant été scolarisés obtiennent de meilleures performances. De

même, Rogoff et Waddell (1982) ont souligné que le type de tâche constitue une source de variabilité des performances. Pour ces auteurs, les occidentaux scolarisés montrent de meilleurs résultats quand il s'agit de stimuli isolés et non organisés dans un contexte significatif.

Les mêmes auteurs ont conduit une étude auprès d'enfants américains et mayas âgés de 9 ans. Ces derniers devaient passer deux épreuves : un test de mémoire standard et un test de construction visuo-spatiale (reconstruire une petite scène organisée en trois dimensions). Au niveau du test de mémoire, les enfants mayas ont montré de moins bonnes performances alors que pour la tâche de l'organisation de la scène, ils étaient meilleurs que les enfants américains.

Les résultats suggèrent que, de par leur expérience quotidienne, les enfants de toutes les cultures sont capables de mémoriser des informations organisées selon un contexte significatif, tandis que la différence des expériences et de familiarité avec les listes d'éléments sans organisation peuvent conduire à des différences culturelles dans les tests standards de mémoire de liste.

La mémoire est également impliquée dans l'explication de différences importantes au niveau des compétences mathématiques entre, d'une part, les enfants chinois et japonais, et d'autre part, les enfants américains d'après Stevenson et ses collègues (Stevenson & Stigler, 1992 ; Stigler & Perry, 1990). La familiarisation avec les tâches est susceptible d'être le facteur le plus important. Miller et Stigler (1987) ont suggéré que la structure du nombre des mots dans la plupart des langues asiatiques, tels que "dix un" au lieu de "onze" rend la tâche plus facile. Ceci est expliqué par la différence dans le temps requis pour prononcer les mots numériques (des nombres) dans les langues impliquées.

Stigler et al., (1986) ont également constaté que les jeunes enfants chinois pourraient donc rappeler un plus grand nombre de chiffres. L'explication est qu'il existe des différences au niveau du délai requis pour prononcer des mots de nombres dans les langues concernées.

De même, Hoosain et Salili (1987) ont rapporté un taux plus rapide d'articulation pour les chiffres en chinois qu'en anglais, et un rythme encore plus lent en Gallois. Ces différences de performances sont expliquées par l'effet de la longueur des mots.

Baddeley (1986) explique ces résultats par l'"hypothèse de boucle articulatoire." Cette théorie rapporte une capacité de stockage de mémoire à court terme d'une durée de deux secondes au maximum ; par la suite la trace de la mémoire a besoin d'être rafraîchie. C'est

pour cette raison que l'empan mnésique paraît plus important pour les mots courts que longs. En outre, les "lecteurs rapides", qui peuvent répéter plusieurs mots dans un temps donné, possèdent un empan mnésique très important. Ceci peut être expliqué par le recours à un autre type de mémoire, à savoir, la mémoire de travail qui permet à la fois de stocker les informations mais aussi les manipuler activement pour exécuter une tâche.

1.1.3. Théorie de l'esprit, métacognition et culture. La théorie de l'esprit est la capacité de reconnaître et d'attribuer des états mentaux relatifs à des intentions, des désirs, des croyances, des émotions, etc ; à soi-même et aux autres. Cette capacité permet d'expliquer et de prévoir le comportement des autres ainsi que d'entretenir des échanges sociaux (Gunther Moor et al., 2011).

Cependant, Chen et Lin (1994) se sont intéressés à des pratiques chinoises différentes pour élever l'enfant mettant l'accent sur la moralité, le contrôle des actes et les sanctions externes plutôt que sur l'analyse mentale.

Wellman et al., (2001) ont réalisé une méta-analyse comparant les performances des enfants dans des tâches de fausses croyances selon l'âge, les différences de tâches et les pays. Ces tâches relatives aux fausses croyances reposent sur l'inférence mental d'autrui témoignant d'une croyance erronée et non conforme à la réalité.

Les auteurs ont conclu qu'il y avait un effet principal relatif à l'âge : les enfants s'améliorent dans les tâches de fausse croyance au fur et à mesure qu'ils grandissent. Cependant, les enfants de différents pays montrent parfois des performances variables.

Citons à titre d'exemple la recherche menée par Naito et Koyama (2006) qui ont constaté que les enfants japonais présentaient un retard au niveau des raisonnements fondés sur des fausses croyances par rapport à leurs pairs britanniques. Ils ont également montré que les enfants japonais des provinces étaient plus « retardés » que leurs pairs habitants les villes. Ceci est expliqué, par les auteurs, par un effet de familiarité à la tâche puisque dans les provinces japonaises, les enfants ne passaient des tâches de fausses croyances qu'à l'âge de six ou sept ans alors que les enfants des villes sont familiarisés à cette tâche depuis l'âge de quatre ou cinq ans.

Par ailleurs, Callaghan et al., (2005) ont testé des enfants de cinq cultures différentes (Canada, Samoa, Inde, Pérou et Thaïlande) sur une tâche de fausses croyances. Ils ont conclu qu'il y avait un âge universel d'apparition de cette habileté autour de l'âge de cinq ans, ce qui correspond aux résultats relevés auprès des enfants britanniques.

Ainsi, bien que ces études montrent que la capacité de théorie de l'esprit est une

capacité universelle, ils ont également montré qu'il y avait une variabilité dans les performances à prendre en considération. Divers facteurs ont été soulevés pour expliquer cette différence de performances tels que les facteurs cognitifs (les fonctions exécutives et l'intelligence verbale) et les facteurs socioculturels (la langue, la taille de la famille, le style parental) (Chasiotis et al., 2006 ; Hughes & Leekam, 2004 ; Liu et al., 2008 ; Watson et al., 2001 ; Wellman et al., 2001).

Pour accomplir une tâche de fausses croyances, l'enfant doit avoir de bonnes capacités d'appréhension et de représentation de l'état mental d'autrui. Mais cela ne semble pas suffisant. Les capacités de rétention d'informations clés, de focalisation d'attention, d'adaptation à la situation, de compréhension et réponse aux questions sont également indispensables.

La langue elle-même peut affecter les performances de théorie de l'esprit. En chinois par exemple, le mot « penser » peut-être neutre quant à sa véracité ou il peut dénoter une fausse croyance. Les performances des enfants chinois sont nettement améliorées lorsque le mot « penser » est remplacé par l'expression « penser faussement » (Liu et al., 2008).

Récemment, Taumoepeau et al., (2019) ont conduit une étude auprès de soixante mères iraniennes et néo-zélandaises ainsi que leurs enfants, examinant les différences transculturelles sur l'effet des conversations entre parents et enfants. Les mamans ont effectué une tâche de description d'un livre d'images sans mots et les enfants ont dû remplir une batterie de cinq tâches relatives à la théorie de l'esprit.

Les enfants néo-zélandais se sont conformés à la séquence anglo-occidentale et ont obtenu de meilleurs résultats au niveau du score total d'exécution de la batterie. Quelques similitudes entre les deux groupes ont été notées quand les mères se référaient à des états mentaux et utilisaient des adjectifs relatifs à des attributions mentales pour décrire leurs enfants. Cependant, l'utilisation relative de différents types d'états mentaux et le référent de ces états mentaux impactent différemment les réponses en rapport avec la théorie de l'esprit.

Cette différence s'explique par la différence de stratégies utilisées. Les mères iraniennes se référaient davantage aux désirs et aux états mentaux des autres, tandis que les mères néo-zélandaises se référaient davantage aux cognitions et aux états mentaux dirigés par les enfants.

Les discussions sur l'état mental des enfants expliquaient donc les différences culturelles dans les performances en théorie de l'esprit. Les enfants les plus performants aux

diverses tâches liées aux croyances avaient des mères qui se référaient davantage à leurs propres états mentaux.

Un autre aspect de la cognition a fait l'objet de plusieurs recherches, la métacognition référant « *à la connaissance et la prise de conscience de ses propres capacités sur la tâche* » (Davidson & Freebody, 1988, p. 21). Elle inclut la cognition de la cognition, où Schraw et Moshmann (1995) distinguent les connaissances déclaratives (de soi en tant qu'apprenant et des facteurs qui influencent la performance de quelqu'un), les connaissances conditionnelles (où et pourquoi appliquer des actions cognitives) et des processus de contrôle tels que la planification, le contrôle et l'évaluation.

Des différences culturelles ont été rapportées par Carr et al., (1989) entre des étudiants allemands et américains en rapport avec les différences de styles d'enseignement à la maison et à l'école.

En effet, cette étude s'est intéressée au rôle des parents dans le développement du comportement stratégique et de la métacognition de leurs enfants. Ainsi, 184 enfants allemands et 161 enfants américains ont participé à des tâches de mémoire et de métamémoire, et ont été affectés ensuite à une condition d'entraînement en stratégie organisationnelle ou à une condition de contrôle. Tous les enfants ont été testés sur le maintien et le transfert lointain de la stratégie et de la métamémoire liée aux tâches une semaine après la formation. Les parents ont rempli des questionnaires sur l'enseignement de stratégies à la maison. La maintenance de la stratégie et la métacognition ont été réévaluées six mois après la formation. Les enfants allemands étaient plus stratégiques que les enfants américains et les parents allemands ont travaillé davantage sur les stratégies à la maison. Signalons également que les enfants instruits ont eu de meilleurs résultats que les enfants témoins. Ces données suggèrent que l'éducation formelle est responsable de quelques aspects du développement cognitif.

1.1.4. Style cognitif et culture. Le style cognitif peut être défini comme la manière avec laquelle les individus traitent, interprètent et transforment des informations (Guastello et al., 1998 ; Lubart, 2011 ; Martisen & Kaufmann, 1999).

La conceptualisation la plus influente du style cognitif a été celle de Witkin et al., (1962), qui ont développé la dimension du style cognitif dépendant / indépendant du champ à partir de plusieurs études expérimentales visant à examiner les différences individuelles dans la perception en respectant les différents types de personnalité.

Leur point de départ était l'analyse des capacités de perception et d'orientation des pilotes stagiaires pour s'orienter dans l'espace. Les auteurs ont fini par considérer que ceux qui sont relativement indépendants du champ, ils ont tendance à s'appuyer sur des indices corporels et sont généralement moins orientés vers un engagement social envers les autres. Pour les personnes dépendantes du champ, elles comptent davantage sur des signaux visuels externes et sont plus compétentes et socialement orientées.

Les protocoles expérimentaux ont compris plusieurs tests : celui de la tige et du cadre où les participants doivent déterminer la position verticale d'une tige ; le test d'ajustement corporel selon lequel les participants doivent ajuster la position de leurs corps dans différents champs (des pièces avec des murs et des chaises inclinés) ; le test de la pièce rotative où il s'agit d'ajuster la pièce selon la position verticale des participants et le test des figures enchevêtrées où la tâche demandée est d'isoler des figures simples parmi les plus complexes.

Witkin et ses collaborateurs (1962) ont également exploré les caractéristiques de la personnalité des participants à travers les rapports autobiographiques, les interviews cliniques, les tests projectifs et les questionnaires de personnalité.

Ces auteurs ont fini par considérer que les styles cognitifs sont des modes d'ajustement au monde reposant sur des stratégies cognitives différentes et peuvent donc entrainer des perceptions différentes du monde (Kozhevnikov, 2007).

Par ailleurs, Berry et al., (2002) considèrent que les processus cognitifs sont communs à tous, quel que ce soit l'environnement mais, selon les caractéristiques des situations données, ces processus cognitifs vont se développer différemment et aboutir à des profils et des styles différents de capacités cognitives.

En effet, les approches abordant les styles cognitifs se sont basées sur une hypothèse universelle qui suggère que les processus cognitifs sont communs chez tous les groupes, mais leurs différences de développement et d'utilisation réfèrent aux différences d'habiletés (Lezak, 2000).

Dans cette optique, Kitayama et al., (2003) ont montré une différence de style cognitif pour l'appréhension de l'espace entre des nord-américains et des japonais à partir de l'épreuve Framed-Line Test. Il s'agit de repérer une ligne verticale à l'intérieur d'un carré et ensuite dessiner une ligne dans un carré de taille différente (plus grand ou plus petit) selon deux consignes : a) que la ligne soit de dimension identique à la ligne présentée précédemment, et b) que la ligne soit adaptée proportionnellement à la taille du nouveau carré.

Les résultats ont montré que les nord-américains sont meilleurs dans la première tâche, tandis que les japonais sont plus performants dans la seconde. Le style cognitif des nord-américains est donc plus indépendant à l'égard du champ (contexte) contrairement aux japonais qui dépendent étroitement de ce contexte. Ceci s'expliquerait par la différence des pratiques et des valeurs défendues dans chaque pays : la culture asiatique est caractérisée par la collectivité, la hiérarchie et une structuration forte des relations interpersonnelles (Tan et al., 2004 ; Yun & Lachman, 2006) contrairement à la culture américaine qui encourage l'individualisme et l'indépendance.

1.1.5. Langage et culture. L'étude des relations entre le langage et la culture fait partie des sujets les plus importants pour ceux qui souhaitent comprendre la nature de la cognition humaine (Imai et al., 2016).

Plusieurs différences inter et transculturelles ont été relevées portant sur les différents aspects du langage.

Des exemples bien connus comprennent les "l" et "r", deux sons de l'anglais qui ne sont pas distingués en japonais, et le "b" aspiré en arabe qui n'existe pas en anglais. Lorsque les sons produits artificiellement sont présentés, les sujets vont les classer selon les catégories de leur propre langue. À partir des travaux réalisés auprès des sujets adultes de différentes cultures, Abrahamson et Lisker (1970) ont constaté, par exemple, que les participants des États-Unis ont utilisé deux catégories ("d", "t") là où les thaïlandais en ont utilisé trois ("d", "t" et un aspiré "t").

La question de la différence concerne également les babillages des enfants âgés d'environ six mois qui paraissent également sensibles à la langue utilisée pour solliciter les enfants. Cette différence est encore plus marquée au fur et à mesure de l'apprentissage des mots en fonction de l'âge (Harley, 1995).

Néanmoins, une différence des compétences, en particulier pour les langues qui sont écrites de différentes manières, est parfois nécessaire (par exemple, Altarriba, 1993). Pour les langues alphabétiques, la façon dont un mot est écrit tend à correspondre aux sons (phonèmes) et les enfants ont tendance à être conscients de ceci (conscience phonologique).

Holm et Dodd (1996) ont rapporté une étude avec les élèves qui apprennent l'anglais comme une langue secondaire en Australie. À travers plusieurs tâches verbales, ils ont constaté que les étudiants en provenance de Hong Kong montrent moins de conscience de la correspondance entre les sons et les lettres que les étudiants de République de Chine (RPC) et du Vietnam. Ceci peut être expliqué par les caractéristiques morphologiques et syntaxiques de

chaque langue utilisée.

Dans le domaine de l'enseignement des langues, Scrivener (2011) insiste sur l'importance de prendre en considération les différents contextes pour les éléments linguistiques enseignés. La contextualisation des langues est devenue la nouvelle tendance de l'enseignement des langues dans de nombreux endroits (Hassan, 2014). Elle consiste à placer les éléments de langage dans un contexte significatif et réel plutôt que d'être traités comme des éléments de langage isolés destinés uniquement à la manipulation de la langue » (British Council & BBC, 2010).

Van Zyl et Meiselman (2015) ont examiné l'effet de la culture et de la langue sur les émotions à partir d'une liste d'émotions en anglais. La traduction a abouti à des listes différentes pour les langues espagnole et mexicaine en raison de différences portant sur l'utilisation de l'espagnol. La liste espagnole était un peu plus longue que la liste mexicaine, puisqu'un mot anglais pouvait donner deux mots espagnols ayant une signification similaire.

Une étude qualitative a été menée dans plusieurs endroits au Royaume-Uni, aux États-Unis, au Mexique et en Espagne pour identifier les émotions pertinentes pour les boissons. Un questionnaire en ligne combinant les émotions sélectionnées par les groupes de discussion a ensuite été rempli par 600 répondants de quatre pays anglophones (États-Unis, Royaume-Uni, Australie, Nouvelle-Zélande) et de deux pays hispanophones (Espagne et Mexique) qui ont été interrogés sur leurs boissons ; la préférée et la moins aimée.

Il y avait plus de similitudes entre les quatre pays anglophones qu'entre l'Espagne et le Mexique et plus de similitudes entre les participants mexicains et les anglophones qu'entre les participants mexicains et espagnols. Les espagnols n'ont pas jugé certaines émotions très pertinentes pour leur boisson préférée. Tous les participants ont trouvé que les boissons sans alcool étaient différentes des boissons contenant de l'alcool en ce qui concerne les émotions qu'elles évoquent.

En outre, dans les pays anglophones, les termes relatifs aux émotions positives étaient plus discriminants pour les boissons préférées et les moins appréciées, tandis que dans les pays hispanophones, les émotions positives et négatives étaient discriminantes d'une manière égale. Ces résultats plaident en faveur de l'existence de différences interculturelles dans la même langue mais aussi entre les langues. Les individus à travers les cultures n'expriment pas tous verbalement leurs émotions de la même manière (Van Zyl & Meiselman, 2015).

1.1.6. Fonctions exécutives et culture. Les fonctions exécutives regroupent l'ensemble de processus (inhibition, planification, flexibilité, allocation des ressources attentionnelles) dont la fonction principale est de faciliter l'adaptation du sujet à des situations nouvelles, et ce, notamment lorsque les routines d'action, c'est-à-dire des habiletés cognitives sur-apprises, ne suffisent pas (Van der Linden & al., 2000).

L'ensemble des recherches traitant la question des relations entre fonctions exécutives et culture s'intéresse à plusieurs facteurs tels que l'effet du genre, le niveau socio-éducatif des parents, le statut socio-économique de la famille et plus particulièrement à l'effet du bilinguisme.

Plusieurs études ont démontré que le contrôle exécutif se développe plus tôt chez les enfants bilingues que chez les monolingues (Bialystok, 2001 ; Carlson & Meltzoff, 2008 ; Kovacs, 2009), qu'il est plus efficace chez les jeunes adultes bilingues que chez leurs pairs monolingues (Bialystok, 2006a, b ; Colzato & al, 2008 ; Costa et al., 2008), et mieux maintenu par les bilingues en vieillissant (Bialystok et al., 2004 ; Bialystok et al., 2008 ; Kavé et al., 2008).

Les auteurs rapportent que ceux qui parlaient une langue autre que leur langue maternelle ont été contraints à acquérir plusieurs langues par nécessité plutôt que par intérêt : une situation qui ne fait pas appel au talent inné des langues. Par conséquent, ces personnes auraient peut-être investi davantage d'efforts cognitifs dans l'apprentissage et/ou l'utilisation de la langue tout au long de leur vie, et cet effort aurait pu leur fournir une réserve cognitive qui les protégeait du déclin des personnes âgées (Bialystok et al., 2008).

Dans la même optique, des recherches menées auprès des enfants ont montré que les bilingues sont meilleurs que les monolingues dans les tâches exécutives exigeantes telle que la suppression des interférences "contrôle inhibiteur" (Bialystok & Senman, 2004 ; Bialystok & Shapero, 2005), mais pas dans celles qui nécessitent l'inhibition de la réponse, ce que nous appelons "suppression de la réponse" (Bialystok et al., 2006 a, b ; Carlson & Meltzoff, 2008 ; Martin-Rhee & Bialystok, 2008).

Ces résultats limitent les avantages du bilinguisme aux tâches complexes nécessitant une attention particulière aux signaux concurrents (suppression des interférences) et non pas aux tâches nécessitant un contrôle des réponses concurrentes (inhibition de la réponse).

En plus de la différence évidente au niveau de la langue maitrisée, les enfants monolingues et bilingues peuvent se différencier au niveau de l'expérience sociale, comme

l'immigration ou la classe sociale. Par exemple, dans l'étude de Martin-Rhee et Bialystok (2008), les enfants bilingues dans la première étude parlaient en anglais et en français sans être des migrants ; les enfants bilingues dans la deuxième étude parlaient différentes langues non-anglaises ; et les enfants bilingues dans la troisième étude parlaient principalement hébreux et étaient en grande partie des migrants.

Carlson et Meltzoff (2008) ont comparé des enfants bilingues espagnol-anglais de la classe inférieure aux enfants anglophones monolingues de la classe moyenne et ont découvert les avantages pour les enfants bilingues sur les tâches évaluant le contrôle exécutif, en particulier lorsque les différences initiales de la maîtrise de l'anglais avaient été contrôlées. Cependant, dans les cas où les enfants sont nés dans leur pays actuel et que leurs parents étaient des migrants, il se peut que l'effet de l'immigration reste actif.

Quant à l'effet du genre, les études ont montré des différences significatives variables. Dans une étude visant à évaluer les capacités de la mémoire de travail visuo-spatiale (le block tapping test), Bellaj et al., (2015) ont administré le test des blocks de Corsi (1972) à 120 enfants tunisiens d'âge scolaire (60 garçons et 60 filles). Il s'agit d'une planche de couleur blanche sur laquelle neuf blocs bleus identiques et séparés dans l'espace sont disposés de manière quasi aléatoire. Le participant doit observer la séquence de blocs tapotée par le doigt de l'examinateur et la reproduire dans le même ordre (empan visuo-spatial direct) ou dans l'ordre inverse (empan visuo-spatiale indirect).

Les auteurs ont souligné de meilleures performances en faveur des garçons tunisiens d'âge scolaire. Cette différence ne porte pas sur les autres fonctions exécutives évaluées notamment la planification, la flexibilité et l'inhibition (Er-Rafiqi et al., 2017).

Ismatullina et al., (2014) ont conduit une étude auprès de 289 adolescents (172 kirghizes d'Asie centrale et 117 russes) afin d'examiner les différences culturelles dans le fonctionnement de la mémoire de travail. Ils ont fait recours à la batterie automatisée du test neuropsychologique de Cambridge (CANTAB) dans sa version numérique. La tâche consiste à trouver un jeton caché sous l'une des boites présentées sur l'écran de l'ordinateur. Après l'avoir trouvé, d'autres boites se présentent aux participants et on leur demande de trouver le prochain jeton. Les participants sont informés qu'une fois qu'un jeton a été trouvé sous une boîte particulière, la boîte ne cacherait plus jamais un jeton. Ainsi, pour réussir cette tâche, les participants devaient durant tous les essais se rappeler laquelle des boîtes avait précédemment caché un jeton. Le nombre des boites sous lesquelles les participants devaient trouver les

jetons, déterminera la capacité de la mémoire de travail.

Les auteurs ont observé que les garçons Kirghizes d'Asie centrale, contrairement aux garçons russes, présentent de meilleures performances que les filles à une tâche de mémoire de travail visuo-spatiale. Ainsi, cette différence portant sur les capacités de la mémoire de travail a permis de conclure que cette fonction est dépendante de la culture d'origine des participants (Ismatullina et al., 2014).

Par ailleurs, bien que les études semblent mitigées, d'autres variables sont susceptibles d'influencer le développement des fonctions exécutives chez l'enfant notamment les variables sociodémographiques. En effet, dans la même étude présentée ci-dessus, Bellaj et al., (2015) n'ont pas souligné d'effet du niveau d'éducation des parents sur le fonctionnement exécutif des enfants tunisiens d'âge scolaire. Seulement le niveau d'éducation du père semble influencer quelques mesures telles que le temps d'exécution d'une tâche d'inhibition et l'empan de chiffres à l'envers (Er-Rafiqi et al., 2017).

D'autres variables sont également susceptibles d'intervenir et influence le fonctionnement exécutif. Une étude effectuée par Ardila et al., (2005) auprès des enfants américains d'âge scolaire a révélé des effets prépondérants du type de l'école fréquentée (étatique ou privée) et du niveau d'instruction des parents sur les performances exécutives relatives à la génération d'idées, la conceptualisation verbale et non verbale, la flexibilité mentale et la résolution des problèmes (Er-Rafiqi et al., 2017).

Par ailleurs, Lan et al., (2011) ont comparé 258 enfants chinois et américains d'âge préscolaires (119 enfants chinois et 139 enfants américains) testés à partir d'une batterie d'évaluation des fonctions exécutives (inhibition, mémoire de travail, contrôle attentionnel) et des tâches de réussite scolaire (lecture, mathématique, etc.).

Les résultats ont démontré que les enfants chinois présentent de meilleures performances aux tâches d'inhibition et de contrôle attentionnel. Les auteurs ont expliqué cette différence par des facteurs socio-culturels et génétique à la fois.

En effet, le contrôle inhibiteur est l'une des fonctions les plus valorisées par les parents et les enseignants chinois. Elle est renforcée chez les enfants chinois dès le plus jeune âge, c'est-à-dire, même dès la période préscolaire, mais aussi, nous avons la concentration durant une période prolongée sur un même support et la discipline : contraintes de base dans la culture chinoise.

Le facteur génétique est évoqué à travers la présence du gêne DRD4 de l'allèle 7

associé au risque élevé du trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité dans les populations américaines. Ce trouble touche donc au contrôle attentionnel.

1.1.7. Résolution de problèmes et culture. Selon Oyserman (2011, 2017), la réussite en résolution de problèmes dépend de la congruence entre le type de problème à résoudre et les processus cognitifs mis en jeu. Le choix de ces processus n'est pas aléatoire, il dépend de plusieurs facteurs notamment les caractéristiques des problèmes, les situations dans lesquelles ils surviennent, et de l'orientation culturelle privilégiée…

Récemment, Arieli et Sagiv (2018) ont examiné l'impact de l'orientation culturelle sur la résolution de problèmes à partir d'une série d'études.

Dans une première étude, ils ont comparé trois groupes de cultures différentes : des juifs américains non-orthodoxes dont l'âge varie entre 15 et 39 ans (n=79, 73% sont des femmes), des arabes (n=72, 69% sont des femmes et l'âge varie entre 19-46 ans) et des juifs religieux (uniquement des femmes, n=119, l'âge varie ente 19-47 ans). Le premier groupe est connu par sa tendance individualiste (Dershowitz, 1971) contrairement aux deux autres groupes qui sont plutôt d'orientation collectiviste (Haj-Yahia, 1995 ; Pines & Zaidman, 2003).

Le protocole expérimental comportait deux outils principaux :

1. Une échelle évaluant l'orientation culturelle collective ou intégrative et individualiste ou d'autonomie.
2. Des énigmes à résoudre, dont la résolution ne dépend pas de connaissances ou d'expériences spécifiques. Ces énigmes sont classées en deux types : celles basées sur des règles (par exemple compter les carrés sans inclure le grand carré) et d'autres relatives au contexte (par exemple des devinettes sur des personnes, objets, animaux, …).

Les résultats montrent que les sujets à tendance individualiste sont plus performants dans la résolution des problèmes basés sur des règles alors que les sujets à orientation collectiviste excellent face aux problèmes relatifs au contexte. Si l'orientation culturelle impacte l'activité de résolution des problèmes, les auteurs ont expliqué cet impact par « l'effet d'amorçage ».

Dans une seconde étude, ils ont comparé 126 arabes (dont l'âge varie entre 18-46 ans et 65.3% sont des femmes) fluents en arabe et en hébreu. Lors de l'évaluation, ils sont répartis au hasard selon les deux types de problèmes décrit ci-dessus.

Le protocole expérimental a comporté trois problèmes de chaque type et une échelle intégrative de l'identité biculturelle à partir de laquelle les sujets décident s'ils se considèrent comme biculturels ou monoculturels. Deux variables sont donc à contrôler : la langue (arabe vs hébreu) et l'identité culturelle subjective (mono ou bi-culturels).

Pour les sujets qui se considèrent comme biculturels : la résolution des problèmes selon des règles à respecter est meilleure en utilisant l'hébreu alors que la résolution des problèmes en fonction du contexte est meilleure en recourant à la langue arabe.

Les auteurs concluent que la langue interagit avec les différents types de problèmes ainsi que l'identité culturelle pour prédire la réussite en résolution des problèmes. Autrement dit, la résolution des problèmes ne dépend pas uniquement de type du problème à résoudre mais plutôt d'autres facteurs culturels comme l'orientation et l'identité culturelles sans oublier le langage : un médiateur culturel par excellence.

Une bonne congruence entre ces facteurs permet donc une bonne résolution de problèmes.

1.2. L'évaluation neuropsychologique et la culture

L'évaluation neuropsychologique utilise des outils élaborés à partir de cadres théoriques précis. Elle permet de mieux comprendre la nature des déficits cognitifs, émotionnels et comportementaux consécutifs aux atteintes cérébrales. Cette évaluation implique l'intégration des résultats aux tests avec les données anamnestiques et cliniques dans une description personnalisée de l'individu soumis à l'évaluation (Matarazzo, 1990).

Un test est une mesure objective et standardisée d'un échantillon de comportements (Anastasi, 1988). En outre, il s'agit d'une mesure indirecte d'un construit psychologique et tout écart de scores au test donné représente donc des différences effectives dans le processus visé. Par exemple, les différences observées entre deux personnes dans une tâche d'empan reflètent des variations dans leur capacité de rétention de l'information verbale en mémoire à court terme. Cette inférence n'est cependant admise que si les deux personnes ont recours à des mécanismes cognitifs identiques dans cette tâche et si ces derniers sont sollicités et utilisés de la même manière et avec la même fréquence dans leur groupe d'appartenance respectif.

Ainsi, lorsque dans un test psychologique, on observe des différences moyennes de grande amplitude entre des populations différentes, il n'est pas légitime d'interpréter a priori ces différences de scores en termes de différences dans l'efficience des processus

psychologiques visés par la tâche, soutenaient Bellaj et Seron (2014). Prenons l'exemple de l'étude de Nell (2000), les scores au test de fluence verbale phonémique chez des sujets zoulous sont de trois écarts-types inférieurs à ceux de sujets britanniques appariés quant à l'âge, au sexe et niveau d'études. Ceci ne prouve pas pour autant que les capacités de fluidité mentale des britanniques sont supérieures à celles des Zoulous. Cet écart-type doit être étudié minutieusement en cherchant les facteurs explicatifs sous-tendant cette différence. En effet, selon Bellaj et Seron (2014), « *lorsque l'écart-type est très important et que les distributions des scores entre deux populations ne se chevauchent pas, on doit se poser la question de la neutralité socioculturelle de la tâche et de la présence de biais dans l'évaluation* ».

Ceci fait appel entre autres à la problématique de la validité culturelle des tests et va jusqu'à suggérer que l'évaluation des fonctions cognitives n'est ni socialement, ni culturellement neutre. À ce sujet, on doit mentionner que la plupart des outils disponibles et utilisés pour la clinique neuropsychologique en Tunisie sont le fruit d'une tradition de recherche occidentale ou encore issus des normes obtenues sur des populations occidentales (européennes et anglo-saxonnes notamment). De cela, découle un risque important qui réside dans le fait d'administrer des épreuves neuropsychologiques non adaptées à des populations d'origines non occidentales. Ceci engendrerait une sous-estimation du potentiel cognitif de ces sujets ou encore accentueraient les aspects pathologiques dans leurs comportements (Suzuki et al., 1996).

En effet, cette diversité culturelle constitue un biais d'évaluation neuropsychologique auprès des personnes d'origine culturelle différente. Pour résoudre ce problème, les pays en voie de développement doivent construire des instruments spécifiques "locaux" et perfectionner la qualité de leurs interventions. Des pistes de recherches interculturelles seront en mesure de surmonter ce défi et d'enrichir par la suite les savoirs neuropsychologiques. Toutefois, le problème concerne non seulement les tests (leur structure et leur contenu) mais également la représentation et la familiarité des sujets par rapport à la situation de passation des tests, le temps dédié à cette passation et ses modalités (individuelle *versus* collective) et enfin, et peut-être plus fondamentalement, la question de l'universalité des construits psychologiques eux-mêmes et d'autant encore celle de l'organisation cérébrale forgée par la culture (Bellaj & Seron, 2014).

1.2.1. Tests et culture. Les tests neuropsychologiques sont considérés comme les outils les plus économiques, valides et fiables pour l'évaluation des capacités cognitives touchées et celles demeurées intactes chez un patient cérébrolésé (Lezak, 2000). Cependant, malgré leurs qualités psychométriques reconnues, les tests sont des produits construits dans un contexte historique et culturel donné pour des objectifs précis et pour des populations données (Bellaj & Seron, 2014).

Selon plusieurs études, l'utilisation de certains tests non adaptés à la culture et à la situation conduirait à estimer que la prévalence des démences chez les Afro-Américains est supérieure à celle des Américains Caucasiens, ou à considérer que les Afro-Américains présentent plus de troubles cognitifs que les Hispaniques et les Caucasiens, ou encore que les Afro-Américains et les Hispaniques ont plus de troubles psychotiques que les Caucasiens (Kales et al., 2000).

Récemment, Daugherty et al. (2017) ont montré comment l'utilisation des tests conçus pour une population nord-américaine pourrait biaiser le diagnostic des troubles cognitifs légers et majeurs auprès de différentes populations d'origine marocaine, colombienne et espagnole.

Cinq tests neuropsychologiques ont été administrés à des participants colombiens, marocains et espagnols. Les résultats de ces tests ont été utilisés pour déterminer si les sujets présentaient des performances correspondant aux critères de diagnostic du DSM-5 pour les troubles cognitifs légers et majeurs. Les résultats révèlent que l'erreur de diagnostic s'est produite jusqu'à 20% de la population et que la fréquence des erreurs de diagnostic était différente selon la nationalité. Ces résultats confirment le postulat selon lequel l'utilisation de tests d'une culture pour évaluer des individus d'autres cultures ne peut que générer des diagnostics de type « faux positifs ».

En effet, la question de l'utilisation des outils non adaptés n'est pas simple à résoudre. Elle doit prendre en considération plusieurs facteurs à la fois, à savoir les facteurs génétiques, les facteurs de risque, les styles de vie et les variables modulatrices telles que l'âge, l'éducation, le sexe et le niveau socio-économique (Bellaj & Seron, 2014).

1.2.2. Les biais de la mesure en neuropsychologie. Troadec et Bellaj (2011) mettent en évidence que l'utilisation des tests construits par et pour des populations principalement issues des cultures occidentales, auprès de populations issues des cultures africaines ou orientales n'ayant pas produit leurs propres tests, fournit des données qui ne permettent pas d'inférer des interprétations psychologiques fiables.

La traduction des items et des consignes d'un test est en effet régie par des procédures codifiées. Toutefois, ceci ne constitue qu'une première étape dans le processus d'adaptation à d'autres cultures. Des modifications additionnelles sont nécessaires. Or, l'étendue des modifications exigées risque d'éloigner le test du construit théorique examiné. « *L'expérience apprend qu'une simple traduction ou une modification élémentaire peuvent déjà entrainer des biais qui rendent les nouveaux items fonctionnellement non équivalents aux items d'origine »*, soutiennent Troadec et Bellaj (2011). Ces mêmes auteurs ajoutent que « *plusieurs études réalisées qui restent dans un cadre clinique (travaux non publiés) permettent d'affirmer que l'adaptation de tests neuropsychologiques d'une culture à une autre est une démarche stérile lorsqu'elle n'est pas issue d'un examen réfléchi, d'une part du contexte et des matériaux d'évaluation, d'autre part du construit théorique du test en question* ».

Par ailleurs, la variabilité au niveau de l'évaluation peut s'expliquer par des biais sur plusieurs niveaux. Selon van de Vijver et Tanzer (2004), ces biais peuvent résulter d'une grande variété de sources. On peut les classer en quatre catégories : le biais de construit, le biais d'instrument, le biais d'échantillon et le biais de procédure.

- ***Le biais de construit*** *:* il s'agit de savoir à quel point le test proposé permet de mesurer le construit en question. Pour Reynolds et Kalser (1990), *« le biais dans la validité du construit est évoqué quand un test montre qu'il mesure différents traits hypothétiques (construits psychologiques) pour un groupe et pas un autre, ou qu'il mesure les mêmes caractéristiques, mais avec différents degrés de précision »*. Prenons à ce sujet l'exemple des études réalisées par Cole (1996), Greenfield (1997) et Miller (1997). Selon eux, la plupart des tests d'intelligence proposent une définition implicite de l'intelligence en considérant l'abstraction et le raisonnement formel logico-mathématique comme le plus haut niveau d'intelligence. Cependant, les études faites dans des contextes non occidentaux prennent en compte dans leurs conceptions de l'intelligence l'aspect quotidien et social (la vie quotidienne). Par exemple, les mères Koket (Kenya) disent que l'enfant intelligent connaît bien sa place dans la famille et les comportements attendus de lui comme une bonne manière de communiquer avec d'autres personnes. L'enfant intelligent est docile et ne crée

pas de problèmes (Segall et al., 1990). Des études en Zambie (Serpell, 1996) et au Japon (Azuma & Kashiwagi, 1987) révèlent des descriptions similaires d'une personne intelligente, descriptions qui vont au-delà des conceptions axées sur les domaines de l'intelligence à orientation scolaire, fréquentes aux États-Unis et en Europe pour aborder la question de l'intelligence sociale et les habiletés sociales (Bellaj & Seron, 2014).

- ***Le biais d'échantillonnage :*** réfère aux différences des caractéristiques de populations selon les cultures. Ce biais se produit plus souvent pour les tests neuropsychologiques créés pour et par des neuropsychologues, normés suite à l'évaluation d'échantillons non représentatifs de la population donnée (prenons l'exemple des étudiants qui ne représentent pas l'ensemble de la population).

- ***Le biais d'instrument :*** Selon Reynolds et Kaiser (1990), *« le biais d'instrument réfère, dans un sens global, à l'erreur systématique dans l'estimation d'une certaine valeur réelle pour un groupe d'individus. Le mot clé ici est systématique, toutes les mesures comportent une erreur, mais cette erreur est supposée aléatoire, sauf preuve du contraire ».*

Dans les tests mentaux, le meilleur indice décelé du biais de l'instrument est celui du niveau de familiarité des sujets avec les stimuli et les réponses (ou les formats de réponse). Le degré de l'influence de la familiarité avec certains outils dépend de plusieurs facteurs, notamment le milieu culturel mais aussi l'âge des sujets. Ceci est susceptible de biaiser les résultats (Bellaj & Seron, 2013).

- ***Le biais d'administration :*** dû à des différences de scores en fonction de la complexité des consignes, ou à d'autres problèmes de communication entre l'examinateur et le sujet. L'incapacité d'exprimer ses idées dans une deuxième langue peut en être la source (Gass & Varonis, 1991), de même que le manque de connaissance de la culture de la personne testée. Les caractéristiques sociodémographiques des psychologues tels que le sexe, l'âge et l'appartenance ethnique peuvent potentiellement influencer les résultats.

En effet, les praticiens évaluant des personnes d'origine non occidentale, ou encore menant des études interculturelles, doivent rendre compte de ces biais et tenter de réduire au mieux leur influence.

Lors de l'évaluation d'une personne dans une culture différente de la sienne, certains praticiens préfèrent réaliser une évaluation clinique sans procéder à l'administration des tests. Ceci est dû au fait que les outils psychométriques disponibles ne sont pas adaptés aux populations cibles. Cependant, face à cette situation, l'interprétation des résultats se limite

donc à une interprétation clinique (Bellaj & Seron, 2014).

Éviter l'utilisation des tests, en les considérant comme une source des différences observées entre des groupes culturels, ne constitue pas à terme une attitude productive objective, puisque toute l'évaluation serait limitée à des évaluations cliniques subjectives et peu duplicables d'un clinicien à l'autre. Il paraît donc nécessaire, voire urgent, de construire des outils valides et adaptés permettant d'analyser objectivement les désordres cognitifs et émotionnels survenant au sein de ces populations (Nell, 2000).

Il existe au moins cinq types de pratique d'évaluation neuropsychologique utilisables auprès de personnes appartenant à des groupes minoritaires. Nous les présentons brièvement, ainsi que les problèmes qu'elles posent (Bellaj & Seron, 2014).

1.2.3. Les solutions pratiques

L'application de normes communes

L'application de normes issues d'un pays dans un autre pays est une pratique très fréquemment utilisée. Ainsi, des psychologues français utilisent des normes empruntées de Belgique, des psychologues canadiens recourent à des normes américaines, des algériens utilisent celles des égyptiens, etc. Cette pratique serait justifiée par la présence des dénominateurs linguistiques et culturels communs à ces cultures.

Toutefois, selon Lezak (1995), certains psychologues proposent d'utiliser des normes communes pour des fonctions psychologiques dites « élémentaires » dont le développement est neuro-maturationnel et relativement indépendant de l'apprentissage social (le contrôle et la coordination motrice et visuo-motrice, la discrimination perceptuelle de base, l'orientation dans l'espace corporel et extracorporel, l'écoute binaurale ou encore l'habileté à détecter la localisation d'une stimulation tactile ou la distinction entre un stimulus plaisant ou douloureux). Selon le même auteur, ces fonctions sont spécifiques à l'espèce humaine et peu perméables aux influences culturelles. Ceci appuie le constat que ces fonctions sont évaluables chez tout individu, indépendamment de sa culture ou de son origine.

Or l'application de cette pratique pose des problèmes majeurs, tant sur le plan théorique que pratique. À ce sujet, nous citions quelques exemples appuyant ce constat. Notons dans un premier lieu les différences significatives observées au niveau des performances des enfants américains et sud-africains dans toutes les épreuves explorant les compétences verbales et non verbales tel que rapporté par Skuy et al., (2001).

Cette étude a examiné les performances cognitives des élèves à partir d'une batterie de tests neuropsychologiques. Un groupe de 100 élèves de Soweto (âgés de 12,0 à 24,5 ans) et un deuxième groupe de 152 élèves appartenant à la même population (âgés de 13 à 15 ans) ont obtenu des résultats significativement plus faibles que leurs camarades américains d'après les normes publiées. Ces résultats ont fait appel à la nécessité d'utiliser des normes locales et des approches adaptées à une population donnée pour pouvoir interpréter et traiter les performances des tests neuropsychologiques.

Fernandez et Marcopulos (2008) ont comparé les données normatives de 10 pays (Angleterre, Argentine, Belgique, Canada, Chine, Danemark, États-Unis, Italie, Nouvelle-Zélande et Suède) via le test du Trail Making Test (Reitan, 1955). Les échantillons ont été classés en fonction du temps moyen nécessaire pour terminer chaque partie de la tâche. De grandes différences de scores ont été trouvées entre ces échantillons. Ces différences étaient significatives même lorsque l'âge et le niveau d'instruction étaient comparables entre les échantillons. Ceci témoigne que les données normatives de différents pays et cultures relatives au TMT ne sont pas équivalentes, ce qui pourrait entraîner des erreurs de diagnostic.

En outre, une personne peut être considérée comme déficitaire et suspectée d'une lésion cérébrale, si on lui applique des normes d'un pays différent du sien. Ceci est toujours valable, même auprès de populations proches, voire voisines, ayant la même langue, le même style de vie, le même système alphabétique et le même système numérique.

Le développement de normes séparées

La question de l'adoption de cette pratique vient de l'observation selon laquelle des sujets normaux d'une origine culturelle donnée obtiennent des scores significativement plus bas que d'autres sujets appartenant à un autre groupe culturel. En effet, l'appartenance ethnique est l'une des variables démographiques majeures prises en considération aux États-Unis avec l'âge, le niveau d'éducation et le sexe.

Le non-respect de cette variable conduit à l'apparition des erreurs diagnostiques de type faux positif et est donc susceptible de créer des menaces pour l'avenir personnel, scolaire, professionnel ainsi que social.

Ce problème a fait l'objet de plusieurs études aux Etats-Unis. Prenons l'exemple des normes spécifiques aux afro-américains développées pour un grand nombre des tests cognitifs tels que le Stroop (Moering et al., 2004), le test de dénomination de Boston (Fillenbaum et al., 1997), la batterie neuropsychologique de Halstead-Reitan (Heaton et al., 2004) et une large

série de tests dont les tâches de fluence verbale, le Mini-Mental State Examination, l'échelle de démence de Mattis, les 15 mots de Rey, l'échelle de mémoire de Wechsler, le Token test, le test de jugement de l'orientation des lignes de Benton, dans le cadre du projet de la Clinique Mayo (Lucas et al., 2005a, 2005 b). Toutes ces études montrent que les performances des Afro-Américains sont plus basses par rapport à celles des blancs américains.

Plusieurs hypothèses explicatives ont été formulées, y compris la différence génétique (Jensen, 1969) mais aussi la pertinence de la contribution des facteurs sociodémographiques et surtout le niveau éducatif des parents, le niveau socioéconomique et la non-partialité des tests utilisés.

Prifitera et al., (1998) proposent que ces différences soient toujours présentes, même si on contrôle les variables démographiques (niveau socioéconomique et niveau d'éducation des parents). De plus, la modification statistique par des experts de certains items biaisés culturellement n'élimine pas les différences de scores (Flaugher, 1978). Les tests indépendants de la culture comme les Matrices Progressives de Raven tendent à réduire les différences sans forcément les éliminer. On notera cependant que l'écart moyen des QI entre les blancs américains et les Afro-Américains est devenu négligeable, comme le démontre l'étude de Bank et al., (2000), qui ne relève pas de différence significative entre ces deux populations lorsque ces dernières sont appariées selon les variables démographiques.

Enfin, il est à noter que le recours à des normes différentes, stratifiées selon l'ethnie ou la population, diminue les erreurs diagnostiques de type faux positif. Toutefois, comme les scores seuils deviennent beaucoup plus bas, cette approche risque, en contrepartie, de créer de faux négatif. Dans ce cas, la sensibilité et la spécificité du test ne seront plus garanties (Gasquoine, 2009). Ceci empêchera ces populations de profiter des évaluations neuropsychologiques dont elles ont besoin. De plus, le recours à des normes différentes selon les groupes appuie les différences ethniques dans les scores aux tests neuropsychologiques, sans pouvoir rendre compte d'éventuelles différences. Enfin, cette option ne résout pas la question des différences interculturelles relatives aux définitions implicites dans les construits psychologiques en question (Bellaj & Seron, 2014).

La traduction des tests

« *La traduction des tests est la solution la plus intuitive lorsqu'on se trouve face à des tests étrangers »* (Bellaj & Le Gall, 2016, p. 176).

Ce travail de traduction n'est pas du tout simple à réaliser puisqu'il est régi par des procédures codifiées et suivi également d'une évaluation de l'équivalence des deux versions, l'originale et celle qui est traduite.

En effet, la méthode de traduction la plus couramment utilisée par les chercheurs en psychologie est celle de la traduction-traduction par retour à la source, ce qu'on appelle translation/ back-translation (Gounden et al., 2019).

Dans la forme la plus simple de cette méthode, le test de base est traduit dans la langue prévue par une personne qualifiée comme "bilingue", puis traduit par une autre personne indépendante vers la langue initiale. Les écarts entre ces deux versions seront ensuite discutés entre les deux traducteurs sollicités et qualifiés également d'experts (Geisinger, 1994).

À ce sujet, il paraît nécessaire d'aborder l'impact des différences sémantiques, lexicales et grammaticales, sur la qualité de la traduction et des construits. Se limiter à une traduction littérale d'un test ne serait qu'un travail improductif (Bellaj & Le Gall, 2016). Plusieurs variables sont à prendre en considération, comme la familiarité des mots et la prototypie. En empruntant l'exemple de Bellaj et Seron (2014), lorsqu'on veut traduire un test de mémoire, le mot « tulipe » (qui est un prototype de la catégorie fleurs en France) peut ne pas être traduit au terme correspondant dans une autre langue, s'il n'est pas aussi prototypique dans la deuxième langue. Il est plus pertinent de trouver un mot équivalent en termes de rang dans la catégorie. Le mot équivalent à « tulipe » est « jasmin » selon la base de données comportant des normes tunisiennes de fréquence et de rang moyens des mots par catégories sémantiques (Ayadi, 1999). D'où la nécessité, pour les tests mettant en jeu des items verbaux, d'avoir recours à une base de données prenant en considération la fréquence d'apparition des mots par catégorie sémantique, la familiarité, l'imaginabilité et la longueur des mots (Bock & Klinger, 1986 ; Paivio, 1968).

Ainsi, la traduction ne constitue pas de ce fait une solution suffisante pour résoudre la question du biais de l'évaluation psychologique.

L'adaptation des tests

L'adaptation des tests commence par le choix d'un test qui présente déjà des qualités psychométriques. Selon Hambleton et Kanjee (1995), l'adaptation des tests est nécessaire pour plusieurs raisons :

- Améliorer une évaluation équivalente permettant aux personnes d'être évaluées dans la langue de leur choix,

- Faciliter les études comparatives interculturelles et transculturelles,
- Réduire les coûts et gagner le temps consacré au développement de nouveaux tests,
- Utiliser une seule base de données normatives
- Privilégier le sentiment de sécurité que procure l'utilisation de tests connus.

D'après Ben Rejeb (2001), adapter un test implique d'être « fidèle » à un construit psychologique précis, tout en prenant de la distance par rapport à la source en raison de l'existence de marqueurs civilisationnels spécifiques (e.g., langue, culture, religion). Cette adaptation exige la traduction littérale de certains stimuli et le changement de certains autres pour qu'ils soient pertinents et adaptés à la culture cible.

En effet, l'adaptation des tests permet de s'assurer de la validité de construit, de contenu, de la validité écologique et des inférences auprès de la population pour laquelle le test est adapté. Elle permet également l'obtention d'une équivalence des mesures permettant la comparaison interculturelle et transculturelle des scores (Tanzer & Sim, 1999).

De façon générale, le processus d'adaptation est régi par des règles proposées par la Commission Internationale des Tests (CIT), afin d'éviter l'impact des biais culturels sur la mesure interculturelle. Gregoire et Hambleton (2009) regroupent les 22 recommandations de la CIT en quatre dimensions :

• *Le contexte* (2 recommandations), où l'influence de facteurs contextuels comme la familiarité avec la situation d'évaluation, le nombre d'années d'étude, la motivation ainsi que le besoin de vérifier le niveau de chevauchement dans la conceptualisation des construits entre deux cultures différentes sont à prendre en considération.

• *Le développement et l'adaptation* (10 recommandations), concernent la prise en compte des spécificités linguistiques et culturelles des populations bénéficiant du test adapté au niveau des contenus et de la forme. Il s'agit également de s'assurer de la mise en évidence de l'équivalence des items entre les différentes versions et l'évaluation effective de la validité de la version adaptée sur la population cible. Ceci se fait par le recours à des outils statistiques appropriés.

• *L'administration* (6 recommandations), où la nécessité de prévoir et de résoudre les biais d'administration qui pourraient menacer la validité ou altérer les scores est mise en lumière.

• *La documentation et l'interprétation* (4 recommandations). Ici les changements

et toutes les preuves de l'équivalence doivent être notés. « *La responsabilité scientifique et éthique implique d'expliquer les scores et de fournir des informations spécifiques sur la manière dont les contextes socioculturels et écologiques peuvent affecter les performances et la nécessite de proposer des procédures pour tenir compte de ces effets dans l'interprétation des résultats » (*Bellaj & Seron, 2014, p. 667).

En somme, l'adaptation des tests n'est pas une démarche aléatoire, elle doit répondre à plusieurs exigences scientifiques (choisir un test, obtenir une autorisation, contacter l'auteur, trouver un éditeur, …). Ceci nécessite une certaine rigueur méthodologique.

La création de ses propres tests

Elle est considérée comme la dernière option qui permet de résoudre le problème du biais de construit. Cette pratique est la plus coûteuse en effort, en temps et en moyens financiers, mais elle reste la plus appropriée. Elle permet à l'individu de bénéficier d'une évaluation adaptée à partir de la familiarité « optimale » du matériel, des stimuli, du langage, de la consigne et du type de la tâche présentée (Bellaj & Le Gall, 2016).

En effet, créer de nouveaux instruments permet de surmonter toutes les difficultés relatives aux biais de traduction ou encore d'équivalence puisque les instruments développés seront appropriés à la culture locale en respectant les qualités psychométriques en question.

Toutefois, cette pratique n'est pas à l'abri de problèmes, comme le mentionnaient Bellaj et Seron (2014) :

• Le premier problème est que le développement de tests qui résout sûrement la question de la spécificité culturelle ainsi que l'équivalence des items, peut engendrer un problème d'équivalence à un niveau plus élevé portant sur l'équivalence du construit. Cela peut compliquer à nouveau les inférences issues des travaux transculturels et interculturels.

• Le deuxième problème est celui des difficultés de communication scientifique avec les autres chercheurs et praticiens. Aborder le score du patient dans un test développé localement, dans un pays d'Afrique par exemple, risque de ne rien évoquer chez un collègue d'une culture différente puisque ce dernier ne connaît ni l'outil, ni son rationnel, ni ses applications ou encore ses procédures d'interprétation des scores.

En somme et dans le but de limiter ces problèmes liés à l'utilisation des tests, une commission regroupant plusieurs organisations (APA : American Psychological Association ; AERA : American Educational Research Association ; National Council on Measurement in

Education) recommande d'adopter une approche universelle (Universal Test Design). Elle vise à réduire au minimum les composantes non pertinentes dans les tests susceptibles de biaiser les scores lors de leurs conceptions ou de leurs adaptations, et ce, indépendamment de la culture. Par ailleurs, elle souligne la pertinence de la précision dans la définition des concepts mesurés, de l'attention accordée aux inférences faites à partir des scores et la vigilance par rapport à tout facteur pouvant être potentiellement néfaste à l'applicabilité du test pour tout le monde (Fujii, 2017).

2. Qualités psychométriques d'un test

Pour mener une étude neuropsychologique, nous devons utiliser des instruments adéquats. Ces derniers doivent posséder les qualités de validité, fidélité et sensibilité. Ces trois qualités métrologiques contribuent à la pertinence du test ou de l'échelle donnés.

Actuellement, le terme de validité est abandonné au profit de celui de validation. Celle-ci est devenue un processus de recherche continue sur des arguments et des preuves (Dickes, 1994). Selon Messick (1989a), « *la validation n'est rien d'autre par essence qu'une recherche scientifique de la signification des mesures, rien de plus, mais également rien de moins* ».

2.1. La validité

La validité d'un test fait référence à son propre contenu. De façon spécifique, un test valide évalue le construit désiré et non un concept. On dit qu'un test est valide s'il mesure ce qu'il est censé mesurer (Vallerand & Hess, 2000).

Pour juger qu'un test donné mesure effectivement ce qu'il est censé mesurer, il faut plus que les affirmations de l'auteur. Il faut un ensemble de critères prouvant la validité de ce test. Selon Bartram (1994, p. 87), « *La validité renvoie à la pertinence et à la possibilité de justifier les affirmations que l'on peut faire à partir des scores à un test, elle concerne également les éléments dont on dispose pour justifier les inférences que l'on peut faire à partir des scores à un test* ».

Plusieurs types de validité ont été proposés au fil des ans (Brinberg & Mc Grath, 1985). Nous utiliserons la nomenclature du standard pour les tests éducationnels et psychologiques de l'Association Américaine de Psychologie (1985), dans laquelle on retrouve la validité du contenu, la validité de construit et la validité de critère.

La validité de contenu

Le contenu du test est-il pertinent par rapport à ce qu'il est censé mesurer ? Cette

qualité implique que ce qui est mesuré doit pouvoir être défini précisément et décrit sous ses différents aspects.

Les jugements sur la validité de contenu sont considérés comme des « preuves » acceptables quand le trait qu'un test est censé mesurer, peut être défini avec précision.

En outre, un test possède un haut niveau de validité de contenu lorsque les items qu'il contient sont pertinents pour le construit visé. Deux éléments sont particulièrement importants lorsqu'on analyse la validité de contenu. À quel point les énoncés du test couvrent l'ensemble du construit ? À quel point les énoncés faisant partie du test ne contiennent pas de variables non pertinentes ?

Typiquement, cette validité est étudiée lors de la construction d'un test. Le chercheur doit alors choisir des énoncés permettant de mesurer autant que possible les différentes facettes du construit tout en évitant l'inclusion d'items non pertinents (Vallerand & Hess, 2000).

La validité de construit

Appelée autrefois validité "hypothético-déductive", elle révèle à quel point le test permet de bien mesurer le construit tel qu'il est défini par son cadre théorique spécifique. Elle permet de vérifier si le test en question est suffisamment sensible pour conduire aux résultats prédits par la théorie sur laquelle repose le test en question (Vallerand, 1989).

Selon ces auteurs, trois aspects de la validité de construit méritent notre attention : la structure du test, les aspects convergents et divergents ainsi que les effets du construit psychologique.

L'analyse factorielle s'avère particulièrement utile afin de tester la validité de construit de l'instrument. Cette analyse factorielle est une technique statistique objective et sophistiquée permettant d'analyser les relations entre diverses variables, y compris des énoncés des tests psychologiques.

Enfin, l'analyse factorielle confirmatoire peut s'avérer un outil fort utile lors de la validation culturelle d'instruments psychologiques (Vallerand, 1989).

La validité de critère

Elle porte sur l'efficacité d'un test à prédire le comportement dans différentes situations (Anastasie, 1976). Il s'agit donc de vérifier si le test donné permet de prédire un critère bien précis. Cette prédiction peut selon Vallerand et Hess (2000) prendre deux formes : validité concomitante ou validité prédictive.

- *La validité concomitante* : mesure la capacité de prédiction d'un test alors que celui-ci et le critère visé sont mesurés en même temps. En effet, ici, l'examinateur demande aux participants de répondre à un test psychologique donné associé à un autre construit. Plus la corrélation est importante plus le test possède une validité concomitante.

- *La validité prédictive :* ici, le critère est mesuré ultérieurement. Cette prédiction comporte deux éléments, l'un correspondant à la prédiction d'un critère externe au test et l'autre par rapport à une perspective temporelle.

Bartram (1994), Kline (1994) et Bernaud (2000) ajoutent un autre type de validité appelé la validité apparente ou encore la « *face-validity* ».

- *La validité apparente* correspond à l'appréciation subjective de la validité d'un test (Fermanian, 1996) et à son acceptation par les sujets. Un test ne peut posséder une bonne validité apparente que lorsque son contenu semble mesurer ce qu'il affirme mesurer.

La validité écologique

Elle porte sur l'idée selon laquelle les comportements observés au cours d'une étude sont le reflet des comportements qui se produisent en milieu naturel.

2.2. La fidélité

La fidélité d'un test psychologique fait référence à la précision de l'instrument, peu importe ce qu'il mesure (Anastasie, 1976). Vallerand et Hess (2000) considèrent qu'un test psychologique fidèle doit toujours mesurer le construit psychologique visé de la même façon.

Tout test doit être fidèle, c'est-à-dire présenter une bonne stabilité temporelle et une bonne consistance interne. La fidélité renvoie à la consistance de sa mesure (Bernaud, 2000). Par ailleurs, il existe plusieurs types de fidélités :

La fidélité test-retest

Elle évalue pour un même échantillon de sujets la constance des résultats dans le temps (constance temporelle). Plus la corrélation entre les deux pointages est élevée et positive, plus le test est considéré comme fidèle.

Toutefois, ce type de fidélité ne peut être appliqué qu'à certains types de tests. Elle n'est appropriée que pour certains construits qui possèdent une stabilité temporelle comme les traits de personnalité ou encore l'estime de soi. En revanche elle est déconseillée pour des tests qui mesurent un état passager comme les émotions et l'humeur (Vallerand & Hess, 2000).

La fidélité de type accord inter-juges

Cela se fait par l'évaluation du niveau d'accord entre deux juges au minimum, afin de vérifier dans quelle mesure ils s'entendent quant à leur jugement concernant la présence ou l'absence d'une caractéristique psychologique dans un échantillon de population donné (Vallerand, 2000).

La consistance interne

Ou encore coefficient d'homogénéité. Ce concept fait référence au degré d'homogénéité des énoncés du test qui sont censés mesurer le même construit. L'évaluation de cette consistance se fait à partir du calcul alpha de Cronbach (Valerand & Hess, 2000).

La fidélité inter-juges

C'est le fait d'estimer le degré d'accord de deux ou plusieurs évaluateurs chargés de coter ou d'interpréter les résultats d'une méthode d'évaluation. Dans le cas quantitatif, on utilise un coefficient de corrélation interclasse (N>40) et dans le cas qualitatif, on calcule le coefficient de Kappa (N>30) (Fermanian, 1984a, 1984b).

La fidélité par équivalence

Elle estime le degré de cohérence entre deux techniques similaires ne différant qu'au niveau du contenu des items.

2.3. La sensibilité

La sensibilité d'un test réside dans la capacité de l'instrument de mesure à différencier des objets avec la finesse requise pour l'objectif poursuivi par le psychologue (Guillevic & Vautier, 1998).

Elle dépend de la capacité à percevoir des variations entre des états différents. Elle évalue également le pouvoir discriminant d'une méthode d'évaluation en question, c'est-à-dire sa capacité à relever des résultats suffisamment différenciés entre les sujets (Bernaud, 2000).

La sensibilité s'évalue en observant la distribution des résultats et en analysant des indicateurs de dispersion : variance, écart-type, étendue, …

Selon Pedinielli (1995), il existe deux types de sensibilité :

- *La sensibilité intra-individuelle* qui renvoie à la capacité de détection de différences chez un même sujet lors des mesures répétées.
- *La sensibilité inter-individuelle* qui correspond à la capacité de discriminer des individus différents.

Nous reviendrons plus tard sur les qualités psychométriques des tests adaptés dans le cadre d'un travail pratique d'adaptation de trois outils, à savoir, le protocole de résolution de problèmes numériques, l'échelle d'orientation culturelle et l'échelle de la désirabilité sociale. Nous exposerons pour chaque outil les données relatives à la fidélité et la validité.

Chapitre 2 - La résolution de problèmes numériques

L'activité de résolution de problèmes semble omniprésente dans la vie de tous les jours et dans plusieurs situations. L'ensemble de ces situations, souvent contradictoires et complexes, doit être surmonté afin d'atteindre le but estimé.

Pour ce faire, il serait important de solliciter divers processus de pensée capables de générer des connaissances nécessaires et suffisantes à une résolution de problèmes. Ces situations sont appelées selon Matyushkin (1973) "des situations-problèmes".

Le terme "problème" a été défini par plusieurs chercheurs. Citons à titre d'exemple la proposition de Kupisiewicz (1964), qui considère le problème comme une difficulté causant une attitude curieuse d'un sujet lui permettant ainsi d'enrichir ses connaissances. Quant à Linhart (1976), il définit le problème comme : a) une relation interactive entre le sujet et son entourage à partir de laquelle ce dernier cherchera des transitions entre une condition initiale et une condition finale (le but à atteindre) ; b) l'existence d'un conflit cause une dynamique d'activité et donc une activité suivie par une motivation ; c) enfin, durant la résolution du problème, le sujet dépasse ce qui est perçu directement et cherche de nouvelles approches de résolution.

Mais d'où vient ce problème ? Mayer et Wittrock (2006) considèrent qu'un problème se pose quand une personne ayant un objectif ultime à atteindre commence à chercher des solutions sans forcément savoir comment procéder ou encore comment parvenir à la résolution. Ceci naît d'un écart entre une situation initiale (état-problème) et une situation désirée (état-but) ou encore lors de l'absence de l'évidence du chemin menant à la réduction de cet écart (Newell & Simone, 1982).Toutefois, il est indispensable de distinguer deux situations qui semblent proches mais concrètement différentes : si l'individu connaît les procédures pour aller de la situation initiale au but, il s'agit d'une exécution ou encore d'une application, sinon il s'agit bien d'un problème. Ce dernier est caractérisé par sa subjectivité : une même situation sera un problème pour une personne et ne le sera pas pour une autre.

Notons également qu'un individu conscient du problème est capable de spécifier la source de la difficulté du conflit et donc de traiter aisément ce problème alors qu'un individu inconscient du problème, submergé par la curiosité, ne peut pas réaliser la difficulté de la situation et est donc incapable de faire une bonne résolution (Dostàl, 2015).

1. Généralités

Pour résoudre un problème il faut commencer par définir sa nature pour bien choisir ses stratégies. C'est dans cette optique que s'inscrivent les travaux de plusieurs auteurs.

1.1. Les types de problèmes

Costermans (2001) a évoqué une dissociation de situation-problème pour rendre compte de l'ensemble des difficultés rencontrées dans la vie quotidienne.

- *"Les problèmes bien structurés"* sont des problèmes dans lesquels l'information présentée dans l'énoncé suffit à accéder à la solution. Les étapes nécessaires à la résolution y sont clairement définies et les stratégies nécessaires semblent clairement explicitées, segmentées selon des séquences d'actions appelées algorithmes.

- *"Les problèmes mal-structurés"* sont caractérisés par une perception assez floue des stratégies nécessaires à la résolution. La segmentation des séquences semble également lacunaire. Ces problèmes sont souvent perçus comme des énigmes verbales ou situationnelles.

De leur côté, Galbraith et Stillman (2001) ont distingué quatre types de problèmes :

- *"Problème peu ou non judicieux" :* n'inclut pas le monde réel dans les problèmes-mots. Exemple : une personne creuse un trou en 6 heures, combien faut-il de temps pour que ce trou soit creusé par 10 personnes en même temps et de la même vitesse ? (Bahmaei, 2011). Il est possible d'avoir une réponse numérique mais ce n'est pas logique de creuser un trou par 10 personnes et que ces derniers présentent la même vitesse.

- *"Problème détaché du contexte" :* où les problèmes-mots sont intégrés dans un contexte réel mais non nécessaire à la résolution du problème. Exemple : il y a six pommes dans un sac, combien de pommes auriez-vous si vous achetiez quatre sacs ?

- *"Problème d'application standard" :* où des simulations réelles doivent être effectuées compte tenu de la particularité de la situation et pour pouvoir communiquer les résultats. Exemple : 36 soldats montent dans un bus, combien faut-il de bus pour transporter 112 soldats ? (Carpenter et al., 1983) en faisant le calcul de 1128/36 ce qui donne 31.33 bus, chose qui est absurde réellement donc on arrondit le chiffre et on finit par trouver 32 bus ce qui peut être acceptable.

- *"Problème de modélisation"* : le sujet doit faire appel à ses propres connaissances sur le problème pour pouvoir choisir le modèle de résolution adapté à la situation. Ceci se fait à travers un bon choix des opérations mathématiques nécessaires à la résolution. Exemple : une famille consomme un pain et demi par jour, combien dépense-elle pour l'achat du pain pendant un an ? pour résoudre ce problème, il faut savoir le nombre de jours par an et estimer le prix moyen du pain et finir par une

solution concrète et logique.

Pretz et al., (2003) ont privilégié une autre dichotomie selon laquelle il existe :

- "*Des problèmes bien-définis"* dont les objectifs, les procédures de résolution et les obstacles sont clairement représentées par des informations données.

- "*Des problèmes mal-définis*" caractérisés par leur manque de structuration avec des objectifs et/ou des données initiales confuses, floues voir même insolubles. La résolution de ce type de problème nécessite le recours à des processus cognitifs de haut niveau afin de permettre une bonne résolution.

Cette dernière classification décrit mieux la nature du protocole de résolution des problèmes numériques utilisé dans cette recherche comportant deux types de problèmes : des problèmes solubles dont la réponse nécessite la mise en place d'un algorithme de résolution et d'autres insolubles pour lesquels il n'y a pas de solutions envisageables (Exemple : « *Sur un étang, il y a 12 canards et 24 grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur ?* »).

1.2. Les étapes de la résolution de problèmes

Quel que soit le type de problème envisagé, toute résolution adaptée doit se baser sur plusieurs étapes. Selon Lezak (1995), la résolution du problème se fait en suivant ces étapes : a) définition du problème, b) génération des alternatives, c) prise de décision, d) mise en œuvre de la solution et e) vérification.

Abeilhou et Latour (2005) reprennent ce découpage, le détaillent et proposent de l'organiser en sept étapes :

- *Prendre conscience et bien poser le problème* : étape correspondant à l'identification du problème et nécessitant ainsi un temps de réflexion. Ce temps ne doit pas être négligé car une erreur à ce niveau peut rendre le problème insoluble ;

- *Chercher des solutions* : un processus actif est mobilisé servant à trouver des alternatives même infaisables et farfelues aidant par la suite à entrevoir d'autres stratégies plus exploitables ;

- *Évaluer les avantages et les inconvénients de chaque solution* : ceci à partir des analyses objectives de leur faisabilité. L'élément clé dans cette étape est l'anticipation des conséquences de chaque stratégie ;

- *Prendre une décision en faveur d'une solution* : le sujet doit être capable de faire un choix et d'en prévoir les conséquences à long terme. Une bonne situation est celle qui est

la plus adaptée à la situation et à ses contingences, tout en respectant les exigences et les attentes du sujet ;

- *Passer à l'action* : une stratégie adaptée doit mener à une bonne résolution ou encore à une atténuation du problème ;
- *Évaluer le résultat* : se fait à partir des feedbacks et de l'appréciation de l'ensemble des performances et de la situation ;
- *Reprendre la résolution* : si le problème n'est pas résolu, le sujet ne doit pas penser à l'échec, il est juste invité à reformuler le problème et à générer d'autres alternatives.

Ces idées s'inscrivent dans la logique défendue par Ménissier (2011) ou encore plus récemment par l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE, 2013) dans le cadre de l'évaluation des compétences psychosociales. Les deux soulignent la présence de quatre processus nécessaires à la résolution du problème : l'exploration et la compréhension du problème, la représentation et la formulation des énoncés, la planification et l'exécution de la tâche, et le contrôle des réponses.

Unterrainer et Owen (2006) considèrent que même dans la résolution des problèmes non complexes, les sujets ont tendance à alterner entre ces différents processus. Selon les mêmes auteurs, les trois premières étapes renvoient toutes à la planification : processus par lequel un individu forme une représentation de la situation-problème pour concevoir une séquence d'action permettant une bonne résolution. Pour l'OCDE (2013), la planification peut survenir à chaque moment de la résolution pour que cette dernière soit réussie.

1.3. Les stratégies parcourues

Focant et Grégoire (2008) rapportent plusieurs stratégies qui peuvent être utilisées :

- *Les stratégies cognitives* qui se présentent à travers plusieurs techniques :

✓ Par essais et erreurs : essayer une action d'une façon aléatoire et apprécier par la suite son résultat. Si c'est positif, la résolution du problème se poursuit par une action similairement sélectionnée. Si c'est négatif, l'étape est annulée par une marche arrière.

✓ De chainage arrière : consiste à identifier la demande, l'état initial du problème, puis aller du but à l'état initial en réduisant progressivement l'écart entre le but et les données.

✓ De chainage avant : amène le sujet à identifier l'état initial et l'état final pour réduire par la suite l'écart entre les deux en partant des données figurées.

✓ Décomposition en sous-buts : permet de traiter et examiner séparément les

différents aspects du problème.

✓ Test d'hypothèse : le sujet formule une hypothèse de travail nécessaire à la résolution et met ensuite un dispositif permettant de confirmer ou infirmer cette hypothèse.

✓ Représentation des informations sous formes de schémas, de tableaux, de diagrammes, ou de graphiques : servant à fixer les principales données du problème.

✓ Utilisation des analogies : chercher des problèmes similaires résolus antérieurement et appliquer les stratégies utilisées/éprouvées au problème actuel.

- *Les stratégies d'autorégulation cognitive et comportementale :* permettant une bonne gestion des connaissances arithmétiques et cognitives de l'individu ainsi qu'une application efficace des procédures mises en œuvre.

✓ Détermination du but : se fait à partir de la mise en place des moyens et les procédures à mener.

✓ Stratégie de planification : par l'élaboration d'un plan d'action adapté.

✓ Stratégie de contrôle : permet la surveillance et l'évaluation du cours des actions et des résultats.

✓ Les stratégies de régulation ou d'ajustement : utilise les informations obtenues par les stratégies de contrôle permettant à une bonne résolution : suppression ou remplacements des étapes de résolution, correction des erreurs de calcul, …

Focant et Grégoire (2008) suggèrent que les modèles exclusivement cognitifs ne tenant pas compte des variables émotionnelles permettent d'expliquer quelques patterns de réponses dans une optique d'apprentissage où l'individu agit dans son environnement. D'après ces auteurs, d'autres facteurs méritent d'être abordés tels que les facteurs motivationnels décrivant le rapport de soi à une situation spécifique. Ces derniers qu'ils soient positifs ou négatifs déterminent l'engagement cognitif du sujet dans une tâche donnée.

- *Stratégies de contrôle des émotions :* agissent afin d'assurer un milieu favorable à l'engagement cognitif. Plusieurs techniques peuvent être adoptées telles que relâcher sa respiration, générer des diversions, chercher des émotions positives, se rappeler ses compétences, …

1.4. Les théories de la résolution de problèmes

1.4.1. L'approche béhavioriste. Pour le courant behavioriste, tel que porté par Watson (1913), les comportements d'un organisme sont sous le contrôle de son environnement. Plus clairement, les comportements d'un sujet peuvent être modifiés en agissant soit sur l'environnement ou encore sur ses conséquences : "un bon" comportement sera retenu au vu de ses conséquences positives alors qu'un comportement "mauvais" sera rejeté ou encore évité à cause de ses conséquences aversives. De ce fait, un problème ne peut être résolu que lorsque l'environnement offre des conséquences positives aux actions considérées.

Selon ce courant, les problèmes peuvent être résolus uniquement par tâtonnements (essai, erreur ; succès, échec), sans aucune intervention de processus cognitifs d'intentions ou de représentations. En effet, à une situation problème donnée, plusieurs réponses plus ou moins adéquates seront fournies. L'une d'entre elles va être efficace pour résoudre le problème et sera de ce fait "renforcée".

Globalement, l'approche behavioriste est une approche purement quantitative de la résolution de problèmes, un processus d'associations entre situation-problème et réactions appropriées. Elle néglige le rôle de la pensée dans la résolution de problèmes et conçoit cette dernière comme un processus uniquement reproductif qui consiste à appliquer des réponses connues à des problèmes nouveaux (Aubin, 1997).

1.4.2. L'approche gestaltiste. L'intérêt porté à l'étude des processus de résolution de problèmes revient à la période de la première moitié du XXème siècle, plus particulièrement avec les chercheurs de la psychologie de la forme, "la Gestaltpsychologie". Les conceptions de cette Gestaltpsychologie sont le fruit de l'observation et de l'expérimentation animale.

Selon Köhler (1921), la résolution de problèmes est dépendante de la restructuration perceptive des données du problème ou encore de sa représentation interne. Une des situations réfère à celle dans laquelle un chimpanzé est placé dans une cage, essayant d'atteindre une banane à l'extérieur. Cette banane est reliée à un fil dont l'une des extrémités est dans la cage. Après plusieurs essais, le chimpanzé finit par saisir la relation entre les divers éléments de la situation, tire le fil et réussit à attraper la banane.

Cette résolution de problème fait appel à deux concepts pertinents dans la Gestaltpsychologie. Le premier est celui de "structure", la perception d'ensembles intégrés (Gestalten) nécessaire à la résolution de problèmes. Le deuxième réfère à la notion

d'« insight », renvoyant à la capacité du sujet à percevoir ces structures, à comprendre le lien entre les éléments intégrés et leur réorganisation.

Concernant l'être humain, les travaux de Duncker (1945) font référence. Il étudie des problèmes mettant en avant ce qu'il nomme « la fixité fonctionnelle ». Elle désigne le fait qu'un objet utilisé dans un contexte donné est attaché à cette fonction et peut difficilement être utilisé dans une autre fonction pour résoudre un autre problème. Un des problèmes étudiés par Duncker est celui de la bougie. Trois boites en carton, des bougies, des punaises et des allumettes sont disposées sur une table. On demande aux participants de fixer au mur une bougie afin qu'elle éclaire la pièce. Pour certains participants, les boites sont vides, pour d'autres elles contiennent des allumettes, des bougies ou des punaises.

Lorsque les boites sont remplies, les participants ont plus de difficulté à découvrir la solution. Duncker interprète cette différence comme la conséquence de la fixité fonctionnelle. Autrement dit, il est nécessaire de surmonter la fixité fonctionnelle, qui donne une fonction invariable aux objets, en développant une sorte de plasticité fonctionnelle. Cette dernière permettra de modifier et percevoir les autres utilisations possibles des objets (inhibition des connaissances antérieures en quelque sorte). Cette " redéfinition fonctionnelle " est une notion essentielle du concept d'"insight". Elle permet de structurer le problème dans une optique nouvelle et de le résoudre.

L'« insight » est donc une sorte d'intuition, qui correspond à la perception de la structure, puis à la compréhension des relations entre les éléments composant cette dernière en vue de les réorganiser pour parvenir à une solution (Choffat & Meyer, 2012).

D'une façon générale, l'approche gestaltiste est une approche qualitative s'appuyant sur des notions inquantifiables telles que " la structure " et " l'insight ". Elle met également l'accent sur les mécanismes de pensée et de perception dans ce type de situation.

Néanmoins, contrairement à l'approche béhavioriste, elle affirme que la résolution de problèmes est un acte productif, créateur de nouvelles solutions et souvent de réorganisations inédites des éléments constitutifs du problème (Aubin, 1997).

1.4.3. La théorie de l'activité. La théorie de l'activité est une théorie psychologique générale dans laquelle le concept d'activité est central. L'activité y est définie comme la façon dont les êtres humains interagissent entre eux, et avec le monde physique environnant. Tous les phénomènes psychologiques sont dérivés de cette activité puisque « toute activité mentale est le résultat du transfert des actions externes, matérielles vers le plan de la perception, la

représentation et les concepts » (Galpérine, 1969). Ce transfert s'effectue via un processus d'internalisation.

En étudiant ce processus d'internalisation dans le domaine de la résolution de problèmes, Galpérine (1969) définit deux fonctions aux actions mentales internalisées dans ce type de situation : une fonction d*'orientation* et une fonction d'*exécution*. La première fonction va initier les processus de résolution de problèmes. En premier lieu, le sujet va analyser les données du problème et définir leurs relations puis il identifie les opérations nécessaires à la résolution et établit enfin un plan d'action adéquat. Passant après à la deuxième fonction d'exécution, le sujet va mettre en action le plan créé à la phase d'orientation.

Luria (1966), en se basant sur cette distinction de phases, et en recourant à ces notions d'orientation et d'exécution, construit sa théorie neuropsychologique de la résolution de problèmes en défendant l'idée selon laquelle les fonctions psychiques trouvent leur origine dans l'interaction sociale.

Il constate que l'enfant effectue un certain nombre d'actes en réponse à une commande de l'adulte. En effet, selon lui, l'activité volontaire consciente se développe petit à petit via l'internalisation de l'interaction, et ce, à partir de la formation du langage intérieur.

L'investigation de Luria repose sur l'analyse des erreurs et sur sa confrontation avec un schéma global de fonctionnement du cerveau afin de préciser les mécanismes atteints. Mettant son modèle théorique à l'épreuve clinique, il suggère que dans la résolution de problèmes, le trouble caractéristique des patients atteints de lésions frontales correspond à l'absence de toute activité orientée ou exploratrice.

Par ailleurs, Luria (1966) admet que le lobe frontal contrôle la réalisation de l'ensemble des tâches cognitives. Il joue également un rôle d'intégration et de modération dès que les processus cognitifs rencontrés requièrent un certain niveau d'élaboration (Aubin, 1997).

Tenant compte de leur relation réciproque avec l'ensemble des structures cérébrales, corticales et sous-corticales, il propose un modèle théorique qui suppose, pour chaque comportement complexe, une élaboration successive en 4 phases :

1) Analyse des données initiales permettant une représentation du but à différentes étapes.
2) Élaboration d'un plan, d'un programme, organisant et ordonnant les différentes étapes.

3) Réalisation de la tâche proposée.
4) Confrontation des résultats obtenus avec les données initiales.

De ce fait, Luria considère que l'activité de résolution de problèmes est une activité complexe puisqu'elle fait appel à plusieurs habilités cognitifs notamment exécutives telles que la planification, l'exécution et contrôle des actions. Comme l'écrivent Dérouesné et Bakchine (2000) : « *les processus psychologiques supérieurs sont des systèmes fonctionnels complexes, d'origine sociale, médiatisés dans leur structure et exécutés par des ensembles complexes de zones du cerveau travaillant en parallèle avec des mécanismes extra-cérébraux, sociaux, utilisant des outils et des signes* ».

Nous exposerons ultérieurement avec plus de détails les données relatives à l'étude de Luria (1966) et Luria et Tsvetkova (1967) sur la résolution des problèmes numériques auprès des patients frontaux (voir chapitre 3).

1.4.4. L'approche psycho-sociale. Le modèle de D'Zurilla et Goldfried (1971) construit pour examiner la résolution des problèmes sociaux et constitue une référence incontestable.

La résolution des problèmes sociaux est définie selon cette approche par la capacité de l'individu à proposer une solution à une situation sociale problématique, qu'elle soit intrapersonnelle (émotionnelle, comportementale, de santé, …) ou interpersonnelle (problèmes avec les autres). Il s'agit d'un processus conscient, rationnel, délibéré et volontaire (Saint-Jean et al., 2019).

Selon D'Zurilla et al., (1998), les personnes apprennent à résoudre des problèmes sociaux par le biais de leurs propres expériences de vie et peuvent ainsi résoudre des situations problématiques en adaptant des solutions antérieures pour en créer de nouvelles. Elles peuvent toutefois utiliser des stratégies de résolution inefficientes en cas de perturbation des éléments nécessaires à la résolution des problèmes sociaux.

En effet, ce modèle de résolution des problèmes sociaux comprend deux processus en interaction : le premier est relatif à l'orientation du problème. Il s'agit d'une série de schémas cognitifs responsables de la perception des problèmes de tous les jours et la capacité de les résoudre. Le deuxième processus traite les compétences sociales définies en tant que série des compétences cognitives et comportementales permettant aux sujets de comprendre et de résoudre des problèmes selon des étapes prédéfinies : définition et formulation du problème, génération des solutions, prise de décision et mise en œuvre des solutions, vérification.

Les erreurs de résolution peuvent porter sur plusieurs processus selon les études. Channon et Crawford (2010) ont constaté que les patients cérébrolésés échouent au niveau de la définition et la formulation du problème. Les patients frontaux plus particulièrement proposent des solutions socialement inappropriées. Quant à Roberston et Knight (2008), ils ont noté des échecs au niveau de la mise en œuvre des solutions et de la vérification.

Selon ces résultats, les auteurs postulent que ce modèle implique les fonctions exécutives dans la résolution des problèmes sociaux (Channon & Crawford, 2010). De ce fait, les perturbations relevées lors de la résolution des problèmes sociaux peuvent être associées au dysfonctionnement exécutif portant précisément sur l'inhibition, la planification et la flexibilité cognitives (Roberston & Knight, 2008).

Poinsot et Antoine (2006) s'inscrivent également dans une approche psycho-sociale. Ils définissent le problème comme une situation de vie nécessitant une réponse adaptée qui permet un fonctionnement optimal, mais pour laquelle le sujet ne se dispose pas de réponse immédiatement disponible en raison de la présence d'un ou plusieurs obstacles. Les situations-problèmes peuvent se présenter par un événement limité dans le temps (par exemple rater un rendez-vous chez le médecin), ou encore une série d'événements constituant une situation chronique (douleur chronique, sentiment d'isolement…). En effet, la capacité de résolution de problèmes peut être définie comme étant une compétence sociale et un facteur d'adaptation des personnes formant donc un facteur préventif contre les conséquences aversives des événements.

Selon ce modèle, la résolution de problèmes s'effectue selon deux processus : l'orientation du problème et la résolution du problème propre.

- " *L'orientation du problème "* réfère à une disposition conative stable décrivant la façon dont un sujet évalue et ressent les problèmes de la vie de tous les jours. Elle contient différents processus :

- *La perception du problème :* référant à la capacité à reconnaitre le problème plutôt que de l'ignorer, c'est l'initiation des autres processus.

- *L'attribution du problème :* cela se fait via une connotation positive ou encore négative. L'attitude négative d'un sujet face à un problème est révélatrice d'une attitude cognitive inefficace. Le problème dans ce cas est représenté pour le sujet comme une menace à son bien-être et montre également son attitude pessimiste quant à la réussite de ce problème précis. Concernant l'attitude positive, elle exprime une tendance à percevoir les problèmes

comme des défis et donc dans ce cas le sujet éprouve une confiance en ses capacités de résolution.

- *L'évaluation du problème :* il s'agit tout simplement d'apprécier l'impact du problème sur le bien-être social et personnel.

- *Le contrôle perçu :* représente l'efficacité personnelle et la croyance en ses capacités de résolution.

- *L'engagement en temps et en efforts :* référant au temps consacré à la bonne résolution. À noter que le sentiment de peur ou d'urgence tend à perturber la performance du sujet.

À la suite de cette étape d'orientation, le sujet peut éprouver des affects positifs (facilitant la tâche de résolution) ou encore négatifs (inhibant cette recherche de solution).

- " L*a résolution de problème propre "* qui s'effectue selon plusieurs étapes :

- *Définition et formulation du problème* : cette étape va permettre de recueillir un maximum d'informations pertinentes permettant d'éviter les inférences ou interprétations non vérifiées. Elle va également spécifier la nature du problème en définissant les conditions inacceptables, les changements nécessaires et les obstacles. Des objectifs concrets et réalistes seront définis lors de cette étape. La réévaluation de la pertinence du problème permettra ainsi de considérer les coûts et les bénéfices probables à court et long termes de la résolution en comparaison de l'échec de la résolution. La génération de solutions alternatives a pour objectif d'augmenter la probabilité que la meilleure solution soit trouvée selon trois principes : *le principe de quantité* référant à l'augmentation de la probabilité de trouver la bonne solution, *le principe de report de jugement* où davantage d'alternatives estimées de bonne qualité sont générées lorsque leur évaluation est repoussée à un moment ultérieur et enfin *un principe de variété* admettant que plus les catégories d'alternatives sont nombreuses, plus de solutions potentiellement pertinentes peuvent être révélées.

- *La prise de décision :* cette étape permet d'évaluer et sélectionner la pertinence des solutions alternatives disponibles. Le jugement de l'efficacité se base sur la considération simultanée des bénéfices, des coûts et de la probabilité des conséquences anticipées.

- *La mise en œuvre de solutions et la vérification* : évaluer le résultat obtenu par une autoévaluation et une comparaison entre résultats obtenus et résultats attendus.

Cette approche est intéressante car elle prend en compte la relation existante entre la

résolution de problèmes propre et la sphère émotionnelle. Autrement dit, une résolution réussie est en faveur de l'apparition des émotions positives facilitant ainsi les processus de résolution contrairement à la difficulté dans l'une des étapes de résolution qui présentera donc une source d'émotions négatives augmentant par la suite la probabilité d'échecs aux prochaines résolutions.

1.4.5. L'approche cognitive. Les recherches traitant la question de la résolution de problèmes dans le domaine de la psychologie cognitive ont été développées grâce aux travaux de Newell et Simon (1972), et ce, dans le cadre d'un modèle de traitement de l'information issu de la simulation informatique.

Dans cette approche, l'activité de résolution de problèmes est conçue comme une recherche à travers un " espace-problème " correspondant à la représentation mentale du sujet résolvant le problème. En effet, quatre composantes paraissent nécessaires à l'élaboration de la situation-problème :

a) l'état initial : où la situation du départ du problème est représentée ;

b) l'état final : encore appelé état-but. À ce stade, la situation finale ou la solution du problème est prise en compte ;

c) les états intermédiaires : acheminent vers la résolution ;

d) les opérateurs : ou encore les transformations autorisées pouvant mener de l'état initial à l'état final. Ces actions permettent donc de rapprocher le "sujet-soluteur" de la solution du problème.

Pour ces auteurs, la progression d'une étape à une autre s'effectue par bonds successifs en fonction des connaissances qui vont donc favoriser ou encore écarter certaines voies.

À ce sujet, nous notons l'exemple cité par Aubin (1997, p. 16) ; « *l'espace-problème dans le cas d'un voyage en train pour une destination donnée, pourrait être décrit comme suit : l'état initial est représenté par le point du départ d'un voyage, l'état final par l'arrivée à destination dans une autre ville. Les états intermédiaires sont les gares entre le point de départ et le point d'arrivée, les opérateurs sont les changements de train vers la destination finale* ».

Au cours de cette recherche à travers l'espace-problème, deux types d'erreurs peuvent survenir. D'une part, les erreurs portant sur l'encodage du problème, encodage qui peut être

incomplet ou encore erroné. Cet encodage peut porter sur l'un des quatre composants cités plus-haut. D'autre part, les erreurs peuvent apparaître quand le " soluteur " décide d'agir sur sa représentation du problème en utilisant des procédures de solutions inefficaces (emploi des opérateurs inadéquats…).

Toujours en rapport avec l'activité de résolution de problème, Newell et Simon (1972) distinguent deux types de stratégies de résolution de problèmes :

a) Analyse de l'espace-problème : consiste à créer des états intermédiaires permettant le passage de l'état initial à l'état final à partir des opérateurs bien choisis. Dans ce cas, il sera pertinent de structurer les problèmes et d'établir l'ordre des opérateurs qui permettront la progression.

Les traitements sollicitent d'autres procédures en sélectionnant les informations. Ils permettent le passage d'un état à un autre. La sélection des informations repose soit sur des algorithmes ou encore sur des heuristiques, deux types d'informations bien distinctes selon Costermans (1998).

Un algorithme est une démarche permettant de garantir une solution certaine. Il atteint le but final par des transformations appliquées successivement à l'état initial et aux états intermédiaires. Il s'agit donc d'un ensemble de séquences d'opérations cognitives qui permettent de fournir la solution adéquate si elles sont appliquées correctement aux données du problème.

Une heuristique correspond à des opérations cognitives qui n'aboutissent pas forcément à une solution bien que l'expérience que nous en avons apprise, présente une forte probabilité d'y parvenir.

b) *Analyse moyens-fins* : C'est une stratégie qui permet de décrire la solution du problème à un niveau général et abstrait. Elle se développe en trois temps :

- L'examen de la différence entre l'état initial et l'état final

- La création d'un sous-objectif afin de réduire cette différence. Ceci se fait par la sélection d'un opérateur ou d'une action permettant d'atteindre ce sous-objectif. La mise en place des sous-objectifs dépend de leur degré de dépendance ainsi que de la complexité du problème.

- La sélection des actions : petit à petit, le sujet sélectionne des opérateurs ou des actions permettant de réduire les différences entre l'état actuel et l'état final.

Par ailleurs, les travaux de Shallice (1982, 1988) ont permis d'apporter un éclairage sur les mécanismes cognitifs sollicités lors de la sélection des actions dans les "situations-problèmes" en suggérant que la sélection d'actions puisse avoir lieu à trois niveaux.

D'abord, les schémas sont décrits par cet auteur comme des programmes intellectuels et moteurs surappris qui président à toutes sortes d'actions de routine. Ces schémas vont guider les actions comme ils sont activés par des déclencheurs en rapport avec l'environnement.

Dans certaines conditions, plusieurs schémas peuvent être activés simultanément. Face à cette situation, une procédure de résolution de conflit intervient, le "gestionnaire des priorités". Ce dernier va déterminer la priorité d'un schéma adéquat comme il régit les rapports de force entre les divers schémas activés. Toutefois, ceci reste insuffisant pour une sélection adéquate des actions.

En effet, lorsqu'une activité nouvelle ou complexe doit être exécutée, une nouvelle composante entre en jeu "le système de supervision attentionnelle (SAS)". Ce système a pour rôle la surveillance, la coordination, le contrôle du comportement ainsi que la planification des activités, et ce, pour pouvoir générer la réponse la plus ajustée à la situation.

Ce système de supervision attentionnelle est géré par le lobe frontal et il ne sera activé que lorsque le sujet se trouve face à une situation difficile ou complexe dans laquelle les automatismes usuels ne suffisent plus à la résolution (Shallice, 1988).

Sur le plan clinique, l'altération du SAS est à l'origine des troubles comportementaux d'origine frontale. Cette altération place l'organisme sous le contrôle du gestionnaire des conflits, qui à son tour va favoriser la présence de conduites persévératives en cas d'activation de plusieurs schémas à la fois. Ceci explique certaines manifestations telles que la rigidité comportementale observée au niveau de quelques épreuves exécutives, et plus particulièrement le MCST.

Ainsi, la comparaison des procédures générées par les sujets sains avec les patients porteurs de lésions cérébrales affectant le lobe frontal permet d'évaluer l'impact de la pathologie et de comprendre la nature des processus mis en jeu.

1.5. La résolution de problèmes numériques : processus complexe au carrefour de plusieurs activités cognitives

La place des nombres dans la vie quotidienne semble largement sous-estimée voire même ignorée bien que nous les utilisions fréquemment dans une grande variété de contextes : fixer un rendez-vous, évaluer le prix de nos achats, ajuster la vitesse de la voiture, etc. Nous sommes donc exposés à des stimuli numériques qu'on doit impérativement reconnaitre, comprendre, manipuler afin de s'adapter ou répondre à une situation donnée.

Selon plusieurs auteurs (Hausser et al., 1996 ; Sulkowski & Hauser, 2001), les animaux, du rat aux primates non humains, possèdent des capacités non négligeables d'appréhension des représentations approximatives des petites quantités numériques (de nourriture, d'ennemis, …). Chez les primates non humains, cette capacité s'étend même au calcul (Zogo, 2011).

Dans leur article, Faye et al., (2019) donnent plusieurs exemples à ce sujet : les lionnes qui sont capable d'évaluer le nombre des défenseurs et le nombre des intrus avant de s'engager dans les interactions agressives (McComb et al., 1994) ; les guppys qui peuvent quantifier rapidement et avec précision de petites quantités (Agrillo & Bisazza, 2017) ; les petits poussins qui peuvent localiser une cible par sa position en série numérique (Rugani, 2017) ; et mêmes les abeilles qui peuvent compter jusqu'à trois pétales de fleurs (Gross et al., 2009).

S'agissant de l'humain, Wynn (1992) rapporte des capacités proto-numériques très précoces chez le bébé de quatre à cinq mois. Ce dernier semble capable d'effectuer des additions et des soustractions. Ceci plaide donc en faveur d'une cognition arithmétique précoce s'articulant autour du système perceptif visuo-spatial. Cette compétence précoce s'enrichit du comptage avec l'acquisition du langage, évoluant vers une pensée logico-mathématique abstraite très développée chez les calculateurs prodiges et les grands mathématiciens (Zogo, 2011).

Ces constats s'inscrivent dans la théorie du sens inné des nombres, proposée par Dehaene (1997) selon laquelle il considère que bien que le traitement des nombres symboliques soit propre aux êtres humains, en raison des compétences linguistiques, plusieurs animaux possèdent également un sens inné de nombres. Ce dernier permettra de représenter, traiter et comparer des quantités.

L'ontogenèse de cette compétence numérique diffère selon la langue d'apprentissage (exemple en français et en arabe : « un » peut représenter le singulier comme valeur cardinale

" un, deux, trois, …", ou article indéfini du singulier alors qu'en anglais c'est juste une valeur cardinale). Avec l'âge, l'enfant acquiert une meilleure compréhension de la numérosité et apprend à comprendre et utiliser les principes et les séquences de comptage afin d'avoir de nouvelles compétences en arithmétique (Zogo, 2011).

En outre, bien que les principes fondamentaux de l'arithmétique émergent précocement dès l'enfance, ils ne cessent d'évoluer au fur et à mesure de l'âge à partir des influences culturelles, des expériences personnelles, des sollicitations, etc

Pour l'adulte, il ne s'agit pas seulement d'effectuer des opérations arithmétiques simples (addition, soustraction, …) mais plutôt de résolution des problèmes numériques beaucoup plus complexes. Selon Zogo (2011), cette dernière ne requiert pas réellement de calcul puisque ces faits numériques ont été mémorisés durant l'enfance et stockés en mémoire à long terme sous forme de connaissances déclaratives. Ceci se fait à partir des réseaux sémantiques basés essentiellement sur des associations entre un problème, sa réponse correcte et les fausses réponses concurrentes. Les réponses sont donc récupérées directement de mémoire quand elles sont sollicitées.

Toutefois, il parait légitime de distinguer deux composantes relevant des capacités mathématiques qui semblent proches mais concrètement différentes à savoir "le calcul arithmétique" et "la résolution du problème mathématique" (Zhou et al., 2018).

En effet, la résolution de problèmes réfère aux réponses fournies directement aux faits arithmétiques ou à l'utilisation des procédures de calcul de chiffres (Fuchs et al., 2008a). En revanche, la résolution de problèmes mathématiques est un type de résolution qui se concentre sur la recherche de la solution à partir des conditions préalables du problème. Elle peut être représentée à travers plusieurs tâches telles que la résolution de problèmes-mots numériques (Fuchs et al., 2008a ; Hickendorff, 2013), le complètement de séries numériques (Inglis et al., 2010 ; Nunes et al., 2012), les épreuves géométriques (Giofré et al., 2013). Néanmoins, ces deux composantes semblent sous-tendues par d'autres facteurs cognitifs, à savoir, les fonctions exécutives, l'intelligence, la mémoire, et à différentes corrélations cognitives (Anderson, 2007 ; Zheng et al., 2011). Par exemple, durant le calcul arithmétique, le système phonologique supporte le codage visuel ou auditif des nombres alors que la résolution des problèmes numériques implique davantage le système sémantique, car elle fait recours à des connaissances des concepts mathématiques pour souligner les relations numériques entre les objets, événements, ou chiffres abstraits (Zhou et al., 2018).

En outre, l'étude de la résolution de problèmes recèle de beaucoup de difficultés et requiert une méthodologie spécifique. Cela tient au fait que c'est une activité complexe qui est au carrefour de différentes activités psychologiques : la mémoire, car elle fait appel aux connaissances et à l'expérience passée ; la perception, car la prise d'information sur la situation joue un rôle majeur ; la compréhension, car la difficulté d'un problème tient bien souvent à une mauvaise appréhension de la situation, de sorte que la résolution requiert une réinterprétation ; les différentes fonctions exécutives, à savoir :la planification, la flexibilité et l'inhibition cognitive. Ces fonctions permettent de mettre en place un plan ordonné comportant plusieurs étapes nécessaires à la résolution, l'alternance entre plusieurs étapes et stratégies et l'inhibition des réponses non pertinentes aussi bien que l'anticipation des conséquences d'une action afin de fournir une réponse adaptée à la situation-problème. Les variables émotionnelles et motivationnelles sont également impliquées.

1.5.1. La compréhension. Elle est fondamentale pour tous les types d'activités (personnelles, sociales, scolaires, …) et plus particulièrement pour la résolution des problèmes numériques afin de garantir un bon rapport avec autrui et une adaptation à l'environnement d'une façon générale.

Grâce à ce processus, l'individu peut donner du sens aux situations, événements et actions perçus et vécus. Ceci se fait à travers une représentation mentale des énoncés présentés et une mobilisation des informations déjà connues et stockées en mémoire.

Selon Fayol (1996), il existe différents types de compréhension :

- *" La compréhension littérale " :* consiste en une représentation successive et linéaire des données. Le sujet repère des informations, des idées ou des situations qui apparaissent d'une façon claire et explicite dans le texte.
- *" La compréhension lexicale "* : nécessite une attention particulière aux anaphores (pronoms…), aux marques morphosyntaxiques (ponctuation, temps des verbes, …), aux connecteurs, à l'enchaînement des phrases, ...
- *" La compréhension intégrale "* : exige une représentation de l'ensemble du texte et de l'orientation de ses différentes parties. Comprendre le thème général du texte n'est pas suffisant, il faut être en mesure de savoir le segmenter en différentes unités, dégager les éléments clés, savoir résumer, …
- *" La compréhension fine " :* qui fait appel au raisonnement déductif, à l'exploration du non-dit et la gestion de l'implicite.

L'étude de Bakong (2008) auprès des enfants souligne la sollicitation de la compréhension dans la résolution des problèmes numériques tout en dissociant les deux processus. Il s'agit des petits âgés entre huit et douze ans soumis à des questions numériques de différents types (changement, comparaison et réunion). Chaque question est précédée par un questionnaire focalisé sur l'aspect sémantique et présentée sous deux conditions expérimentales : la première où les consignes sont affichées et la deuxième où les consignes sont juste lues puis cachées. Deux variables sont mesurées : le score de compréhension et le score de résolution de problèmes.

Les résultats ont montré que les conditions expérimentales impactent les performances des sujets : les participants exposés aux énoncés affichés sont plus performants par rapport aux autres et le score moyen de compréhension semble aussi supérieur par rapport à celui de la résolution de problèmes. Ceci confirme que la compréhension et la résolution de problèmes sont deux tâches distinctes mais pas totalement dissociables, ne sollicitant pas les mêmes compétences chez les enfants. Pour la compréhension, ce sont les connaissances déclaratives qui sont sollicitées alors que pour la résolution de problèmes, il s'agit de l'implication des connaissances dites procédurales. Signalons toutefois que la réussite en résolution de problèmes dépendra également de l'efficience des mécanismes de la compréhension.

Duclosson (2004), pour sa part, considère que la résolution des problèmes arithmétiques implique deux types de calculs : un calcul relationnel lié au traitement sémantique de l'énoncé (recherche de l'inconnu) et un calcul numérique relatif à l'identification de la procédure de résolution de problème et à son application. La résolution de problèmes numériques exige donc une bonne articulation voire une hiérarchisation de ces deux niveaux (relationnel puis-numérique).

1.5.2. La mémoire de travail. La mémoire de travail est définie comme un espace mental de travail où sont stockées les informations et manipulées durant une période brève jusqu'à leur utilisation (Baddeley, 1996 ; Baddeley & Hitch, 1974 ; Kotsopoulos & Lee, 2012 ; Raghubar et al., 2010 ; Zelazo et al., 2003). Elle est indispensable pour se souvenir du but à atteindre durant le traitement de l'ensemble des opérations nécessaires à la résolution. Il est évident que tout commence par la compréhension de l'énoncé pour identifier le problème qui est même sous le contrôle de la mémoire de travail (Fayol & Gaonach, 2003 ; Schelstraete & Demanet, 2002).

Les liens entre la mémoire de travail et la résolution des problèmes ont été relevés à maintes reprises par plusieurs chercheurs et auprès de différentes populations (Andersson, 2002, 2007 ; Mazzocco & Kover, 2007 ; Swanson et al., 2008) postulant qu'il s'agit d'un processus indispensable à l'activation des connaissances antérieures, au décodage du problème, à la sélection des stratégies les plus adaptées nécessaires à la résolution (Lee et al., 2009) mais pas uniquement. La mémoire de travail semble également un bon prédicteur du développement des autres compétences telles que la lecture, le calcul, les fonctions exécutives… (Ramussen & Boisanz, 2005 ; Swanson et al., 2008 ; Swanson & Kim, 2007).

1.5.3. Les fonctions exécutives. Selon Lezak (1995), les fonctions exécutives sont décrites comme étant des capacités permettant à un individu d'engager un comportement indépendant, approprié et bien adapté dans le contexte.

Ce terme est utilisé également pour décrire un certain nombre de processus impliqués dans des activités telles que la planification (Shallice, 1982), l'initiation de l'activité (Burgess & Shallice, 1996a, 1996b), l'estimation cognitive (Shallice & Evans, 1978), la mémoire prospective (Cokburn, 1995 ; Shimamura et al., 1995), la capacité de flexibilité mentale, l'habileté à filtrer les interférences, à l'engagement dans des comportements dirigés vers un but et l'antcipation des conséquences de nos actions (Ardila & Surloff, 2007 ; Chan et al., 2008 ; Denckla, 1994, 1996 ; Goldberg, 2001 ; Stuss & Knight, 2002), ou encore la résolution de problèmes (Stuss & Knight, 2002).

En effet, cette activité de résolution des problèmes nécessite la mise en place de plusieurs stratégies de résolution. La performance serait donc déterminée en fonction de l'efficience des stratégies utilisées (Hinault et al., 2014a). De plus, l'implication des fonctions exécutives est cruciale pour le choix de ces stratégies de résolution. Elles permettent de

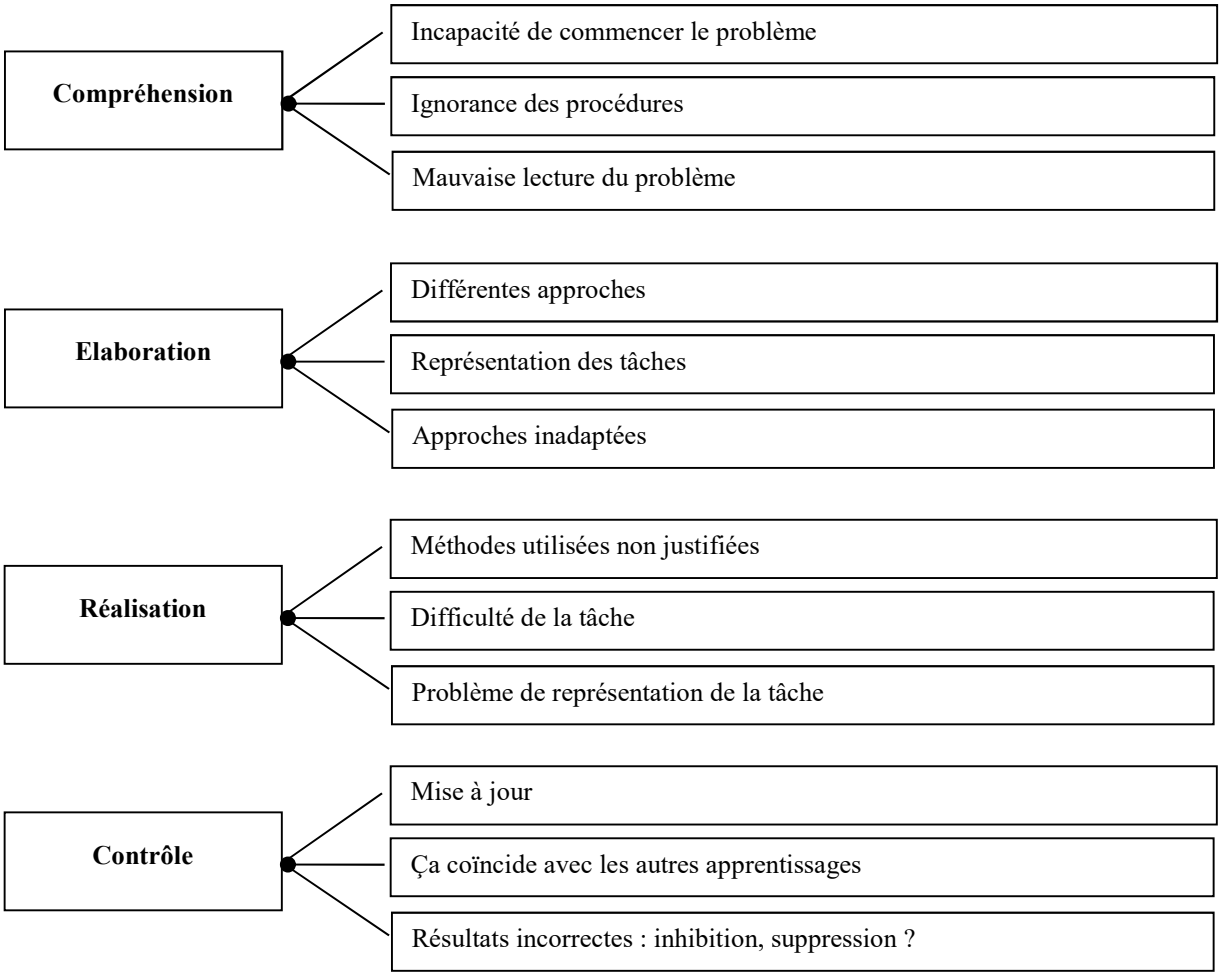
récupérer des faits arithmétiques enregistrés dans la mémoire à long terme et la modulation des stratégies de résolution d'un problème à un autre (Hinault & Lemaire, 2016).

Uittenhove et al., (2013) ont observé des activations cérébrales dans les régions antérieures du cerveau lors de l'exécution des stratégies de résolution. Ceci témoigne de l'association entre les régions antérieures du cerveau et les fonctions exécutives impliquées dans le choix des stratégies nécessaires à la résolution des problèmes.

Par ailleurs, selon Hinault et Lemaire (2016) résoudre " une situation-problème " nécessite la planification de plusieurs étapes (planification), empêcher des données non pertinentes d'entrer en mémoire, et interférer avec d'autres éléments constitutifs du problème (inhibition cognitive) de même que le passage d'une stratégie à une autre en fonction des exigences du problème (flexibilité cognitive).

Pour Kotsopoulous et Lee (2012), la résolution des problèmes peut être divisée en différentes phases : compréhension, élaboration d'un plan, réalisation du plan et retour sur le plan (le contrôle de l'action). Chaque phase sollicite une ou plusieurs fonctions exécutives selon une carte de codage présentée comme suit :

Figure 1 : *Modèle de Kotsopoulous et Lee (2012) de résolution de problèmes*



Cette division en phases fournit une analyse plus fine des différentes interactions de différents processus (Bull & Sherif, 2001).

En effet, la compréhension est le premier processus sollicité afin d'assimiler les différents éléments de l'énoncé. Cette étape est cruciale car elle conditionnera ultérieurement toutes les étapes nécessaires à la résolution du problème.

La deuxième étape comprend l'élaboration ou encore la représentation de la tâche. Elle requiert des capacités de planification suffisamment bonnes pour pouvoir générer des hypothèses de travail et planifier des sous-étapes nécessaires à la résolution du problème. Cela dépend également d'une bonne sélection des méthodes et des approches les plus appropriées à la nature de la tâche en question. Ce choix implique des capacités de flexibilité cognitive efficientes pour alterner et relayer entre les différentes propositions.

Une fois le problème résolu, un contrôle des résultats est indispensable pour évaluer les résultats. Si ces derniers sont bons, le problème est donc résolu avec succès. Dans le cas contraire, des processus de vérification et de mise à jour sont mis en place afin de corriger l'opération. Cela implique également des capacités exécutives importantes : inhibition cognitive pour supprimer les informations non pertinentes à la résolution ; flexibilité pour balayer les différentes propositions ; et mise à jour à partir de l'exploitation des retours.

Pour finir, les recherches explorant la contribution des fonctions exécutives dans la résolution des problèmes plaident en faveur des résultats non consensuels compte tenu de : a) la variation de la façon selon laquelle la résolution de problèmes est conceptualisée dans une perspective mathématique, b) la différence des méthodes d'investigation utilisées, c) la nature des hypothèses émises à propos de la nature des problèmes, et d) la différence de la façon selon laquelle sont définies les fonctions exécutives (Welsh et al., 2006 ; Zelazo et al., 2003).

1.6. Corrélats anatomiques

La résolution de problèmes numériques est une activité composée mettant en jeu plusieurs connaissances et processus cognitifs tels que la compréhension, la représentation du problème et plus particulièrement le calcul numérique (des nombres).

En effet, dès les premières observations de Henschen (1919), il s'est avéré que les troubles du calcul pouvaient résulter de lésions en différents endroits du cerveau. Depuis, les études de groupes et les études de cas des patients présentant des déficits en calcul ont montré les effets dramatiques des lésions postérieures gauches (pariétales, occipitales, et temporales)

(Benson & Weir, 1972 ; Cipolotti & de Lacy-Costello, 1995 ; Cohen & Dehaene, 1991 ; Collignon et al., 1977 ; Dahmen et al., 1982 ; Getrsmann, 1930 ; Grafman et al., 1982 ; Hécaen et al., 1961 ; McNeil & Warrington, 1994). Ceci étant, elles ont aussi révélé les effets plus modérés de lésions postérieures droites (Dahmen et al., 1982 ; Grafman et al., 1982 ; Hécaen et al., 1961) de même que l'implication des lobes frontaux (Dahmen et al., 1982 ; Fasotti et al., 1992) et de structures sous-corticales (Corbett et al., 1986 ; Whitaker et al., 1985) dans ces déficits. Le rôle fonctionnel de ces aires dans les processus numériques reste imprécis en raison des limites méthodologiques et de l'absence de cadre théorique directeur de ces études.

Dehaene et Cohen (1995), via le recours au modèle du triple-code, ont défini trois types de représentations interconnectées en lien avec les différentes activités numériques : la représentation analogique des quantités, le code verbal du mot et le code visuel arabe (Faye et al., 2019).

- La représentation analogique des quantités (appeléed aussi le code analogique) réfère à une représentation non symbolique et préverbale des nombres permettant d'assurer les tâches de comparaison, d'estimation et de calcul approximatif. Dans ce modèle, cette composante est cruciale car elle permet de donner sens aux symboles.
- Le code verbal (appelé aussi le code auditif-verbal) représente les nombres organisés sous forme de séquence de mots. Il est à la base des compétences de calcul tel que le rappel des faits numériques stockés en mémoire à long terme.
- Le code visuel arabe (appelé aussi le code arabe) : les quantités sont représentés ici comme une séquence de nombres. Ici c'est la forme visuelle des nombres qui est évoquée. Cette composante est importante pour réorganiser et écrire les chiffres arabes permettant ainsi d'effectuer des opérations à plusieurs chiffres.

Dehaene et Cohen (1995) ont suggéré que chaque composante du modèle implique l'activation d'un réseau neuronal spécifique selon la nature des données à traiter. Le codage analogique sollicite l'activation des deux sillons intra pariétaux. Ces régions sont donc impliquées dans la représentation de diverses quantités numériques (comparaison, calcul, etc.).

Pour les opérations arithmétiques nécessitant un codage verbal des nombres, c'est plutôt le gyrus angulaire gauche et les zones périsylviennes qui sont engagés (Grabner et al., 2009).

Les régions occipito-temporales bilatérales sont à leurs tours activées pour le traitement des quantités relatives au code arabe (Piazza & Eger, 2016 ; Shum et al., 2013).

Plus récemment, Faye et al., (2019) ont mené une étude complète basée sur une méta-analyse comportant 28 études de neuro-imagerie, 12 stimulations magnétiques transcrâniennes et 12 patients cérébrolésés tout en faisant recours à des tâches arithmétiques symboliques et non symboliques.

Les auteurs se sont basés sur le modèle du triple code conçu par Deahen et Cohen (1995) et le postulat selon lequel le codage analogique relatif à la représentation des quantités numériques implique les deux sillons interpariétaux, et ce, indépendamment de la nature des données.

Les résultats concordent en partie avec le postulat de la théorie du triple code de Dehaene et Cohen (1995) s'agissant de l'implication des deux sillons interpariétaux dans les deux types de tâches. Toutefois, les résultats obtenus auprès des patients ne s'inscrivent pas dans la même lignée des études basées sur la neuro-imagerie et les stimulations transcrâniennes qui plaident en faveur d'une implication de l'hémisphère droit lors de l'exécution des tâches non symboliques.
Ils ont également avancé que le gyrus angulaire gauche joue un rôle important dans le traitement des faits arithmétiques. Il semble que cette région est impliquée dans les tâches d'identification et la reconnaissance des chiffres arabes (Price & Ansari, 2011).
De plus, deux circuits fronto-pariétaux se montrent engagés dans les compétences numériques selon la nature des données ; le côté droit pour les tâches non symboliques et le côté gauche pour les tâches symboliques.

Par ailleurs, Liu et collaborateurs (2017) ont rapporté une autre conception relative au calcul arithmétique impliquant trois composantes cognitives, à savoir, *les connaissances conceptuelles*, *les connaissances procédurales*, et *les faits numériques* (opérations de calcul). Ces différentes composantes semblent reliées mais aussi indépendantes. Chacune est sous-tendue par un réseau cérébral différent :

- Les connaissances conceptuelles relatives au traitement langagier activent un vaste réseau cérébral impliquant le gyrus hippocampique et parahippocampique bilatéral du lobe temporal gauche, le lobe frontal bilatéral (inférieur droit et supérieur gauche), le cortex occipital gauche jusqu'au lobule pariétal postérieur et supérieur gauche.

- Les connaissances procédurales et les faits numériques activent la scissure intra-pariétale bilatérale s'étendant au cortex occipital, au gyrus frontal bilatéral inférieur et médian, et à l'hippocampe.

Pour Zago et collaborateurs (2001), ces faits numériques engagent les aires impliquées dans le langage : les régions périsylviennes à gauche comprenant principalement le gyrus frontal inférieur (aire de Broca) et la partie postérieure des gyri temporaux supérieur et moyen (aire de Wernicke). D'autres régions sont également impliquées dans la récupération en mémoire d'associations ou de suites apprises, à savoir, les ganglions de la base et les noyaux thalamiques.

En ce qui concerne la résolution de problèmes numériques, cette activité complexe implique le traitement visuel des stimuli, le stockage et la manipulation des nombres en mémoire à court terme ainsi que la sélection et l'application d'un algorithme de résolution, la recherche, et le contrôle des différentes étapes aboutissant à la solution (Zago et al., 2001). Autrement dit, la résolution mentale d'un calcul plus au moins complexe fait appel à plusieurs types de traitement sous le contrôle de la mémoire de travail. Ceci implique un vaste réseau engageant les aires postérieures pariétales et occipitales bilatérales et les aires frontales à gauche (traitement visuel des données et manipulation), le sillon frontal supérieur gauche (maintien en MDT visuo-spatiale), le gyrus supramarginal gauche (maintien en MdT verbale) et la jonction occipito-temporale bilatérale (perception visuelle, reconnaissances des nombres).

Quant aux études menées auprès des enfants, elles montrent que ces derniers sollicitent davantage les régions frontales par rapport aux adultes dans les tâches impliquant des symboles numériques ou des chiffres (Kucian et al., 2006, …). Avec l'âge, un circuit pariétal (le sillon intra pariétal) et le cortex temporo-pariétal gauche deviennent plus spécialisés dans le traitement numérique et le calcul.

À noter que le langage et la culture peuvent influencer l'implication des aires cérébrales sous-tendant le traitement des nombres. Tang et al., (2006) ont comparé les performances des Chinois et des Anglais à partir des exercices numériques visuels d'addition et de comparaison de nombres avec des chiffres arabes et ont confirmé une différence d'activation cérébrale et de connectivité fonctionnelle. Pour les chinois, le traitement numérique dépend d'une association visuo-motrice alors que pour les anglais, il sollicite les aires périsylviennes gauches.

1.7. Evaluation de la résolution de problèmes numériques

La résolution de problèmes numériques repose en partie sur le calcul numérique (Butlen & Pézard, 2003). Il varie selon la complexité de la tâche à exécuter et la nature des questions. Son évaluation parait donc d'une grande pertinence pour pouvoir cibler la source d'échec.

- **Pour le calcul simple**

L'examen des calculs mentaux simples, appelés aussi faits arithmétiques, est un élément essentiel de l'examen des troubles du calcul. Nous considérons ici que les faits arithmétiques couvrent les calculs impliquant les nombres de 0 à 9 et correspondent approximativement aux tables de multiplication et d'addition, de même que les divisions et les soustractions homologues. Chez l'adulte sain, les réponses à ces problèmes simples (par exemple 3x5=15) ne sont pas recalculées mais sont plutôt stockées en mémoire de manière déclarative et récupérées directement (Aschraft, 1992). Par ailleurs, certains problèmes sont d'emblée résolus en utilisant des règles procédurales (par exemple, tout nombre multiplié par 0 est égal à 0).

En effet, l'examen des faits arithmétiques porte généralement sur l'ensemble des produits, des additions et des soustractions par des termes allant de 0 à 9, la division étant le plus souvent testée de manière exhaustive. Si l'ensemble des faits arithmétiques ne peut être administré, on veillera à échantillonner correctement les problèmes choisis en fonction de leur difficulté respective.

Cette tâche requiert une mise en œuvre des mécanismes de compréhension des numéraux (verbaux, oraux ou arabes, selon la modalité de présentation), de reconnaissance des opérateurs, de recherche en mémoire déclarative des faits stockés et/ou l'application des procédures de calcul, et de production de la réponse. Selon McCloskey (1992), ceci impliquera un passage par la représentation des quantités impliquées dans le problème ou pourra se faire par l'intermédiaire des représentations verbales sans aucune référence aux quantités (modèle de Dehaene). Toutefois, tous les modèles s'accorderont pour dire que ce passage est nécessaire lorsque la réponse n'est pas récupérable directement en mémoire à long terme et que des règles de décomposition sont appliqués. Si le patient présente des problèmes de production, on peut lui présenter la suite des nombres dans l'intervalle concerné sur des cartons (par exemple de 1 à 20 pour les additions simples) et lui demander de pointer vers la bonne réponse ; une autre solution est d'administrer des tâches de vérification (en choix simple : 3x5= 17 vrai ou faux ? ou en choix multiple : 3x5= 4,8,13,15ou 17 ?). Enfin, lorsque

cela est possible, l'administration d'épreuves chronométrées permettra ici aussi de révéler l'utilisation éventuelle de stratégies non habituelles. Les caractéristiques des profils de temps de latence des réponses sont d'ailleurs bien connues pour les additions et les multiplications (Pesenti et al., 2000).

- **Pour les calculs complexes**

La résolution de calculs complexes nécessite la récupération en mémoire des faits arithmétiques qui les composent et l'application de procédures de calcul.

En ce qui concerne le calcul mental, la résolution de calculs complexes (des additions ou des multiplications dont le résultat est inférieur à 100) fait essentiellement poser une charge supplémentaire sur la mémoire de travail et ne reflète donc pas nécessairement des difficultés spécifiques au calcul.

Pour le calcul écrit, il faut que le sujet prête attention à la disposition spatiale des éléments (par exemple aligner les chiffres sur la gauche pour faire une addition, Caramazza & McCloskey, 1987), à l'application des mécanismes spécifiques d'emprunt et de report, à la gestion des zéros intercalaires (car ceux-ci complexifient généralement les mécanismes d'emprunt et de report), à la récupération des faits arithmétiques intermédiaires ou à l'application de la séquence des opérations qui conduisent à la solution. Il faut être également attentif à la présence éventuelle de procédés de résolution illicites dans le contexte particulier dans lequel ils se trouvent appliqués (appelés erreurs, Van Lehn, 1990). Une des erreurs les plus fréquemment rencontrées dans la soustraction consiste à soustraire le plus petit chiffre du plus grand sans tenir compte du nombre auquel ils appartiennent (Pesenti & Seron, 2000).

Cette tâche est la plus complexe, puisqu'elle requiert l'intervention de toutes les composantes de compréhension, production et calcul, et est, de ce fait souvent très difficile à interpréter. C'est donc la prise en compte des performances du patient aux autres tâches qui permettra de déterminer si les troubles présentés sont liés à la maitrise des composantes individuelles ou à leur conjonction.

2. Approche neuropsychologie de la résolution de problèmes numériques

2.1. Apports des études menées auprès de la population infantile

Les connaissances actuelles relatives aux habiletés numériques chez l'enfant font état d'une progression d'une simple sensibilité, à la différence numérique entre deux objets dans des situations non verbales chez les enfants d'âge préscolaire, vers une mise en place d'une

aptitude plus complexe : la résolution de problèmes arithmétiques ou numériques, chez les enfants d'âge scolaire (Bakong, 2008).

Cette activité demeure l'activité dans laquelle les élèves rencontrent le plus de difficultés (Fayol et al., 1997). Pour résoudre un problème, l'élève doit posséder et maitriser au préalable des connaissances conceptuelles relatives aux accroissements, diminution, combinaisons, comparaison, etc mais pas uniquement.

En effet, selon Duclosson (2004), la résolution de problèmes arithmétiques implique au niveau cognitif deux types de calcul hiérarchique : " *un calcul relationnel "* lié au traitement sémantique de l'énoncé et " *un calcul numérique "* relatif à l'identification de la procédure de résolution de problèmes et à son application.

Dans cette optique, Coquin-Viennot (2001) a conduit une étude visant à vérifier l'impact du traitement sémantique de l'énoncé sur la qualité de la résolution des problèmes arithmétiques. Cette étude a été menée auprès des élèves de CM2 auxquels sont présentés des problèmes arithmétiques différents de ceux présentés en milieu scolaire. La question est soit posée au début de l'énoncé soit à la fin. Les résultats montrent que les bonnes performances sont corrélées à la position de la question placée au début de l'énoncé, et non pas à la fin, d'où l'impact majeur de la qualité du traitement sémantique sur la résolution de problèmes. Par ailleurs, la résolution de problèmes repose sur un aspect cognitif majeur, à savoir, la capacité d'un sujet de construire une représentation mentale détaillée de chaque donnée présentée dans l'énoncé qu'elle soit numérique ou sémantique et de vérifier sa cohérence interne. La qualité de cette première représentation conditionne par la suite une deuxième représentation relative à la procédure de calcul pour résoudre le problème posé. La qualité de traitement de l'énoncé est un facteur déterminant dans la résolution de problèmes.

Dans la même optique, Bakong (2008) a mené une recherche auprès de 40 élèves (dont l'âge varie entre huit et douze ans), exposés à différents types de problèmes arithmétiques, chacun est précédé par un questionnaire focalisant sur les différents aspects de la dimension sémantique (s'interroger sur le lieu du récit, les noms, les questions posées, les opérations nécessaires à la résolution, …). Deux conditions expérimentales ont été proposées : avec affichage de la consigne et sans affichage de la consigne. La passation est collective durant à peu près dix minutes. Deux variables sont à contrôler : la compréhension de l'énoncé et la résolution de problèmes représentées par des scores.

Les résultats montrent que les performances varient en fonction des conditions expérimentales : l'affichage de la consigne lors de la résolution du problème permet une meilleure performance. Ceci dit, lorsque les capacités de la mémoire de travail sont soutenues par la présence prolongée du matériel nécessaire à la RP, les élèves aboutissent à de bonnes performances. L'affichage de la consigne agit comme un renforçateur des capacités de traitement des informations permettant aux élèves d'améliorer leurs capacités de compréhension de l'énoncé et par conséquent leurs niveaux de RP.

Néanmoins, les scores moyens de compréhension des problèmes sont supérieurs à ceux de RP ce qui montre que ces deux processus ne requièrent pas les mêmes compétences. La compréhension nécessite la présence et la maitrise des connaissances déclaratives (faits ou informations descriptibles verbalement et dont l'organisation est contrôlable par le sujet, Lemaire, 1999) alors que la RP sollicite des connaissances procédurales qui lient les actions aux buts (Reed, 1999).

De leur côté, Saljö et Wyndhamm (1987) montrent que l'attribution d'un titre indicatif sur une feuille comportant des problèmes à résoudre affecte les performances des élèves. Par exemple, mentionner qu'il s'agit d'un problème mathématique diffère d'un affichage relatif à un problème de mathématique type multiplication (plus de précision). La première demande plus d'effort au niveau de la recherche du type d'opération à effectuer pour résoudre le problème, alors que la deuxième incite à exécuter directement la multiplication comme outil de résolution.

Nunes et al., (1992) ont relevé une variation des performances selon les différences dans les stratégies de présentation des problèmes (orale et/ou écrite) et le lieu de l'exécution (classe, maison, rue, …). D'ailleurs, Perret-Clermont et al., (1991b) ont constaté que les réponses produites par les élèves en classe ne sont pas du même ordre que celles données en dehors de cette classe, dans une situation de face à face avec l'expérimentateur. Ceci coïncide avec plusieurs travaux notamment celui de Carraher et al., (1987).

Ces auteurs ont évalué les capacités de résolution de problèmes auprès des enfants brésiliens de la troisième année primaire de scolarité. Une partie de ces enfants est engagée dans les activités économiques en dehors de l'école : faire les courses pour leurs familles, travailler dans le domaine de l'agriculture, faire de la broderie, vendre dans les rues, ...

Les études ont montré que ces enfants utilisaient des procédures de calcul oral non enseignées à l'école. De plus, ils réussissaient beaucoup mieux à utiliser les mathématiques

orales (sollicitées par ces activités économiques concrètes de la vie de tous les jours) que les mathématiques écrites (exercées à l'école).

Autrement dit, les performances des enfants appartenant à cette culture dépendent du contexte dans lequel ils vivaient et des paramètres de la situation, d'où l'impact des dimensions contextuelles et culturelles dans l'émergence des stratégies cognitives et le traitement des problèmes arithmétiques.

Par ailleurs, pour étudier la résolution des problèmes arithmétiques à l'école primaire, plusieurs chercheurs ont opté pour d'autres paradigmes confrontant les élèves avec des problèmes insolubles.

Pour ce faire, l'équipe de l'IREM à Grenoble (1980) a eu recours à un protocole numérique pour mettre en question les systèmes éducatifs et l'enseignement des mathématiques dans les écoles. Le type de problème utilisé était le suivant « *Dans un troupeau, il y a 75 moutons et 5 chiens, quel est l'âge du berger ?* » (Audignier et al., 1979). Les élèves ont essayé de manipuler les données de l'énoncé afin de fournir une réponse et n'ont pas pu détecter le caractère insoluble du problème. Selon Douady (1985), ce résultat s'explique par le fait que les enfants ont appris à répondre aux questions d'une façon stéréotypée et n'avaient pas l'habitude de poser des questions à propos de la faisabilité ou encore de la cohérence des énoncés. Selon l'auteur, cela ne renvoie pas à une question d'incompétence des enfants mais plutôt à un défaut du système éducatif qui, pour enseigner les mathématiques, est basé essentiellement sur des protocoles habituels/routinisés et sans réflexion.

De Corte et Vershaffel (1983) ont aussi examiné 31 élèves de début de classe primaire sur le problème suivant *« Pierre avait des pommes, il a donné 4 pommes à Anne, combien en a-t-il maintenant ? »*. Les résultats montrent que seulement 5 élèves expriment leur surprise à l'écoute de l'énoncé et un seul déclare qu'il s'agit d'un problème insoluble alors que les autres ont essayé de fournir des réponses en manipulant les données de l'énoncé. Ceci s'explique par le manque de connaissances sur ce que c'est un énoncé bien formulé, ce qu'il doit contenir, etc.

D'après les auteurs, vu le manque d'informations dans l'énoncé ainsi que le manque de connaissances, les enfants ont tendance à fournir des réponses arbitraires. Ces connaissances se développent à partir de la pratique des résolutions de problèmes et au fur et à mesure des apprentissages.

Dans le but de favoriser la prise de conscience du caractère insoluble des problèmes, Brissiaud (1988) a demandé aux élèves exposés à ce type d'items d'évaluer dans un premier temps les questions et non pas de résoudre les problèmes, tout en les informant qu'il s'agissait des propos de différents enfants et non des adultes. Sur 23 élèves, il a reçu 20 objections avec deux catégories de réponses : la première qui teste l'adéquation des moyens en anticipant la réponse et en la comparant avec le but (75+5=80 animaux et pas l'âge du berger), la deuxième qui teste l'adéquation du résultat en comparant le produit final avec le but souhaité (dire 80 ans est une anomalie).

Pour réussir la tâche, l'enfant doit détecter l'anomalie (le caractère insoluble) mais pas uniquement. Il doit aussi prendre la décision du rejet. Ceci dépend de deux facteurs exprimés par l'auteur : les connaissances de la formulation d'un bon énoncé et le type de personnalité en question qui traduit l'inclinaison du sujet par rapport à l'énoncé et donc l'interprétation de la difficulté soit par une incompétence (je ne sais pas, je ne peux pas, ...), soit par une remise en cause de la tâche même (n'a pas de sens, absurde, …).

Les chercheurs ont fini par conclure qu'il est inutile de continuer avec les tâches classiques de raisonnement ou encore de résolution de problèmes qui se montrent finalement néfastes pour les élèves. Ils suggèrent d'opter pour un travail sur des énoncés différents permettant de développer les connaissances sur la construction d'un énoncé bien formé, un contrôle de l'usage du calcul numérique et une meilleure conscience numérique d'une façon générale.

2.2. Apports des études menées auprès de la population adulte

- **L'étude Luria et Tsvetkova (1967)**

Dans ce domaine, et en ce qui concerne l'exploration du rôle fonctionnel des lobes frontaux dans la résolution de problèmes, les travaux de Luria et Tsvetkova (1967) restent incontestablement la référence. En effet, Luria fût le premier à reconnaitre le rôle de la compréhension du langage dans la résolution des problèmes et à suggérer que les déficits exécutifs pouvaient conduire à des anomalies arithmétiques, avec la description d'un déficit de « régulation et contrôle » en pathologie frontale.

Ainsi, Luria et Tsvetkova (1967) ont montré une tendance des patients porteurs de lésions frontales à traiter de façon fragmentaire les données de l'énoncé, avec des problèmes de planification et une absence de contrôle de solutions. Pour mettre en évidence ce trouble,

ils ont élaboré un protocole de résolution de problèmes numériques comportant des énoncés de niveaux croissants de difficulté.

Ces auteurs rapportent également que les déficits des patients frontaux sont plus évidents quand la résolution de problèmes exige la combinaison de plusieurs étapes. Ce déficit correspond à une altération de l'exécution des procédures arithmétiques : la planification et le contrôle des étapes de la séquence, nécessaires à la réalisation des problèmes complexes. Ceci plaide en faveur d'un dysfonctionnement exécutif, et plus précisément d'un déficit des capacités de planification chez les patients frontaux.

- **L'étude de Le Gall et al., (1993)**

L'étude a été réalisée auprès de trois groupes de sujets ; deux patients ayant des lésions frontales, quatre patients cérébrolésés non frontaux et quatre sujets sains appariés en âge et niveau culturel. Le protocole de résolution de problèmes numériques utilisé a comporté des problèmes solubles et d'autres insolubles.

Sur la base des propositions de Luria et Tsvetkova (1967) sous-tendant que les patients frontaux sont déficitaires lors de l'organisation cohérente d'une tâche, tout en étant sensibles à la façon dont elle leur est présentée, les auteurs ont avancé l'hypothèse sous-tendant que les patients frontaux ne seraient pas en mesure de récuser les items insolubles.

Les auteurs ont effectivement rapporté une autre forme de sensibilité à la consigne, en montrant que certains patients frontaux proposent des solutions à des problèmes insolubles. Ce comportement particulier a été désigné sous le terme « d'adhérence cognitive » par Le Gall et al., (2003). Ce comportement est expliqué d'une part par une sensibilité à l'ordre de présentation ou à la complexité de l'algorithme, et d'autre part par la résolution des problèmes insolubles.

- **L'étude d'Aubin et al., (1994)**

Pour examiner l'adhérence cognitive, Aubin et al. (1994) ont eu recours à des problèmes insolubles inspirés de ceux rédigés par l'équipe de l'IREM de Grenoble (Baruch, 1985)**.**

Les auteurs ont administré aux patients souffrants de lésions frontales un protocole comportant des algorithmes à 8 niveaux de difficulté, tout en prenant en compte deux paramètres : le nombre d'étapes nécessaires pour la résolution des problèmes et la manière dont les données sont présentées. Les résultats ont montré la présence d'erreurs dans l'élaboration des algorithmes de résolution, que ce soit à l'oral ou à l'écrit. En effet, pour la

modalité orale, sont constatées des erreurs de calcul et une perte des données. Ces aspects sont améliorés en modalité écrite. Il semble donc que la modalité écrite réduise la charge en mémoire de travail et aide au maintien de données. Par ailleurs, ces résultats permettent de différencier deux types de patients : ceux qui présentent des troubles de la planification et qui peuvent s'améliorer lors de la réalisation écrite des problèmes, et ceux qui ne s'améliorent pas, quelle que soit la modalité.

Les auteurs rapportent que certains sujets traitent les problèmes insolubles comme n'importe quel autre problème. Autrement dit, ces patients semblent incapables de récuser les problèmes insolubles, ce qui pourrait traduire une certaine dépendance à l'énoncé.

- **L'étude d'Allain et al., (2005)**

Elle s'intéresse à l'étude des performances en résolution de problèmes numériques auprès des patients présentant la maladie d'Huntington (n=10) comparés à des sujets de contrôle (n=12).

Les résultats révèlent que les patients témoignent d'un trouble précoce touchant leurs habiletés à planifier et résoudre des problèmes numériques. Ce trouble devient plus important quand les lésions touchent les régions préfrontales latérales.

Toutefois, les performances sont proches de celles des sujets de contrôle au niveau des problèmes insolubles, qu'ils récusent majoritairement.

- **L'étude d'Allain et al., (2009)**

Cette recherche a été effectuée auprès de 54 sujets sains appartenant à trois classes d'âge composées de 18 sujets jeunes (18-33 ans), adultes (50-65 ans) et âgés (70-83 ans). Tous les groupes sont appariés en âge. L'idée était d'explorer l'effet de l'âge sur le fonctionnement exécutif en se basant sur un protocole de résolution de problèmes numériques (le même utilisé dans notre recherche).

Les résultats plaident en faveur de l'impact de la complexité des énoncés sur les performances de résolution des problèmes numériques solubles chez les sujets âgés. Par contre, l'âge n'influençait pas le traitement des items insolubles qui ont été rejetés par la majorité des sujets.

Les auteurs soulignent que cette dissociation au niveau des performances rappelle celle qui est observée chez certains patients porteurs de lésions des régions frontales (avec une atteinte frontale dorsolatérale) présentant ainsi une sensibilité à la complexité des problèmes.

- **L'étude de Besnard et al. (2014)**

L'objectif de ces travaux était d'explorer le concept d'adhérence cognitive en se basant sur les travaux de Luria et Tsvetkova (1967) et l'ensemble des travaux angevins cités.

L'étude a été réalisée auprès de 4 groupes de participants (n=104) : 29 patients porteurs de lésions frontales, 20 sujets souffrant d'atteinte des structures sous-corticales, 10 patients avec lésions cérébrales postérieures et 45 sujets de contrôle.

Les résultats montrent qu'en comparaison avec des sujets de contrôle, les patients à lésions frontales et sous-corticales commettent plus fréquemment des erreurs de résolution des problèmes solubles, contrairement aux sujets souffrant d'atteinte postérieure. L'analyse qualitative des résultats (en fonction des modalités d'erreurs) révèle que les patients ayant des lésions postérieures se distinguent des sujets contrôle uniquement au niveau du taux d'erreurs de calcul.

Les patients frontaux étaient aussi déficitaires dans l'élaboration de l'algorithme de résolution tout en restant sensibles à la formulation de l'énoncé des problèmes incongrus.

L'ensemble de ces informations met en évidence une double dissociation entre des patients frontaux qui résolvent des problèmes insolubles et qui ont peu de troubles de planification et d'autres qui refusent les problèmes tout en présentant des difficultés importantes au niveau de l'élaboration d'algorithmes pertinents de résolution pour les problèmes solubles.

En conclusion, et en utilisant le même protocole de résolution de problèmes numériques, quelques patients se sont montrés déficitaires pour contester les propositions aberrantes que constituent les problèmes insolubles : perturbation qui représente l'hypothèse de l'adhérence cognitive, a priori spécifique de la symptomatologie frontale (Besnard et al., 2014).

- **Souissi (2012, 2013 non publiés)**

Auprès de 61 sujets tunisiens sains (33 hommes et 28 femmes) et âgés de 18 à 85 ans, nous avons noté que 60% de la population a résolu les problèmes insolubles, une spécificité qui serait liée d'après la littérature française à la pathologie frontale.

D'après les analyses statistiques, les comportements de résolution de problèmes insolubles ne sont pas corrélés aux processus exécutifs évalués (planification, flexibilité et inhibition, l'allocation des ressources attentionnelles). Autrement dit, expliquer ces performances en termes de dysfonctionnement cognitif d'ordre exécutif semble inapproprié.

L'analyse qualitative des réponses fournies par ces sujets « soluteurs d'insolubles »

nous a permis de découvrir les motivations qui ont guidé ce comportement de résolution. La majorité de ces sujets avaient juste l'intention de faire plaisir à l'expérimentateur, d'autres lui ont fait une confiance qu'ils qualifient d'« excessive » au point qu'ils n'étaient plus capables de déceler la nature de ces problèmes. Toutes ces explications renvoient vers une composante dynamique de nature psycho-sociale, à savoir, « la désirabilité sociale » évaluée par la suite par une échelle spécifique et adaptée (Souissi, 2013).

Le score de désirabilité sociale n'est pas corrélé aux autres performances exécutives. En effet, nous notons une corrélation positive très significative entre le score de désirabilité sociale et le score de résolution de problèmes insolubles. Autrement dit, plus le score de résolution de problème insoluble est important, plus le score de désirabilité sociale est élevé.

À partir de ces résultats, nous pouvons a priori expliquer les performances des « soluteurs d'insolubles » par la tendance de ces individus à projeter des images favorables d'eux-mêmes pendant une interaction sociale. Ces résultats sont également confortés par les analyses qualitatives, comme mentionné plus haut, qui montrent que la majorité des soluteurs d'insolubles expliquent leurs échecs par la confiance excessive envers l'expérimentateur et le souhait de lui faire plaisir.

Le lien significatif démontré entre le score de résolution de problèmes insolubles et celui de désirabilité sociale confirme donc la plausibilité voire même la pertinence de l'interprétation socio-cognitive des performances en résolution de problèmes insolubles que nous allons détailler plus tard.

En somme, ces données préliminaires ont permis de poser l'hypothèse d'un comportement de résolution de problèmes insolubles induit par la situation d'examen et par le positionnement social des sujets vis-à-vis de l'évaluateur.

Ceci fera l'objet du chapitre suivant dans lequel nous aborderons l'apport de « l'alliance socio-cognitive » dans l'analyse des performances en résolution de problèmes insolubles.

3. Approche psycho-sociale de la résolution de problèmes

La présence d'autrui implique nécessairement un traitement cognitif et affectif de l'information différent de celui qui serait réalisé si nous étions seuls. Ainsi, l'individu a souvent tendance à montrer une image positive de lui-même pour satisfaire un besoin d'approbation sociale.

En effet, les premières recherches portant sur l'approbation sociale ou encore la désirabilité sociale ont commencé dans les années cinquante dans le cadre de l'évaluation de la personnalité via l'inventaire de personnalité multiphasique de Minnesota (Lemaine, 1965).

Au début, la désirabilité sociale a été conçue comme une forme de biais qui apparait lorsque des personnes sont amenées à répondre à des questionnaires mettant en œuvre leurs perceptions. Au fil des années, plusieurs autres définitions ont été proposées afin de mieux cerner ce phénomène complexe en se basant sur plusieurs théories explicatives (Frenette, 1999).

La théorie de réponse aux items (Rasch en 1960) fût une autre méthode permettant ainsi une analyse plus fine des réponses générées par les sujets soumis à l'expérimentation. Ce genre de méthode est utilisé dans le cas d'exploration des traits de personnalité (estime de soi, affirmation de soi...), d'habiletés cognitives, des biais items/test, ou dans les travaux d'adaptation des tests.

Pour Millham et Jacobson (1978) le concept de désirabilité sociale est composé de deux facteurs distincts : l'attribution et le déni. En effet, un score élevé du facteur d'attribution signifie qu'une personne a tendance à s'attribuer des caractéristiques désirables sur le plan social. Toutefois, l'obtention d'un score élevé au niveau de la deuxième dimension signifie qu'une personne a plutôt tendance à ne pas s'attribuer des caractéristiques non valorisées au sein de la société. Ces deux facteurs adoptés par Millham (1974) permettent d'obtenir un score global évaluant la désirabilité sociale.

Enfin, la troisième approche théorique suggère que le concept de désirabilité sociale possèderait une structure bi-dimensionnelle composée des facteurs « Alpha » et « Gamma » (Block, 1965 ; Wiggins, 1964). Un score élevé au niveau du facteur « Alpha » signifie que de façon inconsciente la personne a tendance à fournir des réponses biaisées. Plusieurs échelles sont utilisées pour explorer ce type de comportement : l'échelle de désirabilité sociale d'Edwards (1957), l'échelle de répression-sensibilisation de Byrne (1961), l'échelle de facilitation-inhibition d'Ulhmann (1962) et l'échelle d'attitude à l'égard de l'administration d'un questionnaire de Meehl et Hathaway (1946). Toutefois, un score élevé au niveau du facteur « Gamma » montre que les personnes biaisent délibérément leurs réponses à un questionnaire (Edwards et al., 1962). Plusieurs échelles ont été proposées pour mesurer ce facteur. Citons à titre d'exemple l'échelle de désirabilité sociale de Wiggins (1959), la « Positive Malingering Scale » de Cofer et al., (1949) et le « Minnesota Multiphasic

Personality Inventory Lie Scale » de Meehl et Hataway (1946).

De nombreuses mesures de la tendance à répondre d'une manière socialement souhaitable ont été développées depuis la Seconde Guerre Mondiale (Paulhus, 2002). L'un des outils les plus couramment utilisés a été *l'échelle de la désirabilité sociale* de Crowne-Marlowe appelée aussi *échelle de besoin d'approbation* (Crowne & Marlowe, 1960). Elle est également considérée comme un des outils de l'étude de l'influence sociale, décrivant l'inclinaison d'une personne à répondre d'une façon favorable et acceptée par les autres, ce qui constitue un biais dans l'évaluation.

Étant des êtres sociaux par nature, les êtres humains ont tendance à rechercher un certain degré d'acceptation ou d'approbation sociale. La désirabilité sociale est l'un des principaux biais dans les tests de personnalité.

3.1. La désirabilité sociale : un concept clé

D'après Crown et Marlowe (1960), la désirabilité sociale est une tendance de l'individu à vouloir se présenter favorablement aux yeux de la société. Elle est caractérisée par l'envie manifestée par le répondant de profiter d'une évaluation positive auprès des personnes qui l'entourent. Nass et ses collègues (1999) expliquent que le biais de désirabilité peut être déclenché par deux facteurs : la nature des questions (sujets sensibles et/ou très personnels) et la présence d'un enquêteur. Cette dernière active l'existence de normes sociales dont il s'agit de ne pas s'éloigner.

Cette tendance à faire plaisir à autrui peut affecter les résultats des recherches. Elle est susceptible d'être déclenchée quand les sujets soumis à l'expérimentation sont appelés à répondre à des questionnaires ou des questions en se basant surtout sur leurs propres perceptions (Edwards, 1957 ; Scheirer, 1978 ; Webb et al., 1970). C'est pour cette raison que plusieurs chercheurs considèrent que les résultats obtenus à l'aide des questionnaires sont quelques fois peu valides et biaisés, étant entre autres affectés par la désirabilité sociale (Berger & Knol, 1990 ; Garfield, 1983 ; LeVois et al., 1981). En d'autres termes, la tendance à présenter des réponses reflétant quelque part une tendance à présenter une image favorable de soi à autrui (qui est évidemment l'expérimentateur dans ce cas).

En psychologie sociale, la désirabilité sociale est souvent associée à l'auto-présentation ou encore l'image projetée sollicitant des stratégies plus ou moins intentionnelles afin d'obtenir une approbation sociale.

Pour mettre en évidence ce type de phénomène, les chercheurs ont eu recours à

différents protocoles expérimentaux tels que celui d'auto-présentation (Jellison & Green, 1981) qui se résume ainsi : il s'agit de placer successivement les individus face à deux consignes différentes. Une consigne est dite « standard » où le sujet est invité à répondre aux questions posées le plus sincèrement possible. L'autre est une consigne d'auto-présentation normative où la réponse doit contenir une bonne image, positive, projetée de soi-même.

Viswesvaran et Ones (2001) démontrent à partir de ce protocole que les réponses des sujets varient selon les conditions. La différence est importante, elle est comprise entre un demi et trois écarts-types selon les scores des échelles.

Toutefois, la variation des réponses par le biais de la désirabilité sociale ne fait pas l'objet d'un consensus. Elle est importante pour certains (Hough et al., 1990), alors que pour d'autres elle est moins problématique (Rosse et al., 1998). Tout dépend de la nature des approches et des outils adoptés.

Récemment, des auteurs ont affirmé que la désirabilité sociale est très sensible à la situation dans laquelle l'individu est évalué (Congard et al. 2012 ; Juhel & Rouxel, 2005 ; Paulhus, 1984 ; Paulhus et al., 1995).

Afin de vérifier cette hypothèse, Juhel et ses collaborateurs (2005) ont effectué une étude auprès de 1026 participants dans le but d'évaluer l'effet du contexte de passation sur les réponses à partir d'un questionnaire informatisé de désirabilité sociale.

Pour ce faire, ils ont divisé leur échantillon en deux groupes et enregistré le temps de réponse à chacune des questions. Le premier groupe avait pour consigne d'effectuer un bilan de compétences tandis que le deuxième se trouvait en situation de recrutement.

Les résultats ont démontré que lorsqu'il s'agit d'un enjeu important pour les individus (situation de recrutement), les réponses de désirabilité sociale augmentaient et le temps de réponse entre chaque question diminuait et était moins variable. Les auteurs expliquent ce phénomène par le fait que, dans de telles situations (recrutement, entretien d'embauche), les individus « socialement adaptés » n'effectuent pas de contrôle sur les réponses socialement désirables, ils ne font que répondre automatiquement. En revanche, les personnes, dont la situation d'évaluation a un enjeu moins important (bilan de connaissance) réfléchissent plus, prennent plus de temps pour se questionner et apporter des réponses plus sincères. Par conséquent, les temps de réponse sont plus longs et plus variables d'un individu à l'autre dans de telles situations.

Congard et ses collaborateurs (2012) ont effectué une étude similaire. Ils ont divisé leur échantillon en deux groupes : l'un se trouvait face à un questionnaire en situation

standard (en savoir plus sur son profil de personnalité) et l'autre en situation normative (recrutement). Les résultats sont similaires à ceux présentés par Juhel et collaborateurs (2005) : les personnes ayant répondu à un inventaire de personnalité en situation de recrutement présentaient un profil nettement plus cohérent que leur profil initial et avaient donc « falsifié » les réponses au questionnaire afin d'être mieux perçus.

Pour résumer, selon plusieurs chercheurs, la désirabilité sociale se présente lorsqu'une personne, placée en situation d'entrevue ou d'évaluation, désire présenter à partir d'un questionnaire une image favorable d'elle-même (Crowne & Marlowe,1960 ; Frenette, 1999 ; Hathaway & Kinley, 1986 ; Roth et al., 1986 ; Tournois et al., 2000).

En outre, la désirabilité sociale est la tendance des individus à projeter une image favorable d'eux-mêmes pendant une interaction sociale. Pour ce faire, ces personnes auront généralement tendance à déformer les réponses en minimisant leurs défauts et en accentuant leurs qualités. Ainsi, elles auront tendance à répondre par l'affirmative aux énoncés ou aux traits valorisés par la société pour satisfaire un besoin d'approbation sociale (Crowne & Marlowe, 1960). Ce processus psychologique ou socio-psychologique peut s'exercer de façon implicite, sans le moindre accès à la conscience, comme il peut comporter une grande volonté consciente de manipuler son image aux yeux des autres.

Elle peut être perçue également comme un besoin d'approbation (Marlow-Crowne, 1960), comme une habileté sociale de type défensif (Paulhus & Reid, 1991) ou encore comme un acte plus au moins délibéré (Paulhus, 1984). Tout dépend de l'approche défendue par le chercheur et son champ d'application.

3.2. Résolution de problèmes et désirabilité sociale

Les comportements d'adhérence cognitive observés lors de la résolution de problèmes insolubles chez certains sujets de contrôle ont été assimilés à la « pression sociale » exercée par le contexte d'examen (Aubin et al., 1994 ; Le Gall et al., 1993a). L'hypothèse de la soumission des patients aux attentes de l'examinateur peut sembler pertinente dans l'interprétation de certains comportements de résolution, surtout pour les sujets « soluteurs d'insolubles » (Besnard, 2009).

La discussion de ces résultats en fonction des données de la littérature est impossible vu l'absence de recherches traitant cette interaction psycho-sociale auprès de la population adulte. Nous présenterons donc quelques études réalisées auprès de la population infantile.

Selon Schubauer et Ntamakiliro (1994), pour comprendre les motivations derrières la

réponse d'un élève face à une question impossible, il convient d'aborder les travaux mettant en évidence les effets du contexte sur la résolution de problèmes arithmétiques.

Nunes (1992) a montré que les stratégies de présentation des problèmes arithmétiques à résoudre, selon la forme orale ou écrite ou encore selon les lieux dans lesquels les problèmes ont été proposés (salle, classe, rue, domicile...), impactent significativement les performances des enfants. D'ailleurs, Perret-Clermont et al., (1991b) ont conclu que les réponses produites par les élèves interrogés en classe diffèrent significativement des réponses de ceux qui sont questionnés en dehors de la classe, c'est-à-dire dans une situation de face à face avec l'expérimentateur.

Dans le travail de Brossard et Wargnier (1993), dont le but était d'étudier le fonctionnement cognitif de l'élève en situation scolaire, deux variables ont été contrôlées : 1) le niveau de représentation sociale que l'élève élabore sur son maitre et sur soi-même en tant qu'écolier, lequel joue un rôle crucial de repérage dans les situations, et 2) le niveau didactique comportant les contenus et les stratégies didactiques des maitres. Les auteurs ont proposé également une distinction entre la tâche (les problèmes à résoudre) et le contexte (ensemble d'indices de l'environnement social importants ou non pour l'enfant).

Les résultats montrent que les élèves ayant un statut scolaire faible sont les plus sensibles à la prégnance du contexte manipulé expérimentalement par les maitres à travers les modifications des titres figurant sur les tâches proposées.

Plus récemment, Schubauer et al. (2018) ont conduit une étude auprès des élèves inscrits en 5ème et 6ème de classes élémentaires dans une école à Genève (n=22). Il s'agit d'un protocole expérimental comportant quatre types de tâches : tâche didactique académique, question complexe mais résolvable (calcul d'un héritage), problèmes sans solution (notion de surface) et un problème insoluble relatif à l'âge de la maitresse.

Pour les problèmes sans solution, tous les élèves ont fait appel à l'une des opérations arithmétiques apprises à l'école, en composant les quantités de l'énoncé. Seize élèves ont eu recours à une opération de type multiplication, deux ont utilisé la division, deux autres ont privilégié la soustraction et enfin deux élèves ont fait l'addition des données proposées. Quant aux problèmes absurdes, seize élèves ont résolu le problème par le recours à des opérations additives, trois élèves ont répondu « impossible » et trois autres ont rendu une feuille blanche.

L'analyse des résultats plaide en faveur d'une hétérogénéité des performances des sujets « soluteurs » de problèmes insolubles : des élèves qui justifient leurs calculs en tenant un discours

témoignant du rejet des problèmes ou du moins des doutes quant à la pertinence des calculs ou par rapport à la nature des tâches, des élèves qui refusent d'emblée ces questions et les considèrent comme impossibles, et d'autres qui fuient la tâche en rendant une feuille blanche.

Les auteurs concluent que la résolution de problèmes insolubles est une tâche complexe puisqu'elle nécessite non seulement les connaissances adaptées à la résolution, mais elle dépend également de l'analyse du contenu des énoncés, de la définition des attentes de l'expérimentateur et du sujet lui-même, et plus particulièrement de la capacité de s'exprimer publiquement et refuser un contenu impossible. Pour réussir la tâche, l'enfant doit non seulement détecter l'anomalie mais aussi prendre la décision du rejet, ce qui rend la tâche plus difficile pour eux.

Les réponses aux problèmes insolubles sont donc influencées par une sorte de " cogitation " entre les opérations cognitives, la situation de l'interaction et le cadre institutionnel de référence.

Ceci correspond également aux propos de Brissiaud (1988) qui considère que la résolution des problèmes insolubles est une activité complexe reposant sur deux types de performances : 1) tester l'adéquation des moyens (anticiper la réponse et la comparer avec le but) et 2) tester l'adéquation du résultat (comparer la réponse calculée avec le but à atteindre).

Selon cet auteur, la réussite dans cette tâche dépend de deux facteurs : les connaissances de la formulation d'un bon énoncé (où toutes les informations nécessaires figurent) et la personnalité du sujet qui exprime entre autres son degré d'inclinaison par rapport à l'énoncé. Ceci explique d'ailleurs quelques comportements de résolution où l'enfant se déclare incompétent au lieu de remettre en cause la tâche même.

En effet, l'ensemble de ces résultats s'inscrit dans la lignée des travaux de Carraher et al., (1985, 1987), Lave (1988), Reed & Lave (1981) qui plaident en faveur de l'importance des dimensions contextuelles et culturelles dans l'émergence des stratégies cognitives dans le traitement des problèmes arithmétiques.

Au final, nous pouvons conclure qu'une bonne articulation entre le niveau psychologique et le niveau social permettrait d'expliquer au mieux ces comportements de résolution parfois assez surprenants, c'est dans le sens d'une interaction que nous devons aborder les choses et non de leur cloisonnement.

Deuxième partie

Contributions expérimentales

CHAPITRE 3 -Problématique et méthodologie de la recherche

1. Problématique

La neuropsychologie de la résolution de problèmes numériques reste un domaine peu exploré par les chercheurs ; Luria et Tsvetkova (1967) sont considérés comme les précurseurs dans ce domaine. Ces auteurs ont souligné l'absence de contrôle des solutions ainsi que l'adhérence aux données du problème pour contribuer à l'étude de l'adhérence cognitive. Ces auteurs ont également montré que les patients frontaux présentaient une tendance à traiter de façon linéaire ou fragmentaire les données de l'énoncé.

Afin d'explorer ces manifestations, ils ont étudié les réponses des patients en élaborant une hiérarchisation des niveaux de difficulté des items par la complexification des algorithmes de résolution des problèmes arithmétiques. Les résultats révèlent que les patients frontaux se montrent très fragiles et même déficitaires quand la résolution des problèmes paraît plus complexe et nécessite la combinaison de plusieurs opérations. Ceci constitue la première forme d'« adhérence cognitive ». Rappelons que ce déficit observé n'est pas expliqué par un trouble du calcul, mais bien de composition de l'algorithme de résolution.

Dans la même approche, Le Gall et al. (1993a) et Aubin et al. (1994) ont examiné les notions définis par Luria et Tsvetkova (1967) relatifs à l'absence de contrôle des réponses et l'adhésion au matériel pour définir un nouveau concept, celui d'« adhérence cognitive ».

Ainsi, ils ont considéré qu'une sensibilité aux éléments incongrus peut se distinguer de la dépendance des patients décrite par Luria et Tsvetkova (1967).

Sur la base des travaux menés par Baruch (1985), les chercheurs angevins (Aubin et al., 1994 ; Besnard 2009 ; Besnard et al., 2014 ; Le Gall et al., 1993a) ont élaboré un protocole spécifique pour vérifier ces performances en résolution des problèmes insolubles dans l'objectif de mettre en évidence une difficulté de positionnement à l'égard des données de l'énoncé, c'est-à-dire un comportement d'adhérence « cognitive » à la consigne.

Pour ce faire, ils ont intégré des échantillons plus larges et incluant plusieurs types de lésions à diverses étiologies, en comparant des patients frontaux et postérieurs à des participants du groupe témoin. Les patients frontaux étaient à chaque fois les plus déficitaires par rapport aux postérieurs qui se distinguaient eux même des témoins.

Dans la même optique et à travers cette présente recherche, nous avons été les premiers à essayer de dupliquer, en contexte tunisien, les résultats de l'équipe angevine. Comme nous l'avons déjà évoqué, les résultats révèlent que la majorité des participants témoins examinés ne montrent pas de problèmes particuliers au niveau de la résolution de problèmes solubles. Toutefois, une majorité (60%) de ces sujets résout la plupart des problèmes insolubles. Ces performances semblent sensibles aux situations de l'examen et la position du chercheur. Ainsi, résoudre un problème insoluble n'est pas consécutif à un problème exécutif, mais plutôt explique le souhait du sujet soumis à l'expérimentation de répondre aux questions pour faire plaisir à l'expérimentateur, réponse qui lui permet d'être socialement accepté et même désiré, selon lui (Souissi, 2013).

Ces données semblent en contradiction par rapport aux données recueillies auprès des sujets français sains, qui se montrent en mesure de récuser tous les problèmes insolubles (seulement 4% des témoins résolvaient les problèmes insolubles, d'après Besnard, 2009). Signalons que la résolution de problèmes insolubles a été considérée comme pathognomonique de la pathologie frontale (Aubin et al., 1997 ; Besnard, 2009 ; Besnard et al., 2014 ; Le Gall et al., 2003).

Les performances semblent donc hétérogènes d'une culture à une autre. Cette variable modifie visiblement l'expression de la symptomatologie clinique puisque certains sujets tunisiens du groupe de contrôle présentent une tendance accrue à la désirabilité sociale, un « symptôme » qui ne se présente pas chez les sujets français. Répondre aux problèmes insolubles constitue donc une situation particulière qui transforme cette activité définie comme cognitive en activité sociale en fonction du contenu et des attentions de chacun.

Cela rejoint l'idée de Berry (2002) qui postule que les processus cognitifs sont communs à tous les sujets quel que soit l'environnement. C'est selon les caractéristiques de la situation que ces processus cognitifs vont se développer différemment et aboutir à des profils différents, des styles différents de capacités cognitives.

Le rôle de la culture et les variables culturelles plus précisément semblent donc prépondérantes pour expliquer la différence des comportements cliniques.

Triandis et Gelfland (1998) appuient ce constat et postulent que l'orientation culturelle module la façon avec laquelle les personnes interagissent avec autrui et avec le contexte d'évaluation. Ainsi, les personnes de cultures collectivistes, contrairement à celles de cultures individualistes, se décrivent comme faisant partie des groupes sociaux et ont tendance à se

concentrer sur le contexte plus que sur le contenu lors des interactions sociales.

Kitayama et al., (2002) ont également montré à travers une tâche de perception spatiale que la dépendance au contexte général de l'information diffère selon les spécificités culturelles.

En somme, l'ensemble des données présentées précédemment nous amènent à poser plusieurs questions qui se résument ainsi :

1. *Existent-ils des liens entre l'activité de résolution de problèmes solubles et les indices exécutifs tel qu'ils sont objectivés dans la littérature angevine ?*
2. *Comment peut-on interpréter le comportement de résolution de problèmes insolubles chez les tunisiens ? Qu'est ce qui fait qu'ils se comportent de la sorte ? Est-il aussi valable pour les sujets sains que les patients cérébrolésés ?*
3. *Quel est le rôle des variables socioculturelles dans l'interprétation de ces comportements de résolution de problèmes insolubles ?*
4. *Quel est l'apport (qu'il soit théorique et/ou clinique) de l'étude de la résolution de problèmes en contexte tunisien ?*

2. Objectifs et hypothèses

Notre objectif principal est d'étudier les performances de résolution de problèmes solubles et insolubles auprès des sujets tunisiens sains comparés à des patients porteurs de lésions frontales et postérieures.

Par conséquent, cette recherche aura plusieurs visées. D'une part, nous nous intéresserons aux liens potentiels entre les fonctions exécutives et la résolution de problèmes arithmétiques auprès de la population tunisienne saine et pathologique. D'autre part, nous tenterons d'examiner la notion d'« adhérence cognitive » dans ses différents aspects relatifs à la formulation de l'énoncé et l'impact du niveau de difficulté sur les performances en résolution de problèmes solubles d'un côté et l'acceptation des items insolubles proposés de l'autre côté.

Par ailleurs, l'aspect culturel sera pris en considération afin de mieux expliquer les résultats obtenus au niveau de la résolution des problèmes insolubles. Nous explorerons donc le lien établi entre la résolution de problèmes numériques insolubles et les aspects socio-culturels à savoir la désirabilité sociale, l'orientation culturelle et la dépendance au contexte général chez les sujets sains et patients.

Ainsi, nous formulons les hypothèses suivantes :

- S'agissant de la première forme d'adhérence cognitive, nous suggérons que la résolution de problèmes solubles dépend de l'efficience des fonctions exécutives surtout quand il s'agit des problèmes d'ordre complexe (Allain, 2005 ; Besnard et al., 2014). Nous nous attendons à ce que le score de résolution de problèmes solubles soit corrélé aux fonctions exécutives.

Les participants du groupe témoin, en comparaison avec les patients, seront les plus compétents à résoudre des problèmes numériques même les plus complexes. Ainsi, les sujets tunuisiens sains présenteront donc un score de réussite en résolution des problèmes solubles supérieur à celui obtenu par les patients cérébrolésés.

Les patients dysexécutifs (qu'ils soient frontaux ou postérieurs) devront aussi montrer des difficultés au niveau de la mise en place des algorithmes de résolution de problèmes qui dépendra elle-même du niveau de difficulté des items proposés. L'élaboration d'algorithme de résolution sera donc liée aux capacités exécutives, plus particulièrement la planification cognitive.

De plus, le nombre d'échec portant sur les problèmes solubles du troisième niveau de difficulté (résolution à trois opérations) sera plus important chez les patients en comparaison avec les participants du groupe témoin qui prouveront moins de difficulté.

- Quant à la deuxième forme d'adhérence cognitive, nous formulons l'hypothèse selon laquelle seuls les patients porteurs de lésions postérieures seront en mesure de contester les propositions aberrantes que constituent les problèmes insolubles, perturbation qui *a priori* spécifique de la symptomatologie frontale (Allain et al., 2005, 2008 ; Aubin et al., 1994 ; Besnard et al., 2014 ; Le Gall et al., 1993a, 2001).

Le score relatif à la résolution de problèmes insolubles sera donc plus important chez les patients frontaux, en comparaison avec les sujets sains et les patients porteurs de lésions postérieurs qui envisageront moins de solutions proposées à ces problèmes.

- Troisièmement, en ce qui concerne l'explication socio-cognitive des performances en résolution de problèmes insolubles, nous nous attendons à ce que les performances de tous les participants (sains et patients) décrits comme « soluteurs d'insolubles » soient expliquées par les variables sociocognitives et culturelles.

D'une part, la résolution de problèmes insolubles s'expliquera par le souhait d'approbation

sociale (Souissi, 2013). Le score total de désirabilité sociale sera donc plus important chez ces sujets soluteurs d'insolubles en comparaison avec les autres contestant les mêmes problèmes.

D'autre part, les sujets « soluteurs d'insolubles » seraient dépendants du contexte d'évaluation. Dépendance qui porte plus particulièrement sur le contenu des problèmes insolubles (Kitayama et al., 2003). Le score obtenu lors de la tâche relative au contexte sera donc supérieur à celui obtenu à la tâche absolue chez tous les participants résolvant les problèmes insolubles.

De plus, la résolution de problèmes insolubles pourrait être expliquée par une tendance culturelle collectiviste justifiant le souhait d'approbation sociale chez ces « soluteurs d'insolubles » (Triandis et Gelfland,1998). Ainsi, chez ces sujets, le score relatif aux items de l'orientation culturelle collectiviste sera donc supérieur à celui de l'orientation culturelle individualiste.

3. Méthode

3.1. Population

Trois groupes de participants ont été examinés dans le cadre de cette recherche (n=116) répartis comme suit : 84 sujet sains, 21 patients porteurs de lésions frontales et 11 patients présentant des lésions cérébrales postérieures.

Tous les participants (sains et patients) sont de nationalité Tunisienne et ont fait preuve d'un consentement libre et éclairé (voir annexe A). Ils ont tous suivi une scolarité sans particularité d'une durée minimale de 3 ans (réussis) permettant ainsi de lire les énoncés, répondre par écrit et faire le calcul nécessaire.

Les participants du groupe témoin sont tous de bonne santé (annexe B) et sans antécédents neurologiques et/ ou psychiatriques.

Quant aux patients, les critères d'exclusion ont visé plusieurs aspects de l'évaluation neuropsychologique. Tous les patients ne présentent pas de troubles sensoriels et moteurs trop invalidants. Ainsi, ils sont tous exempts de troubles phasiques majeurs (d'expression et/ou de compréhension) susceptibles d'entraver la compréhension des consignes ou encore la production écrite des réponses.

De plus, qu'ils soient jeunes ou âgés, tous les participants doivent faire preuve d'un bon état cognitif général (MMSE ≥26).

3.1.1. Participants du groupe témoin. 84 sujets tunisiens ont participé à cette étude : 52 hommes et 32 femmes. L'âge moyen des hommes était égal à 43.46 ans (écart-type=11.37 ; étendue= 19-80), le niveau scolaire moyen était égal à 12.30 ans (écart-type=3.69 ; étendue=6-19) et le score moyen au MMSE était égal à 29.67 (écart-type=0.61 ; étendue=28-30). Notons que le niveau scolaire est égal au nombre des années de scolarité réussies.

Pour les femmes (n=32), l'âge moyen était égal à 41.96 ans (écart type=14.30 ; étendue= 22-79). Le niveau scolaire moyen était égal à 12.40 ans (écart-type= 3.95 ; étendue= 6-18), et le score moyen au MMSE était égal à 29.81 (écart-type= 0.47 ; étendue= 28-30).

3.1.2. Patients porteurs de lésions frontales. Il s'agissait d'un groupe composé de 21 patients (14 hommes et 7 femmes). L'âge moyen était de 42.04 ans (écart-type=13.25 ; étendue=20-62). Le niveau moyen d'éducation était de 9.28 ans (écart-type=3.56 ; étendue=3-17) et le niveau moyen au MMSE était de 28.90 (écart-type=1.26 ; étendue=26-30). Le délai post-lésionnel était de 11.71 mois (écart-type=10.98 ; étendue=3-40).

Les lésions étaient d'origine traumatique (n=5) et tumorale (n=16). Elles impliquent les régions frontales (dont 11 sont des lésions frontales focales) mais s'étendent même au-delà vers d'autres régions notamment pariétales et temporales.

Les données démographiques, cliniques et lésionnelles figurent dans le tableau 1.

3.1.3. Patients porteurs de lésions postérieures. Ce groupe était composé de 11 patients (6 hommes et 5 femmes). L'âge moyen était de 39.27 ans (écart-type=10.80 ; étendue=21-57). Le niveau scolaire moyen était de 9 ans (écart-type=2.82 ; étendue=5-14) et le niveau moyen au MMSE était de 29.27 (écart-type=0.64 ; étendue=28-30). Le délai post-lésionnel était de 6.90 mois (écart-type=3.26 ; étendue=3-13).

Les sujets étaient porteurs de lésions tumorales (n=7) et traumatiques (n=4).

Les données démographiques, cliniques et lésionnelles sont exposées en détail dans le tableau 2.

Nous avons opté pour la méthode proposée par Damasio et Damasio (1989) pour représenter les différentes lésions frontales (voir annexes C et D). Les autres lésions notamment temporales et pariétales ont été également repérées selon une autre cotation adoptée par les neurochirurgiens (Voir annexes E et F). L'ensemble des foyers lésionnels est schématisé par un neurochirurgien de l'hôpital de Ben Arous en se référant aux données de l'imagerie. Ainsi, toutes les lésions ont été identifié à l'aide de l'imagerie par résonnance magnétique (IRM) et le CT Scan.

Tableau 1 : *Données démographiques, cliniques et lésionnelles des patients porteurs de lésions frontales*

Noms	Genre	Âge	Niveau scolaire	Etiologies	Site lésionnel	MMSE	FAB	Délai lésionnel	Score de Glasgow
J.B.A	F	53	6	Tumorale	Lésion frontale G	26	13	6	15
A.N	H	62	17	Tumorale	Lésion frontale bilatérale	27	14	5	15
M.A	F	33	16	Traumatique	Contusion hémorragique préfrontale D	30	15	6	15
F.F	F	34	10	Tumorale	Tumeur frontale D	30	12	4	15
M.F	H	26	11	Traumatique	Plaie cranio-cérébrale frontale G	29	18	4	15
J.B.A	F	54	6	Tumorale	Méningiome frontal G	26	18	7	15
Y.H	F	27	9	Tumorale	Tumeur frontale intra frontal D	29	16	6	15
M.H.T	F	59	9	Tumorale	Méningiome fronto-pariétal G	29	15	7	15
A.M	H	22	7	Tumorale	Plaie cranio-cérébrale fronto-temporale G	29	14	9	15
M.N.B.S	H	56	6	Tumorale	Tumeur fronto-pariétale G	28	10	16	15
S.A	H	49	9	Tumorale	Méningiome frontal D	30	17	6	15
Z.M	H	36	6	Traumatique	Contusion hémorragique frontale D	29	17	10	15
R.B.H.M	H	25	7	Traumatique	Hématome sous-durale fronto-temporale G	30	17	11	14
M.Az	H	45	3	Tumorale	Tumeur gliale frontale G	29	15	32	15
S.H	F	36	9	Tumorale	Méningiome frontale D	30	15	4	15
M.F	H	48	6	Tumorale	Tumeur gliale frontale D	30	17	12	15
J.B	H	57	13	Tumorale	Tumeur frontale G	30	18	3	15
M.B	H	20	13	Traumatique	Contusion fronto-pariétale D	30	18	6	15
H.B	F	54	9	Tumorale	Tumeur frontale D	29	16	3	15
R.A	H	47	13	Tumorale	Tumeur frontale D	29	15	12	15
T.B.M	H	40	10	Tumorale	Méningiome fronto-pariétal G	28	17	40	15

H =Hommes ; **F**=Femmes ; **D**=Droit ; **G**=Gauche ; **MMSE**= Mini Mental State Examination ; **FAB**= Frontal Assessment Battery.

Tableau 2 : *Données démographiques, cliniques et lésionnelles des patients porteurs de lésions postérieures*

Noms	Genre	Âge	Niveau scolaire	Etiologies	Site lésionnel	MMSE	FAB	Délai lésionnel	Score de Glasgow
S.B	F	36	6	Tumorale	Tumeur pariétale G	29	13	7	15
A.L	H	32	14	Traumatique	Hématome sous-durale pariéto-temporal bilatéral	30	17	10	14
W.G	F	21	9		Tumeur temporale D	30	17	3	15
K.B.K	H	42	5	Traumatique	Plaie cranio-cérébrale pariétale G	30	12	5	5
T.M	H	49	11	Tumorale	Processus expansif intra axial temporal D	29	14	2	14
H.B	H	57	7	Tumorale	Tumeur pariétale D	28	15	3	15
W.K	F	53	9	Traumatique	Plaie cranio-cérébrale pariétale G	29	18	7	15
S.A	F	44	13	Traumatique	Plaie cranio-cérébrale pariétale G	29	18	4	15
M.G	H	35	7	Traumatique	Contusion pariétale G	30	17	13	15
I.M	F	33	10	Tumorale	Méningiome temporal D	29	16	6	15
R.B.A	H	30	8	Traumatique	Hématome Temporo-pariétale D	29	17	7	15

H =Hommes ; **F**=Femmes ; **D**=Droit ; **G**=Gauche ; **MMSE**= Mini Mental State Examination ; **FAB**= Frontal Assessment Battery.

3.2. Matériel

L'objectif principal de cette étude est d'examiner les performances de résolution des problèmes numériques en s'intéressant aux deux formes d'adhérence cognitive définies précédemment.

Ainsi, afin d'examiner nos hypothèses de travail et dans le souci de dupliquer les résultats de l'équipe angevine dans ce contexte tunisien, nous avons procédé à une évaluation des fonctions exécutives susceptibles d'interférer avec les performances de résolution des problèmes telles qu'elles sont évaluées par Besnard (2009) et justifiées par les données de la littérature. Ceci permettra plus tard une comparaison transculturelle des données recueillies auprès des deux populations française et tunisienne.

Nous allons donc confronter le score relatif à la résolution de problèmes solubles aux scores relatifs à la planification et l'inhibition cognitives. Le score de résolution de problèmes insolubles sera aussi confronté aux différents indices socioculturels à savoir la désirabilité sociale, l'orientation culturelle et la dépendance au contexte.

Signalons que d'autres mesures ont été également assurées notamment de la compréhension, la dépression, la mémoire de travail verbale et visuospatiale, la flexibilité cognitve, la double tâche de Baddeley, etc afin d'évaluer l'efficience cognitive et exécutive générale. Néanmoins, nous présenterons dans cette partie uniquement les épreuves qui permetteront de répondre à nos hyothèses principales de travail.

3.2.1. Le protocole de résolution de problèmes numériques. Nous avons utilisé des problèmes arithmétiques qui respectent une hiérarchie de difficulté à l'instar des travaux de Luria et Tsvetkova (1967). Nous utilisons une version tunisienne adaptée (Souissi, 2012) en nous référant au protocole de base disponible en langue Française (construit par l'équipe du laboratoire angevin).

En référence à ces auteurs et à la suite de Fasotti et al. (1992), trois niveaux de difficulté ont été proposés, répartis selon deux degrés suivant la formulation du problème (présence/absence de conflit) (voir Encart 1). Au total, 12 problèmes solubles ont été pris en compte, soit 4 problèmes par niveau de difficulté. Pour chacun des niveaux, les problèmes se divisent en deux catégories : 2 problèmes « simples » (absence de conflit) et 2 problèmes « à conflit » (formulation incitant le sujet à effectuer l'opération inverse). Signalons que ce protocole est issu des travaux angevins (Aubin et al., 1997).

Encart 1 : les niveaux de difficulté des énoncés du protocole de résolution de problèmes

- Le premier niveau se composait de 4 problèmes construits sur le mode a+(a+b) = x, dont la résolution nécessite deux opérations. Exemple de problèmes simple « Pierre a 20 euros, son frère a 5 euros de moins. Combien ont-ils à eux deux? » et à conflit : « Maxence a 7 pommes, il en a deux de moins que Camille. Combien de pommes ont-ils en tout ? »

- Le second niveau comprenait 4 items résolus en 3 opérations, selon l'algorithme a+(a-b)+(a+c) = x. Exemple de problème simple « Un wagon non-fumeur contient 50 voyageurs. Dans le wagon fumeur, il y a 30 voyageurs de moins que dans le wagon non-fumeur. Le wagon restaurant compte 15 voyageurs de plus que le wagon non-fumeur. Combien y a-t-il de voyageurs en tout dans ces trois wagons ? » et à conflit : « Jérôme a 22 billes. Il en a 3 de moins que Stéphanie. Sophie a 6 billes de moins que Jérôme. Combien ont-ils de billes à eux trois? ».

- Le troisième niveau était constitué de 4 problèmes construits sur le mode a+(a+b)+[(a+(a+b))-c] = x, résolus en 4 opérations. Exemple de problème simple « Dans un bouquet A, il y a 19 fleurs. Dans le bouquet B, il y a 7 fleurs de moins que dans le bouquet A. Le bouquet C compte 8 fleurs de plus que les bouquets A et B réunis. Combien de fleurs y a-t-il en tout? » et à conflit : « Dans le port du Havre, il y a 340 bateaux, soit 70 bateaux de plus que dans le port de Brest. Le port de Dieppe compte 100 bateaux de moins que dans ces deux ports réunis. Combien y a-t-il de bateaux en tout ? ».

Les problèmes insolubles ont été construits en respectant les principes de cohérence sémantique (les éléments de l'énoncé sont compatibles entre eux) et de plausibilité numérique (il est possible d'effectuer une opération simple pour parvenir à un résultat cohérent avec la question). Au total, 6 problèmes insolubles ont été construits et chaque question renvoie à l'âge d'un personnage.

Pour chacun des 18 problèmes du protocole, il était demandé au sujet de lire l'énoncé à haute voix, puis d'écrire les opérations nécessaires à la résolution.

La passation n'était pas limitée dans le temps, mais a pu s'effectuer en plusieurs séances, en fonction de la fatigabilité des sujets.

***Indices* :**

- Score de réussite en résolution de problèmes solubles (/12)
- Score de résolution de problèmes insolubles (/6)

Cotation :

L'analyse de l'ensemble des performances en résolutions de problèmes numériques a été effectuée à partir des évaluations quantitatives et qualitatives des réponses fournies.

Pour les problèmes solubles, le score de résolution correspond au nombre des problèmes correctement réalisés (maximum=12). Quant au score de résolution de problèmes insolubles, il

correspond au nombre de solution proposée à ces problèmes (problèmes insolubles résolus).

Par ailleurs, en se référant aux données de la littérature (Besnard, 2009 ; Besnard et al., 2014), nous avons repéré 3 types d'échecs portant sur la résolution de problèmes solubles :

- Le premier type correspond à *une erreur de calcul* : l'élaboration de l'algorithme de résolution est efficiente alors que la réalisation de (s) opération(s) pose problème ;
- Le deuxième type renvoie à la *difficulté d'élaboration de l'algorithme de résolution* : contrairement au premier type d'erreur, les calculs sont correctement effectués mais la mise en place des opérations nécessaires à la résolution est déficiente. L'échec de résolution relative à l'omission d'une ou plusieurs opérations figure aussi dans ce second type d'erreur ;
- L'échec de troisième type correspond à *la résolution de problèmes à conflit* : le sujet est induit en erreur par la façon avec laquelle sont présentés les énoncés.

S'agissant de problèmes insolubles, il renvoie au nombre de problèmes auxquels le participant propose des solutions.

Pour compléter ces analyses, nous avons opté pour une interprétation qualitative des réponses basée sur l'analyse des données contextuelles ou encore « l'analyse du contenu » tout en tenant compte de l'ensemble des justificatifs fournis par les « soluteurs » d'insolubles.

Cette méthode a été utilisée par Berelson (1952), son fondateur, qui la définit comme « *une technique de recherche visant la description objective, systématique et quantitative du contenu manifeste de la communication* ».

En effet, toutes les données fournies seront notées, traitées et regroupées pour être ensuite retranscrites et codées selon plusieurs paramétres (fréquence, pertinence, liens sémantiques).

Cette retranscription des données consiste à faire un inventaire des informations recueillies et les mettre sous forme de texte par écrit. Ce texte est appelé "verbatim" et représente ainsi les données brutes reçues. Cette retranscription organise donc les informations pour qu'elles soient prêtes et surtout accesibles à l'analyse ultérieurement (Auerbach & Silverstein, 2003).

L'étape suivante serait de coder les réponses selon une grille. Néanmoins, dans cette étude, la grille n'était pas définie au préalable, il s'agit plutôt d'une procédure ouverte et inductive où les catégories d'analyse sont issues des observations et c'est à partir des verbatim que la grille sera élaborée.

L'analyse sera donc conduite à la main (sans logiciel) selon la démarche de l'analyse du contenu par itérations articulant l'ensemble de réponses, les verbatims.

Cette technique a été utilisé par Besnard (2009) et Besnard et al., (2014) dans le contexte angevin. Le recours aux mêmes méthodes de cotation permettra ensuite de faire des comparaisons transculturelles des performances basées sur les mêmes indices.

Cinq types de comportement de résolution de problèmes insolubles sont donc définis:

- Rejet total : le sujet détecte le caractère insoluble des items et les récuse immédiatement et sans hésitation ;
- Résolution partielle : quelques items insolubles sont résolus (1 ou 2 au maximum) puis le sujet change de comportement, en déclarant avoir repéré le caractère insoluble des items et récuse donc les suivants ;
- Résolution non argumentée : le nombre de problèmes insolubles résolus dépasse la valeur seuil pathologique (score cut-off définis à partir de la méthode de percentiles d'Efron) et aucune justification n'est fournie. Le sujet se montre incapable de déceler le caractère insoluble des items et peut même aller jusqu'à douter de la cohérence des exercices proposés ;
- Résolution argumentée : le nombre de problèmes insolubles résolus se situe au-delà du score cut-off et le sujet tente de proposer des résultats cohérents avec la question tout en argumentant ses réponses. Tout problème rencontré s'explique selon lui par une incompétence mais aucune critique n'est adressée quant à la nature des items proposés ;
- Résolution totale : les items aberrants sont acceptés et résolus sans le moindre rejet ou critique. Le sujet n'éprouve aucun sentiment d'étrangeté ou de critique vis-à-vis ces items traités au même titre que les problèmes solubles.

3.2.2. Evaluation de la planification : La tour de Londres. Cette épreuve a été développée par Shallice (1982) afin d'évaluer les capacités de planification. Cette épreuve constitue pour le sujet une exposition à des situations non routinières, proposant des problèmes de différents niveaux de complexité.

Le matériel est constitué de deux supports identiques en bois (l'un pour l'examinateur et l'autre pour le participant), portant chacun trois boules de couleurs différentes (jaune, rouge et bleu). A chaque essai, les boules sont placées dans une position prédéterminée sur les tiges du support ″ sujet ″ et dans une autre position prédéterminée sur les tiges du support de l'expérimentateur.

La tâche du sujet consiste à changer l'emplacement des boules disposées sur son support afin de reproduire dans le minimum de temps et de mouvements l'emplacement des boules présentées sur le support de l'expérimentateur.

Au total, pour cette version adaptée, l'épreuve utilisée comporte 12 problèmes à différents niveaux de difficulté. La résolution nécessite la mise en place des mouvements variant de 3 à 6 mouvements.

Indices et cotation :

- Le temps total d'exécution
- Le temps de latence (temps écoulé entre la fin de la consigne et le premier mouvement effectué par le sujet)
- Le nombre de mouvements effectués par le sujet pour arriver au modèle souhaité
- Le nombre de bonnes réponses, qui respectent le nombre minimum de mouvement

3.2.3. Évaluation de l'inhibition mentale : le test de " Stroop ". Le test de Stroop évalue les capacités d'inhibition de processus automatiques. C'est une adaptation du test original de Stroop (1935) avec trois cartes " Dénomination, Lecture et Interférence ".

Dans la version arabe adaptée, nous utilisons une version du Stroop formée de 4 cartes " Dénomination, Lecture, Interférence et Flexibilité " (Bohnen et al., 1992 ; version adaptée en langue arabe par (Bouaziz et al., 1995).

- *Carte de dénomination :* le sujet doit dénommer le plus rapidement possible les trois couleurs des rectangles en travaillant par ligne de droite à gauche.

- *Carte de lecture de noms de couleurs :* le sujet doit lire le plus rapidement possible les noms de couleurs (écrits en noir).

- *Carte d'inhibition :* le sujet ne doit pas lire les mots mais dire dans quelle couleur ils sont écrits. Autrement dit, nommer la couleur d'impression.

- *Carte de flexibilité :* le sujet doit alterner entre le processus de lecture et le processus de dénomination. Il s'agit de nommer la couleur d'impression des mots, mais si le mot se trouve dans un rectangle le sujet doit inhiber la dénomination et lire le mot tout simplement.

Indices relevés :

– Le temps d'exécution relatif aux trois cartes présentées

– Indice d'inhibition = Temps à la carte d'interférence – Temps à la carte de

dénomination / Temps à la carte d'interférence + Temps à la carte de dénomination

– Indice de flexibilité = Temps à la carte de flexibilité – Temps à la carte d'interférence / Temps à la carte de flexibilité + Temps à la carte d'interférence

– Les différents types d'erreurs : les erreurs auto-corrigées et les erreurs non corrigées.

3.2.4. Évaluation des compétences socio-culturelles. Rappelons que le comportement de résolution chez certains « soluteurs » de problèmes insolubles ne semble pas justifié par des troubles cognitifs (Souissi, 2012, 2013). De plus, compte tenu des données recueillies lors de l'analyse qualitative, nous proposons des épreuves spécifiques évaluant la sphère socio-culturelle dont la contribution semble pertinente pour expliquer ce comportement inattendu.

3.2.4.1. L'échelle de la désirabilité sociale, version arabe. Utilisée pour évaluer la tendance de chacun à donner une image favorable de soi dans le cadre des interactions sociales.

En effet, parmi les instruments disponibles qui permettent d'évaluer la désirabilité sociale, l'échelle de désirabilité sociale de Marlowe-Crowne (MCSDS ; Crowne & Marlowe, 1960) a été la plus fréquemment utilisée dans les protocoles cliniques et de recherche (Beretvas et al., 2002). Plusieurs caractéristiques de la MCSDS en font un instrument attrayant pour la recherche et les applications cliniques. L'outil a fait l'objet de recherches approfondies, et est utilisé dans plus de 1000 articles et mémoires (Beretvas et al., 2002). Il a été normé et jugé fiable dans les évaluations médico-légales (Andrews & Meyer, 2003), utilisé comme une mesure de l'auto déclaration des patients souffrants de douleurs chroniques (DeShields et al., 1995). C'est un instrument d'auto-évaluation qui peut être facilement et rapidement administré, avec une validité et une fidélité acceptables (Davis & Cowles,1989 ; Loo & Thorpe, 2000).

La version originale de l'échelle (Crowne & Marlowe, 1960) est composée de 33 items, utilisant un choix forcé comme mode de réponse sous forme de vrai ou faux pour chaque question. Les scores varient de 0 (désirabilité sociale faible) à 33 (désirabilité sociale élevée). Il dispose de deux facteurs : attribution (18 items) et déni (15 items).

Dans ce présent travail, nous avons utilisé une version tunisienne abrégée (Souissi, 2013). Les modifications portent sur le nombre d'items constitutifs de chaque facteur et le

nombre total des items (en se basant sur les données d'adaptation psychométrique). Ainsi, les scores varient de 0 (désirabilité sociale faible) à 11 (désirabilité sociale élevée), répartis sur deux facteurs à savoir l'attribution (8 items) et le déni (3 items).

Indices :

- Score d'attribution (/8 points)
- Score de déni (/3 points)
- Score général de désirabilité sociale (/11points)

Cotation :

Dix-huit items abordant la propension d'un individu à approuver des situations et/ou des comportements approuvés socialement (ex : « Je n'ai jamais hésité à changer ma façon d'aider quelqu'un en difficulté ») et quinze items forment la sous-échelle de déni, qui traite de la tendance à nier des situations et/ou des comportements socialement désapprouvés (ex : « Il y a eu des moments où j'ai été très jaloux de la bonne fortune d'autrui »).

Nous avons utilisé une version tunisienne adaptée par Souissi (2013).

3.2.4.2. La tâche de Framed-Line Test ou test de lignes-cadres. C'est une tâche non chronométrée qui sert à évaluer la dépendance au contexte de l'information. L'idée ici vient de l'hypothèse selon laquelle l'intégration du contexte de l'information dépend de la culture des personnes soumises à l'expérimentation. Kitayama et al. (2000) montrent que les sujets asiatiques sont plus capables d'incorporer le contexte de l'information alors que les sujets issus de la culture nord-américaine ignorent complètement ce contexte.

Pour évaluer ces capacités d'incorporer ou encore d'ignorer le contexte de l'information, Kitayama et al. (2003) ont construit un test appelé « Framed-Line Test ou encore test de lignes-cadres ». Il existe deux phases dans le test : dans la première, on présente aux participants un cadre carré dans lequel est imprimée une ligne verticale. Dans la deuxième phase, on montre un cadre carré vide où le sujet est invité à tracer une ligne qui serait soit identique à celle présentée auparavant dans sa longueur absolue (tâche absolue) ou ayant la même proportion par rapport à la taille du cadre environnant de départ (tâche relative).

Plus clairement, les participants sont exposés à un cadre carré imprimé d'une ligne verticale. Quand ils perçoivent un autre cadre carré de la même taille ou d'une taille différente, ils sont appelés à tracer une ligne identique à la première ligne et de la même

longueur absolue (tâche absolue) ou proportionnelle à la hauteur du cadre à côté (tâche relative). Dans la tâche absolue, les sujets sont donc appelés à ignorer respectivement le premier cadre (quand il s'agit d'évaluer la longueur de la ligne) et le deuxième cadre (quand il s'agit de reproduire la ligne). Dans la tâche relative, les sujets doivent incorporer l'information « hauteur » du cadre environnant dans l'encodage et la reproduction de la ligne.

Pour deux combinaisons, le premier cadre est plus petit que le second et dans deux autres combinaisons, le premier cadre est plus grand que le second. En outre, pour la moitié des cas, la première ligne est plus longue que la moitié de la hauteur du premier cadre. Pour la moitié restante, la première ligne est plus courte que la moitié de la hauteur du premier cadre.

Le stimulus original comporte un cadre de 90 mm de haut ; la ligne est de 30mm (1/3). Pour la condition absolue, le modèle est de même format que le stimulus de base. Pour la condition relative, le modèle fait 1/3 de la taille du carré (30mm) (voir figure 4).

Indices :

- Score relatif à la somme des écarts absolus
- Score relatif à la somme des écarts relatifs

Cotation :

Nous relevons à l'aide d'une règle les mesures de chaque ligne effectuée respectivement dans la tâche relative et la tâche absolue. Nous calculons après l'écart établi entre la longueur du trait effectué et la longueur souhaitée pour les deux conditions.

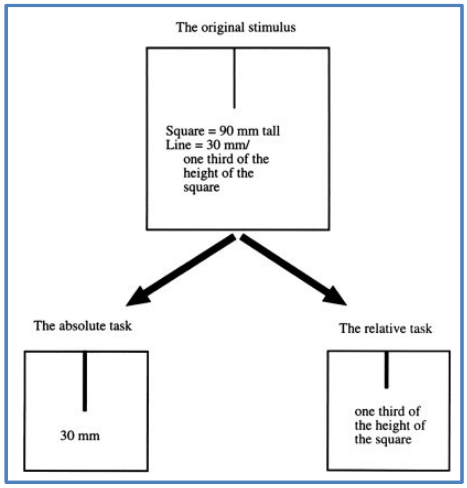


Figure 2: *Le Framed-Line Test*

3.2.4.3. L'échelle d'orientation culturelle ou encore d'individualisme/ collectivisme, version arabe adaptée. Comme mentionné précédemment dans la partie théorique, il semble que l'orientation culturelle peut expliquer certains phénomènes cognitifs d'où la pertinence de son évaluation.

Il s'agit d'une échelle comportant 16 items, conçue pour mesurer quatre dimensions du collectivisme et l'individualisme (Triandis et al., 1998) :

- Le collectivisme vertical (items 4,12,16) : percevoir soi-même comme une partie d'un collectif et être prêt à accepter la hiérarchie et l'inégalité au sein de ce collectif ;
- L'individualisme vertical (items 2,6,10,14) : percevoir soi-même comme totalement autonome, mais en reconnaissant que l'inégalité existe entre les individus ce que l'on accepte ;
- Le collectivisme horizontal (items 3,7,11,15) : percevoir soi-même dans le cadre d'un collectif mais en voyant tous les membres de ce collectif comme égaux ;
- L'individualisme horizontal (items 1,5,9,13) : percevoir soi-même comme totalement autonome, et croire que l'égalité entre les individus est l'idéal.

Indices et cotation :

- Indice d'individualisme horizontal
- Indice d'individualisme vertical
- Indice de collectivisme horizontal
- Indice de collectivisme vertical

Tous les items sont évalués sur une échelle de 9 points, allant de 1 = jamais à 9 = toujours et chaque dimension relevée est notée sur 36 comme note maximale.

3.2.5. Outils de contrôle méthodologique. Épreuve de compréhension orale et écrite de la BDAE, version arabe. La version d'origine est mise au point par Goodglass et Kaplan (1972). Nous avons eu recours à l'épreuve dans sa version française proposée par (Mazaux et Orgogozo, 1982). L'adaptation clinique a été effectuée dans le cadre d'un master de recherche (Souissi, 2013).

En effet, la compréhension orale et écrite a été mesurée via les subtests suivants :

- *Exécution de l'ordre* (15 points) : il s'agit tout simplement de réaliser les ordres demandés par l'examinateur. Ces ordres sont simples et ne nécessitent pas trop d'efforts que ce soit physique ou encore mental. Par exemple : fermer le poing, mettre un stylo sur une feuille.

Un seul item a été changé dans ce subtest par rapport à la version de référence. La

carte a été remplacée par la feuille pour faciliter l'accessibilité de la tâche au participant.

- *Logique et raisonnement* (12 points) : ici, le sujet est amené à répondre à des questions par "oui" ou "non". Ces questions réfèrent à des énoncés proposés sous forme de phrases ou encore de textes. Elles font appel aux capacités de logique (contenu adéquat ? aberrant ?) et de raisonnement (élaborer un schéma cognitif expliquant la situation afin de pouvoir répondre correctement à la question).

Tous les items de la version originale de base ont été conservés dans cette version arabe adaptée.

- *Compréhension des phrases et des textes* (10 points) : cette épreuve comporte une série de dix phrases et textes courts à lire silencieusement ou à voix haute. Le patient doit choisir, parmi quatre propositions, un terme ou un groupe de mots qui complète logiquement les énoncés incomplets.

Nous avons gardé tous les items de base retrouvés dans la version originale.

Indices et Cotation :

Le score total est égal à la somme des notes, il varie donc entre 0 et 37.

Le score seuil est fixé à partir des scores « cut-off » réalisés auprès des sujets contrôles.

- **Subtest de l'arithmétique.** C'est une adaptation de la Wechsler Memory Scale, version révisée (WMS-R) du subtest arithmétique (Elwood, 1991). La tâche du sujet est de résoudre mentalement 20 problèmes simples d'arithmétique. Cette épreuve n'évalue pas seulement les aptitudes en mathématiques, mais fait appel aussi à la compréhension verbale, du fonctionnement de la mémoire de travail ainsi que certains traitements visuo-spatiaux. Ce test est sensible à l'anxiété et aux difficultés d'attention (Lezak, 1995).

Il est utilisé dans le but d'évaluer les compétences de résolution des problèmes arithmétiques via un outil standardisé. Son utilisation vient compléter l'évaluation de la résolution des problèmes numériques. Il permettra de cerner la source de la difficulté : un problème arithmétique élémentaire (de calcul) ou encore un problème plus complexe de résolution de problèmes verbaux tels qu'ils sont évalués par le protocole spécifique décrit ci-dessous.

Cotation :

Les neuf premières questions sont cotées sur un mode binaire (0 ou 1 point) selon le respect du temps dédié pour chaque item (15s pour les quatre premiers items, 30s à partir du cinquième item). À partir de la dixième, chaque question peut être cotée sur 0, 1(11-60s) ou 2 points (1-10s) en fonction du temps mis pour fournir la réponse. Le score maximal est de 19 points. La passation s'arrête après 4 échecs consécutifs.

- **Protocole d'évaluation des compétences numériques et de calcul.** Comme déjà mentionné, la résolution de problèmes numériques est une activité complexe qui recourt à plusieurs compétences. Pour ce faire, l'individu doit entre autres reconnaitre les chiffres et les manipuler que ce soit dans le cadre d'un calcul mental, un transcodage, etc.

Ainsi, pour tester ces compétences numériques et de calcul susceptibles d'interférer ou encore d'entraver la résolution des problèmes, nous avons opté pour un protocole clinique adapté à la population tunisienne, inspiré des travaux de Cappelletti et al., (2012).

Il s'agit d'une épreuve clinque que nous avons construite auprès de sujets tunisiens soumis à l'expérimentation (Souissi, 2014), comprenant 8 subtests : reconnaissance des chiffres, comparaison de chiffres, transcodage de lettres/chiffres, séquences de lettres et chiffres, assemblage de lettres/chiffres, calcul à choix multiples, calcul mental et une tâche clinique de calcul répartis comme suit :

- *Reconnaissance de chiffres (6 points) :* la tâche consiste à barrer le numéro 6 (item cible) qui se trouve parmi d'autres chiffres distracteurs (1,2,3,4,5,7,8,9). Ces chiffres sont distribués selon des lignes et des colonnes et le sujet doit travailler de droite à gauche.

Consigne : *Cochez le numéro 6 (de droite à gauche).*

- *Comparaison de chiffres (6 points) :* Il s'agit de comparer les chiffres en mettant les signes suivants <, > ou =.

- *Transcodage de lettres/chiffres (10 points) :* un modèle à suivre est présenté au sujet où chaque chiffre est associé respectivement à un symbole donné. L'examiné doit compléter les séquences de chiffres présentées par les symboles correspondants. Il doit compléter les cases une par une sans sauter de case, en allant de droite à gauche.

- *Séquences de lettres/chiffres (8 points) :* le principe ici est de compléter les séquences de chiffres présentées soit en chiffres ou en lettres en suivant la logique de calcul proposée implicitement (addition, soustraction, multiplication, division).

- *Assemblage de lettres/chiffres (8 points) :* la tâche du sujet ici est de distinguer l'item cible, un chiffre représenté soit en nombre soit en mot parmi des distracteurs qui sont des chiffres différents ou encore le même chiffre présenté autrement (si le chiffre est présenté en chiffre, le distracteur peut contenir ce même chiffre mais écrit en lettres) L'ensemble est présenté dans un tableau, un item par ligne.

- *Calcul à choix multiples (7 points) :* ici le sujet est amené à effectuer plusieurs opérations de calcul pour faire à chaque fois le total (résultat). Ce dernier est présenté sous forme de réponse à choix multiples. L'examiné doit donc effectuer le calcul (soit mental ou encore posé) pour trouver la bonne réponse et l'encercler.

- *Calcul mental (8 points) :* le sujet doit résoudre des opérations d'addition, de soustraction, de multiplication ou encore de division. Ces calculs doivent être effectués mentalement. Le niveau de difficulté varie d'une opération à une autre afin de rendre la tâche adaptée à tous les participants (pas très facile ni trop difficile à faire).

- *Tâche clinique de calcul (8 points) :* même principe que le subtest précédent sauf qu'ici le sujet peut résoudre ces calculs soit mentalement soit par écrit (calculs posés).

Indices et Cotation :

Les indices repérés réfèrent aux subtests présentés plus haut. Tout le protocole est coté sur 61 points répartis de façon inégale entre les subtests (voir cotation pour chaque subtest plus-haut). Il servira pour une appréciation clinique et une comparaison avec les scores obtenus en WMS-R et en de résolution de problèmes numériques.

- **Évaluation de la mémoire de travail verbale : Les tâches d'empan verbal direct et à l'envers.** L'empan mnésique est une notion introduite par Miller (1956), dans ses travaux sur la mémoire. Dans cette tâche adaptée et empruntée de la batterie de la WAIS (1968), l'expérimentateur lisait à haute voix la séquence de chiffres à rappeler au rythme d'un chiffre par seconde. Le rappel est oral. Après deux erreurs consécutives, l'expérimentateur mettait fin à l'épreuve en cours. La liste de chiffres est de longueur croissante.

L'évaluation de l'empan verbal est cruciale puisque toutes les réponses aux épreuves proposées nécessitent une rétention efficiente des consignes plus au moins importantes (selon la nature des tâches proposées).

Cotation :

L'empan direct correspond à la plus longue liste pouvant être rappelée dans l'ordre et

sans erreur. Pour l'empan à l'envers, le score correspond à la plus longue liste rappelée dans le sens contraire (commençant par le dernier chiffre donné). Le score seuil tunisien est de 5 +/-2.

- **Évaluation de la mémoire de travail visuo-spatiale: Le Block Tapping Test.**

L'évaluation de la mémoire de travail visuo-spatiale est indispensable puisque l'activité de résolution des problèmes numériques nécessite la mise en place d'un traitement visuo-spatial efficient des nombres pour gérer les différentes opérations (traiter les nombres, poser un calcul, retenir des chiffres, …).

En effet, le Block Tapping Test a été créé par Corsi (1972) afin de tester l'affaiblissement de la mémoire des patients qui ont subi une résection du lobe temporal (Milner, 1971). Il permet l'évaluation de la capacité de rétention à court terme pour le matériel non verbal (le registre visuo-spatial) de la mémoire de travail (Lezak, 1995).

Le matériel consiste en neuf cubes (rouge) de 3cm de côté disposé de façon aléatoire sur une planche en bois (blanche) et une feuille de protocole semblable à celle de la tâche d'empan de chiffres (Lezak, 1995).

Le sujet est en face de l'examinateur qui place devant lui la planche sur laquelle sont disposés les 9 cubes. L'examinateur pointe de l'index (Tapping) un nombre de plus en plus grand de cubes dans un ordre préétabli à raison d'un cube par seconde. Les séries de cubes à toucher, repérées grâce à des chiffres inscrits sur une face de chaque cube, de manière à ce qu'ils ne soient perçus que par l'expérimentateur.

La tâche consiste à reproduire immédiatement et exactement ces séquences spatiales.

Cotation :

Le score est celui de la série la plus longue reproduite correctement au moins 2 fois sur 3. Le score seuil tunisien est de 5+/-2.

3.3. Procédure

Avant d'entamer les passations et entrer dans les détails de cette recherche, nous avons proposé à l'ensemble de participants (sains et patients) de signer un consentement écrit pour prouver leur accord de participation. La feuille de consentement présentait toutes les informations nécessaires : l'intitulé de la recherche, le nom de l'examinateur, l'objectif, le travail demandé, le lieu, le temps consacré à la passation des épreuves, les conditions, et surtout la mention du respect de la confidentialité et que la participation à cette recherche est volontaire et sans rémunération. Un questionnaire de santé a été proposé aux sujets sains afin de s'assurer qu'ils sont en bonne santé et remplissent bien les conditions d'inclusion.

S'agissant de la passation des épreuves, nous avons évalué dans un premier temps la compréhension à l'aide du subtest de compréhension de la BDAE version arabe (adaptation clinique, Souissi, 2013) suivie par l'échelle de la dépression Beck. Nous avons ensuite mesuré l'efficience intellectuelle à travers le Test d'Intelligence Non verbale de TONI-2 (Brown et al., 1990) et l'efficience cognitive globale via la version arabe du Mini Mental State Examination : A-MMSE (Bellaj et al., 2008). À la suite, une évaluation des compétences numériques et de calcul a été effectuée via le subtest de l'arithmétique (annexe G) et un protocole spécifique (Souissi, 2015) adaptée à la population tunisienne (voir annexe H).

Nous avons opté également pour un balayage exécutif global à travers la batterie de l'A-FAB (Ben Jemaa et al., 2008) enchainé par l'évaluation de la mémoire à court terme et de travail via les empans de chiffres verbaux et visuo-spatiaux (Corsi, 1972).

Dans un second temps, nous avons administré le protocole d'évaluation des fonctions exécutives : Tour de Londres pour la planification (Shallice, 1982), Stroop pour l'inhibition des automatismes automatiques (Bouaziz et al., 1995), le Modified Card Sorting Test (Godfroy & GREFEX, 2008) et les tâches de fluences verbales pour examiner la flexibilité cognitive spontanée et réactive (Bellaj, 1999), et enfin le paradigme de la double tâche de Baddeley pour l'allocation des ressources attentionnelles (Godfroy & GREFEX, 2008).

Ensuite, nous avons proposé la version tunisienne du protocole de résolution de problèmes numériques (Souissi, 2013) qui figure en annexe I.

Puis, s'agissant de la sphère psycho-sociale, nous avons présenté la version tunisienne de l'échelle de désirabilité sociale (Souissi, 2013 non publié) associée à l'échelle d'orientation culturelle (Souissi & Bellaj, 2015, non publié) et enfin la tâche de lignes-cadres évaluant la capacité d'incorporation ou d'ignorance du contexte de l'évaluation a été également proposée (Voir annexes J, K et L).

En somme, la durée de passation de ce protocole est environ trois heures. L'ordre de passation des épreuves était identique pour tous les groupes de participants que ce soit au niveau de l'alternance entre les épreuves verbales et non verbales (afin d'éviter toute charge verbale/ non verbale) et le type de processus mis en jeu (voir annexe M).

La plupart des participants (sains et patients) a réalisé le protocole neuropsychologique en question sur deux-demi-journées en raison d'une heure et demie par séance. Pour certains sujets, la passation a été faite sur une journée ; la passation s'est alors déroulée en deux temps entrecoupés d'un moment de repos d'une demi-heure au maximum de telle sorte que chaque participant ne dépasse pas une heure et demie de travail continue.

Quant aux modalités de recrutement, les participants du groupe témoin faisant partie de cette recherche sont des sujets tous venants : étudiants, collègues d'autres départements, parents des enfants venant consulter chez des amis/collègues, autres connaissances…

Les patients sont rencontrés aux services de neurochirurgie de différents hôpitaux de Tunis et dans un cabinet privé. La répartition se résume comme suit :

- Le centre de traumatologie et des grands brûlés de Ben Arous : 20 patients
- Dans le secteur privé : 6 patients
- L'Institut National de Neurologie : 3 patients
- L'Hôpital Habib Bourguiba : 3 patients

Les passations auprès des sujets contrôles se sont déroulées dans plusieurs locaux : chez les participants mais dans un cadre serein et professionnel, à l'hôpital de Ben Arous et chez moi-même.

Nous tenons à signaler que les analyses relatives aux adaptations psychométriques ont porté sur 114 participants alors que l'analyse des performances des sujets sains en résolution de problèmes s'est effectuée auprès de 84 sujets.

Cette différence au niveau de la taille des groupes étudiés s'explique par les modifications survenues au niveau du protocole neuropsychologique (par l'ajout de quelques outils d'évaluation socioculturelle) après avoir déjà rencontré plusieurs participants.

3.4. Statistiques

Les indices relatifs à la validité du construit et la fidélité des outils adaptés sont explorés grâce à une analyse en composantes principales par rotation Varimax (pour la validité) et le calcul d'alpha de Cronbach (pour la fidélité).

Les données obtenues ne respectaient pas les critères de normalité, évalués par le test de Kolmogorov-Smirnov. En conséquence, l'analyse statistique a été réalisée à l'aide des tests non-paramétriques.

Pour les comparaisons inter-groupes, nous avons opté pour l'utilisation de l'ANOVA de Kruskal-Wallis complétée par le test U de Mann-Whitney pour une comparaison en cas d'écart significatif.

L'ANOVA de Friedman a été utilisée pour les comparaisons intra-groupes et complétée par le test de Wilcoxon pour une comparaison. Le test du χ^2 a été employé pour les comparaisons des fréquences.

Les analyses corrélationnelles ont été effectuées à l'aide du coefficient de corrélation rho de Spearman.

Le niveau alpha a été établi à $p < .05$. L'ensemble des traitements statistiques a été effectué à partir du logiciel STATISTICA version 12.

CHAPITRE 4 - Adaptation des épreuves psychométriques

La méthodologie de la double traduction (translation/back-translation) proposée par l'Association Américaine de Psychologie (Geisinger, 1994) est très fortement recommandée dans le cadre de l'adaptation des épreuves permettant ainsi de contrôler les qualités psychométriques des outils traduits.

En effet, chaque item de la version anglaise est traduit par deux professeurs indépendants et compétents dans leurs domaines (professeurs de langue étrangère).

Nous avons opté pour une traduction de sens plutôt qu'une traduction littérale (Forward A). À partir de ces deux traductions, nous avons établi une version consensuelle en langue arabe (Forward B). Puis, nous avons réalisé une rétro-traduction (Backward) de la version arabe vers la langue anglaise pour les échelles de la désirabilité sociale et d'orientation culturelle, et vers la langue française pour le protocole de résolution de problèmes numériques, en faisant intervenir ici deux autres enseignants indépendants. Par la suite, nous avons comparé les deux versions obtenues pour avoir une version C (Forward C).

Cette version a été proposée à un échantillon réduit (n=30) afin de tester l'accessibilité, la clarté et l'assimilation des items proposés, déceler ceux qui posent problème et s'assurer que ce nouveau construit peut faire l'objet d'une évaluation adaptée tout en respectant les qualités psychométriques de l'outil en question. Toutes les règles d'application, de cotation ainsi que les consignes et le recueil des données de la version originale ont été poursuivies.

Cette technique a été utilisée dans l'adaptation des échelles de la désirabilité sociale et d'orientation culturelle aussi bien que le protocole de la résolution de problèmes numériques, décrits avec détails dans la suite de ce travail.

Le choix d'adapter ces outils, surtout ceux du protocole de résolution de problèmes numériques et de l'échelle de désirabilité sociale, s'explique par la nature des résultats en lien avec les comportements de résolution de problèmes insolubles. S'assurer de la validité de l'outil avant toute analyse est crucial afin d'écarter toute hypothèse relative au biais de mesure.

1. Le protocole de résolution de problèmes numériques : version tunisienne (Souissi, 2013 non publié)

Il s'agit d'un protocole utilisé par Besnard (2009) qui n'a pas subi un travail de contrôle psychométrique.

Compte tenu de la nature des résultats obtenus auprès de la population tunisienne (Souissi, 2012, 2013) et précedemment décrits, nous avons opté pour un travail d'adaptation psychométrique afin d'éviter tout biais méthodologique susceptible d'expliquer autrement ces performances.

1.1. Étalonnage

Nous avons étalonné ce protocole auprès de 114 sujets tunisiens dont les caractéristiques socio-éducatives figurent dans le tableau 3 :

Tableau 3 : *Caractéristiques démographiques de la population d'étude au protocole de résolution de problèmes numériques*

Tranche d'âge	Genre	Âge	Niveau scolaire
18-30	**H (n=16)**	24.06 (4.32)	11.75 (2.59)
	F (n=15)	26.33 (3.48)	14.66 (4.11)
	Total (N=31)	25.16 (4.05)	13.16 (3.67)
31-45	**H (n=35)**	37.82 (4.50)	12.88 (3.81)
	F (n=19)	38.42 (4.29)	13.36 (3.78)
	Total (n=54)	38.03 (4.39)	13.05 (3.77)
46-60	**H (n=17)**	51.64 (4.67)	13.17 (2.94)
	F (n=13)	52.69 (5.21)	11.69 (3.94)
	Total (n=30)	52.10 (4.85)	12.53 (3.43)
61+	**H (n=15)**	65.26 (5.68)	9.33 (3.57)
	F (n=11)	72.18 (7.58)	8.54 (1.75)
	Total (n=26)	68.19 (7.29)	9 (2.95)

Les moyennes des hommes, des femmes et de l'ensemble des groupes aux différents indices de résolution de problèmes figurent dans le tableau 4. Sur la base de cet échantillonnage, nous avons construit des normes en fonction de sous-groupes homogènes appariés selon les variables sociodémographiques.

Tableau 4 : *Moyennes de la population d'étude aux indices de la résolution de problèmes numériques*

Tranches d'âge	Genre	RPS	RPI
18-30	**H**	11.2 (2.32)	3.13 (2.94)
	F	10.26 (2.60)	3.8 (2.65)
	Total	10.77 (2.47)	3.48 (2.77)
31-45	**H**	9.2 (2.72)	3.65 (2.85)
	F	10.15 (2.98)	4.52 (2.50)
	Total	9.53 (2.82)	3.96 (2.74)
46-60	**H**	10.47 (2.64)	5.17 (1.66)
	F	11.53 (0.87)	2.69 (3.03)
	Total	10.93 (2.11)	4.1 (2.63)
61+	**H**	11 (2.47)	4.13 (2.38)
	F	11 (1.41)	1.63 (2.37)
	Total	11 (2.05)	3.07 (2.65)

RPS : résolution de problèmes solubles ; **RPI** : résolution de problèmes insolubles

Pour la plupart des tranches d'âge (3/4), nous n'avons pas noté d'effet d'âge sur l'ensemble des indices relatifs au protocole de résolution de problèmes (tous les *p*s>.200). Toutefois, pour la deuxième tranche d'âge (31-45 ans), il parait que l'âge semble avoir un effet significatif sur les performances de résolution de problèmes solubles (*p*=.029).

En ce qui concerne l'impact du niveau éducatif sur les différents indices, nous n'avons pas observé un effet significatif pour toutes les tranches d'âge (tous les *p*s>.150).

Les performances des hommes et des femmes ne se distinguent pas au niveau de la résolution de problèmes solubles pour toutes les tranches d'âge. Le même constat est révélé pour le score total de résolution (tous les *p*s>.500).

Néanmoins, la résolution de problèmes insolubles est marquée par un effet du genre seulement pour la troisième tranche d'âge (*p*=.025). Nous ne notons pas de différence significative au niveau des autres tranches d'âge (tous les *ps*>.200).

1.2. La fidélité

D'après le tableau 5, la consistance interne du protocole de résolution de problèmes obtenue est de .85. Ceci indique que ce protocole possède une bonne cohérence interne avec une bonne homogénéité entre les deux facteurs relatifs à la résolution des problèmes solubles et insolubles (Mallery, 2003).

L'analyse plus fine montre de bonnes cohérences internes des deux facteurs respectivement le score de RPS (.78) et de RPI (.78). Ces deux facteurs contribuent à part égale à l'homogénéité des items.

Le coefficient d'homogénéité du test, via le calcul du coefficient de fidélité split-half, est égal à .88 et le coefficient par moitié est de .80.

Pour l'ensemble des items représentés dans l'item 7, les valeurs obtenues sont bonnes. Elles varient entre .84 et .86.

Tableau 5 : *Fidélité des items de la résolution de problèmes numériques (Alpha de Cronbach)*

	Corrélation item*score total	**Alpha si supprimé**
Q1	0,20	0,86
Q2	0,17	0,86
Q3	0,54	0,84
Q4	0,45	0,85
Q5	0,41	0,85
Q6	0,28	0,85
Q7	0,57	0,84
Q8	0,49	0,85
Q9	0,20	0,86
Q10	0,59	0,84
Q11	0,49	0,85
Q12	0,41	0,85
Q13	0,69	0,84
Q14	0,44	0,85
Q15	0,41	0,85
Q16	0,67	0,84
Q17	0,43	0,85
Q18	0,63	0,84

Les corrélations entre les deux facteurs et le score global sont bonnes tout comme les valeurs des consistances internes. Le premier facteur relatif à la RPS est corrélé significativement au score global de .86 et le deuxième facteur à .82. Les valeurs d'alpha si supprimé sont égales à .78.

La présence des fortes corrélations positives entre les deux facteurs du même construit (RPS/RPI) plaide en faveur d'une bonne homogénéité des items (voir tableau 6).

Tableau 6 : *Fidélité des dimensions de la résolution de problèmes numériques (Alpha de Cronbach)*

Indices	Corrélation item*score global	Alpha si supprimé.
RPS	.86	.78
RPI	.82	.78

1.3. La validité du construit

La validité du construit a été explorée par l'analyse factorielle en composantes principales avec rotation Varimax (PCFA). Le tableau 7 ci-dessous résume les principaux résultats :

Tableau 7 : *Analyse factorielle en composantes principales des indices de la résolution de problèmes numériques*

Questions	Facteur 1	Facteur 2	Questions	Facteur 1	Facteur 2
Q1		.45	Q10	**.90**	
Q2		.41	Q11		**.79**
Q3	**.89**		Q12		.70
Q4		**.75**	Q13	**.95**	
Q5		.60	Q14		.69
Q6		.59	Q15		.64
Q7	**.93**		Q16	**.93**	
Q8		**.77**	Q17		.67
Q9		.26	Q18	**.89**	

Les analyses statistiques aboutissent à une résolution à deux facteurs permettant d'expliquer 55% de la variance totale. Ces facteurs dégagés font référence aux :

- Facteur 1 : la résolution de problèmes insolubles renvoyant aux six questions suivantes 3,7,10,13,16,18 et expliquant 27% de la variance totale
- Facteur 2 : la résolution de problèmes solubles renvoyant aux douze questions suivantes 1,2,4,5,6,8,9,11,12,14,15,17 et expliquant 28% de la variance totale

En se basant sur les données du tableau 7, nous constatons que la répartition des items selon les deux facteurs respecte la distribution de ces mêmes items constitutifs du protocole dans sa version d'origine et sa version tunisienne.

2. L'échelle de la désirabilité sociale : version tunisienne abrégée (Souissi, 2014 non publié)

L'échelle de Crowne et Marlowe (1960) a révélé un coefficient de cohérence interne de .88, et une corrélation de .89 auprès des sujets sains. L'adaptation auprès d'une population délinquante révèle une cohérence interne globale égale à .85, .76 pour le facteur d'attribution, et .78 pour le facteur de déni. Ces résultats indiquent que l'échelle, ainsi que ses deux facteurs, ont une cohérence interne adéquate lorsqu'il est utilisé avec un échantillon des délinquants sexuels adultes. Ces résultats sont similaires à d'autres recherches générant des scores alpha allant .72 à .88 pour l'échelle globale (Cortoni & Marshall, 2001 ; Crowne & Marlowe, 1960 ; Loo & Thorpe, 2000), .56 pour le facteur d'attribution et .63 pour le facteur de déni (Ramanaiah et al., 1977).

Pour les besoins des recherches, plusieurs versions abrégées ont été créées telles que la version abrégée de Strahan et Gerbasi (1972) comportant 20 items. Cette version possède un coefficient alpha de Cronbach compris entre .73 et .87 et des corrélations entre .80 et .90 témoignant d'une forte corrélation (Reynolds, 1982), comparativement à la version d'origine de Marlowe-Crowne.

Dans le cadre d'un travail exploratoire visant à contrôler les qualités psychométriques de cette échelle, il s'est avéré que certains items ne se montrent pas en harmonie avec l'ensemble des propositions, ce qui touche à l'homogénéité interne de l'échelle.

En effet, le choix du nombre d'items n'était pas aléatoire, la sélection a été faite en se basant sur les données de la consistance interne (Alpha de Cronbach) qui a conduit à la suppression de quelques items dont la valeur d'alpha, si supprimée, est en deçà de la valeur souhaitée et sur les analyses factorielles qui ont montré également la faiblesse de ces mêmes items.

Suite à ces données, nous avons opté pour une version abrégée (Souissi, 2014, non publié) comportant 11 items au lieu de 33. Ces items sont les suivants : 4, 6, 8, 9, 11, 13, 18, 21, 25, 26, 29 et se répartissent selon les deux indices comme suit :

- Les items relatifs à l'indice « attribution » sont : 4, 8, 13, 18, 21, 25, 26, 29
- Les items relatifs à l'indice « déni » sont : 6, 9, 11.

2.1. Étalonnage

Nous avons étalonné cette échelle auprès de 114 sujets tunisiens dont les caractéristiques socio-éducatives figurent dans le tableau 8 ci-dessous :

Tableau 8 **:** *Caractéristiques démographiques de la population d'étude à l'échelle de désirabilité sociale*

Tranche d'âge	Genre	Âge	Niveau éducatif
18-30	**H (n=8)**	25.75 (4.59)	11.50 (3.46)
	F (n=15)	25.73 (3.59)	14.53 (4.10)
	Total (N=23)	25.73 (3.86)	13.47 (4.08)
31-45	**H (n=31)**	38.54 (4.87)	13.09 (3.76)
	F (n=16)	38.31 (3.89)	13.37 (3.84)
	Total (n=47)	38.46 (4.51)	13.19 (3.75)
46-60	**H (n=13)**	53 (5.16)	12.30 (3.03)
	F (n=9)	56.22 (4.60)	10.22 (3.19)
	Total (n=22)	54.31 (5.09)	11.45 (3.20)
61+	**H (n=13)**	65.76 (5.25)	8.53 (2.18)
	F (n=9)	74.88 (5.15)	8.33 (1.73)
	Total (n=22)	69.50 (6.97)	8.45 (1.96)

Par ailleurs, dans le tableau 9 ci-dessous, sont établies les moyennes des hommes, des femmes et de l'ensemble des groupes aux différentes dimensions de l'échelle de désirabilité sociale. Ceci nous a servi à établir les normes en se basant sur des sous-groupes homogènes de participants appariés selon les variables sociodémographiques examinées.

Tableau 9 : *Moyennes de la population d'étude aux indices de la désirabilité sociale*

Tranches d'âge	Genre	Attribution	Déni	Score total de désirabilité sociale
18-30	**H (n=8)**	6.12 (2.85)	2.12 (1.12)	8.25 (3.84)
	F (n=15)	4.40 (2.89)	1.8 (1.08)	6.20 (3.85)
	Total (N=23)	5 (2.93)	1.91 (1.08)	6.91 (3.89)
31-45	**H (n=31)**	4.80 (1.74)	1.50 (0.77)	6.30 (1.78)
	F (n=16)	4.93 (2.01)	1.56 (0.72)	6.50 (2.36)
	Total (n=47)	4.84 (1.82)	1.52 (0.75)	6.36 (1.98)
46-60	**H (n=13)**	4.53 (2.13)	1.20 (0.77)	5.73 (2.05)
	F (n=9)	5.88 (2.52)	1.88 (1.16)	7.77 (3.34)
	Total (n=22)	5.04 (2.33)	1.45 (0.97)	6.50 (2.73)
61+	**H (n=13)**	3.75 (2.70)	1.66 (1.15)	5.41 (3.62)
	F (n=9)	4.22 (3.41)	1.88 (1.05)	6.11 (4.37)
	Total (n=22)	3.95 (2.95)	1.76 (1.09)	5.71 (3.87)

Pour les différentes tranches d'âge, nous n'avons pas noté d'effet d'âge sur l'ensemble des indices relatifs à l'échelle de désirabilité sociale (tous les *p*s>.350). Toutefois, le niveau éducatif semble avoir un effet significatif sur l'indice relatif au déni uniquement pour la première tranche d'âge (*p*=.049). Pour les autres tranches d'âges, pas d'écart notable (tous les *p*s>.250).

Aussi, les scores relatifs à l'indice « attribution » ne sont pas expliqués par un effet du genre pour toutes les tranches d'âge (tous les *p*s>.300). Pour le score de déni, une seule différence a été relevée au niveau de la troisième tranche d'âge (*p*=.034).

Au niveau du score total de désirabilité sociale, nous ne notons pas d'effet du genre (tous les *p*s>.100).

2.2. La fidélité

La consistance interne calculée est de .79, ceci indique que cette échelle possède une cohérence interne acceptable avec une bonne homogénéité entre les deux facteurs (Cronbach, 1951). L'analyse plus fine montre de bonnes cohérences internes des deux facteurs pour le score d'attribution (.78) et de déni (.44). Le facteur relatif à l'attribution contribue davantage à l'homogénéité des items.

Le coefficient d'homogénéité du test, via le calcul du coefficient de fidélité split-half, est égal à .71 et le coefficient par moitié égal à .56.

Pour l'ensemble des items, les valeurs obtenues sont acceptables. Elles varient entre .76 et .79 (voir Tableau 10).

Tableau 10 : *Fidélité des items de l'échelle de désirabilité sociale (alpha de Cronbach)*

	Corrélation item* total	**Alpha si supprimé**
I 4	0.50	0.77
I 6	0.34	0.78
I 8	0.48	0.77
I 9	0.35	0.78
I 11	0.35	0.79
I 13	0.47	0.77
I 18	0.40	0.78
I 21	0.40	0.78
I 25	0.51	0.77
I 26	0.57	0.76
I 29	0.55	0.76

Les corrélations entre les deux facteurs et le score global sont significatives. Le premier facteur relatif à l'attribution est fortement corrélé au score global de désirabilité sociale à .94, tout comme le deuxième facteur (.65). La présence des fortes corrélations positives entre les différents items du même construit plaide en faveur d'une bonne homogénéité des items (voir tableau 11).

Tableau 11 : *Fidélité des dimensions de la désirabilité sociale (alpha de Cronbach)*

Indices	**Corrélation item*score global**	**Alpha si supprimé.**
Attribution	0.94	.78
Déni	0.65	.44
Score globale	1	.79

Les valeurs des coefficients des dimensions de cette échelle de désirabilité sociale sont acceptables. Elles varient entre .44 et .79. Le coefficient le moins élevé réfère à la dimension de déni. Ceci peut être expliqué par le nombre restreint d'items constitutifs de cet indice.

2.3. La validité du construit

La validité du construit a été explorée par l'analyse factorielle en composantes principales avec rotation Varimax (PCFA). Le tableau 12 ci-dessous résume les principaux résultats :

Tableau 12 : *Analyse factorielle en composantes principales des indices de la désirabilité sociale*

Items	Facteur 1	Facteur 2
I4	0,63	0,21
I6	-0,02	**0,75**
I8	0,22	**0,71**
I9	0,45	0,13
I11	0,20	0,48
I13	0,20	**0,71**
I18	**0,77**	-0,14
I21	0,52	0,19
I25	0,62	0,25
I26	0,55	0,43
I29	**0,71**	0,17
Variance expliquée	2,81	2,22
Proportion totale	0,25	0,20

Les analyses statistiques aboutissent à une résolution à deux facteurs permettant d'expliquer 45% de la variance observée. Les facteurs dégagés font référence à :

- L'attribution renvoyant aux items 4, 8, 13, 18, 21, 25, 26, 29 et expliquant 25% de la variance totale ;
- Le déni renvoyant aux items 6, 9, 11 et expliquant 20% de la variance totale.

Nous constatons la présence des valeurs significatives présentes au niveau du premier facteur référent aux items 18 et 29. Ces derniers sont bien placés et correspondent bien à la répartition existante dans la version d'origine et dans notre version abrégée au niveau du premier facteur (attribution).

Toutefois, pour le deuxième facteur, les valeurs significatives présentes au niveau des items 6, 8 et 13 plaident en faveur d'un glissement de certains items notamment les items 8 et 13. Ces derniers doivent figurer au niveau du premier facteur selon la répartition des deux échelles (l'originale et la version tunisienne abrégée).

3. L'échelle de l'orientation culturelle : version tunisienne (Souissi & Bellaj, 2015 non publié)

Une première version de cette échelle a été élaborée par Singelis et al., (1995) pour mesurer les quatre indices culturels suivants : l'individualisme horizontal, l'individualisme vertical, le collectivisme horizontal et le collectivisme vertical. Cette version a été composée de 7 items par indice, soit 32 items au total. Deux échantillons d'étudiants universitaires ont participé à cette étude : 96 répondants de l'Université d'Illinois et 171 répondants de l'Université d'Hawaii à Manoa.

Les indices de consistance interne (alpha de Cronbach) variaient de 0,67 à 0,74 selon les sous échelles. En s'inspirant de cet instrument, Triandis et Gelfand (1998) ont créé une version plus courte en se basant sur la technique de traduction-retraduction. Elle comprenait seulement 16 items répartis sur 4 items pour chaque sous-échelle : l'individualisme horizontal, l'individualisme vertical, le collectivisme horizontal et le collectivisme vertical. Les scores peuvent donc varier de 4 à 28 pour chacune de ces dimensions. Plus le score est important, plus le sujet possède les caractéristiques de cette sous-échelle.

Dans ce travail d'adaptation, nous avons eu recours à cette version courte de Triandis et Gelfland (1998).

3.1. Étalonnage

Nous avons étalonné cette échelle auprès de 84 sujets tunisiens dont les caractéristiques socio-éducatives figurent dans le tableau suivant :

Tableau 13 : *Caractéristiques de la population d'étude à l'échelle d'orientation culturelle*

Tranches d'âge	Genre	Âge	Niveau éducatif
18-30	**H (n=3)**	24.66	9
	F (n=7)	26.14	13.28
	Total (N=10)	25.5	12
31-45	**H (n=30)**	37.83	12.9
	F (n=16)	38.31	13.27
	Total (n=46)	38	13.06
46-60	**H (n=13)**	51	13.38
	F (n=6)	54.33	11
	Total (n=19)	52.05	12.63
61+	**H (n=6)**	64.66	8.66
	F (n=3)	73.66	8
	Total (n=9)	67.66	8.44

Les moyennes des hommes, des femmes et de l'ensemble des groupes aux différents indices de l'échelle d'orientation culturelle figurent dans le tableau 14 ci-dessous. Sur la base de cet échantillonnage, nous avons construit des normes en fonction de sous-groupes homogènes appariés selon les variables sociodémographiques examinées.

Tableau 14 : *Moyennes de la population d'étude aux indices de l'orientation culturelle*

Tranches d'âge	Genre	Indiv.H	Indiv.V	Collect.H	Collect.V	Score total
18-30	**H (n=3)**	32.33 (3.64)	28.33 (6.75)	32 (6.49)	32 (9.76)	123.66 (14.04)
	F (n=7)	32.42 (2.08)	28.28 (2.3)	26.71 (6.24)	29.42 (5.29)	116.85 (11.37)
	T (n=10)	32.40 (3.13)	28.30 (5.61)	28 (6.41)	30.20 (8.44)	118.9 (13.07)
31-45	**H (n=30)**	31.53 (4.33)	26.54 (4.07)	28.41 (5.18)	31.43 (3.81)	117.90 (10.57)
	F (n=16)	31.37 (4.30)	25 (3.91)	27.68 (5.23)	30.81 (3.58)	114.87 (10.83)
	T(n=46)	31.47 (4.27)	26.13 (4.01)	28.19 (5.20)	31.21 (3.70)	117.02 (10.71)
46-60	**H (n=13)**	30.23 (4.43)	25.92 (4.13)	28.76 (6.32)	31.69 (4.81)	116.61 (14.06)
	F (n=6)	31.83 (3.65)	27.66 (3.14)	30.66 (4.54)	32.16 (3.43)	122.33 (7.86)
	T(n=19)	30.73 (4.17)	26.47 (3.84)	29.36 (5.76)	31.84 (4.33)	118.42 (12.50)
61+	**H (n=6)**	30.50 (4.63)	24.83 (4.11)	29.33 (5.88)	33.66 (2.25)	118.33 (9.24)
	F (n=3)	31 (4.35)	28 (2)	35 (1)	34.66 (2.30)	128.66 (4.04)
	T(n=9)	30.66 (4.27)	25.88 (3.76)	31.22 (5.47)	34 (2.17)	121.779.17)

Indiv. H : individualisme horizontal ; **Indiv.V** : individualisme vertical ; **Collect.H** : collectivisme horizontal ; **Collect.V** : collectivise vertical

Au niveau des deux premières tranches d'âge (18-30 et 31-45), nous constatons que les moyennes les plus élevées figurent au niveau de l'indice relatif à l'individualisme horizontal. Pour les deux dernières tranches d'âge (46-60 et 61+), les moyennes les plus importantes se situent au niveau de l'indice relatif au collectivisme vertical. Ceci est valable pour les deux genres.

Par ailleurs, pour toutes les tranches d'âge, nous n'avons pas noté d'effet d'âge sur l'ensemble des indices relatifs à l'échelle d'orientation culturelle (tous les *p*s>.500).

S'agissant de l'impact du niveau éducatif sur les différents indices, nous avons noté un effet significatif sur le score du collectivisme vertical (p=.003) pour la première tranche d'âge. Le niveau éducatif influence également le score d'individualisme vertical (p=.038) et le

score total d'orientation culturel (p=.007) chez les personnes ayant 61 ans voire plus (dernière tranche d'âge).

Les résultats ne témoignent pas d'effet du genre sur les différents indices relatifs à l'orientation culturelle (tous les ps>.200).

3.2. La fidélité

La valeur de la consistance interne de l'échelle d'orientation culturelle est de .61. Ceci indique que cette échelle possède une cohérence interne plutôt acceptable. Les valeurs obtenues pour tous les items sont aussi acceptables (voir tableau 15).

Le coefficient d'homogénéité du test, via le calcul du coefficient de fidélité split-half, est égal à .51 et le coefficient par moitié est de .31.

Tableau 15 : *Fidélité des items de l'échelle de l'orientation culturelle*

Items	Corrélation item*total	Alpha si supprimé
I 1	0.34	0.59
I 2	0.18	0.60
I 3	0.33	0.58
I 4	0.36	0.58
I 5	0.22	0.60
I 6	0.23	0.60
I 7	0.43	0.56
I 8	0.28	0.59
I 9	0.18	0.60
I 10	0.19	0.60
I 11	0.28	0.59
I 12	0.31	0.58
I 13	0.02	0.63
I 14	-0.05	0.67
I 15	0.35	0.58
I 16	0.40	0.57

Selon le tableau 16, les corrélations entre les quatre facteurs et le score global sont significatives. Le premier facteur relatif à l'individualisme horizontal corrélé au score global d'orientation culturelle à .37. Le deuxième facteur référant à l'individualisme vertical est associé au score global d'orientation culturelle à .57. Les deux scores relatifs au collectivisme horizontal et vertical sont également corrélés à l'orientation culturelle (.73 et .68 respectivement).

Tableau 16 : *Fidélité des dimensions de l'orientation culturelle*

Indices	Corrélation Item*score global	Alpha si supprimé
Indiv.H	.37	.63
Indiv.V	.57	.17
Collect.H	.73	.66
Collect.V	.68	.69
Total	1	.61

Indiv. H : individualisme horizontal ; **Indiv.V** : individualisme vertical ; **Collect.H** : collectivisme horizontal ; **Collect.V** : collectivise vertical

En nous basant sur les données du même tableau, nous constatons que les valeurs des consistances internes attribuées à chaque facteur sont acceptables dans l'ensemble, allant de .61 à .69, à l'exception de celle de l'individualisme vertical qui est égale à .17.

3.3. La validité du construit

La validité du construit a été explorée par l'analyse factorielle en composantes principales avec rotation Varimax (PCFA). Le tableau suivant résume les principaux résultats :

Tableau 17 : *Analyse factorielle en composantes principales des indices de l'orientation culturelle*

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4
I 1	0,20	**0,79**	0,02	-0,03
I 2	-0,09	0,69	0,10	0,02
I 3	0,49	-0,01	0,28	0,19
I 4	0,09	0,03	**0,85**	0,11
I 5	0,06	**0,81**	0,02	-0,10
I 6	0,07	-0,03	0,28	0,52
I 7	**0,75**	0,07	0,31	-0,03
I 8	0,09	-0,01	**0,85**	-0,03
I 9	-0,08	0,60	-0,10	0,41
I 10	0,07	0,28	-0,14	0,65
I 11	0,52	-0,13	0,04	0,41
I 12	0,18	0,10	0,68	-0,10
I 13	-0,35	0,38	0,00	0,24
I 14	0,04	-0,34	-0,20	0,42
I 15	**0,82**	-0,08	-0,10	0,13
I 16	0,65	0,15	0,12	-0,08
Var. expliquée	2,43	2,53	2,29	1,39

Proportion T	0,15	0,16	0,14	0,08

Les analyses statistiques aboutissent à une résolution à quatre facteurs permettant d'expliquer 53% de la variance totale. Ces facteurs dégagés font référence aux :

- Facteur 1 : le collectivisme horizontal renvoyant aux items suivants 3, 7, 11, 15 et expliquant 15% de la variance totale ;
- Facteur 2 : l'individualisme horizontal renvoyant aux items suivants 1, 5, 9, 13 et expliquant 15% de la variance totale ;
- Facteur 3 : le collectivisme vertical renvoyant aux items suivants 4, 8, 12, 16 et expliquant 14% de la variance totale ;
- Facteur 4 : l'individualisme vertical renvoyant aux items suivants 2, 6, 10, 14 et expliquant 8% de la variance totale.

Nous relevons le respect de la distribution des items selon les quatre facteurs en question (à l'exception de l'item n°2). Nous pouvons donc la considérer comme bonne.

CHAPITRE 5 - Analyse des performances cognitives chez les sujets tunisiens sains

Ce chapitre traitera les performances des sujets tunisiens sains en résolution de problèmes numériques.

Une analyse quantitative sera présentée. Elle examinera les différentes modalités relatives à la résolution de problèmes solubles et insolubles, à savoir, les niveaux de difficulté des problèmes et les types d'erreurs.

Nous exposerons ensuite l'analyse qualitative relative à la résolution de problèmes insolubles, selon laquelle, les différents types de comportement de résolution des problèmes insolubles seront explicités.

Cette partie sera enfin clôturée par une analyse des aspects cliniques relatifs aux comportements de résolution de problèmes insolubles. Quelques motifs de réponse et de justifications assurés par « les soluteurs » d'insolubles seront donc discutés.

1. Analyse des performances en résolution de problèmes numériques

1.1. Analyse quantitative

L'analyse détaillée des différents indices de résolution de problèmes relatifs aux niveaux d'élaboration et de types d'erreur figure dans le tableau suivant :

Tableau 18 : *Performances des sujets sains en résolution de problèmes*

Performances (Nbre moyen de réponse)	Moyenne (écart-type)
Problèmes solubles (max=12)	
Niveau 1	3.53 (0.76)
Niveau 2	3.15 (1.11)
Niveau 3	2.57 (1.39)
Total (max=12)	9.27 (2.88)
Types d'erreurs	
Calcul	0.80 (0.97)
Algorithme	1.88 (2.62)
Conflit	1.76 (1.90)
Problèmes insolubles (max=6)	2.28 (2.83)

Les analyses en intra-groupe montrent des différences significatives entre les trois niveaux de complexification d'algorithme (p<.001). Les analyses a posteriori réalisées témoignent que la résolution de problèmes du premier niveau diffère de celles portant sur le deuxième et le troisième niveau. Notons également que l'écart entre ces deux derniers niveaux de complexité est significatif (tous les *ps*<.001).

Quant aux types d'erreurs, des différences significatives ont été également rapportées ($p<.001$). L'application du test de Wilcoxon montre que le taux d'erreurs de type algorithme diffère significativement de celui portant sur les erreurs de type calcul (p=.001). Ces deux types d'erreurs se distinguent significativement des erreurs de type conflit (p<.001). Toutefois, nous ne notons pas de différences significatives entre les erreurs de type algorithme et celles de conflit (p=.360).

Par ailleurs, il s'avère que la résolution de problèmes est sensible aux niveaux de difficulté des problèmes aussi bien qu'à la nature des problèmes présentés.

En effet, les problèmes du premier niveau sont significativement mieux résolus que ceux portant sur le deuxième et le troisième niveau. La résolution de problèmes du deuxième niveau est également meilleure que celle portant sur le troisième niveau.

Les erreurs de type algorithme sont plus nombreuses que les deux autres erreurs, qui se distinguent à leur tour. Les erreurs de type conflit sont bien moins nombreuses que les erreurs de type algorithme mais encore plus importantes que les erreurs de calcul.

En somme, le taux de réussite aux problèmes solubles est égal à 77.28%. Vingt-six sujets (30.95%) ont résolu correctement tous les problèmes solubles présentés, vingt-deux (26.19%) ont commis juste une à deux erreurs au maximum (erreurs de tous types), cinq (5.95%) ont réussi juste la moitié des items solubles (n=6), dix-neuf (22.61%) ont commis quelques erreurs (max.=3) et douze sujets ont commis plus de trois erreurs (14.28%).

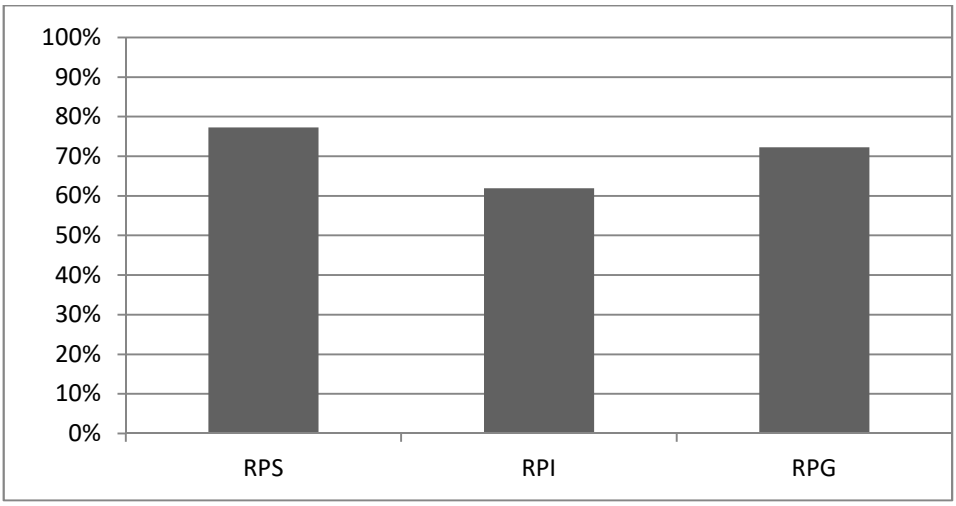
Quant aux problèmes insolubles, le pourcentage de réussite est de 61.90%. Quarante neufs sujets (58.33%) ont récusé tous les items insolubles, un seul sujet (1.19%) a résolu un seul item insoluble, cinq sujets (5.95%) ont résolu 3 problèmes insolubles voire plus, et vingt-neuf sujets (34.52%) tous les problèmes insolubles. Ceci indique que le score de résolution de problèmes insolubles est de 40% chez les sujets sains.

Le pourcentage de réussite globale au protocole de résolution de problèmes est de 72.29%. Le score global de résolution est égal à la somme du score de résolution de

problèmes solubles et score de réussite aux problèmes insolubles (signifie le rejet de ces items).

Signalons que ces taux de réussite sont représentés de la sorte uniquement pour donner une vue d'ensemble sur les performances en résolution de problèmes numériques (solubles et insolubles). Les seuls indices utilisés lors du traitement statistique portent sur le score de réussite en problèmes solubles et le score de résolution de problèmes insolubles.

Figure 3 : *Pourcentages de réussite en résolution de problèmes chez les sujets sains*



1.2. Analyse qualitative

Dans le tableau 19 ci-dessous, il figure cinq types de comportements repérés lors de la résolution de problèmes insolubles.

Tableau 19 : *Types de comportements de résolution de problèmes insolubles repérés chez les sujets sains*

Type de comportement	Nombre de sujets
Rejet total	49
Résolution totale	29
Résolution partielle	1
Résolution argumentée	4
Résolution non argumentée	1

1.3. Aspects cliniques de la résolution de problèmes insolubles

Pour rappel, vingt-neuf sujets sains (34.52%) ont résolu la totalité des problèmes insolubles présentés et cinq (5.95%) ont échoué 3 items insolubles voire plus.

En effet, pour analyser le discours des sujets « soluteurs » d'insolubles, nous avons procédé par un classement des justificatifs fournis par thématique. Cette analyse a permis de classer les justifications en six motifs : donner une confiance excessive à l'expérimentateur, faire plaisir à l'expérimentateur, répondre aux attentes de l'expérimentateur, répondre sans détecter les nuances des problèmes, soupçonner un piégé et vouloir mettre en avant ses capacités, rechercher activement de l'information et vouloir donner une réponse.

- ***Donner une confiance excessive à l'expérimentateur***

A.J (jeune femme âgée de 25 ans et de niveau universitaire) a obtenu un score de 5/12 en résolution de problèmes solubles. Elle explique ses réponses proposées aux problèmes insolubles ainsi *« mon rêve c'est de poursuivre mes études, arriver à un tel niveau d'études n'est pas donné à tout le monde et c'est vraiment du sérieux à ce que je vois…, j'ai confiance en vous c'est pour cela que j'ai répondu à toutes les questions sans la moindre hésitation et sans même poser de question ».* Cette confiance excessive à l'expérimentateur associée à un « manque de réflexion » nous a laissé perplexe face à sa réponse à la question n°10 : « *Sur un bateau, il y a 106 passagers voyageant en seconde classe et 50 en première classe. Quel est l'âge du capitaine ? »,* à laquelle elle disait *« 106+50=156 »* et elle passe rapidement à la question suivante sans aucun retour par rapport à cette réponse.

- ***Faire plaisir à l'expérimentateur***

A.Kh (un homme âgé de 43 ans et de niveau d'étude moyen) présente un score de 10/12 en résolution des PS) avait formulé des phrases plus ou moins longues pour chaque solution recherchée. Exemple de la question n°3 (plausible) *« Sur un étang, il y a 12 canards et 24 grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur ? ».* Il a répondu *« entre le jeune âge et l'âge adulte ».* Pour la question n°7 (non plausible*) « Dans la trousse de Julien, il y a 2 stylos plume et 3 crayons de couleur. Quel est l'âge de sa maîtresse ? ».* Il a postulé *« Entre 20 ans et l'âge de la retraite » …* Mais pourquoi vous avancez de telles réponses ? *« … Comme les énoncés sont un peu flous, j'ai essayé de rapprocher au maximum mes réponses. Il faut vraiment vous aider dans votre recherche ». Juste après, il ajoute « …par le simple fait de répondre …. ».*

M.Kh (jeune homme de 36 ans et de niveau d'instruction moyen) a obtenu un score de 8/12 en résolution des PS. L'ensemble de ses réponses étaient ouvertes sans contenir des chiffres (réponses). Ainsi, si nous prenons l'exemple de la question insoluble n°3 relative à l'âge du pêcheur, il disait *« Il aura l'âge d'un pêcheur patient et attentif ».* Ils qualifient ses réponses de *« subjectives »* et les justifient même *« le plus important pour moi c'est que j'ai pu vous donner une réponse ».*

A.M et A.O (deux jeunes hommes âgés respectivement de 28 ans et de 33 ans, de niveau d'instruction moyen) qui ont obtenu respectivement 9/12 et 7/12 en résolution de problèmes solubles, ont fait preuve d'une résolution non argumentée. Ils ont fourni des réponses approximatives sans aucun lien avec les énoncés présentés. Prenons l'exemple de la question n°7 (non plausible) : *« Dans la trousse de Julien, il y a 2 stylos plumes et 3 crayons de couleur. Quel est l'âge de sa maitresse ? ».* Le premier a répondu 40 et le deuxième 5 ! Pareil pour le reste des questions insolubles (l'âge du pêcheur= 60 ans, l'âge du fermier=45, …). Aucun argument n'est avancé ; à chaque fois, ils répondent par *« c'est comme ça… ! ».* Le deuxième ajoute *« vous cherchez une solution n'est-ce pas ; la voilà donc ! ».*

- ***Répondre aux attentes de l'expérimentateur***

Monsieur W.O (un jeune homme de 39 ans et de niveau d'instruction universitaire) a réussi 10 problèmes solubles parmi 12. Il a récusé tous les problèmes insolubles oralement mais il a tenu à rédiger des réponses à l'écrit, des réponses que nous qualifions de « originales et sympathiques à la fois » fournies pour répondre aux attentes de l'expérimentateur et ne pas laisser des espaces vides (selon ses propos). Pour la question insoluble n°3 (plausible) « *Sur un étang, il y a 12 canards et 24 grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur »,* il a noté : *« même âge que vous, multiplié par 1.5, à vous de travailler maintenant ! ».* Pour la question n°7 (non plausible) : *« Dans la trousse de Julien, il y a 2 stylos plume et 3 crayons de couleur. Quel est l'âge de sa maîtresse ? »,* il a mentionné : « *le même âge du pêcheur* ». Pour la question n°10 (non plausible) « *Sur un bateau, il y a 106 passagers voyageant en seconde classe et 50 en première classe. Quel est l'âge du capitaine ? »,* il a écrit :*« même âge que la maitresse, peut-être même nés le même jour et le même mois » …* et il finit par *« je vous laisse le soin de faire le calcul… ».* Sur incitation, il a ajouté avec un ton ironique ou encore de la plaisanterie *« c'est ce que vous cherchez je pense…une réponse/une solution ?! ».*

- ***Répondre sans détecter les nuances des problèmes***

F.N (une femme âgée de 80 ans) qui a obtenu un score de 9/12 en résolution de problèmes solubles, justifie sa résolution des items insolubles par l'effet de la présentation des questions et le protocole d'une façon plus générale. « *Toutes les questions étaient réparties de la même façon, elles n'étaient pas distinguées pour susciter notre attention ce qui nous a induit en erreur peut être… ».* Elle a ajouté *« … des questions comme les autres auxquelles il fallait proposer des solutions ».*

- ***Soupçonner un piège et vouloir mettre en avant ses capacités***

L.A (un homme âgé de 61 ans et de niveau d'instruction moyen) a obtenu 12/12 en résolution des PS et a échoué dans les items insolubles proposés. Afin de justifier ses erreurs, il a avancé « *ces questions (insolubles) sont des pièges qui évaluent la capacité de chacun à se débrouiller et sortir d'une situation-piège, à mener une solution intelligemment recherchée ».*

- ***Rechercher activement de l'information et vouloir donner une réponse***

N.M (une femme âgée de 41 ans et de niveau universitaire) présente un score de 9/12 en PS et 3/6 en PI. Elle a fourni des réponses sous forme conditionnelle. Par exemple pour la question insoluble n°3 (plausible) : *« Sur un étang, il y a 12 canards et 24 grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur ? »,* Elle a répondu *« Bon il faut penser tout d'abord à la relation qui peut lier tous ces éléments de l'énoncé : pêcheur, canards, grenouilles… et puis admet que si on peut dire que la solution recherchée dépendra de la somme de tous les éléments donc on obtient 36 ans ».* Pour la question n°13 (non plausible), *« Christophe a 2 bonbons dans la main droite et 3 réglisses dans son cartable. Quel est son âge ?»,* la réponse est la suivante : *« si l'âge doit correspondre à la somme des bonbons et réglisses donc ça doit être 5 ans ».* Elle explique ses réponses par *« …on doit tout essayer pour fournir une réponse… ».*

CHAPITRE 6- Comparaison des groupes

Ce chapitre comportera trois grandes parties :

La première partie sera dédiée à la comparaison des sujets sains et patients aux différentes modalités relatives à la résolution de problèmes solubles (niveau de difficulté, types d'erreurs et fréquence de résolution de problèmes). Nous examinerons également les performances des trois groupes de participants en résolution de problèmes insolubles.

La deuxième partie traitera les données relatives à l'analyse lésionnelle. Ainsi, nous présenterons les résultats des corrélations effectuées entre les différents scores relatifs à la résolution de problèmes numériques et les délais post-lésionnels pour chaque groupe de patients.

S'agissant de la troisième partie, elle portera sur les comparaisons des groupes aux épreuves exécutives en lien direct avec nos hypothèses de travail, à savoir la planification et l'inhibition cognitives.

1. Comparaisons des groupes de participants en résolution de problèmes numériques

L'analyse porte sur un groupe de patients porteurs de lésions frontales (n=21) et de lésions postérieures (n=11) et un groupe de témoins sélectionnés (n=45 parmi 84). L'application de l'ANOVA à un facteur de variation a démontré que les trois groupes sont appariés en âge ($F(2, 74)=.64$; $p=.52$) et en niveau d'étude ($F(2, 74)= .10$; $p=.89$). Le nombre d'hommes et de femmes ne diffère pas significativement ($X^2=1.42$; ddl=2 ; $p=.490$).

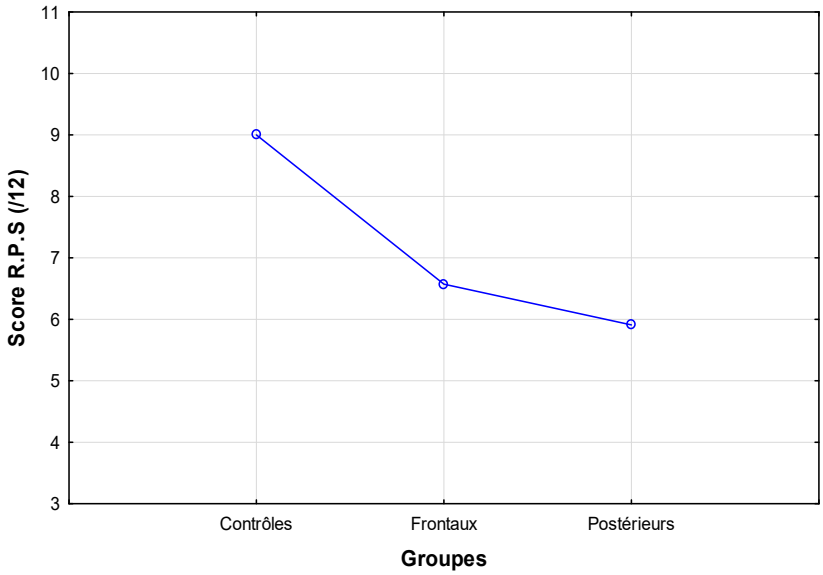
Toutes les analyses ont été effectuées via l'application de l'ANOVA de Kruskal-Wallis et complétées par les analyses a posteriori en cas de différence significative à l'aide du test U de Mann-Whitney.

1.1. Au niveau des problèmes numériques solubles

L'ANOVA de Kruskal-Wallis témoigne de différences significatives entre les groupes de sujets concernant le nombre total de problèmes solubles résolus ($H=13.61$; ddl=2 ; $p=.001$). Les comparaisons à posteriori réalisées et illustrées dans le tableau 22 indiquent que les participants du groupe témoin sont plus performants que les patients porteurs de lésions frontales ($U=238$;

Z=3.22 ; *p*=.001) et de lésions postérieures (*U*=128 ; Z=2.45 ; *p*=.014). L'écart entre les performances des deux groupes de patients n'est pas significatif (*p*=.582).

Figure 4 : *Performances des groupes en résolution de problèmes solubles*



Les analyses statistiques portées sur les trois niveaux de difficultés des problèmes solubles permettent de distinguer les performances : le premier niveau de complexité (*H*=2.56 ; ddl=2 ; *p*=.275), le deuxième niveau (*H*=9.62 ; ddl=2 ; *p*=.014) et le troisième niveau (*H*=14.64 ; ddl=2 ; *p*=.001).

Les analyses post-hoc effectuées sur le premier niveau de difficulté ne révèlent pas de différences significatives entre les trois groupes (tous les *p*s >.380).

Au niveau du deuxième niveau de problème, les participants du groupe témoin se montrent plus performants que les patients porteurs de lésions frontales (*U*=256 ; Z=2.97 ; *p*=.002). L'écart entre les performances des sujets sains et les patients atteints de lésions postérieures n'est pas significatif (*p*=.224) tout comme la différence des performances des deux groupes de patients (*p*=.530).

Pour le troisième niveau, les analyses réalisées à l'aide du test U de Mann-Whitney permettent de distinguer les performances des sujets sains de celles des patients porteurs de lésions frontales (*U*=247.50 ; Z=3.09 ; *p*=.001) et de lésions postérieures (*U*=114 ; Z=2.74 ; *p*=.006). L'écart entre les performances des deux groupes de patients n'est pas significatif (*p*=.380).

Par ailleurs, l'analyse portant sur les différents types d'erreurs permettent de distinguer les performances des différents groupes. S'agissant du nombre d'erreurs relatifs à l'élaboration de l'algorithme, les analyses réalisées à l'aide de l'ANOVA de Kruskal-Wallis

montrent un effet de groupe (*H*=13.55 ; ddl=2 ; *p*=.001). L'analyse des écarts significatifs démontre que les patients porteurs de lésions frontales et de lésions postérieures commettent plus d'erreurs de ce type que les participants du groupe témoin (témoins/frontaux *U*=220.50 ; Z=-3.25 ; *p*=.001 ; témoinss/postérieurs *U*=136 ; Z=-2.28 ; *p*=.020). Nous ne notons pas de différences significatives entre les deux groupes de patients (*p*=.740).

Concernant les erreurs de type conflit, les analyses statistiques plaident en faveur d'une différence significative (*H*=11.43 ; ddl=2 ; *p*=.003). Cette différence distingue uniquement les performances des patients porteurs de lésions frontales des participants du groupe témoin qui commettent nettement moins d'erreurs de ce type (*U*=235.50 ; Z=-3.25 ; *p*=.001). Le groupe témoin ne se distingue pas des patients porteurs de lésions postérieures (*U*=174.5 ; Z=-1.49 ; *p*=.132). De plus, les performances des deux groupes de patients ne se différent pas significativement (*U*=95.90 ; Z=0.77 ; *p*=.430).

Ceci étant, l'analyse des résultats portant sur le nombre d'erreurs de type calcul ne permet pas de distinguer les performances des trois groupes (*H*=0.91 ; ddl=2 ; *p*=.632).

Tableau 20 : *Performances des groupes de participants en résolution de problèmes numériques*

Performances (Nbre moy.de problèmes)	**Sujets témoins (n=45)**	**Patients frontaux (n=21)**	**Patients postérieurs (n=11)**	**P.***
Problèmes solubles (max.=4)				
Niveau 1	3.46 (0.81)	3.33 (0.73)	2.90 (1.22)	.275
Niveau 2	3.04 (1.24)	2 (1.26)	2.36 (1.56)	.015
Niveau 3	2.48 (1.45)	1.28 (1.05)	1(1.34)	.001
Total (max.=12)	9 (3.11)	6.57 (2.52)	5.90 (3.78)	
Type d'erreurs				
Calcul	0.75 (1)	1.04 (1.35)	0.90 (0.83)	.632
Algorithme	2.04 (2.96)	4.30 (2.47)	4.63 (3.29)	.001
Conflit	1.82 (2.02)	3.52 (1.74)	2.90 (2.25)	.003

* : Toutes les valeurs de p-value indiquées sur le tableau 20 sont issues des comparaisons à l'aide de l'ANOVA de Kruskal-Wallis

L'analyse statistique des performances en intra-groupe effectuée à l'aide de l'ANOVA de Friedman atteste que les différents niveaux de complexité de l'algorithme modulent l'activité de résolution de problèmes solubles. Ce constat est valable pour tous les groupes de participants (tous les *ps* <.010).

Par ailleurs, l'application du test de Wilcoxon utilisée pour les comparaisons a posteriori montre que les meilleures performances sont relevées lors de la résolution de problèmes du premier niveau, comparées à celles enregistrées aux deuxième et troisième niveaux (tous les *p*s <.003).

Pour affiner davantage les résultats, nous avons opté pour des analyses de fréquence de résolution pour chaque problème soluble du protocole (voir tableau 21).

Tableau 21 : *Fréquence de résolution de problèmes solubles chez les groupes de participants*

Problèmes	Modalités de réponse	Témoins (n=45)	Frontaux (n=21)	Postérieurs (n=11)	Témoins vs Frontaux	X^2. Témoins vs Postérieurs	Frontaux vs Postérieurs
P1	Réussite	44 (97.78%)	19 (100%)	11 (100%)	.473	.248	.
	Échec	1 (2.22%)	0	0			
P2	Réussite	40 (88.89%)	14 (66.67%)	7 (63.64%)	.475*	4.171*	.029
	Échec	5 (11.11%)	7 (33.33%)	4 (36.36%)			
P4	Réussite	31 (68.89%)	12 (57.14%)	3 (27.27%)	.870	6.418*	2.586
	Échec	14 (31.11%)	9 (42.86%)	8 (72.73%)			
P5	Réussite	38 (84.44%)	17 (80.95%)	6 (54.55%)	.125	4.693*	2.490*
	Échec	7 (15.66 %)	4 (19.05%)	5 (45.45%)			
P6	Réussite	36 (80%)	12 (57.14%)	5 (45.45%)	3.77	5.378*	.396
	Échec	9 (20%)	9 (42.86%)	6 (54.54%)			
P8	Réussite	28 (62.22%)	7 (33.33%)	3 (27.27%)	4.79*	4.368*	.123
	Échec	17 (37.78%)	14 (66.67%)	8 (72.73%)			
P9	Réussite	39 (86.67%)	21 (100%)	8 (72.73%)	3.08	1.273	6.319*
	Échec	6 (13.13%)	0	3 (27.27%)			
P11	Réussite	33 (73.33%)	10 (47.62%)	5 (45.45%)	4.16*	6.131*	1.985
	Échec	12 (26.67%)	11 (52.38%)	6 (54.54%)			
P12	Réussite	27 (60%)	3 (14.29%)	1 (9.09%)	12.06*	9.163*	.178
	Échec	18 (40%)	18 (85.71%)	10 (90.91%)			
P14	Réussite	28 (62.22%)	6 (28.57%)	5(45.45%)	6.49*	4.645	3.286
	Échec	17 (37.78%)	15 (71.43%)	6 (54.54%)			
P15	Réussite	35 (77.78%)	11 (52.38%)	7 (63.64%)	4.37*	.942	.371
	Échec	10 (22.22%)	10 (47.62%)	4 (36.36%)			
P17	Réussite	26 (57.78%)	5 (23.81%)	7 (63.64%)	6.63*	1.62	.562
	Échec	19 (42.22%)	16 (76.19%)	4 (36.36%)			

* : Les différences significatives

Chez les sujets témoins, les meilleures performances de résolution de problèmes solubles sont relevées au niveau du premier problème (PS1) à un pourcentage de réussite égale à 97.78% (44 sujets parmi 45 ont résolu ce problème).

Les PS 2, 5, 6 et 9 sont résolus également avec des pourcentages importants de réussite qui varient entre 88.89% au niveau du PS2 et 80% pour le PS6 (le pourcentage d'échec varie entre 11.11% et 20%). Signalons que ces problèmes sont de niveaux 1 et 2 sauf le PS9 (niveau 3).

En outre, les pourcentages de réussite pour le reste des problèmes (PS : 4, 8, 11, 12, 14,15) sont moins importants, ils varient entre 77% et 60%. Il s'agit des problèmes du deuxième et du troisième niveau sauf le PS15 qui fait partie du premier niveau.

S'agissant du problème soluble n°17, il présente le plus faible pourcentage de réussite (57.78%). Seulement 26 contrôles parmi 45 l'ont résolu avec succès. Rappelons qu'il s'agit d'un problème du troisième niveau de complexité.

L'ensemble de ces données indique que la fréquence de résolution de problèmes solubles est tributaire du niveau de difficulté d'algorithme de résolution. Ainsi, les problèmes du premier niveau de difficulté sont les plus résolus que les autres niveaux de difficultés avancés.

Au sujet des patients porteurs de lésions frontales, les problèmes solubles n°1 et 9 sont les mieux résolus, avec un pourcentage de réussite égal à 100%. En second lieu, est résolu le PS 5 (80.95%). Les autres pourcentages de réussite varient entre 66.67% (pour le PS 2) et 23.81% (pour le PS17).

Le PS 12 est le problème le moins fréquemment réussi par ce groupe (pourcentage de réussite égal à 14.29%). Seulement trois patients frontaux l'ont résolu avec succès. Le pourcentage d'échec est de 85.71%.

Pour ce groupe de patients, le niveau de difficulté de problèmes solubles ne semble pas impacter la fréquence de résolution des problèmes.

Concernant les patients postérieurs, le P1 est aussi le problème le plus fréquemment réussi par ce groupe avec un pourcentage de réussite égal à 100%.

Nous notons que quelques problèmes sont réussis à une même fréquence. Le PS2 et le PS15 présentent tous les deux un pourcentage de réussite égal à 63.64%. Les PS n°5, 11 et 14 obtiennent un pourcentage de réussite égal à 45.45%, les PS n°4 et 8 à 27,27%.

En somme, d'un point de vue consensuel, il s'est avéré que le PS1 (niveau 1 de difficulté) est le problème le plus fréquemment résolu chez les trois groupes de participants

avec un pourcentage de réussite à 100% pour les deux groupes de patients et à 97.78% pour les sujets contrôles.

Par ailleurs, le PS12 est le problème le moins fréquemment résolu chez les patients porteurs de lésions frontales et postérieures et dont le pourcentage de réussite ne dépasse pas les 14.29% pour les frontaux et 9.09% pour les postérieurs. Signalons que ce même problème est réussi à 60% chez les sujets contrôles. Chez ces derniers c'est plutôt le PS17 qui est résolu à une faible fréquence.

Les comparaisons des performances des trois groupes de participants à l'aide du X^2 révèlent la présence de différences significatives portant sur quelques items. Signalons que le calcul du X^2 ne se fait qu'à partir d'une fréquence supérieure ou égale à 5.

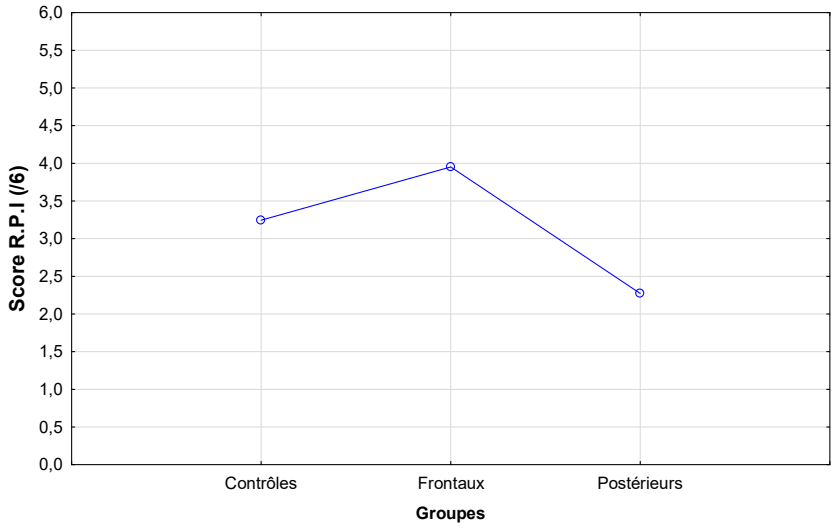
- *Comparaison des témoins Vs patients frontaux :* nous notons la présence de différences significatives entre les performances de ces deux groupes portant sur les problèmes solubles n°2 (X^2=.475 ; ddl=2 ; p=.029), n°8 (X^2=4.790 ; ddl=2 ; p=.028), n°11 (X^2=4.169 ; ddl=2 ; p=.041), n°12 (X^2=12.06 ; ddl=2 ; p=.000). Les différences concernent également sur les problèmes n°14, 15 et 17 (tous les ps>.040).
- *Comparaison des témoins Vs patients postérieurs :* les différences significatives portent sur plus de la moitié des problèmes solubles présentés. En effet, les performances des deux groupes en question se montrent différentes au niveau des PS n° 2, 4, 5, 6, 8,11 et 12 (tous les ps<.050).
- *Comparaison des deux groupes de patients :* une seule différence significative a été relevée portant sur le PS n°9 (X^2=6.319 ; ddl=2 ; p=.011).

1.2. Au niveau des problèmes numériques insolubles

Analyse quantitative

La comparaison des trois groupes au niveau de la résolution de problèmes insolubles a été effectuée en faisant recours à l'ANOVA de Kruskal-Wallis (H=1.80 ; ddl=2 ; p=.400). Les analyses a posteriori ne témoignent d'aucune différence significative entre les performances des trois groupes de participants (tous les ps>.490). L'ensemble des performances est représenté sur la figure 5.

Figure 5 : *Performances des groupes en résolution de problèmes insolubles*



Afin d'analyser ces performances, nous avons réalisé une analyse de fréquence de résolution pour chaque problème insoluble (voir tableau 22).

Tableau 22 **:** *Fréquence de résolution de problèmes insolubles chez les groupes de participants*

Problèmes	Modalités de réponse	Témoins (n=45)	Frontaux (n=21)	Postérieurs (n=11)	Témoins vs Frontaux	X^2 Témoins vs Postérieurs	Frontaux vs Postérieurs
P3	Réussite	24 (53.33%)	14 (71.43%)	4 (36.36%)	1.93	1.018	3.679
	Echec	21 (46.67%)	6 (28.57%)	7 (63.64%)			
P7	Réussite	25 (55.56%)	14 (66.67%)	4(36.36%)	.731	1.303	2.693
	Echec	20 (44.44%)	7 (33.33%)	7 (63.64%)			
P10	Réussite	25 (55.56%)	14 (66.67%)	4(36.36%)	.731	1.303	2.693
	Echec	20 (44.44%)	7 (33.33%)	7 (63.64%)			
P13	Réussite	25 (55.56%)	11 (52.38%)	5 (45.45 %)	.058	.362	.138
	Echec	20 (44.44%)	10 (47.62%)	6 (54.54%)			
P16	Réussite	26 (57.78%)	12 (57.14%)	4 (36.36%)	.002	1.629	1.246
	Echec	19 (42.22%)	9 (42.86%)	7 (63.64%)			
P18	Réussite	26 (57.78%)	15 (71.43%)	4 (36.36%)	1.133	1.629	3.679
	Echec	19 (42.22%)	6 (28.57%)	7 (63.64%)			

Chez le groupe témoin, le PI n°3 est le problème le plus fréquemment résolu (46.67%) où 24 témoins parmi 45 ont proposé de différentes solutions pour le résoudre. Les PI 16 et 18 constituent les problèmes les moins résolus (42.22%) et donc les plus réussis (rejet).

Chez les patients porteurs de lésions frontales, c'est plutôt le PI 13 qui est le plus fréquemment résolu (47.62%) et les PI 3 et 18 qui sont majoritairement rejetés (28.57%).

S'agissant des patients atteints de lésions postérieurs, les problèmes insolubles n° 3,7,10,16 et 18 sont les plus fréquemment résolus avec un pourcentage égal à 63.64%. Le PS13 est le problème le plus réussi où 45.45% (n=5) l'ont rejeté.

Par ailleurs, les comparaisons intergroupes portant sur la résolution de problèmes insolubles ne témoignent d'aucune différence significative entre les items résolus (tous les *p*s>.200).

Analyse qualitative

Cinq types de comportement sont répertoriés, répartis comme suit :

Tableau 23 : *Types de comportements de résolution de problèmes insolubles chez les groupes de participants*

Type de comportement	Sujets témoins (n=45)	Patients frontaux (n=21)	Patients postérieurs (n=11)
Rejet total	22 (48.88%)	11 (52.38%)	4 (36.36%)
Résolution totale	20 (44.44%)	5 (23.80%)	4 (36.36%)
Résolution partielle	0 (0%)	1 (4.76%)	1 (9.09%)
Résolution argumentée	2 (4.44%)	4 (19.04%)	0 (%)
Résolution non argumentée	1 (2.22%)	0 (0%)	2 (18.18%)

1.3. Aspects cliniques de la résolution de problèmes insolubles

❖ Pour les patients porteurs de lésions frontales

Cinq patients parmi 21 ont résolu tous les problèmes insolubles tout en étant capables de réussir les problèmes solubles avec des taux de réussite variables. Nous exposerons dans la suite les justificatifs fournis par chacun et classés selon plusieurs thématiques.

- ***Faire plaisir à l'expérimentateur***

Le patient A.M (jeune homme de 22 ans et de niveau d'instruction primaire) a résolu avec succès 9 problèmes solubles sur 12. Face à chaque problème insoluble rencontré, le patient a essayé de manipuler les différentes données des énoncés afin de fournir une réponse. Ainsi, face au problème insoluble n°3 (plausible) *« Sur un étang, il y a 12 canards et 24*

grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur ? », A.M répond par 36 en réalisant une opération type addition : 12+24=36 ans. Pour le problème insoluble n°7 (non plausible) *« Dans la trousse de Julien, il y a 2 stylos plumes et 3 crayons de couleur. Quel est l'âge de sa maitresse ? ».* A.M a tout simplement associé les deux chiffres présentés à l'énoncé en admettant 3 et 2=32 ans, le contraire pour lui n'est pas possible, « *23 ça fait très jeune* » ! … Toutes les réponses proposées ont été pour lui plausibles. D'une façon générale, le patient soutient « …*Si vous êtes là c'est pour travailler et non pas pour perdre du temps ! Vous êtes gentille, vous répondez à mes questions donc il faut au moins vous aider à accomplir votre tâche et ne pas biaiser vos résultats* ».

Le patient M.B (jeune homme de 20 ans et de niveau d'instruction universitaire) a réussi la moitié des problèmes insolubles (n=6/12) tout en étant incapable de récuser tous les problèmes insolubles. Pour le problème insoluble n°10 (plausible) « *Sur un bateau, il y a 106 passagers voyageant en seconde classe et 50 en première classe ; Quel est l'âge du capitaine ?* » Il a effectué une opération simple de type soustraction : 106-50=56 ans, une réponse correcte qui correspond bien à ce qui est demandé. « *56 c'est bien l'âge d'un capitaine mûr et responsable, autrement ce n'est pas possible par exemple 106+50=156 ans ? Ça correspond à l'âge d'un monstre ou même d'un dinosaure »* ajoute-il en rigolant. Au sujet du problème insoluble n°18 (non plausible) *« Un fermier vend sur le marché 40 poulets, 240 œufs et 110 litres de lait. Quel est son âge ? ».*M.B a réalisé l'opération suivante *« 40+240+110=390, non ça ne marche pas c'est absurde même ».* Il a divisé le tout par 2 « 390/2=195 *ans encore impossible ... ».* Pour finir par dire 64 ans (une réponse arbitraire !) mais pourquoi 64 ans et comment ? « *C'est comme ça, ça m'a fait penser à un fermier de notre quartier qui a à peu près cet âge et qui vendait juste les mêmes produits* ». D'une façon générale, le patient a bien défendu ses réponses en postulant « *c'est évident, il s'agit d'un travail sérieux et il ne faut pas prendre les choses à la légère ! Il faut se mettre au travail et respecter l'effort que vous fournissez pour achever cette recherche ».*

- ***Répondre sans détecter les nuances des problèmes***

M.N.B.S (homme âgé de 56 ans et de niveau d'instruction primaire) présentant un score de résolution de 3/12 en problèmes solubles, il a récusé un seul problème insoluble. Il justifie ses réponses ainsi «*je savais qu'il y a quelque chose qui ne va pas, mais le caractère répétitif de ces items aberrants et leurs présentations m'a mis sur une fausse piste et j'ai fini par céder et fournir une réponse ».*

- ***Rechercher activement l'information et vouloir donner une réponse***

Trois patients Y.H (femme âgée de 27 ans et de niveau scolaire secondaire), R.A (homme âgé de 47 ans et de niveau d'instruction universitaire) et Z.M (homme âgé de 36 ans et de niveau primaire) ont essayé de manipuler les données proposées (addition, soustraction, division, association, …) afin de donner une réponse cohérente « pour eux ». Les trois patients étaient bien convaincus qu'ils existent certainement des réponses à ces questions (selon leurs propos).

Nous citons à titre d'exemple une réponse fournie lors de la résolution du problème insoluble n°13 (non plausible) « *Christophe a 2 bonbons dans la main droite et 3 réglisses dans son cartable. Quel est son âge ? ».* La réponse fournie par Y.H est la suivante *« 2+3=5 ans, oui c'est logique, ça doit être un enfant de bas âge qui aime les bonbons et les chewingums, l'âge de mon neveu quoi ! ... ».*

- ***Justifier les réponses par un problème de concentration et/ou d'attention***

Des patients ont fait preuve d'une résolution partielle des problèmes insolubles. Les deux patientes J.B.A (femme âgée de 54 ans et de niveau d'instruction primaire, ayant un score de 4/6 en résolution des PI), J.B.AM (femme âgée de 53 ans et de niveau d'instruction primaire, ayant un score de 5/6 en résolution des PI) déclarent faire « *du n'importe quoi* » et expliquent ceci par un problème attentionnel (pour la première) et de concentration (pour la deuxième). Pour elles, si c'était à refaire, elles auraient dû répondre autrement et récuser tous les problèmes insolubles présentés. Les mêmes propos ont été avancés par le patient T.B.M (homme âgé de 40 ans et de niveau d'instruction secondaire) présentant un score de 8/12 en résolution de problèmes solubles et récusant 4 items insolubles.

- ***Justifier les réponses par l'effet de la fatigue***

Le patient M.Az (homme âgé de 45 ans et de niveau d'instruction primaire) qui était très sensible aux problèmes insolubles (a réussi 6/12 problèmes solubles et 4/6 en PI puisqu'il a résolu uniquement les deux derniers items insolubles) a justifié ses erreurs par la fatigue survenue à la fin du protocole et le désir de fournir une réponse quelles que soient les conditions.

❖ **Pour les patients porteurs de lésions postérieures**

Six patients parmi onze ont résolu tous les problèmes insolubles proposés. Les justificatifs fournis portent sur les thématiques suivantes :

- ***Répondre aux attentes de l'expérimentateur***

K.B.K est un monsieur qui a réussi uniquement deux problèmes solubles et échoué dans le rejet des items insolubles tout en essayant de fournir une réponse à partir de la manipulation des données de l'énoncé (mêmes comportements décrits plus haut). Si nous prenons l'exemple de la question n°18 (non plausible) *« Un fermier vend sur le marché 40 poulets, 240 œufs et 110 litres de lait. Quel est son âge* ? Il répond 40 ans, en choisissant d'une façon arbitraire l'une des données présentées. D'une manière générale, il justifie ses réponses ainsi « *J'ai aucun problème avec ces questions tant que cela ne nuit pas à ma personne, j'ai essayé de vous donner le maximum de réponses pour répondre à vos attentes »* Lesquelles s'il vous plait ? » Il répond : *« avoir le maximum de réponses à analyser ».*

- ***Rechercher activement l'information et vouloir donner une réponse***

S.B.K (femme âgée de 36 ans et de niveau d'instruction primaire) a réussi un seul item soluble (1/12) a résolu tous les items insolubles sans pour autant déceler leur caractère aberrant. Pour elle ce n'est pas le caractère insoluble qui l'intrigue mais plutôt la cohérence sémantique des éléments qui laisse à désirer. Au niveau du problème insoluble n°3 (plausible) *« Sur un étang, il y a 12 canards et 24 grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur ?* », elle commente « *…. Mais d'abord qu'est ce qu'il fait lui avec les canards et les grenouilles à la fois ?... La pêche des grenouilles est-elle faisable ? Mais à quoi sert ? Bon la question des grenouilles me tente, je dirai alors 24 ans ».* Pour la question n°7 (non plausible) *« Dans la trousse de Julien, il y a 2 stylos plumes et 3 crayons de couleur. Quel est l'âge de sa maitresse ? ».* Elle répond *: « … Crayons de couleurs ? Ça doit être un garçon de bas âge en moyenne section ou en CE1 au maximum, et donc la maîtresse doit être jeune aussi elle doit avoir 30 ans »* Pourquoi 30 ans ? *« Les données présentées ne disaient rien par rapport à son âge, il fallait juste imaginer la situation et donner la réponse la plus probable ».* Les mêmes motifs de réponse sont repérés lors de la résolution des autres problèmes insolubles.

Les deux patients W.G (femme âgée de 21 ans et de niveau d'instruction secondaire) et H.B (homme âgé de 57 ans et de niveau d'instruction primaire) ont réussi quatre problèmes solubles parmi douze ont présenté le même profil. Leurs réponses étaient qualifiées de « hâtives » et sans se référer aux données de l'énoncé. Exemple de la question n°3 (plausible) *« Sur un étang, il y a 12 canards et 24 grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur ?* ». La réponse était 40 ans, avancée sans calcul ni même réflexion. En effet, ces deux patients n'ont montré

aucune surprise ou autre réaction lors de la lecture des énoncés et pour appuyer leurs propos, ils déclarent faire le nécessaire pour répondre et qu'autrement ça ne sera pas possible.

- ***Détecter le caractère insoluble mais éprouver une difficulté de prise de décision***

Pour les autres patients soluteurs d'insolubles A.L et M.G (deux jeunes hommes âgés de 32 et 35 ans et de niveau d'instruction universitaire et primaire respectivement), tout comme les autres, ils ont essayé de fournir des réponses en manipulant les différentes données. Sur incitation, ils affirment avoir détecté le caractère insoluble des questions mais ceci n'a pas été suffisant pour les empêcher de donner des réponses qu'ils qualifient de douteuses.

- ***Répondre sans détecter les nuances des problèmes***

Le patient R.B.A (jeune homme âgé de 30 ans et de niveau d'instruction secondaire) a résolu 5 problèmes insolubles et en a récusé un seul (n°13) face auquel il se déclare incompétent. Par exemple pour la question n°7 (non plausible) *« Dans la trousse de Julien, il y a 2 stylos plume et 3 crayons de couleur. Quel est l'âge de sa maîtresse ?»,* il signale qu'il n'arrive pas à trouver une solution parce que les chiffres proposés sont trop petits pour parvenir à l'âge d'une maitresse bien que la réponse se trouve quelque part.

2. Analyse lésionnelle

Compte tenu de la nature des données obtenues auprès des participants du groupe témoin qui ne permettent pas une répartition de l'ensemble de la population en sous-groupes afin d'étudier les deux formes d'adhérence cognitive, nous n'avons pas pu effectuer une analyse lésionnelle très avancée.

Toutefois des analyses corrélationnelles entre les indices de résolution de problèmes et le délai post-opératoire ont été effectuées et témoignent les résultats suivants :

Chez les patients porteurs de lésions frontales, nous notons l'absence de liens statistiquement significatifs entre le délai post lésionnel et le score de résolution de problèmes solubles (r_s=-.10 ; p=.660). L'échec en résolution de problèmes insolubles n'est pas non plus lié au délai post-lésionnel (r_s=.30 ; p=.175).

Pour les patients porteurs de lésions postérieures, le délai post-lésionnel ne se montre pas lié au score de résolution de problèmes solubles (r_s=.14 ; p=.663) ni au score d'échec de problèmes insolubles (r_s=.09 ; p=.774).

3. Comparaison des groupes aux épreuves exécutives

Pour rappel, l'ensemble des analyses qui seront présentées dans la suite porteront uniquement sur la planificaion et l'inhibition cognitives. Ceci est en fonction de nos hypothèses de travail précédemment définies.

3.1. Au niveau de la planification cognitive

- **Tour de Londres**

L'application de l'ANOVA de Kruskal-Wallis sur le temps d'exécution témoigne de différences significatives entre les groupes de sujets (H=17.83 ; ddl=2 ; p=.001).
En nous basant sur les données du tableau 24 et les comparaisons a posteriori, nous constatons que les participants du groupe témoin mettent en moyenne moins de temps pour exécuter la tâche par rapport aux patients présentant des lésions frontales (U=187 ; Z=-3.73 ; p=.001) ou des lésions postérieures (U=121 ; Z=-2.59 ; p=.009). L'écart entre les performances des deux groupes de patients n'est pas significatif (p=.370).

Tableau 24 : *Comparaison des groupes de participants au niveau de la planification cognitive*

Indices	Témoins (n=45)	Frontaux (n=21)	Postérieurs (n=11)	P.
Temps moyen d'exécution	21.72 (6.21)	49.94 (33.20)	35.03 (23.69)	.001
Temps de latence	3.56 (1.55)	18.36 (36.07)	12.22 (29.46)	.450
Nombre moyen de mvts	7.99 (3.09)	18.77 (28.48)	7.79 (2.01)	.020
Bonnes réponses	6.31 (1.91)	3.45 (1.05)	5.45 (2.84)	.230

Pour le temps de latence, l'ANOVA de Kruskal-Walis ne témoigne pas d'un effet de groupe (H=1.56 ; ddl=2 ; p=.450). Les données du tableau 24 et les analyses a posteriori confirment que l'écart entre les performances des témoins et des patients frontaux (p=.210) d'une part et les performances des témoins et les patients postérieurs d'autre part n'est pas significatif (p=.660).

Concernant le nombre moyen de mouvements, l'ANOVA de Kruskal-Wallis démontre une différence significative (H=7.69 ; ddl=2 ; p=.020). Cette différence permet de distinguer le groupe témoin qui fait nettement moins de mouvements par rapport aux sujets porteurs de lésions frontales (U=267.50 ; Z=-2.58 ; p=.009). Nous ne notons pas de différences significatives entre les performances de groupe témoin et les patients postérieurs (p=.926). De

plus, l'écart entre les performances des deux groupes de patients n'est pas significatif (*p*=.082).

S'agissant du nombre de bonnes réponses, nous notons un effet du groupe (*H*=2.91 ; ddl=2 ; *p*=.230). Les participants du groupe témoin présentent de meilleures performances à ce niveau en comparaison avec les patients présentant des lésions frontales (*U*=87.5 ; Z=5.14 ; *p*<.001) et des lésions postérieures (*U*=30.50 ; Z=-4.46 : *p*<.001). Ces derniers produisent plus de bonnes réponses que les patients frontaux (*U*=.00 ; Z=-4.52 ; *p*<.001).

3.2. Au niveau de l'inhibition des automatismes

- **Test de Stroop**

D'après le tableau 25 ci-dessous, l'application de l'ANOVA de Kruskal-Wallis, réalisée sur le temps d'inhibition, témoigne d'un effet groupe (*H*=4.94 ; ddl=2 ; *p*=.084). Les comparaisons a posteriori démontrent que le groupe témoin met en moyenne moins de temps pour exécuter la tâche par rapport aux patients présentant des lésions frontales (*U*=314.50 ; Z=-2.16 ; *p*=.030). Par ailleurs, l'écart entre les performances du groupe témoin et celles des patients présentant des lésions postérieures n'est pas significatif (*p*=.490) tout comme l'écart de performances entre les deux groupes de patients (*p*=.260).

Tableau 25 : *Comparaison des groupes de participants au niveau de l'inhibition des automatismes*

Indices	Témoins (n=45)	Frontaux (n=21)	Postérieurs (n=11)	P.
Temps d'inhibition	67.28 (30.95)	106.61 (71.75)	73.18 (32.85)	.084
Erreurs corrigées	2.88 (3)	3.28 (3.13)	2.45 (1.57)	.872
Erreurs non corrigées	0.95 (1.62)	3.14 (5.16)	2 (1.78)	.004

Pour les erreurs corrigées, l'ANOVA de Kruskal-Walis ne témoigne pas de différence significative (*H*=.25 ; ddl=2 ; *p*=.872). Les analyses a posteriori objectivent que l'écart entre les performances des trois groupes n'est pas significatif (*p*>.650).

Concernant les erreurs non corrigées, les analyses statistiques témoignent d'une différence significative (*H*=10.70 ; ddl=2 ; *p*=.004). Les patients ayant des lésions frontales commettent plus d'erreurs de ce type que les sujets témoins (*U*=268 ; Z=-2.80 ; *p*=.002). Ces derniers commettent moins d'erreurs que les patients postérieurs (*U*=153 ; Z=-2.11 ; *p*=.030). Il n'y a pas d'écart significatif entre les performances des deux groupes de patients (*p*=.850).

En somme, et dans le souci d'avoir un aperçu général sur l'ensemble des performances présentées par les patients cérébrolésés, nous traçons le tableau suivant :

Tableau 26 : *Performances des patients frontaux et postérieurs aux épreuves exécutives*

	Patients frontaux (n=21)	**Patients postérieurs (n=11)**	**Valeurs de P.**
STROOP			
Temps d'inhibition	106.61 (71.75)	73.18 (32.85)	NS
Erreurs corrigées	3.23 (3.13)	2.45 (1.57)	NS
Erreurs non corrigées	3.14 (5.16)	2 (1.78)	NS
TOUR DE LONDRES			
Temps de planification	49.94 (33.20)	35.03 (23.69)	NS
Temps de latence	18.36 (36.07)	12.22 (29.46)	NS
Nombre moyen de mouvements	18.77(28.48)	7.79 (2.01)	NS
Bonnes réponses	3.45 (1.05)	5.45 (2.84)	NS

NS : non significative

CHAPITRE 7 - Analyse des corrélations

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats relatifs aux corrélations effectuées entre les différentes variables cognitives, exécutives et socioculturelles auprès des sujets sains et les patients porteurs de lésions frontales et postérieures. Rappelons que la recherche des corrélations est orientée par les hypothèses de travail posées précédemment.

En effet, pour chaque groupe concerné, nous examinerons les liens entre :

a) Les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles
b) Les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles
c) Les indices relatifs à la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels

D'autres corrélations ont été par ailleurs effectuées entre les indices de résolution de problèmes (solubles et insolubles), l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul.

1. Analyse des corrélations effectuées auprès des sujets sains

1.1. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles

Selon les données corrélationnelles indiquées dans le tableau 27, le score de résolution de problèmes solubles est corrélé positivement et significativement aux bonnes réponses relatives à la planification cognitive (r_s=.22 ; p=.038).

Pour des analyses plus fines, nous avons opté pour des corrélations entre les différents niveaux d'élaboration d'algorithme relatifs à la résolution de problèmes, les différents types d'erreurs et les différents indices exécutifs.

Les résultats ont montré que le premier niveau de problème est associé négativement et significativement aux erreurs corrigées d'inhibition cognitive (r_s=-.23 ; p=.029).

En outre, les corrélations négatives et significatives ont été notées entre le deuxième niveau de difficulté, le temps d'inhibition (r_s=-.22 ; p=.035) et les erreurs corrigées d'inhibition (r_s=-.24 ; p=.024).

Enfin, le troisième niveau est associé positivement et significativement aux bonnes réponses relatives à la planification (r_s=.23 ; p=.032).

Quant aux différents types d'erreurs, plusieurs corrélations significatives ont été relevées (annexe 10). Nous notons des corrélations positives et significatives entre les erreurs de type algorithme et l'indice temporel relatif à l'inhibition cognitive (r_s=.22 ; p=.035). Les erreurs corrigées et non corrigées relatifs à l'inhibition cognitive sont liées aux erreurs de type algorithme (r_s=.21 ; p=.044 ; r_s=.26 ; p=.014).

Les erreurs de type conflit sont corrélées positivement et significativement au nombre moyen de mouvements effectué lors de la planification cognitive (r_s=.21 ; p=.048), à l'indice temporel d'inhibition (r_s=.24 ; p=.022) ainsi qu'aux erreurs corrigées (r_s=.25 ; p=.020) et non corrigées (r_s=.32 ; p=.002) d'inhibition cognitive.

Ils sont toutefois corrélés négativement et significativement aux nombres de bonnes réponses relatives à la planification cognitive (r_s=-.28 ; p=.009).

Aussi, nous ne notons pas de corrélations significatives entre les erreurs de type calcul et les indices exécutifs.

Tableau 27 : *Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes solubles chez les sujets sains*

Indices		RPS	Err. algorithme	Err. de calcul	Err. de conflit	Niv 1	Niv 2	Niv 3
Planification	Tps	-.02	.07	-.12	.03	-.09	.03	-.02
	Tps L	.10	-.06	-.10	-.10	.12	.12	.08
	Nbr. moy Mvts	-.15	.15	.07	**.21**	-.12	-.05	-.19
	B. rep	**.22**	-.15	-.17	**-.28**	.17	.11	**.23**
Inhibition	Tps	-.19	**.22**	-.10	**.24**	-.15	**-.22**	-.16
	EC	**-.21**	**.21**	.04	**.25**	-.23	**-.24**	.14
	ENC	-.20	**.26**	-.03	**.32**	-.03	**-.20**	-.20

RPS : résolution de problèmes solubles ; **Err** : erreurs ; **Niv** : niveau ; **Tps** : temps ; **Categ.** : nombre de catégories ; **Tps L** : temps de latence ; **Nbre moy mvts :** nombre moyen de mouvements ; **B.rep** : bonnes réponses ; **EC** : erreurs corrigées ; **ENC** : erreurs non corrigées.

1.2. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles

Nous ne relevons pas de corrélations significatives entre les indices exécutifs et le score de résolution de problèmes insolubles (voir tableau 28).

Tableau 28 : *Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes insolubles chez les sujets sains*

Indices		RPI
Planification	Tps	.20
	Tps L	.19
	Nbre moy mvts	-.12
	B. rep	-.00
Inhibition	Tps	.07
	EC	.10
	ENC	.07

RPS : résolution de problèmes solubles ; **Err** : erreurs ; **Niv** : niveau ; et les types**Tps** : temps ; **Tps L** : temps de latence **Categ.** : nombre de catégories ; **Nbre moy mvts** : nombre moyen de mouvements ; **B.rep** : bonnes réponses ; **EC** : erreurs corrigées ; **ENC** : erreurs non corrigées .

1.3. Corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels

Comme illustré dans le tableau 29, le score de résolution de problèmes insolubles est corrélé positivement aux différents indices relatifs à la désirabilité sociale : l'attribution (r_s=.23 ; p=.000), le déni (r_s=.28 ; p<.001) et le score total de désirabilité sociale (r_s=.33 ; p<.001).

Nous ne notons pas de corrélations significatives entre le score de résolution des problèmes insolubles et les autres indices socio-culturels (l'orientation culturelle et la dépendance au contexte).

Tableau 29 : *Matrices de corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels chez les sujets sains.*

Indices	Attribution	Déni	DS	Indiv.H	Indiv. V	Collect.H	Collect.V	Ecarts absolus	Ecarts relatifs
RPI	**.23**	**.28**	**.33**	.05	.20	.20	.14	.04	.14

RPI : résolution de problèmes insolubles ; **DS** : désirabilité sociale ; **Indiv.H** : individualisme horizontal ; **Indiv.V** : individualisme vertical ; **Collect.H** : collectivisme horizontal ; **Collect.V** : collectivisme vertical.

1.4. Corrélations entre les indices de résolution de problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul

D'après le tableau 30, le score de résolution de problèmes solubles est corrélé positivement et significativement au score obtenu au subtest d'arithmétique (r_s=.46 ; p=.000) et aux compétences numériques et de calcul (r_s=.41 ; p=.000).

Pour les différents niveaux de complexité d'algorithme, ils sont tous corrélés aux compétences numériques et de calcul (tous les ps<.001).

Quant aux erreurs, les erreurs de type algorithme sont associés négativement au score de l'arithmétique (r_s=-.48 ; p=.000) et à celui des compétences numériques et de calcul (r_s=-.53 ; p=.000).

Les erreurs de type conflit sont aussi liés négativement et significativement aux mêmes indices (tous les ps=. 000).

Tableau 30 : *Matrices de corrélations entre les indices de résolution, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul chez les sujes sains.*

	RPS	RPI	Niv 1	Niv 2	Niv3	Err. de type algorithme	Err. de conflit	Err. de calcul
Arithmétique	**.46**	-.15	**.32**	**.33**	**.46**	**-.48**	**-.42**	-.15
Compétences numériques et de calcul	**.41**	-.17	**.25**	**.40**	**.35**	**-.53**	**-.41**	-.11

RPS : résolution de problèmes solubles **; RPI :** résolution de problèmes insolubles **; Niv :** niveau **; Err. :** erreurs.

2. Analyse des corrélations effectuées auprès des patients frontaux

2.1. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles

D'après le tableau 31 présenté ci-dessous, le score de résolution de problèmes solubles n'est corrélé à aucun indice exécutif. De même, les analyses portant sur les corrélations entre les différents niveaux de difficulté, les types d'erreurs et les indices exécutifs ne témoignent pas de liens significatifs.

Tableau 31 : *Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et derésolution de problèmes solubles chez les patients frontaux*

Indices		RPS	Err. d'algorithme	Err. de calcul	Err. de conflit	Niv 1	Niv 2	Niv 3
MDT	V.D	.02	-.15	.40	-.24	.02	-.00	.00
	V.I	-.01	-.11	.15	-.01	.06	-.07	-.10
	VSP.D	.05	-.38	**.62**	-.26	.14	-.03	.16
	VSP.I	-.09	-.24	**.68**	-.03	.12	-.23	.04
Planification	Tps	-.01	.07	.08	.14	.21	-.32	.17
	Tps L	.11	.04	-.08	.05	.26	-.11	.23
	Nbre moy mvts	.18	-.14	.20	.03	.33	-.17	.42
	B. rep	.28	-.14	-.24	-.25	.23	.32	.11
Inhibition	Tps	-.26	.26	-.21	.23	.01	-.19	-.32
	EC	.38	-.40	-.19	-.11	.04	.39	.41
	ENC	-.19	.20	-.04	.21	.00	-.31	-.33

RPS : résolution de problèmes solubles ; **Err** : erreurs ; **Niv** : niveau ; **Tps** : temps ; **Tps L** : temps de latence **; Nbre moy Mvts :** nombre de mouvement ; **B.rep** : bonnes réponses ; **EC** : erreurs corrigées ; **ENC** : erreurs non corrigées.

2.2. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles

D'après le tableau 32, le score de résolution de problèmes insolubles est corrélé négativement et significativement à l'indice temporel (r_s=-.46 ; p=.002) et au nombre de mouvements relatifs à la planification cognitive (r_s=-.49 ; p=.036).

Tableau 32 : *Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes insolubles chez les patients frontaux*

Indices		RPI
Planification	Tps	**-.46**
	Tps L	-.18
	Nbre moy mvts	**-.49**
	B. rep	.24
Inhibition	Tps	.20
	EC	-.10
	ENC	.15

RPI : résolution de problèmes insolubles ; **Err** : erreurs ; **Niv** : niveau ; **Tps** : temps ; **Tps L** : temps de latence **; Categ.** : catégories **Nbre moy Mvts :** nombre de mouvement ; **B.rep** : bonnes réponses ; **EC** : erreurs corrigées ; **ENC** : erreurs non corrigées**.**

2.3. Corrélations entre la résolution des problèmes insolubles et les indices socio-culturels

Aucune corrélation significative n'a été relevée entre ces variables (voir tableau 33).

Tableau 33 : *Matrices de corrélations entre la résolution des problèmes insolubles et les indices socio-culturels chez les patients frontaux*

Indices	Attribution	Déni	DS	Indiv.H	Indiv. V	Collect.H	Collect.V	Ecarts absolus	Ecarts relatifs
RPI	-.09	.40	.36	-.04	-.13	-.00	.07	-.12	.33

RPI : résolution de problèmes insolubles **; DS :** désirabilité sociale **; Indiv H :** individualisme horizontal **; Indiv.V :** individualisme vertical **; Collect.H :** collectivisme horizontal **; Collect.V :** collectivisme vertical **; RPI :** résolution des problèmes insolubles.

2.4. Corrélations entre les indices de résolution des problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul

D'après le tableau 34, le score de résolution de problèmes solubles est corrélé positivement et significativement au score obtenu au subtest d'arithmétique (r_s=.47 ; p=.030).

Pour les différents niveaux de complexité d'algorithme, nous notons une seule corrélation positive et significative entre le score obtenu au subtest d'arithmétique et le troisième niveau de complexité (r_s=.54 ; p=.010).

Quant aux erreurs, seules les erreurs de type algorithme sont associées négativement au score de l'arithmétique (r_s=-.51 ; p=.020) et à celui des compétences numériques et de calcul (r_s=-.55 ; p=.010).

Tableau 34 : *Matrices de corrélations entre les indices de résolution, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul chez les patients frontaux.*

	RPS	RPI	Niv 1	Niv 2	Niv3	Err. de type algorithme	Err. de conflit	Err. de calcul
Arithmétique	**.47**	-.39	.30	.34	**.54**	**-.51**	-.30	.14
Compétences numériques et de calcul	.33	-.22	.22	.35	.41	**-.55**	-.19	.16

RPS : résolution de problèmes solubles **; RPI :** résolution de problèmes insolubles **; Niv :** niveau **; Err. :** erreurs.

4. Analyse des corrélations effectuées auprès des patients postérieurs

3.1. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles

Comme illustré dans le tableau 35, la résolution de problèmes solubles est corrélée négativement au nombre de mouvements effectuées lors de la planification cognitive (r_s=-.72 ; p=.012).

Très peu de corrélations ont été notées entre les différents types d'erreurs et les indices exécutifs : le nombre de mouvements relatifs à la planification cognitive est corrélé aux erreurs de type algorithme (r_s=.73 ; p=.010) et aux erreurs de type conflit (r_s=.77 ; p=.005). Les erreurs de calcul ne sont pas associées aux indices exécutifs.

Pour les différents niveaux d'élaboration d'algorithme, seulement une corrélation négative et significatives a été notée entre le nombre de mouvement relatifs à la planification cognitive et le troisième niveau de difficulté (r_s=-.87 ; p<.001).

Tableau 35 : *Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes solubles chez les patients postérieurs*

Indices		RPS	Err. d'algorithme	Err. de calcul	Err. de conflit	Niv 1	Niv 2	Niv 3
Planification	Tps	-.26	-.19	-.36	.27	.05	-.35	-.34
	Tps L	-.00	-.31	-.18	.25	.10	-.48	-.01
	Nbr. Mvts	**-.72**	.27	.12	**.71**	-.44	**-.71**	**-.87**
	B. rep	.34	.06	.34	-.22	-.06	.17	.48
Inhibition	Tps	-.24	.59	.54	.20	-.07	-.15	-.48
	EC	.17	.06	.13	-.05	.01	.03	.13
	ENC	-.33	-.04	-.22	.24	-.09	-.17	-.42

RPS : résolution de problèmes solubles ; **Err** : erreurs ; **Niv** : niveau ; **Tps** : temps ; **Tps L** : temps de latence **; Nbre moy Mvts :** nombre de mouvement ; **B.rep** : bonnes réponses ; **EC** : erreurs corrigées ; **ENC** : erreurs non corrigées.

3.2. Corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles

Nous ne notons pas de liens significatifs entre le score de résolution de problèmes insolubles et les indices exécutifs tel que représente le tableau 36.

Tableau 36 : *Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles chez les patients postérieurs.*

Indices		**RPI**
Planification	Tps	-.19
	Tps L	-.31
	Nbr. Mvts	.27
	B. rep	.06
Inhibition	Tps	.59
	EC	-.60
	ENC	-.04

RPI : résolution de problèmes insolubles ; **Err** : erreurs ; **Niv** : niveau ; **MDT V.D** : mémoire de travail verbale directe ; **MDT V.I** : mémoire de travail verbale indirecte ; **MDT VSP.D** : mémoire de travail visuospatiale directe ; **MDT VSP.I** : mémoire de travail visuospatiale indirecte ; **Tps** : temps ; **Tps L** : temps de latence **; Nbre moy Mvts :** nombre de mouvement ; **B.rep** : bonnes réponses ; **EC** : erreurs corrigées ; **ENC** : erreurs non corrigées.

3.3. Corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels

Nous ne notons pas de corrélations significatives à ce niveau (voir tableau 37).

Tableau 37 : *Matrices de corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels chez les patients postérieurs.*

Indices	**Attribution**	**Déni**	**DS**	**Indiv.H**	**Indiv. V**	**Collect.H**	**Collect.V**	**Ecarts absolus**	**Ecarts relatifs**
RPI	.52	.18	.60	.28	-.19	.02	.08	.07	.13

RPI : résolution de problèmes insolubles **; DS :** désirabilité sociale **; Indiv.H :** individualisme horizontal **; Indiv.V :** individualisme vertical **; Collectiv.H :** collectivisme horizontal **; Collectiv.V :** collectivisme vertical.

3.4. Corrélations entre les indices de résolution de problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul

Selon le tableau 38, le score de résolution de problèmes solubles est corrélé positivement et significativement aux scores obtenus au subtest d'arithmétique (r_s=.71 ; p=.013) et des compétences numériques et de calcul (r_s=.68 ; p=.020).

Pour les différents niveaux d'élaboration d'algorithme, le premier niveau se montre

associé au score obtenu au subtest d'arithmétique (r_s=.64 ; p=.031) alors que le troisième niveau est corrélé positivement et significativement au score subtest d'arithmétique (r_s=.74 ; p=.008) et aux compétences numériques et de calcul (r_s=.75 ; p=.007).

Tableau 38 : *Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul chez les patients postérieurs.*

	RPS	**RPI**	**Niv 1**	**Niv 2**	**Niv3**	**Err. de type algorithme**	**Err. de conflit**	**Err. de calcul**
Arithmétique	**.71**	-.56	**.64**	.24	**.74**	-.48	-.47	-.31
Compétences numériques et de calcul	**.68**	-.25	.36	.38	**.75**	-.59	-.49	-.04

RPS : résolution de problèmes solubles **; RPI :** résolution de problèmes insolubles **; Niv :** niveau ; **Err** : erreurs

CHAPITRE 8 - Discussion générale

L'objectif principal de cette recherche était d'examiner le comportement d'adhérence cognitive repéré auprés de la population saine tunisienne. Ceci a été assuré à l'aide du protocole de résolution de problèmes numériques solubles et insolubles destiné aux sujets tunisiens sains et des patients porteurs de lésions cérébrales.

Les liens entre la résolution de problèmes numériques, les fonctions exécutives et les variables socioculturelles seront également examinés.

En effet, la plupart des études portant sur la résolution de problèmes numériques tentent d'expliquer les difficultés des patients sous l'angle purement cognitif (difficultés de planification, d'inhibition, etc). D'autres aspects sont peu pris en considération bien qu'ils semblent pouvoir influencer les performances (facteurs d'ordre socio-cognitif, sociologique, culturel). Quelques travaux, tels ceux de Havet-Thomassin (2007) et de Besnard (2009), ont abordé la question de la résolution de problèmes arithmétiques en lien avec la cognition sociale, et plus particulièrement avec les capacités de théorie de l'esprit dans l'un de leurs chapitres de thèse. Le premier travail a souligné un lien entre ces processus contrairement au deuxième qui plaide en faveur d'une dissociation.

Par conséquent, cette étude s'est intéressée (1) aux performances des sujets sains tunisiens à la résolution de problèmes numériques ; (2) aux liens entre les fonctions exécutives et la résolution de problèmes numériques ; (3) aux liens entre les performances de résolution de problèmes et plus particulièrement la résolution de problèmes insolubles et la désirabilité sociale afin d'expliquer les résultats antérieurs et en donner une interprétation plus exhaustive et (4) à l'influence des facteurs socio-culturels dans l'interprétation des performances exécutives dans une culture déterminée en l'occurrence arabo-musulmane.

1. Résolution de problèmes numériques chez les sujets sains

❖ **Au niveau des problèmes solubles**

L'analyse à ce niveau a porté sur plusieurs variables notamment le score de résolution de problèmes solubles, les différentes modalités d'erreurs (trois types d'erreurs définis précédemment) et les différents niveaux d'élaboration de l'algorithme de résolution (trois niveaux de complexité des problèmes).

Ainsi, les analyses intra-groupes réalisées ont révélé que les performances des sujets sains sont tributaires au niveau de la complexité de l'algorithme de résolution. Elles paraissent meilleures quand il s'agit de problèmes du premier niveau comparativement aux deux autres niveaux de problème. Le même constat est relevé quand il s'agit de comparer le deuxième niveau au troisième qui semble le plus difficile et donc le moins accessible pour ces sujets de contrôle.

S'agissant des différents types d'erreurs, les erreurs relatives à la mise en place de l'algorithme sont les plus nombreuses comparativement aux autres erreurs. En revanche, les erreurs de type calcul sont moins nombreuses que les erreurs de type conflit.

Au niveau des analyses corrélationnelles, la résolution de problèmes solubles parait associée à l'ensemble des épreuves exécutives et principalement à la mémoire de travail visuo-spatiale, la planification et l'inhibition cognitive (au moins un indice voir plus par processus).

Quant aux trois niveaux de difficulté, les résultats des corrélations semblent assez mitigés. Par conséquent, le premier niveau de difficulté se montre corrélé à la mémoire de travail visuo-spatiale et l'inhibition cognitive. Le deuxième niveau est lui également, lié à la mémoire de travail visuo-spatiale et aux différents indices relatifs à l'inhibition cognitive (temps, erreurs corrigées et non corrigées). Alors que le troisième niveau, il est significativement corrélé aux nombres de bonnes réponses relatives à la planification et à la mémoire de travail visuo-spatiale.

Il est de même important de signaler que les analyses corrélationnelles portant sur les erreurs de type algorithme montrent que ces dernières sont liées aux indices d'inhibition cognitive. Les erreurs de type conflit montrent de liens significatifs avec les deux indices exécutifs relatifs à l'inhibition et la planification cognitives. Les erreurs de type calcul ne sont associées à aucun indice cité ci-dessus.

En somme, les analyses portant sur le score de résolution de problèmes solubles, les niveaux d'analyse et les différents types d'erreurs auprès de ces sujets sains ont permis de souligner la présence de liens significatifs entre les indices exécutifs et les différents indices relatifs à la résolution de problèmes (niveaux de difficulté, types d'erreurs).

❖ **Au niveau des problèmes insolubles**

L'analyse quantitative portant sur la résolution de problèmes solubles témoigne qu'un nombre important de sujets sains a proposé des solutions à ces problèmes auxquels il n'y a pas de solution envisageable (plus de 40%).

L'analyse qualitative des résultats témoignent d'une grande hétérogénéité au niveau des comportements de résolution : des participants ont récusé tous les problèmes insolubles, d'autres ont fait preuve d'une résolution partielle argumentée et non argumentée et d'autres encore, qui ont opté pour une résolution totale de tous les problèmes insolubles.

Le recours à un devis de recherche mixte combinant des analyses quantiatives et qualitatives à la fois a permis de souligner l'implication des variables sociocognitives susceptibles d'interférer avec les performances de résolution de problèmes : confiance excessive à l'expérimentateur, répondre aux attentes de l'expérimentateur, …

Par ailleurs, d'après les analyses corrélationnelles, le score de résolution de problèmes insolubles ne parait corrélé à aucun indice exécutif. Il semble donc que l'activité de résolution de problèmes insolubles, chez les sujets sains, n'est pas associée à l'efficience des fonctions exécutives évaluées. Ceci corrobore avec les résultats de Besnard et al., (2014) qui ont souligné le même constat.

Synthèse

- La résolution de problèmes solubles dépend de l'efficience exécutives notamment la planification et l'inhibition cognitives (plusieurs corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes solubles).

- Le niveau de difficulté des problèmes impacte significativement les performances en résolution de problèmes solubles :

Résolution de problèmes solubles : Niveau 1 > niveau 2 > niveau 3

- **S'agissant de différents types d'erreurs** : les erreurs d'élaboration d'algorithme sont plus nombreuses que les erreurs de calcul et à conflit. Les erreurs de calcul sont les moins nombreuses.

Erreurs : Elaboration d'algorithme > à conflit > calcul

- **Résolution de problèmes insolubles chez plus de 40% de sujets tunisiens sains**.

- **Grande hétérogénéité au niveau du comportement de résolution de problèmes insolubles** : résolution totale, résolution partielle, résolution argumentée, résolution non argumentée et rejet total.

- **Absence de corrélation entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes insolubles**.

- **Présence de corrélations positives et significatives entre la résolution de problèmes insolubles et la désirabilité sociale**.

2. Analyse comparative entre les groupes

❖ Fonctions exécutives

Les performances des deux groupes de patients ne se différencient pas significativement au niveau de l'ensemble des épreuves exécutives administrées. Ainsi, les résultats obtenus ne permettent pas de différencier cliniquement les deux groupes de patients. Les patients frontaux ne semblent pas présenter des comportements significativement différents des patients porteurs de lésions postérieures.

❖ Résolution de problèmes solubles

L'analyse des performances en résolution de problèmes solubles (portant sur les pourcentages de réussite) montre que les sujets sains présentent les meilleurs scores de résolution comparativement aux deux groupes de patients. Chez ces derniers, ce sont plutôt les patients porteurs de lésions frontales qui montrent des performances supérieures par rapport aux patients présentant des lésions postérieures.

S'agissant des analyses corrélationnelles effectuées auprès des patients frontaux, il s'avère que la majorité des indices relatifs à la résolution de problèmes solubles ne présente aucun lien avec les indices exécutifs. Les résultats obtenus confirment que les trois niveaux de difficultés, les erreurs d'algorithme et de conflit ne sont pas associès à l'efficience exécutive. Seulement les erreurs de calcul semblent liées à la capacité de la mémoire de travail visuo-spatiale.

Chez les patients présentant des lésions postérieures, cette capacité de résolution de problèmes solubles est corrélée significativement à la capacité de planification cognitive. Quant aux différents types d'erreurs, il parait que seulement les erreurs de type algorithme et de calcul sont associées à la capacité de planification. Les erreurs de calcul ne montrent aucun lien avec les fonctions exécutives.

Pour les différents niveaux d'élaboration d'algorithme, il s'avére que le troisième niveau de difficulté est associé à l'indice de planification cognitive.

D'après ces analyses quantitatives effectuées auprès des patients postérieurs, nous soulignons la présence de liens significatifs entre les indices exécutifs et les indices de résolution de problèmes solubles. Ceci ne s'applique pas chez les patients frontaux pour

lesquels les analyses ne montrent pas de liens entre les indices de résolution de problèmes solubles et les indices exécutifs.

Néanmoins, les travaux de Luria et Tsvetkova (1967) auprès des patients frontaux, soutiennent que les erreurs relatives aux niveaux de problèmes s'expliquent par une atteinte du fonctionnement exécutif touchant plus particulièrement la planification cognitive des algorithmes. Force est de constater que les résultats recueillis auprès des patients frontaux tunisiens ne corroborent pas avec ces données. Ces résultats sont également en désaccord avec ceux avancés dans les travaux de l'équipe angevine (Besnard et al., 2014).

Ces résultats doivent être analysés et prises en considération avec précautions vu le nombre restreint des patients porteurs de lésions postérieures (n=11) qui constitue en soi une des limites de ce travail.

Par ailleurs, les comparaisons inter-groupes portant sur la résolution de problèmes solubles démontrent que les sujets sains sont plus performants que les patients porteurs de lésions frontales et de lésions postérieures alors que les performances des deux groupes de patients ne se distinguent pas significativement.

En ce qui concerne le premier niveau de problème, les performances des trois groupes ne se distinguent pas significativement. Au deuxième niveau, les participants du groupe témoin se montrent plus performants que les patients porteurs de lésions frontales mais ils ne se différencient pas des patients postérieurs. Les deux groupes de patients ne se distinguent pas non plus (p=.534). Ce n'est qu'au troisième niveau de problème que nous pouvons différencier les sujets contrôles qui présentent de meilleures performances par rapport aux deux groupes de patients frontaux et postérieurs dont l'écart entre leurs performances n'est pas significatif. De ce fait, les deux groupes de patients se montrent les plus sensibles à la complexité de l'algorithme de résolution.

Ces résultats montrent donc que les différents niveaux d'élaboration d'algorithme impactent l'activité de résolution de problèmes solubles pour tous les groupes de participants. Les comparaisons a posteriori confirment également que les meilleures performances en résolution de problèmes solubles sont relevées lors des problèmes de premier niveau, comparées à celles enregistrées au deuxième et au troisième niveau.

En outre, la réussite en résolution de problèmes solubles est tributaire au niveau de complexité de l'algorithme de résolution.

La résolution de problèmes numériques chez les patients frontaux et postérieurs est donc fonction du niveau de complexité de l'algorithme, ce qui n'est pas le cas pour les sujets sains. Ceci corrobore également avec les données de Besnard et al., (2014) qui appuient ce constat.

S'agissant des modalités d'erreurs, les comparaisons inter-groupes révèlent également des différences significatives entre les groupes.

Au niveau des erreurs de type algorithme, les performances du groupe témoin étaient les meilleurs par rapport à celles des deux groupes de patients. Les performances de ces derniers ne se distinguent pas. Au sujet des erreurs de type conflit, le groupe témoin, qui a présenté des performances similaires à celles des patients postérieurs, se distinguent des patients frontaux. Ceci étant, les erreurs de type calcul n'ont pas abouti à une différenciation entre les trois groupes.

En outre, les participants du groupe témoin ont commis significativement moins d'erreurs de type algorithme que les deux groupes de patients. Leurs performances au niveau du reste des erreurs (à conflit/calcul) ne différent pas significativement des patients postérieurs. Ajoutons que les deux groupes de patients frontaux et postérieurs ne se différencient pas au niveau des erreurs portant sur l'algorithme et le calcul. Néanmoins, les patients frontaux se montrent les plus sensibles aux problèmes à type de conflit.

Ces résultats ne convergent pas avec ceux présentés par l'équipe angevine (Besnard et al., 2014) qui ont montré que les patients présentant des lésions frontales et de lésions postérieures se distinguent uniquement au niveau des erreurs de calcul et que les patients frontaux sont les plus déficitaires dans l'élaboration de l'algorithme de résolution.

L'ensemble de ces résultats plaident en faveur de la présence des liens significatifs entre les différents indices exécutifs et ceux en lien avec la résolution de problèmes solubles. De plus, les comparaisons inter-groupes des performances témoignent que cette activité de résolution de problèmes solubles est meilleure chez les sujets contrôles comparativement aux deux groupes de patients qui èprouvent des difficultés exécutives. Ceci est en faveur de nos hypothèses de travail qui postulent que 1) la résolution des problèmes numériques dépend de l'efficience des fonctions exécutives (Allain, 2007 ; Besnard et al., 2014) et 2) les sujets sains présentent de meilleures performances que les deux groupes de patients dans toutes les épreuves exécutives, y compris la résolution de problèmes numériques.

En outre, pour la résolution de problèmes solubles, les patients porteurs de lésions frontales ne sont pas les seuls à présenter des difficultés au niveau de l'élaboration de l'algorithme de résolution ni encore à éprouver des difficultés de calcul, bien qu'ils soient les plus sensibles au niveau de la formulation de l'énoncé (problème à conflit). Les différents niveaux de problèmes impactent également les performances des deux groupes de patients.

Cela confirme donc notre hypothèse relative à la première forme d'adhérence cognitive selon laquelle les patients devraient montrer des difficultés au niveau de la mise en place des algorithmes de résolution de problèmes. Cette activité est sensible aux différents niveaux de difficulté des problèmes proposés.

Ces données sont par conséquent en accord avec celles présentées par l'équipe angevine soulignant que cette première forme d'adhérence cognitive, présente chez les patients, est aspécifique à la pathologie frontale (Besnard et al., 2014).

Par ailleurs, et dans l'objectif d'analyser ces performances en résolution de problèmes, il parait que les erreurs commises sont expliquées en partie par la structure et la complexité des problèmes. L'erreur n'est pas fréquente quand il s'agit de faire une opération simple et nécessitant un seul type de calcul (addition ou soustraction ou…) au lieu d'en combiner plusieurs.

D'après les données obtenues et l'analyse qualitative des réponses, les erreurs sont significativement importantes quand il s'agit des chiffres composés ou encore de problèmes numériques de type comparaison « moins que » ou « plus que » qui constituent les problèmes de conflit.

Ces données semblent également en concordance avec celles avancées chez l'enfant. Schumacher et Fuchs (2012) soulignant que les problèmes se montrent plus difficiles quand ils comportent les terminologies « moins que » ou « plus que ». De plus, le langage sémantique et les termes de relations entre les différentes données de l'énoncé peuvent être incompatibles avec les opérations arithmétiques.

Lubin et al., (2013) considèrent que l'échec en résolution de problèmes est lié à un dysfonctionnement exécutif portant plus particulièrement sur l'inhibition des stratégies et des heuristiques plus ou moins stéréotypées de résolution. Ces dernières semblent activées d'une façon intuitive ou encore automatique puisqu'elles sont renforcées par les apprentissages scolaires (Vamvakoussi et al., 2012). Ce type de comportement est très prononcé lors de la

résolution de problèmes de type conflit (Lubin et al., 2015), ce qui est en accord avec nos résultats.

La présence donc de corrélations entre les erreurs de type conflit et les indices exécutifs relatifs à la planification (chez les postérieurs) appuie donc l'hypothèse d'un dysfonctionnement exécutif à priori explicatif de ces performances. Ceci est en accord avec les résultats de Besnard et al., (2014) et Domahs et al., (2011). Ces derniers admettent qu'il s'agit d'un problème qui se présente lors du calcul de chiffres composés et importants à manipuler « acalculie d'alternance entre les tâches, (Task switching acalculia) ».

Il est aussi à noter qu'une autre variable importante mérite d'être abordée : il s'agit de la compréhension. Cette variable est corrélée à la majorité des indices prélevés auprès des groupes d'étude et plus particulièrement aux différents indices de résolution de problèmes (voir annexe N). En effet, pour comprendre et résoudre un problème, il faut adapter un schéma particulier ou construire une représentation de la situation (Fayol, 1992 ; Richard, 1990). La réussite dans une tâche cognitive complexe, à savoir, la résolution de problèmes numériques, dépend d'une bonne compréhension des données présentées et donc d'un bon traitement et analyse de l'énoncé. Ce dernier semble également sensible à d'autres variables notamment l'influence des formulations des énoncés. Ces formulations sont souvent manipulées afin de rendre les problèmes plus accessibles aux élèves, en allégeant les traitements de données de l'énoncé sans toucher à la consistance interne du problème. Or, une lecture hâtive des énoncés peut impacter la compréhension du problème. Rappelons notamment le cas des problèmes de type conflit où les participants ne font pas attention aux formulations de comparaison (moins que, plus que). Nous devons donc abandonner les raisonnements selon lesquels nous nous intéresserons uniquement à identifier les opérations mathématiques demandées (addition, soustraction, ...) et prendre en considération les différentes caractéristiques inhérentes au problème dont essentiellement sa représentation mentale, sa nature et la façon avec laquelle la question est posée (Fayol, 1992).

Une autre variable semble avoir de même un poids très important sur la résolution de problèmes : les compétences numériques et de calcul (Cappelletti & Butterworth, 2012). Elles apparaissent en lien étroit avec la réussite en résolution de problèmes solubles vu les corrélations significatives obtenues auprès des trois groupes de participants (voir annexe N). Ces compétences ont été minutieusement examinées dans cette recherche à partir d'un protocole spécifique construit en se basant sur des travaux antérieurs de Cappelletti et Butterworth (2012).

En effet, pour résoudre un problème, le participant doit être capable de maitriser certaines connaissances relatives à la compréhension des nombres et des quantités, au calcul des chiffres simples et complexes, aux différentes opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division) à l'oral et à l'écrit, à la transformation ou au transcodage des données, à la mise en place des procédures de résolution, etc. C'est pour cela qu'il parait légitime d'évaluer ces compétences avant d'administrer le protocole de résolution de problèmes. Les résultats permettent d'ailleurs d'affirmer que l'échec ne peut pas être expliqué par la défaillance de ces connaissances élémentaires relatives aux compétences numériques et de calcul.

En outre, ces compétences qui dépendent elles-mêmes des connaissances en mathématiques, semblent également influencées par les processus exécutifs mais très peu d'études se sont intéressées aux liens qui pourraient exister entre eux (Bull & Lee, 2014 ; Cragg et al., 2017 ; Cragg & Gilmore, 2014).

Les résultats d'une méta-analyse de 111 études affirment que les composantes exécutives de la mémoire de travail verbale et visuo-spatiale sont fortement liées aux mathématiques (Friso-van den Bos et al., 2013). La contribution de ces deux types de mémoire de travail pose problème puisque certains auteurs postulent que la réussite en mathématiques dépend essentiellement de la mémoire de travail auditivo-verbale (Bayliss et al., 2005 ; Friso-van den Bos et al., 2013) alors que d'autres soulignent l'implication de la mémoire visuo-spatiale (Andersson & Ostergren, 2012 ; Szucs et al., 2013). Une des explications données proposée par Li et Geary (2013) est que la sollicitation de ces deux systèmes dépend essentiellement de l'âge des participants (avant l'âge de 7 ans c'est la mémoire de travail auditivo-verbale qui est sollicitée et à partir de l'âge de 7 ans jusqu'à 11ans c'est plutôt la mémoire visuo-spatiale).

Certains auteurs défendent aussi l'idée selon laquelle la réussite en mathématiques dépend essentiellement des capacités de la mémoire de travail plutôt que de l'efficience des fonctions exécutives (Friso-van den Bos et al., 2013). D'autres vont jusqu'à affirmer que l'efficience de la mémoire de travail prédit la réussite en mathématiques, connaissances indispensables pour résoudre de problèmes arithmétiques (Hechet et al., 2013).

Notons que la résolution de problèmes nécessite la mise en place de plusieurs opérations : rappeler des faits numériques stockés en mémoire à long terme, sélectionner des procédures adaptées à la résolution, comprendre la relation entre les nombres et les opérations

arithmétiques, etc. La réalisation de ces opérations nécessite la mise en place de l'ensemble des fonctions exécutives : la composante exécutive de la mémoire de travail est utile pour le rappel des faits arithmétiques, l'inhibition est sollicitée pour supprimer les solutions co-activées et les fausses réponses, aussi la flexibilité mentale est convoquée pour changer son foyer attentionnel vers un autre en fonction des opérations à effectuer (Geary et al., 2012).

Ceci rejoint également les conceptions de Kotsopoulous et Lee (2012) présenté dans le premier chapitre de ce présent travail. Selon ce modèle, la résolution de problèmes dépendra de l'élaboration et de la mise en place de plusieurs étapes nécessaires à la résolution de problèmes. Chaque phase sollicite des processus cognitifs et/ou exécutifs nécessaires et spécifiques à la tâche en question. Ces processus renvoient principalement à la compréhension de l'énoncé et les fonctions exécutives (planification, flexibilité et mise à jour).

❖ **Pour les problèmes insolubles**

S'agissant de la seconde forme d'adhérence cognitive, elle est définie comme « l'incapacité de récuser les propositions aberrantes de l'examinateur ». Ce serait une perturbation spécifique de la pathologie frontale selon les travaux angevins (Aubin et al., 1994 ; Besnard et al., 2014 ; Le Gall et al., 1993). L'un des objectifs de cette étude était de vérifier cette hypothèse tout en tenant compte des résultats des recherches précédentes (Souissi, 2013).

En effet, les résultats obtenus témoignent que plus de 40% de la population tunisienne saine et que presque la moitié des patients frontaux ont proposé des solutions à deux problèmes insolubles voire plus. Ce résultat est proche de celui avancé par l'équipe angevine qui indiquait que la moitié des patients frontaux avait résolu les problèmes insolubles. Les patients postérieurs ont présenté un profil similaire de résolution (en termes d'effectif résolvant les PI).

Néanmoins, si le nombre moyen de problèmes insolubles résolus par les sujets avec lésion postérieure est supérieur à celui des patients frontaux, les comparaisons inter-groupes, portant sur le nombre de problèmes insolubles résolus, démontrent que les performances des deux groupes de patients ne différent pas significativement. Ces résultats ne s'inscrivent pas dans la même lignée avec ceux présentés par l'équipe angevine (Besnard et al., 2014).

Cette « incohérence » en termes de PI résolus peut être expliquée en partie par le nombre limité des patients postérieurs (n=11) par rapport aux frontaux (n=21), ce qui ne permettra pas de généraliser les résultats. Ces résultats sont donc à analyser avec précaution

vu cette limite relative au nombre restreint d'échantillon de patients postérieurs.

Lorsqu'il s'agit des sujets sains, ce sont plutôt eux-mêmes qui proposent plus de solutions aux problèmes insolubles (plus de 40%). La nature des données obtenues n'a pas permis de construire des sous-groupes de participants distingués selon leur profil de résolution tel qu'il est effectué par l'équipe angevine.

Ces résultats ne sont pas en accord avec les résultats avancés auprès de la population française dont uniquement 4% a accepté les problèmes insolubles.

De plus, Le Gall et al. (1993) ont mis en évidence plusieurs groupes de patients qui se dissocient par leurs performances. Cette proposition clinique ne semble pas fonctionnelle dans le contexte tunisien, puisque le comportement de résolution des PI chez le groupe témoin et l'homogénéité des performances entre les deux groupes de patients ne permettent pas d'aboutir à cette classification. Ceci infirme notre hypothèse de travail selon laquelle les deux groupes de patients devraient montrer des performances hétérogènes en résolution de problèmes numériques solubles et insolubles.

En outre, les analyses corrélationnelles examinant les liens entre les indices de résolution de problèmes insolubles et les processus exécutifs se montrent hétérogènes. Si aucun lien significatif n'a été souligné entre ces variables chez le groupe témoin, pour les deux groupes de patients, les résultats semblent encore différents. La résolution de problèmes insolubles se montre corrélée à la planification cognitive chez les patients frontaux et aucun lien n'a été souligné chez les patients postérieurs. L'explication de ces comportements de résolution de problèmes insolubles, en termes de dysfonctionnement exécutif, semble donc envisageable uniquement pour les patients frontaux.

Pour compléter ces analyses et afin de mieux examiner les performances des groupes en résolution de problèmes insolubles, nous avons opté pour une analyse qualitative des réponses des « soluteurs » d'insolubles en définissant cinq types de comportements de résolution : rejet total, résolution totale, résolution partielle, résolution argumentée et résolution non argumentée.

Contrairement aux patients porteurs de lésions postérieures, tous les patients porteurs de lésions frontales étaient capables de justifier leurs réponses. Ce constat ne peut pas être expliqué par l'absence de « contrôle final », explication proposée par Luria et Tsvetkova (1967) pour rendre compte des performances des patients frontaux, puisque la rationalisation de la réponse vise précisément à justifier l'obtention d'un résultat. Pour autant, il faut signaler

que sur le plan qualitatif, les justificatifs fournis par les patients frontaux ne diffèrent pas significativement de ceux avancés par les patients postérieurs.

Signalons que la majorité des réponses avancées par les deux groupes de patients a compris essentiellement des traitements numériques de type associatif, additif ou encore soustractif (à l'exception de deux patients postérieurs ; l'un s'est déclaré incompétent et l'autre a donné des réponses hâtives).

Ainsi, l'activité de résolution de problèmes insolubles en contexte tunisien semblent probablement sous-tendue par deux processus différents qui ne sollicitent pas les mêmes ressources selon la population en question. Elle implique la planification cognitive chez les patients frontaux alors qu'elle ne sollicite aucune compétence exécutive chez les sujets tunisiens sains et les patients postérieurs.

Par ailleurs, il serait également intéressant de souligner que les taux d'échecs importants notés lors de la résolution de problèmes insolubles pour l'ensemble des populations examinées peuvent être expliqués par le caractère même des problèmes insolubles. La présence des items insolubles non plausibles a encouragé des comportements de résolution de problèmes des plus incongrus, avec des situations de manipulation de l'ensemble des données de l'énoncé (addition, soustraction, division, multiplication, ajout de chiffres, association de chiffres…) afin de trouver une réponse à la question proposée.

En effet, l'analyse mixte des données quantitatives et qualitatives portant sur les indices de problèmes insolubles témoigne que les résultats obtenus sont en contradiction avec ceux avancés dans la littérature angevine. Le comportement de résolution de problèmes insolubles est observé chez tous les groupes de ces sujets tunisiens qu'ils soient sains ou patients (porteurs de lésions frontales et postérieures). Par conséquent, le postulat selon lequel la résolution de problèmes insolubles est pathognomonique de la pathologie frontale (Besnard et al., 2014 ; Le Gall et al., 2003) ne peut pas être confirmé dans ce contexte tunisien. Ce constat infirme par la suite notre troisième hypothèse relative à la seconde forme d'adhérence cognitive spécifique aux patients frontaux.

En outre, sur le plan neuro-anatomique, Aubin (1997) et Allain (1999, 2000, 2001) ont suggéré que les symptômes de la première forme d'adhérence sont associés à des lésions frontales dorsolatérales alors les symptômes de la deuxième forme sont plutôt expliqués par l'altération des structures orbitaires. Besnard (2009), quant à lui, a souligné que les régions latérales des lobes frontaux semblent impliquées aussi bien lors de la première forme d'adhérence que de la seconde forme.

L'ensemble de ces résultats ne concordent pas avec les données obtenues auprès de la population tunisienne. Ceci permettra de souligner dans un premier temps l'impact majeur du contexte culturel sur les performances et nous invite plus particulièrement à prendre le plus de précautions possibles dans l'interprétation des données anatomo-cliniques.

En guise de conclusion et afin de mieux représenter les différents points de similarité et de distinction entre les performances des deux populations tunisienne et française, nous traçons le tableau de synthèse suivant comportant les principaux résultats obtenus pour chaque contexte d'évaluation :

Tableau 39: Synthèse des principaux résultats obtenus auprès des deux populations tunisienne et française

	Contexte tunisien	**Contexte français**
Examen de l'adhérence cognitive **1ère forme** **2ème forme**	 Oui Non	 Oui Oui
La résolution de problèmes solubles dépend de l'efficience des fonctions exécutives	Oui	Oui
Erreurs de type algorithme **Erreurs à conflit** **Erreurs de calcul**	Pas de différence Plus nombreuses chez les frontaux Pas de différence entre les groupes	Différence significative Plus nombreuses chez les frontaux Plus nombreuses chez les frontaux
Les patients frontaux présentent un déficit de contrôle de réponse	Non	Oui
La résolution de problèmes insolubles ne dépend pas des fonctions exécutives	Oui	Oui
La résolution de problèmes insolubles est importante chez les sujets sains	Oui (plus de 40%)	Non (uniquement 4%)
La résolution de problèmes insolubles est pathognomonique à la pathologie frontale	Non	Oui
La résolution de problèmes insolubles est expliquée par des variables sociocognitives	Oui (la désirabilité sociale)	Non

Synthèse

- Les performances du groupe témoin sont meilleures que les deux groupes de patients au niveau des épreuves exécutives et en résolution de problèmes solubles.

- Les performances des deux groupes de patients ne se distinguent pas au niveau de toutes les épreuves exécutives proposées.

- L'écart entre les performances des deux groupes de patients en résolution de problèmes solubles n'est pas significatif.

- Les différents niveaux de difficulté impactent significativement les performances des groupes en résolution de problèmes solubles.

- Les deux groupes de patients sont les plus sensibles aux niveaux de difficulté des problèmes :

Le 1er niveau ne distingue pas les performances des trois groupes (témoins= frontaux= postérieurs)

Le 2ème niveau distingue uniquement les performances des sujets témoins des patients frontaux (témoins > frontaux ; témoins= postérieurs)

Le 3ème niveau distingue les performances du groupe témoin des patients cérébrolésés (témoins > patients cérébrolésés).

- Les performances des groupes se distinguent également sur la base des analyses portant sur les types d'erreurs commises :

Erreurs de type algorithme : témoins > patients ; frontaux= postérieurs

Erreurs de type à conflit : témoins > patients ; témoins= postérieurs ; témoins + postérieurs > frontaux

Erreurs de calcul : témoins = frontaux = postérieurs.

- La résolution de problèmes insolubles est associée aux indices exécutifs uniquement chez les patients porteurs de lésions frontales (≠ sujets témoins et les patients postérieurs).

3. Résolution de problèmes insolubles et indices socio-cognitifs

Expliquer les performances des sujets sains « soluteurs » d'insolubles uniquement sous un angle cognitif d'ordre exécutif semble insuffisant. D'autres variables d'ordre non cognitif semblent être impliquées pour expliquer les résultats.

En effet, l'examen des liens existants entre la résolution de problèmes insolubles et les différents indices socio-culturels objective la présence d'un lien potentiel entre les différents indices relatifs à la désirabilité sociale (attribution, déni) et le score de résolution de problèmes insolubles chez les sujets sains. Ainsi, plus le score de résolution de problèmes insolubles est élevé, plus le score de désirabilité sociale est important.

Chez les deux groupes de patients, et contrairement aux sujets sains, la résolution de problèmes insolubles ne montre aucun lien avec les variables sociocognitives.

Ceci rejoint en partie les résultats des recherches antérieures lancées auprès de la population tunisienne (Souissi, 2013) selon lesquels le besoin d'approbation sociale est significativement lié au comportement de résolution de problèmes insolubles chez les participants sains.

Les autres variables sociocognitives, relatives à l'orientation culturelle et à la dépendance au contexte, ne montrent aucun lien avec la résolution de problèmes insolubles (absence de corrélations). Ceci témoigne donc que seule la désirabilité sociale est liée à la résolution de ces items insolubles. L'orientation culturelle et la dépendance au contexte ne peuvent pas contribuer à l'explication de ces comportements de résolution de problèmes insolubles. En effet, l'analyse qualitative portant sur l'examen des propos des sujets « soluteurs d'insolubles » témoigne que ces derniers ont fait preuve d'une tendance à projeter des images favorables d'eux-mêmes pendant une interaction sociale en « faisant plaisir » à l'expérimentateur (par la formulation d'une réponse à ces items), et ceci dans le but de se sentir appréciés, acceptés, favorisés et désirés lors d'une telle situation. En d'autres termes, pour la plupart de ces sujets, répondre à toutes les questions servirait à exprimer implicitement à l'expérimentateur qu'ils sont bien adaptés à la situation, bien consentants dans cette recherche et qu'ils agissent pour le bien de l'expérimentateur qui devra être de suite satisfait de leurs réponses et de leur implication.

Ces résultats rejoignent l'idée de Arieli et Sagiv (2018) qui ont souligné que la résolution de problèmes ne dépend pas uniquement des processus cognitifs et exécutifs mais plutôt d'autres facteurs sociocognitifs et culturels. Ces facteurs sociocognitifs et culturels

possédent un effet d'amorçage sur l'activité de résolution selon le type du problème présenté. Ainsi, elles exercent une sorte de modification « inconsciente » portée sur le contenu ce qui porte une influence par la suite sur le comportement de résolution. Cette activité de résolution de problèmes dépend aussi de la congruence entre le type de problème en question et les processus mobilisés (Oyserman, 2011, 2017).

Dans ce présent travail, l'hypothèse relative à l'orientation culturelle expliquant le comportement de résolution de problèmes insolubles n'est pas tenue. L'orientation culturelle ne posséde pas à priori ou pas suffisamment du moins cet effet d'amorçage au même titre que la désirabilité sociale.

Les résultats portant sur la résolution de problèmes insolubles auprès de la population tunisienne semblent donc en controverses avec les données avancées par l'équipe angevine auprès de la population française.

La différence de performances selon les cultures fait rappel aux travaux de l'anthropologue Hall (1976) sur la spécificité des cultures. L'auteur décrit deux types de sociétés, celles à haut contexte (arabe, africaine) et d'autres à faible contexte (suisse, allemande ou nord-américaine). Les cultures à haut contexte sont celles qui se montrent très sensibles aux informations contextuelles. Elles caractérisent plus particulièrement la société arabo-musulmane. Ces informations serviront au traitement de l'information en fonction des situations. En outres, *« Le choix des termes utilisés et la façon avec laquelle ils sont avancés sont très importants dans un tel contexte où l'implicite et l'indirect sont plus stratégiques que l'explicite et le direct. Décrypter et deviner le message devient crucial afin de répondre aux exigences de la situation* » (Bellaj & Le Gall, 2016).

En effet, les travaux sur la résolution de problèmes insolubles sont rares chez l'adulte et la majorité des travaux découlent de notre laboratoire angevin. La question a été plus souvent abordée chez l'enfant. Ainsi, De Corte et Vershaffel (1983) justifient la résolution de problèmes insolubles chez les enfants par un manque de connaissance sur ce que c'est un énoncé bien formé qui devrait contenir toutes les informations nécessaires pour fournir une réponse.

Brissiaud (1988) qui s'inscrit dans la même lignée, considère que la résolution de problèmes insolubles est une tâche complexe qui dépend principalement de deux facteurs : les connaissances sur les formulations d'un énoncé et les traits de la personnalité. Le premier facteur réfère à la conscience et la maitrise des propriétés d'un bon énoncé où toutes les

informations pertinentes doivent figurer et être en harmonie avec l'information sémantique et numérique à la fois. Quant au deuxième facteur relatif aux traits de la personnalité, il traduit le degré d'inclinaison du sujet par rapport à l'énoncé et donc la tendance à interpréter la difficulté ou encore le caractère insoluble comme une incompétence plutôt que de remettre en cause la tâche même.

Dans ce contexte, Douady (1984) explique ces performances par un défaut du système suivi dans l'enseignement et considère que le problème principal c'est que les enfants ont appris à répondre aux questions de façon stéréotypée à partir des exercices classiques et parfois redondants et n'ont pas l'habitude de poser des questions relatives à la pertinence des données proposées. Cela s'applique également au contexte tunisien où les enfants et même les adultes avaient l'habitude de répondre aux exercices classiques de mathématiques et/ou de résolution de problèmes. Pour la première fois, sans doute, ils observaient ou encore résolvaient un protocole de résolution de problèmes comportant des problèmes insolubles, d'ailleurs qualifiés de « bizarres ». Pour autant, il serait difficile d'affirmer qu'ils ont cherché à répondre aux questions sans prêter attention à la nature des questions posées puisque certaines réponses indiquent que c'est parfois même la question posée qui oriente l'algorithme de résolution.

Cela nous rappelle également du contexte tunisien et plus particulièrement des comportements des sujets contrôles qui se sont trouvés face à un protocole de résolution de problèmes numériques, une tâche cognitive à la base, mais qui semble les inciter implicitement et selon leurs motifs de réponses à s'engager dans une double tâche de résolution cognitive certes mais aussi sociale. Pour eux, afin de surmonter cette situation, ils sont appelés à fournir des réponses « justes » mais aussi à répondre aux attentes de l'expérimentateur « comme il se doit ». Selon ces mêmes sujets, une bonne réponse (juste) est la réponse qui se montre la plus appropriée et acceptable par rapport à l'expérimentateur, tout en tenant compte des données sémantiques disponibles (dans l'énoncé).

Dans la même optique, Schubauer et collaborateurs (1994) se sont intéressés à l'explication de ces comportements de résolution de problèmes insolubles et avancent que ces performances peuvent être expliquées par une interaction entre plusieurs facteurs d'ordre cognitif (complexité des problèmes à résoudre), intersubjectif (la relation avec les professeurs d'écoles et une mauvaise interprétation de la situation) et institutionnel de référence (place de l'école vs domicile).

En effet, compte tenu de l'ensemble de ces données, il parait légitime d'aborder la question de résolution de problèmes insolubles dans une approche plus globale combinant à la fois les données de la neuropsychologie et la psychologie sociale. En outre, vu la particularité de la situation, adopter une approche psycho-sociale a permis d'expliquer au mieux ces comportements à travers une lecture plus exhaustive des faits.

En abordant les contributions de la psychologie sociale pour expliquer quelques phénomènes cognitifs, nous ne pouvons pas passer outre la conception de Goffman (1956) et son fameux concept de « métaphore théâtrale » postulant que toute interaction sociale dans la vie quotidienne est soumise à une mise en scène théâtrale où se trouvent des agents sociaux interagissant dans un lieu d'exercice (le théâtre) et remplissant des rôles sociaux différents selon les situations. Chacun accomplit son rôle tout en tenant compte de l'ensemble des attentes, des intentions de l'autre et de soi-même afin d'aboutir à une interaction réussie. Cette interaction est régie par des règles et des codes sociaux qui permettent de cerner le rapport à autrui, l'image que nous voulons projeter et les diverses intentions dans une situation de face à face (Goffman, 1967).

Cette situation de face à face peut se rapprocher de la situation de l'examen neuropsychologique où le patient, un agent social dynamique, est en train de jouer son rôle avec le clinicien, deuxième agent social, tout en essayant de projeter une image souhaitable de lui-même. Cette image projetée constitue en soi un biais puisqu'elle dépend de la représentation que le sujet a sur lui-même ou de ce qu'il pense que le clinicien attend de lui.

Sur la base de ces conceptions, le comportement de résolution de problèmes insolubles pourrait être la conséquence d'un biais des capacités d'interprétation des contenus mentaux d'autrui (notamment celle de l'expérimentateur : penser que répondre aux questions quelle que soit la réponse fait plaisir à l'expérimentateur). Ceci rejoint le postulat défendu par Mead (1934) et Blumer (2005) selon lequel les individus, les acteurs sociaux, interagissent les uns avec les autres sur la base de la compréhension qu'ils ont sur leurs propres intentions et celles des autres. Cette interaction nait donc lors de la présence et de l'interaction avec autrui, ce qui active par la suite une sorte de réorganisation des actions en fonctions de l'image qu'on souhaite projeter (Bonicco, 2006).

Ces interprétations ne sont valides que chez les sujets tunisiens sains. Toutefois, chez les deux groupes de patients, la résolution de problèmes insolubles s'explique plutôt par des indices exécutifs de planification et de flexibilité cognitives et ne montre aucun lien

significatif avec les indices socioculturels (à savoir la désirabilité sociale, l'orientation culturelle ou encore la dépendance au contexte). La résolution de problèmes numériques parait donc à la fois une activité cognitive pour les patients et non cognitive ou plutôt sociocognitive pour les sujets sains selon la perception de chacun.

La résolution de problèmes insolubles chez les sujets tunisiens sains se présente donc comme une activité assez particulière dont la bonne résolution dépend d'une meilleure appréhension de la situation sociale et une mise en œuvre des compétences sociales particulières.

En outre, la signification de la tâche en soi n'est pas importante pour une personne placée face à ces questions mais c'est plutôt la façon avec laquelle cette personne l'interprète et se l'approprie même malgré ses doutes. Cette interprétation fait appel à la culture personnelle de chacun : à la langue utilisée, aux règles et aux modes de pensées dans lesquelles la personne a grandi et auxquelles elle a accès, aux coutumes et habitudes défendues par la société, etc.

Cela rejoint l'idée de Zittoun et al., (2006) selon laquelle l'attention portée à la culture doit tenir compte des questions relatives au pouvoir et l'identité susceptibles de transformer une situation d'apprentissage, d'enseignement ou d'évaluation. Les mêmes auteurs postulent : « …. *Les travaux de la psychologie dite « sociale du développement » ont montré les grands enjeux interpersonnels de reconnaissance et de positionnement, les effets de cadre et des règles, des structures et des forces sociales, des représentations sociales et de croyances, dans la situation d'apprentissage* ».

En somme, résoudre des problèmes insolubles pour lesquels il n'y a pas de réponses est une activité spécifique, permettant à ces sujets de mettre en avant leurs qualités cognitives (capables de faire des calculs, résoudre des problèmes et proposer des solutions) mais aussi personnelles et sociales.

Selon les intentions de ces sujets sains, l'exercice de résolution de problèmes insolubles ont fait d'eux des personnes dévouées, respectueuses, et même exemplaires qui se montrent capables de tout faire pour répondre à un besoin particulier (répondre aux questions pour aider quelqu'un à terminer des études et avancer).

La résolution de problèmes insolubles devient donc la « norme » pour une partie non négligeable (plus de 40%) de cette population tunisienne. Cette nouvelle norme résulte d'un « construit social » jugé et approuvé par ce même groupe. Ce construit dépendra lui-même

des paramètres socioculturels et non lésionnels qui dicteront à leur tour ce qui doit être fait et ce qu'il faut ignorer.

Résoudre ces problèmes insolubles devient donc le comportement le plus adapté, le plus « normal » et le plus naturel qu'une personne puisse mettre en œuvre pour répondre à une demande. Ce n'est pas la nature des problèmes qui importe mais plutôt les attentes de cet expérimentateur et la situation sociale. Ceci confirme le postulat d'Ardila (2012) selon lequel les aspects culturels affectent les performances aux tests neuropsychologiques. Ces performances cognitives dépendent de plusieurs facteurs notamment des caractéristiques de la situation aboutissant à des profils et des styles cognitifs différents.

Par ailleurs, passer au-delà de ces attentes et refuser l'exercice proposé devient donc un acte antisocial ou encore symptomatique mis en question voire même rejeté. Cet acte qui se trouve en dehors des normes sociales exigées et défendues par le groupe en question va donc se convertir pour se présenter comme un nouveau « symptôme » nouvellement crée, construit par une majorité sociale et façonné dans une culture bien déterminée.

Rappelons que cette explication n'est valable que chez les sujets tunisiens sains.

Ces interprétations nous renvoient à une problématique plus générale que peut rencontrer toust chercheur en sciences humaines. Cette problématique intéresse les précautions à considérer dans l'analyse et l'interprétation des faits sociaux. Ces derniers doivent tenir compte du contexte et de l'orientation de chacun afin d'éviter les biais méthodologiques.

Cela rejoint l'idée de Besnard (2009) selon laquelle « *l'observation et la description de faits cliniques, pour objectifs qu'ils puissent paraîtres, sont soumis à l'interprétation et au découpage du clinicien, qui raisonne selon les postulats théoriques auxquels il se réfère* » et comme le souligne Le Gall (1998), « *en situation, tout n'est peut-être pas aussi simple et évident que la réalité immédiatement accessible ne nous le donne à voir. […] C'est l'observateur, qu'il en ait conscience ou non, qui fait l'évènement, qui donne à tel ou tel aspect de la situation son importance* » (Besnard, 2009, p 68).

En guise de conclusion, nous pouvons déduire que l'explication des comportements de résolution de problèmes insolubles chez les sujets sains dans ce contexte tunisien n'était pas possible en partie sans faire recours à une approche plus exhaustive combinant les deux approches neuropsychologique et sociale à la fois et un mode d'analyse mixte des données. L'aspect neuropsychologique a permis d'expliquer les performances en résolution des

problèmes solubles alors que l'aspect socioculturel relatif à la désirabilité sociale a servi à approcher les divers comportements de résolution de problèmes insolubles. Les corrélations entre les indices exécutifs et de résolution des problèmes solubles d'une part, et les corrélations entre la résolution des problèmes insolubles et les indices relatifs à la désirabilité sociale d'autre part appuient ce constat.

De ce fait, les sujets témoins soumis à un examen neuropsychologique se sont trouvés dans une situation de double tâche de nature différente : une situation cognitive où ils sont amenés à répondre aux questions des différentes épreuves neuropsychologiques ; et une situation sociale où ils se trouvent plus au moins dans l'obligation de gérer l'ensemble des intentions et des attentes de l'expérimentateur. Autrement dit, les comportements de résolution de problèmes insolubles chez les sujets sains sont plutôt expliqués par un effet culturel dans la mesure où ils ne sont peut-être pas purement exécutifs mais font plutôt recours à d'autres compétences d'ordre socio-cognitif. Ainsi, à partir de l'analyse qualitative des réponses obtenues auprès des soluteurs d'insolubles, il parait qu'une bonne articulation entre ces deux dimensions (exécutive et socio-cognitive) permet la réussite en résolution de problèmes et plus particulièrement pour les problèmes insolubles.

Cependant, nous tenons à signaler que ces hypothèses explicatives ne sont formulées qu'à partir d'une analyse qualitative qui bien qu'elle soit complétée par une exploration clinique quantifiée explorant les aspects socio-cognitifs, elle manque encore de quelques limites méthodologiques. Ces dernières portent sur le codage des réponses et l'analyse personnels des propos des participants. Opter par exemple pour une évaluation à deux codeurs indépendants serait une meilleure alternative. Cela aurait permis de corréler les cotations et valider ainsi les variables dépendantes reccueillies.

Reste à préciser que dans un travail précédent (Souissi, 2013), des corrélations ont été recherchées entre l'activité de résolution de problèmes et les capacités de théorie de l'esprit cognitive et conative sans pour autant trouver de lien significatif entre ces deux variables.

En somme, la résolution des problèmes insolubles parait donc une activité culturellement biaisée au même titre que les autres phénomènes abordés tels que la normalité, le pathologique, la déviance, la criminalité… des phénomènes observés dans plusieurs cultures mais dont la définition et l'évaluation ne sont pas homogènes à travers les cultures. Signalons que cette diversité culturelle est inhérente à toute société et que les individus ne sont pas représentants d'une culture préservée de mélanges et d'emprunts.

Ainsi, en prenant l'exemple de la criminalité, nous pouvons désormais constater une définition culturelle des crimes. En effet, dans certaines cultures, venger l'honneur bafoué dans le sang est permis alors que pour d'autres certaines d'autres, toute atteinte violente à l'intégrité physique d'autrui est inadmissible (Sicot, 2007).

Le droit pénal en soi ne reflète pas la culture d'une société. Il dépend des normes et des valeurs de groupes dominants et des intérêts de groupes les plus fluents. Un pays, par ses choix législatifs, peut donc participer à la production de plus au moins de criminalité primaire des règles (Sicot, 2007).

Sicot (2007) ajoute que c'est par la socialisation familiale qu'on apprend les éléments de traditions culturelles de notre famille, des notions relatives au bien et au mal. Ce n'est qu'à travers nos contacts avec l'extérieur que nous rencontrons d'autres normes. Plus explicitement, c'est à travers les expériences vécues au sein des systèmes sociaux qu'on constitue notre système de normes et de valeurs.

Par ailleurs, ces différences socio-culturelles débordent des simples phénomènes sociaux et concernent également la notion même de déficit neurocognitif qui dépend de la situation d'un individu placé dans une culture donnée et des attentes que chaque société place en chaque individu.

Par exemple, une baisse mnésique significative chez une personne âgée est mieux tolérée dans une société collective que dans une société individualiste (Bellaj & Le Gall, 2015).

Hashmi (2009) souligne à ce sujet que la démence, à titre d'exemple, est indépendante de l'étiologie. Il ajoute qu'il s'agit « *d'une question d'attribution puisque la distinction franche entre le vieillissement normal et pathologique est un construit social* ».

Ces variations interculturelles concernent également les modes d'expression des émotions et de réponses aux sollicitations ou encore les exigences sociales.

Prenons l'exemple de la poursuite du bonheur, plusieurs auteurs soulignent qu'elle dépend plus particulièrement de l'orientation des cultures. Il parait même qu'elle est mieux réussie dans les cultures collectivistes où le bonheur est associé aux engagements sociaux (Ford et al., 2015).

L'ensemble de ces idées suggère donc que la culture façonne si la poursuite du bonheur est liée à un meilleur ou un mauvais bien-être, selon les moyens engagés par les individus pour poursuivre le bonheur. Or, ces moyens dépendent eux-mêmes des valeurs

défendues par chaque société.

Paradoxalement, cette poursuite du bonheur peut nuire à la santé mentale. Ainsi, l'accentuation sur cet aspect en Amérique du nord peut constituer un facteur de risque pour la santé mentale. Ainsi, accorder une extrême valeur au bonheur peut être associé à des troubles de l'humeur symptômes, à la fois dépressifs et maniaque (Ford et al., 2015).

Les expressions symptomatiques des troubles anxieux, incluant les troubles obsessionnels compulsifs, le stress post-traumatique, l'anxiété sociale peuvent être également influencées par le contexte culturel d'une façon générale et de l'orientation culturelle plus spécifiquement (Hoffmann & Hinton, 2014). Citons à titre d'exemple un surcroit du symptôme relatif à la timidité auto-déclarée et de l'anxiété sociale à l'Est de l'Asie en absence d'un diagnostic d'anxiété sociale (Woody et al., 2015).

En effet, la plupart des études portant sur les différences culturelles dans l'anxiété sociale révèlent que les participants de l'Est de l'Asie signalent une anxiété sociale plus élevée que les Européens. Les différences n'ont pas toujours été statistiquement significatives et les différences méthodologiques entre les études rendent les comparaisons difficiles (Hoffmann & Hinton, 2014).

Au même titre que les troubles de l'humeur et l'anxiété sociale, l'examen des symptômes psychiatriques montre également le rôle crucial des processus sociaux en progression à la chronicité, l'invalidité ou encore la reconversion (Woods et al., 2014).

Dans la même optique, Bourque et al., (2011) présentent des méta-analyses soulignant un taux élevé de psychose chez les migrants et certaines minorités ethniques. Ceci s'explique par leur tendance à concilier entre leur appartenance à une culture familiale et la volonté d'émancipation, une vraie bataille entre adhésion et rejet.

En somme, tous ces exemples montrent l'importance de prendre en considération l'utilisation systématique de la formulation culturelle qui impacte les diagnostics et les traitements suivis et d'où l'intégration de la dimension culturelle au niveau de la cinquième version de la DSM qui est en faveur de toutes ces données (Lewis-Fernàandez et al., 2014 ; Bäärnhielm et al., 2015).

Ceci rejoint aussi le postulat de Berry et al., (2002) selon lequel les processus cognitifs sont considérés comme universels alors que les compétences, exprimées dans un contexte bien déterminé, varient et marquent la différence. Ainsi, un comportement normal ou symptomatique dépend des paramètres sociaux non lésionnels et qui sont culturellement

biaisés. Ces phénomènes cliniques ne peuvent être si facilement interprétés compte tenu de la complexité des facteurs mis en jeu notamment socioculturels.

Cette idée nous renvoie à un débat plus large portant sur le postulat de l'universalité défendu par certains auteurs notamment Caramazza (1986). Ainsi, il parait intéressant de prendre en considération cette hypothèse universaliste qui propose que tous les individus disposent du même cerveau capable d'assurer les mêmes fonctions cognitives de base, tout en soulignant le rôle prépondérant des facteurs socioculturels susceptibles d'engendrer un recours à des niveaux de traitements différents.

De ce fait, préconiser les approches relativistes qui examinent le fonctionnement cognitif, conatif et comportemental dans les différents contextes socio-culturels est indispensable pour assurer une meilleure évaluation adaptée à chaque population dans une culture déterminée.

Nous pouvons donc, au final, avancer que la situation d'examen neuropsychologique doit prêter attention au pouvoir des valeurs et de l'identité personnelle et sociale qui sont capables de transformer ces situations d'apprentissage ou encore d'évaluation. Préserver une attention critique particulière aux dimensions sociales et culturelles dans les recherches est donc d'un grand intérêt.

4. Particularité de la situation d'examen en contexte tunisien : état des lieux et limites

Afin de conduire cette étude à son terme, nous avons dû surmonter plusieurs obstacles portant sur plusieurs aspects et étapes de la recherche résumée comme suit :

- *Par rapport aux caractéristiques démographiques de la population :*

Le taux important d'analphabétisme explique le nombre réduit des personnes âgées (60 ans et plus) participants à cette étude. Le pourcentage des personnes âgées analphabètes dépasse 89% en Tunisie (Bellaj & Le Gall, 2016).

Ce problème touche également aux sujets jeunes et plus particulièrement les femmes dans les zones rurales à 41% (selon l'Institut National des Statistiques en 2018, le taux d'analphabétisme égal à 41%, soit 30% de la population).

Le problème de conscience et de sensibilisation aux maladies neurologiques et le manque des moyens constituent d'autre part un vrai obstacle empêchant la plupart des habitants de l'intérieur de la Tunisie d'aller consulter.

Signalons toutefois l'impact d'autres paramètres notamment le faible niveau socio-éducatif, associé souvent à certaines considérations par exemple pour la santé. Celle-ci est d'abord physique et puis mentale (si un sujet, ayant subi un coup sur la tête ou étant victime d'un accident, se porte encore bien, la question de la consultation ne se pose pas tant qu'il respire et parle normalement).

Les coutumes défendues par certaines régions présentent aussi un poids important : une femme, à titre d'exemple, ne peut pas aller consulter toute seule, ce n'est pas possible voire même inadmissible.

- *Par rapport au recrutement des patients :*

Le problème de la répartition géographique des patients a constitué un autre défi. En effet, très peu de centres accueillent des patients porteurs de lésions frontales sur la région du centre de la Tunisie. L'Institut National de Neurologie à Tunis prend principalement en charge ces patients mais les adresse par la suite aux cabinets privés pour les actes médicaux ou encore pour le suivi.

De même, l'accès au centre de traumatologie n'est pas aisé vu la lourdeur des protocoles administratifs. Ainsi, les dossiers d'admissions des chercheurs au sein des services concernés

se discutent après des mois de dépôt. L'absence du neuropsychologue clinicien sur le lieu explique aussi le manque d'interet à la recherche clinique.

À distance de Tunis, le centre hospitalo-universitaire de Sfax reçoit également des patients porteurs de ces lésions mais ils sont bien souvent analphabètes.

- *Par rapport à la nature des tests/épreuves administrés :*

Quelques sujets sains et même des patients ont éprouvé des difficultés à adhérer à certaines tâches. Plusieurs variables socioculturelles sont susceptibles d'interférer et rendre plus difficile la passation de quelques épreuves.

Répondre par exemple aux questions du protocole de résolution des problèmes numériques n'était pas aisée : certains problèmes insolubles ont été perçus comme "bizarres" voire même "humiliantes". La gestion et l'ajustement des réactions inattendues a constitué un vrai défi : les fous-rires, vouloir se retirer, prendre les choses à la légère, etc.

Quant à l'échelle de l'orientation culturelle, quelques participants (témoins et patients) ont qualifié quelques questions de personnelles et parfois même d'intimes (surtout quand il s'agit de questions impliquant les membres de leur famille).

De même, la tâche relative à la dépendance au contexte (FLT) était perçue comme une tâche scolaire, non sérieuse, servant à diminuer le stress engendré par les autres tests/épreuves. Convaincre et encourager les participants à continuer, à répondre et à prendre les choses au sérieux n'était pas facile à gérer et a parfois nécessité de prendre du temps pour les convaincre.

Par ailleurs, la longueur du protocole expérimental (environ trois heures de passation) a nécessité un grand travail d'implication et de valorisation de soi et des efforts fournis afin d'esquiver la présence de plusieurs signes cliniques susceptibles d'intérefer avec l'ensemble des performances : la fatigabilité, les chutes attentionnelles, la motivation, …

En somme, il est aussi à noter que quelques résultats obtenus pourraient être expliqués par la nature des tests utilisés (tous en papier-crayon), leur caractère peu écologique et par l'implication directe ou encore indirecte des processus non exécutifs mis en jeu.

Conclusion et perspectives futures

À travers ce travail, nous avons cherché à examiner la notion d'adhérence cognitive par l'analyse des performances des sujets tunisiens sains et cérébolésés en résolution de problèmes numériques. Cette recherche est la première, réalisée en Tunisie, qui traite la question de la résolution de problèmes numériques en articulant les indices cognitifs et socioculturels. Disons aussi que les études combinant ces indices sont rares dans la littérature de manière générale.

Cette thèse vient s'appuyer sur des travaux préliminaires qui montraient que la moitié des sujets tunisiens en bonne santé résolvait des problèmes insolubles. Ces résultats semblaient en partie en décalage en regard de ceux avancés par les chercheurs de notre laboratoire angevin qui postulent que la résolution de problèmes insolubles est spécifique à la pathologie frontale. Pour expliquer cette différence dans les données, notre corpus d'hypothèses a donc été enrichi par l'intégration des variables liées aux facteurs sociocognitifs, et plus particulièrement à la désirabilité sociale.

Cette démarche méthodologique, plus exhaustive en ce qu'elle prend en considération les aspects cognitifs mais aussi sociocognitifs et culturels, et s'appuyant sur une analyse mixte des données, a permis d'apporter une explication aux comportements de résolution de problèmes insolubles chez les sujets tunisiens sains. Ces aspects ont transformé la résolution de problèmes d'une activité cognitive plus au moins complexe à une activité conventionnelle encore plus complexe. Il apparait que durant cette activité, les « soluteurs » d'insolubles ont essayé de satisfaire aux conventions sociales, du moins telles qu'ils les appréhendent. Ces conventions comportent les attentes et les objectifs de l'expérimentateur tels qu'ils sont assimilés subjectivement par ces participants. Cette même attitude se retrouve chez les patients qu'ils soient porteurs d'une lésion cérébrale frontale ou postérieure, puisque la présence de la lésion ne renforce pas significativement les difficultés, pas plus qu'elle n'induit une clinique différente entre les deux groupes de patients.

L'implication de la désirabilité sociale en contexte tunisien est donc venue confirmer un postulat selon lequel le contexte dans lequel s'inscrit un individu contraint la manière dont les processus psychologiques s'organisent. La prise en considération de ces facteurs socioculturels est cruciale dans la pratique clinique et les recherches scientifiques.

En somme, nos résultats montrent d'une part que la notion d'universalité des processus cognitifs, telle que défendue par les travaux dominants en psychologie cognitive, est à apprendre avec précaution et, d'autre part, que l'interprétation des mécanismes neuropsychologiques des symptômes n'est pas non plus universelle. Ce constat impose une réflexion épistémologique de fond sur l'ensemble des dimensions psychologiques mobilisées lors d'une performance cognitive, en particulier en situation clinique. Notre travail suggère que la culture, concept qui va bien au-delà de l'espace géographique, du niveau d'éducation ou de la langue comme semblent le comprendre la plupart des travaux, pourrait y jouer un rôle essentiel.

Cependant, il reste encore une marge de variance dans les résultats qui pourait être expliquée entre autres par la nature des tests utilisés (papier-crayon). Ainsi, nos données méritent d'être consolidées par l'étude des variables latentes ou par un travail de modélisation qui peut mieux montrer les liens et expliquer les interactions entre les differents processus.

Effectuer un suivi longitudinal des sujets « soluteurs » d'insolubles afin d'observer si des changements éventuels de réponses peuvent être relevés est une perspective très interssante à explorer dans un prochain projet.

Les justifications fournies par ces « soluteurs » d'insolubles abordent clairement un besoin d'approbation sociale mais fait appel également à d'autres variables cognitives et conatives qui méritent d'être examinées.

En effet, une partie de ces sujets ont soupçonné la présence des piéges au niveau des problèmes insolubles, ce qui les a amenés à creuser pour d'abord les démasquer et donner ensuite des solutions pour fuir la situation. Concernant certains, la résolution de problèmes insolubles était une épreuve servant à mettre en avant leurs capacités intellectuelles (notamement l'intelligence). Tous ces motifs de réponse peuvent nous renvoyer vers d'autres aspects de la cognition humaine qui méritent d'être examinés.

D'autres participants étaient plus vulnérables à ce type de problème, s'agit-il d'un effet particulier en lien avec les types de personnalité ?

Contrôler également la tendance à agir ou encore l'impulsivité exprimée par ces « soluteurs » d'insolubles via des échelles spécifiques parait aussi d'une grande pertinence pour expliquer davantage ce comportement d'adhérence.

Par ailleurs, explorer d'autres pistes de recherche actuelle en neurosciences culturelles serait également une piste séduisante. La théorie du locus de contrôle, proposé par Rotter

(1954), fait partie de ces pistes. Elle défend l'idée selon laquelle les individus différent dans leurs croyances en un contrôle interne (la personne est responsable de ses reussites/échecs) ou externe (chance, destin, …) ce qui détermine leur reussite dans une activité particulière.

Inclure un nombre important de participants sains et patients cérébrolésés à étiologies diverses comblera également les limites de cette étude et servira davantage à examiner l'hypothèse relative à l'adhérence cognitve dans ses deux formes. Il serait par exemple important d'examiner la résolution des problèmes auprès d'autres pathologies telles que la maladie d'Huntington, la maladie de parkinson, etc. Cela permettra d'enrichir les savoirs neuropsychologiques et de déboucher ainsi sur des pistes d'éventuelles recherches transculturelles.

De la même manière, poursuivre cette étude portant sur la résolution des problèmes numériques dans une approche psycho-sociale est pertinente. Néanmoins, introduire une nouvelle approche neuroanatomique combinant les données cliniques (relatives à la résolution des problèmes numériques, aux fonctions exécutives et aux indices socioculturels) et anatomiques est encore plus séduisante. Cela nous permettrait d'examiner les liens possibles entre les comportements/symptômes observés et les structures cérébrales associées.

Disons enfin que ce travail ne constitue qu'un point de départ vers d'autres études pluridimensionnelles, faisant recours aux différentes approches dans le but de mieux comprendre l'activité de résolution de problèmes numériques auprès de la population tunisienne saine et pathologique.

Toutefois, il serait aussi légitime de mentionner que cette recherche fournit des données cliniques relatives à la résolution de problèmes numériques dans le contexte tunisien : un champ qui n'a pas été examiné auparavant auprès d'une population arabophone. Elle contribue également à l'étude d'un aspect particulier dans la recherche en sciences humaines, culture et cognition, une question qui est au cœur des travaux actuels dans le champ des neurosciences culturelles.

Ajoutons que ces données dépassent les simples questionnements théoriques sur l'interaction entre la culture et la cognition pour montrer, bel et bien, la spécificité ou encore l'étendue de cette interaction en mettant en avant l'impact des facteurs socioculturels dans l'expression d'un symptome ou encore dans l'activation des traitements cognitifs dépendants du contexte.

Plusieurs facteurs méritent donc d'être pris en considération dans la pratique clinique tels que la familiarité des épreuves utilisées, la position de l'expérimentateur, l'environnement, la culture, les objectifs et les intentions de la recherche, etc.

Les neuropsychologues qu'ils soient praticiens et/ou chercheurs doivent ainsi penser à prendre en considération l'ensemble de ces indices dans l'interprétation des bilans neuropsychologiques effectués ou encore dans leurs protocoles de recherche pour garantir une meilleure qualité d'intervention loin de tous biais.

BIBLIOGRAPHIE

Abeilhou, P., & Latour, C. (2005). Résolution de problème: de la psychologie à la psychomotricité. Analyse commune des difficultés rencontrées dans l'application de la technique. Dans *Entretiens de psychomotricité (pp.* 45-54). Expansion Scientifique Française. https://docplayer.fr/18301482-Resolution-de-probleme-de-la-psychologie-a-la-psychomotricite.html

Abrahamson, A. S., & Lisker, L. (1970). *Discriminability along the voicing continuum: Cross-language tests* [conférence]. Proceedings of the Sixth International Congress of Phonetic Science (pp. 569–573), Prague.

Allain, P., Verny, C., Aubin, G., Bonneau, D., Dubas, F., & Le Gall., D. (2004). Arrangement de scripts dans la maladie de Huntington. *Revue Neurologique, 140,* 434-440. https://doi.org/10.1016/S0035-3787(04)70925-X

Allain, P., Verny, C., Aubin, G., Pinon, K., Bonneau, D., Dubas, F., & Le Gall, D. (2005). Arithmetic word problem solving in Huntington's disease. *Brain and Cognition*, *25*, 1-3. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.010

Alber, M., & Obler, L. (1978). *The bilingual brain*. Academic Press.

Al-Kandaria, A., & Gaitherts, K.T. (2014). Arabs, the west and public relations: A critical/cultural study of Arab cultural values. *Public Relations Review, 37*, 206-273. https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2011.04.002

Altarriba, J. (1993). C*ognition and culture: A cross-cultural approach to cognitive psychology*. Jeanette Altarriba Editor.

Anastasie, A. (1988). *Psychological testing*. MacMillan Publishing Company.

Andersson, P. (2002). Assesment and development of executive function during childhood. *Child Neuropsychology, 8*(2), 71-82. https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724

Andersson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology, 21*, 1201-1213. https://doi.org/10.1002/ acp.1317

Andrès, P.V., & Van der Linden, M. (2002). Are central executive functions working in patients with focal frontal lesions? *Neuropsychologia, 40*(7), 835-845. https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00182-8.

Andrews, P., & Meyers, R.G. (2003). Marlowe-Crowne Social Desirability Scale and Short Form C: Forensic Norms. *Journal of Clinical Psychology, 59*(4), 483-492. https://doi.org/10.1002/jclp.10136

Appollonio, I., Leone, M., Isella, V., Piamarta, F., Consoli, T., Villa, M., L., Forapani, E., Russo, A., & Nichelli, P. (2005). The Frontal Assessment Battery (FAB): normative values in an Italian population sample. *Neurological Sciences, 26,* 110-116. https://doi.org/10.1007/s10072-005-0443-4

Ardila, A. (2012). Culture and cognition testing. *On the origins of human cognition (pp. 230-263).* Florida International University.

Ardila, A., Rosseli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The influence of the parent's educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology, 28*(1), 539-560. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2801_5.

Ardila, A., & Surloff, C. (2007). *Dysexcutive syndromes*. Medlink Neurology.

Ardila, A., Rosseli, M., & Rosas, P. (1989). Neuropsychological assessment of illiterates: Visuospatial and memory abilities. *Brain and Cognition, 11,* 147-166. https://doi.org/10.1016/0278-2626(89)90015-8

Arieli, S.H., & Sagiv, L. (2018). Culture and problem-Solving: congruency between the cultural mindset of individualism versus collectivism and problem type. *Journal of Experimental Psychology, 147*(6), 789-814. https://doi.org/10.1037/xge0000444

Aschraft, M.H. (1992). Cognitive arithmetic: a review of data and theory. *Cognition, (1-2),* 75-106. https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90051-i

Aubin, G. (1997). *Résolution de problèmes numériques et syndromes frontaux: étude de différents niveaux cognitifs [*Thèse de Doctorat, Université Claude-Bernard]. Theses.fr. http://www.theses.fr/1997LYO1T327

Aubin, G., Le Gall, D., & Guyard, H. (1994). Etude de la résolution de problèmes numériques chez des patients frontaux. *Revue de Neuropsychologie, 44,* 437-467.

Auerbach, C.F., & Silverstein, L.B. (2003). *Qualitative data : An introduction to coding and analysis*. New York University Press.

Audignier, M.N., Chartier, A.M., Colomb, J., & Gorlier, J.C. (1979). *Enquête sur l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire.* Institut National de Recherche Pédagogique.

Ayadi Touré, S. (1998). *Etude des déficits mnésiques dans les démences à travers une forme adaptée de l'épreuve de rappel indicé [*Mémoire pour l'obtention du diplôme d'études approfondies non publiè]. Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis.

Azuma, H., & Kashiwagi, K. (1987). Descriptors for an intelligent person: A japanese study. *Japanese Psychological Research, 29*(1), 17-26. https://doi.org/10.4992/ psycholres1954.29.17

Bäärnhielm, S., Wistedt, A.A., & Rosso, M.S. (2015). Revising psychiatric diagnostic categorisation of immigrant patients after using the cultural formulation in DSM-IV. *Transcultural Psychiatry, 52*, 287-310. https://doi.org/10.1177/1363461514560657

Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation, 8,* 47-89. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1

Baddeley, A. D., Della Sala, S., Papagno, C., & Spinnler, H. (1997a). Dual-task performance in dysexecutive and non-dysexecutive patients with frontal lesions. *Neuropsychology, 11*, 187-194. https://doi.org/10.1037/0894-4105.11.2.187.

Baddeley, A., Della Sala, S., Gray, C., Papagno, C., & Spinnler, H. (1997b). Testing central executive functioning with a pencil-and-paper test. Dans P. Rabbitt (Ed.), *Methodology of frontal and executive function* (pp. 61–80). Psychology Press.

Baddeley, A.D. (1996) Exploring the Central Executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49(1),* 5-28. https://doi.org/10.1080/713755608.

Bahmei, F. (2011). Mathematical modeling in primary school, advantages and challenges. *Journal of Mathematical and Application, 1*, 3-13.

Bakong, S. A. (2008). Effet de la compréhension de l'énoncé sur la résolution des problèmes arithmétiques. *Corela, 6*(2), 1-12. https://doi.org/10.4000/corela.300

Bank, A. L., Yochim, B. P., MacNeill, S. E., & Lichtenberg, P. A. (2000). Expanded normative data for the Mattis Dementia Rating Scale for use with urban, elderly medical patients. *The Clinical Neuropsychologist, 14*(2), 149-156. https://doi.org/10.1076/1385-4046(200005)14:2;1-Z;FT149

Barceló, F. (2001). Does the Wisconsin Card Sorting Test measure prefrontal function? *The Spanish Journal of Psychology*, *4*, 79–100. https://doi.org/10.1017/s1138741600005680

Barratt, E. S. (1972). Anxiety and impulsiveness: Toward a neuropsychological model. Dans C. Spielberger (Ed.), *Anxiety: Current trends in theory and research* (Vol. 1, pp. 195–222). Academic Press.

Bartram D. (1994). Fidélité et validité. Tests, mode d'emploi... Dans J.R. Beech & L. Harding, *Guide de psychométrie* (pp. 65-100). Editions du centre de psychologie appliquée.

Baruck, S. (1985). *L'âge du capitaine*. Editions du seuil.

Belin, C., & Thomas, Y. (2016). Culture et cognition. Dans H. Amieva, C. Belin & D. Mailet, *L'évaluation neuropsychologique: de la norme à l'exception* (pp. 143-164). De Boeck-Solal.

Bellaj, T., & Le Gall, D. (2016). L'évaluation neuropsychologique dans le contexte du Maghreb. Dans H. Amieva, C. Belin & D. Maillet, *L'évaluation neuropsychologique: de la norme à l'exception (p.* 165-192). De Boeck-Solal.

Bellaj, T., Salhi, I., Le Gall, D., & Roy, A. (2015). Development of executive functioning in school-age Tunisian children. *Child Neuropsychology : A Journal of Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence, 22*, 919-954. https://doi.org/10.1080/09297049.2015.1058349

Bellaj, T., & Seron, X. (2014). Les facteurs culturels dans l'évaluation neuropsychologique. Dans X. Seron, & M. Van der Linden. *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte*, 2éme édition, (pp. 641-658). De Boeck-Solal.

Bellaj, T., Ben Jemaa, S., Attia-Romdhane, N., Dhiffallah, M., Ben Ali, N., Bouaziz, M., & Mrabet, A. (2008). Version Arabe du Mini Mental State Examination (A-MMSE) : fidélité, validité et données normatives. La *Tunisie Medicale, 86 (7), 768-776.*

Ben Rejeb, R. (2001). *Intelligence, test et culture.* L'Harmattan.

Benois, C., & Jover, M. (2006). Dysfonctionnement visuo-spatial chez l'enfant : cadre nosographique, dépistage et rééducation. Dans J. Corraze & J.M. Albaret (Eds), *Entretiens de Bichat: Entretiens de Psychomotricité* (pp. 69-81). Expansion Scientifique Française.

Benson, D.F., & Weir, W.S. (1972). Acalculia: acquired anarithmetica. *Cortex, 8*, 465-472. https://doi.org/10.1016/S0010-9452(72)80008-X

Berelson, B. (1952). *Content analysis in communication reserach*. Free Press. https://doi.org/10.1177%2F000271625228300135

Beretvas, S. N., Meyers, J. L., & Leite, W. L. (2002). A reliability generalization study of the Marlowe-Crowne Social Desirability Scale. *Educational and Psychological Measurement, 62*(4), 570-589. https://doi.org/10.1177/0013164402062004003

Berger, M. P. F., & Knol, D. L. (1990). *On the assessment of dimensionality in multidimensional item response theory models*. Papier présenté au Annual Meeting of the American Educational Research Association, Boston, MA. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED329584.pdf

Bernaud, J. L. (2000). *Les tests et théories de l'intelligence*. Dunod:

Berry, J.W. (1966). Temne and Eskimo perceptual skills. *International Journal of Psychology*, *1*, 207–29. https://doi.org/10.1080/00207596608247156

Berry, J.W. (1980). Acculturation as varieties of adaptation. Dans A. Padilla, *Acculturation: Theory, models and some new findings* (pp. 9–25). Boulder, CO: Westview.

Berry, J.W., Poortinga, Y.H. Segall, M.H., & Dasen, P.R. (2002). *Cross-cultural psychology: Research and applications (*2nd ed.). Cambridge University Press.

Besnard, J. (2009). *Contributions à l'étude de dépendance à l'environnement chez les patients cérébrolésés frontaux [*Thèse de Doctorat, Université d'Angers]. Theses.fr

Besnard, J., Allain, Ph., Aubin, G., Chauviré, V., Etcharry-Bouyx., F., & Le Gall., D. (2014). An integrative view of Luria's perspective on arithmetic problem solving: The two

sides of environmental dependency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 36*, 1. https://doi.org/10.1080/13803395.2013.870135

Bialystok, E. (2001). *Bilingualism in development: Language, literacy and cognition*. Cambridge University Press.

Bialystok, E., Craik, F., & Luk, G. (2012). Bilinguism: Consequences for Mind and Brain. *Trends in Cognitive Sciences, 16*(4), 240-250. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.03.001

Bialystok, E., Craik F.I.M., & Luk, G. (2008). Lexical access in bilinguals: Effects of vocabulary size and executive control. *Journal of Neurolinguistics, 21*, 522-538. https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2007.07.001

Bialystok, E., Craik F.I.M., & Ruocco, A.C. (2006a). Dual-modality monitoring in a classification task: The effects of bilingualism and ageing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59* (11), 1968-1983. https://doi.org/10.1080%2F17470210500482955

Bialystok, E., Craik, F.I.M., & Ryan, J. (2006b). Executive control in a modified anti-saccade task: Effects of aging and bilingualism. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 32*, 1341–1354. https://doi.org/10.1037/0278-7393.32.6.1341

Bialystok, E., Craik, F.I.M., Klein, R., & Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, Aging, and Cognitive Control: evidence from the Simon task. *Psychology and Aging, 19*, 290-303. https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.2.290

Bialystok, E., & Shapero, D. (2005). Ambiguous benefits: the effect of bilingualism on reversing ambiguous figures. *Developmental Science, 8*, 595–604. https://doi.org/10.1111/ j.1467-7687.2005.00451.x

Block, J. (1965). *The challenge of response sets.* Appleton-Century-Crofts.

Bock, M., & Klinger, E. (1986). Interaction of emotion and cognition in word recall. *Psychological Research, 48*, 99-106. https://doi.org/10.1007/BF00309323

Bohnen, N. Jolles, A., & Twijnstra, J. (1992). Performance in the Stroop color word test in relationship to the persistence of symptoms following mild head injury. *Acta Neurologica, 85*(2), 116-122. https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1992.tb04009.x

Bouaziz, M., Bellaj., T., Bouzaouache, I., & Bouaziz, Z., (1995, 20-22 Decembre). *Effet de l'âge et du niveau d'instruction dans une tâche d'attention sélective:* le Stroop test, version arabe [Communication]. 63° Congrès de la Sociétéde Physiologie, Strasbourg.

Bourque, F., Van der ven, E., & Malla, A. (2011). A meta-analysis of the risk for psychotic disorders among first and second generation immigrants. *Psychologie Medicale, 45*, 637-646. https://doi.org/10.1017/S0033291710001406

Boyon, C.K. (2012*). Les effets des dimensions culturelles sur l'évaluation des produits domestiques : cas des produits d'ameublement domestiques par les consommateurs européens [*Thèse de doctorat, Université d'Artois]. Theses.fr

Brinberg, D., & McGrath, J. E. (1985). *Validity and the research process*. Sage Publications.

Brissiaud, R. (1988). De l'âge du capitaine à l'âge du berger : quel contrôle de la validité d'un énoncé de problème au CE2 ? *Revue Française de Pédagogie, 82*, 23-31. https://doi.org/10.3406/rfp.1988.1457

British Council and BBC (2013). *Contextualization*. http://www.teachingenglish.org.uk/knowledge-database/contextualisation

Brossard, M., & Wargnier, P. (1993). Rôle de certaines variables contextuelles sur le fonctionnement cognitif des élèves en situation scolaire. *Bulletin de psychologie, 412,* 703-709.

Brown, L., Sherbenou, J. R., & Johnsen, S. K. (1990). Test of non-verbal intelligence: A language-free measure of cognitive ability. Dans S. McCallum, *Handbook of nonverbal assessment*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50604-3

Bryden, M.P. (1987). Handedness and cerebral organization: Data from clinical and normal populations. Dans D. Ottoson, *Duality and unity of the brain.* Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1949-8

Bull, R., & Sherif, G. (2001). Executive functionning as a predictor of chidren's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology, 19*(3), 273-293. https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3

Burgess, P. W., & Shallice, T. (1996a). Response suppression, initiation and strategy use following frontal lobe lesions. *Neuropsychologia, 34,* 263-273. https://doi.org/ 10.1016/0028-3932(95)00104-2

Burgess, P. W., & Shallice, T. (1996b). Bizarre responses, rule detection and frontal lobe lesions. *Cortex, 32,* 241-259. https://doi.org/10.1016/S0010-9452(96)80049-9

Butlen, D., & Pézard, M. (2003). Une contribution à l'étude des rapports entre habiletés calculatoires et résolution de problèmes numériques à l'école élémentaire et au début du collège. Dans Spirale, *Revue de Recherches en Education, 31* (pp. 117-140). https://doi.org/10.3406/spira.2003.1415

Byrne, D. (1961). The repression-sensitization scale: Rationale, reliability, and validity. *Journal of Personality, 29*, 334-349. https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1961.tb01666.x

Callaghan, T., Rochat, P., Lillard, A., Claux, M. L., Odden, H., Itakura, S., Tapanya, S., & Singh, S. (2005). Synchrony in the onset of mental-state reasoning: evidence from five

cultures. *Psychological Science, 16*, 378-84. https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.01544.x

Cappelletti, M., Butterworth, B., & Kopelman, M. (2012). Numeracy skills in patients with degenerative disorders and focal brain lesions: a neuropsychological investigation. *Neuropsychology, 26*(1), 1-19. https://doi.org/10.1037/a0026328.

Chasiotis, A., Kiessling, F., Hofer, J., & Campos, D. (2006). Theory of mind and inhibitorycontrol in three cultures: Conflict inhibition predicts false belief understanding in Germany, Costa Rica and Cameroon. *International Journal of Behavioral Development, 30*, 249-260. https://doi.org/ 10.1177/0165025406066759

Caramazza, A. (1986). On drawing inferences about the structure of normal cognitive systems from the analysis of patterns of impaired performance: The case for singlepatient studies. *Brain and Cognition, 5*, 41-66. https://doi.org/10.1016/0278-2626(86)90061-8

Carlson, S.M., & Meltzoff, A.N. (2008). Bilingual experience and executive functioning in young children. *Developmental Science, 11*, 282–298. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00675.x

Carpenter, T.P., Lindquist, M.M., Matthews, W., & Silver, E.A. (1983). Results of the third NAEP mathematics assessment: secondary school. *Mathematics Teacher, 76*, 652-659.

Carr, M., Kurtz, B. E., Schneider, W., Turner, L., & Borkowski, J. G. (1989). Strategy acquisition and transfer among American and German children: Environmental influences on metacognitive development. *Developmental Psychology*, *25*, 765–71. https://doi.org/10.1037/ 0012-1649.25.5.765

Carraher, T.N., Carraher, D.W., & Schliemann, A.D. (1987). Written and oral mathematics. *Journal of Research in Mathematics Education, 18*, 83-87. https://doi.org/10.2307/749244

Chan, R. C. K., Shum, D., Toulopoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executives functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology, 23*, 201-216. https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010

Channon, S., & Crawford, S. (2010). Mentalising and socil problem-solving after brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation, 20*(5), 739-59. https://doi.org/10.1080/09602011003794583.

Chen, M. J., & Lin, Z. X. (1994). Chinese preschoolers' difficulty with theory-of-mind tests. *Bulletin of the Hong Kong Psychological Society*, *32/33*, 34–46.

Choffat, R., & Meyer, L. (2012). *Normalisation et validation d'un test de résolution de problèmes de la vie quotidienne [*Mémoire publié, Université Lille 2].

Cipolotti, L., & de Lacy-Costello, A.L. (1995). Selective impairment for simple division. *Cortex, 31,* 433-449. https://doi.org/10.1016/S0010-9452(13)80058-5

Cockburn, J. (1995). Performance on the Tower of London test after severe head injury. *Journal of the International Neuropsychological Society, 1*(6), 537–544. https://doi.org/ 10.1017/S1355617700000667

Cofer, C. N., Chance, J., & Judson, A. J. (1949). A study of malingering on the MMPI. *Journal of Psychology, 27*, 491-499. https://doi.org/10.1080/00223980.1949.9917439

Cohen, L., & Dehaene, S. (1991). Neglect dyslexia for numbers? A case report. *Cognitive Neuropsychology, 8*, 39-58. https://doi.org/10.1080/02643299108253366

Cole, M. (1996). *Cultural psychology: A once and future discipline*. Harvard University Press.

Cole, M., & Scribner, S. (1974). *Culture and thought*. Wiley and Sons.

Cole, M., Gay, J., Glick, J., & Sharp, D. (1971). *The cultural context of learning and thinking*. Basic Books.

Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience, 139,* 209-221. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.05.035

Collignon, D., Leclercq, C., & Mathy, J. (1977). Etude de la sémiologie des troubles du calcul observés au cours des lésions corticales. *Acta Neurologica Belgica, 77,* 257-275.

Congard, A., Antoine, P., Ivanchak, S., & Gilles, P.I. (2012). Désirabilité sociale et mesure de la personnalité: les dimensions les plus affectées par ce phénomène. *Psychologie Française, 57*, 193-204. https://doi.org/10.1016/j.psfr.2012.07.002

Coquin-Viennot, D. (2001). Problèmes arithmétiques verbaux à l'école : pourquoi les élèves ne répondent-ils pas à la question posée? *Enfance ; psychologie, pédagogie, neuropsychiatrie, sociologie, 53*(2). https://doi.org/10.3917/enf.532.0181

Corbett, A.J., McCuster, E.A., & Davidosn, O.R. (1986). Acalculia following a dominant-hemisphere subcortical infarct. *Archives of Neurology, 43*, 964-966. https://doi.org/10.1001/archneur.1986.00520090088026

Cores, E.V., Vanotti, S., Eizaguirre, B., Fiorentini, L., Garcea, O., Benedict, R.H., & Caceres, F. (2015). The effect of culture on two information processing speed tests. *Applied Neuropsychology Adult, 22(5)*, 241-245. https://doi.org/10.1080/23279095.2014.910214

Cornelius, S.W., & Caspi, A. (1987). Everyday problem solving in adulthood and old age. *Psychology and Aging, 2,* 144-153. https://doi.org/10.1037/0882-7974.2.2.144

Corsi, P. M., (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. [Thèse de doctorat non publiée]. McGill University, Montreal. https://trove.nla.gov.au/version/30227379

Costa, A., Hernandez, M., & Sebastian-Galles, N. (2008). Bilingualism aids conflict resolution: evidence from the ANT task. *Cognition, 106*, 59-86. https://doi.org/10.1016/ j. cognition.2006.12.013

Costermans, J. (2001). *Les activités cognitives: raisonnement, décision et résolution de problèmes*. De Boeck Université.

Craik, F.I.M., & Ruocco, A.C. (2006a). Dual-modality monitoring in a classification task: The effects of bilingualism and ageing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59* (11), 1968-1983. https://doi.org/10.1080%2F17470210500482955

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika, 16*, 297-334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

Crowne, D. P., & Marlowe, D. (1960). A New Scale of Social Desirability Independent of Psychopathology. *Journal of Consulting Psychology, 24,* 349-354. https://psycnet.apa.org/ doi/10.1037/h0047358

D'Zurilla, T.J., & Goldfried, M.R. (1971). Problem solving and behavior modification. *Journal of Abnormal Psychology, 78*(1), 107-26. https://doi.org/10.1037/h0031360.

D'Zurilla, T. J., Maydeu-Olivares, A., & Kant, G. L. (1998). Age and gender differences in social problem-solving ability. *Personality and Individual Differences, 25*(2), 241-252. https://doi.org/10.1016/S0191-8869(98)00029-4

Dahmen, W., Hartje, W. Büssing, A., & Sturm, W. (1982). Disorders of calculation in aphasic patients: Spatial and verbal components. *Neuropsychologia, 20,* 145-153. https://doi.org/10.1016/0028-3932(82)90004-5

Daouk-Öyry, L., & Zeinoun, P. (2017). Testing across cultures: Translation, Adaptation and Indigenous Test Development. *Psychometric Testing: Critical Perspectives* (p221-233). https://doi.org/ 10.1002/9781119183020.

Daugherty, J. C., Puente, A. E., Fasfous, A. F., Hidalgo-Ruzzante, N., & Pérez-Garcia, M. (2017). Diagnostic mistakes of culturally diverse individuals when using North American neuropsychological tests. *Applied Neuropsychology Adult, 24*(1), 16-22. https://doi.org/ 10.1080/23279095.2015.1036992

Davidson, G. R., & Freebody, P. (1988). Cross-cultural perspectives on the development of metacognitive thinking. *Hiroshima Forum for Psychology*, *13*, 21–31.

Davidson, G. R. (1994). Metacognition, cognition and learning: Old dubitations and new directions. *South Pacific Journal of Psychology*, *7*, 18–31.

Davis, M.P., & Cowles, A. (*1989)*. A comparison of weight and diet concerns and personality factors among female athletes and non-athletes. *Journal of Psychosomatic Research, 33*(5), 527-536. https://doi.org/10.1016/0022-3999(89)90060-3

Debret, J. (2020). *Les normes APA françaises : Guide officiel de Scribbr basé sur la septième édition (2019) des normes APA*. Scribbr.

De Corte, E., & Vershaffel, L. (1983). *Beginning first grader's initial representation of arithmetic word problems [rapport]*. Annual meeting of American Educational Research Association, Montréal.

Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition, 1,* 83-120.

Denckla, M. B. (1994). Measurement of executive function. Dans G. R. Lyon (Ed.). *Frames of reference for the assessment of learning disabilities*: New views on measurement issues (pp. 117–142). Paul H. Brooks.

Denckla, M. B. (1996). A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective. Dans G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (Eds.). *Attention, memory and executive function* (pp. 263–277). Paul H. Brooks.

Dershowitz, Z. (1971). Jewish subcultural patterns and psychological differentiation. *International Journal of Psychology, 6,* 223-231. https://doi.org/10.1080/00207597108246686.

Derouesné, C., & Bakchine, S. (2000). *Syndrome Frontal.* Encyclopédie médico-chirurgicale edition scientifique et médicale Elsevier SAS paris 17-035. http://psychologie-m-fouchey.psyblogs.net/public/fichiers%20joints/démence/Syndrome_frontal.pdf

Deschamps, R., & Moulignier, A. (2005). La mémoire et ses troubles. *EMC Neurologie, 2,*4, 505-525. https://doi.org/10.1016/j.emcn.2005.07.003

Deshields, T. L., Tait, R. C., Gfeller, J. D., & Chibnall, J. T. (1995). Relationship between social desirability and self-report in chronic pain patients. *The Clinical Journal of Pain, 11*(3), 189-193. https://doi.org/10.1097/00002508-199509000-00005

Dickes, P. (1994). *La psychométrie: théories et méthodes de la mesure en psychologie*. PUF.

Dostàl, J. (2015). Theory of problem solving. *Social and Behavioral Sciences, 174*, 2798-2805. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.970.

Douady, A. (1984). *Didactique des mathématiques.* Encyclopedia Universalis, 885-889.

Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., & Pillon, B. (2000). The FAB: A frontal assessment battery at bedside. *Neurology, 55*(11), 1621-1626. https://doi.org/ 10.1212/WNL.55.11.1621.

Duclosson, N. (2004). *Représentation des connaissances dans l'EIAH AMBRE-add. Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et l'Industrie*. Université de Technologie de Compiègne. pp. 164-171.

Duncker, K. (1945). On problem-solving (L. S. Lees, Trans.). *Psychological Monographs, 58*(5), i-113. https://doi.org/10.1037/h0093599

Edwards, A. L. (1957). *The social desirability variable in personality assessment and research*. Dryden Press.

Edwards, A. L., Diers, C. J., & Walker, I. N. (1962). Response sets and factor loading on sixt y-one personality scales. *Journal of Applied Psychology, 46*, 220-225.

Elhan, A.H., Kutlay, S., Küçükdeveci, A.A., çotuk, C., öztürk, G., Tesio, L., & Tennant, A. (2005). Psychometrics properties of the Mini-Mental State Examination in patients with acquired brain injury in Turkey. *Journal of Rehabilitation Medicine, 37*, 306-311. https://doi.org/10.1080/16501970510037573

Elwood, R.W. (1991). The Wechsler Memory Scale-Revisited: Psychometric characteristics and clinical application. *Neurological Review, 2*, 179-201. https://doi.org/10.1007/BF01109053.

Er-Rafiqi, M., Roukoz, C., Le Gall, D., & Roy, A. (2017). Les fonctions exécutives chez l'enfant : développement, influences culturelles et perspectives cliniques. *Revue de Neuropsychologie, 9*(1), 27-34. https://doi.org/10.1684/nrp.2017.0405

Fasotti, L., Eling, P.A.T.M., & Bremer, J.J.C.B. (1992). The internal representation of arithmetical word problem sentences: Frontal and posterior-injured patients compared. *Brain and Cognition, 20*, 245-263. https://doi.org/10.1016/0278-2626(92)90019-I

Faye, A., Jacquin-Courtois, S., Reynaud, E., Lesourd, M., Besnard, J. & Osiurak, F. (2019). Numerical cognition: A meta-analysis of neuroimaging, transcranial magnetic stimulation and brain-damaged patients studies. *NeuroImage, 24*. https://doi.org/ 10.1016/j.nicl.2019.102053

Fayol, M. (1996). À propos de la compréhension. Dans *Observatoire National de la Lecture. Regards sur la lecture et ses apprentissages*. MENSR.

Fayol, M. (1997). *Des idées au texte: psychologie cognitive de la production verbale, orale et écrite.* Presses Universitaires de France.

Fayol, M., & Gaonach, D. (2003*).* La compréhension: une approche cognitive. Dans D. Gaonach et M. Fayol. (2003). *Aider les élèves à comprendre*. Hachette.

Ferghali, E. (1997). Arab cultural communication patterns. *International Journal of Intercultural Relations, 21*, 345-378. https://doi.org/10.1016/S0147-1767(97)00005-9

Fermanian, J. (1984). Mesure de l'accord entre deux juges: cas qualitatif. *Revue d'épidémiologie et de santé publique, 32*, 140-7.

Fermanian, J. (1996). Evaluer correctement la validité d'une échelle: les nombreux pièges à éviter. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique, 44*(3), 278-286. http://bdsp-ehesp.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=125741

Fernandez, A., & Marcopulos, B. (2008). A comparison of normative data for the Trail Making Test from several countries: Equivalence of norms and considerations for interpretation. *Scandinavian Journal of Psychology, 49*(3). https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2008.00637.x

Ferreri, F., & Peretti, S. (2009). Clinique des états dépressifs. *La lettre du Psychiatre, 5*. https://doi.org/10.1016/S0246-1072(06)44522-3.

Fillenbaum, G.G., Huber, M., & Taussig, M. (1997). Performance of elderly White and African American community residents on the abbreviated CERAD Boston Naming Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 19*(2), 204-210. https://doi.org/10.1080/01688639708403851

Flaugher, R. L. (1978). The many definitions of test bias. *American Psychologist, 33*(7), 671-679. https://doi.org/10.1037/0003-066X.33.7.671.

Flavell, J. H., Zhang, X. D., Zou, H., Dong, Q., & Qi, S. (1983). A comparison between the development of the appearance–reality distinction in the People's Republic of China and the United States. *Cognitive Psychology*, *15*, 459–66. https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90015-4

Flavell, J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem-solving. Dans L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231–5). Lawrence Erlbaum.

Focant, J., & Grégoire, J. (2008). Les stratégies d'autorégulation cognitive: une aide à la résolution de problèmes arithmétiques. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte & J. Grégoire (Eds.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques: que disent les recherches psychopédagogiques ?* (pp. 201-221). De Boeck.

Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). Mini-mental state: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research, 12*(3), 189-198. https://doi.org/10.1016/0022-3956 (75)90026-6.

Ford, B.Q., Dmitrieva, J.Q., Heller, D., Chentsova-Dutton, Y., Grossmann, I., Tamir, M., Uchida, Y., Koopmann-Holm, B., Floerke, V.A., Uhring, M., Bokhan, T., & Mauss, I.B. (2015). Cultural shapes whether the pursuit of happiness predicts higher or lower

well-being. *Journal of Experimental Psychology: General, 144* (6). https://doi.org/10.1037/xge0000108

Ford, B.Q., Mauss, I.B., & Gruber, J. (2015). Valuing happiness is associated with bipolar disorder. *Emotion, 15*, 211-222. https://doi.org/10.1037/emo0000048

Frenette, E. (1999). *Estimation de la dimensionalité de l'échelle de désirabilité sociale de Paulhus [*Mémoire non publié]. Université du Québec à Trois-Rivières.

Fuchs, I.S., Fuchs, D., Hamlet, C.I., Lambert, W., Stebing, K., & Fletcher, J.M. (2008a). Problem solving and computational skill: are they shared or distincts aspects of mathematical cognition? *Journal of Educational Psychology, 100*, 30-47. https://dx.doi.org/ 10.1037%2F0022-0663.100.1.30

Fujii, D. (2017). *Conducting a culturally informed neuropsychological evaluation*. American Psychological Association.

Fuster, J. M. (1989). *The prefrontal cortex: anatomy, physiology and neuropsychology of the frontal lobe* (2nd ed). Raven Press.

Gadanidis, G., Gadanidis, J.M., & Huang, A.Y. (2004). Using humor to gain mathematical insight. *Mathematics Teaching in the Middle School, 10*, 244-250. https://www.edu.uwo.ca/mpc/files/mathhumor2005.pdf

Gajardo, A., Dervin, F., & Lavanchy, A. (2011). « United Colors Of…Interculturel ? » Usages, piéges et perspectives d'un terme plurivoque. Dans A. Lavanchy, A. Gajardo, et F. Dervin (Eds), *Anthropologie de l'interculturalité* (pp. 7-43). L'Harmattan.

Galbraith, P., & Stillman. G. (2001). Assumptions and context: Pursuing their role in modelling activity. Dans J.F. Matos, W. Blum, S.K. Houston, & S.P. Carreira (Eds.). *Modelling and mathematics education*. ICTMA9: Applications in science and technology. Horwood.

Galperine, P.Y. (1969) « Stages in the development of mental acts ». Dans M. Cole, & A. Maltzmani, *Handbook of contemporary soviet psychology (pp. 249-273)*. Basic books.

Garfield, S. L. (1983). Some comments on consumer satisfaction in behavior therapy. *Behavior Therapy, 2*, 237-241. https://doi.org/10.1016/S0005-7894(83)80113-0

Gasquoine, P. G. (2009). Race-norming of neuropsychological tests. *Neuropsychology Review, 19*(2), 250-262. http://dx.doi.org/10.1007/s11065-009-9090-5.

Gass, S., & Varonis, E. (1991). Miscommunication in nonnative speaker discourse. Dans N. Coupland, H. Giles & J. Wiemann (Eds.), *Miscommunication and problematic talk* (pp. 121-145). Sage.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 11.0 update (4th ed.)*. Allyn & Bacon.

Geisinger, K. F. (1994). Cross-cultural normative assessment: Translation and adaptation issues influencing the normative interpretation of assessment instruments. *Psychological Assessment, 6*(4), 304-312. https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.4.304.

Gerstmann, J. (1930). Syndrome of finger agnosia, disorientation for right and left, agraphia and acalculia. *Archives of Neurology and Psychiatry, 44,* 398-408. https://doi.org/10.1001/archneurpsyc.1940.02280080158009

Giofré, D., Mammarella, I.C., Ronconi, L., & Cornoldi, C. (2013). Visuospatial working memory in intuitive geometry, and in academic achievement in geometry. L*earning and Individual Differences, 23*, 114-122. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.09.012

Goffman, E. (1967). *Interaction ritual: essays on face-to-face behavior*. Pantheon Books.

Goldberg, E. (2001). *The executive brain.* Oxford University Press.

Goodglass, H., & Kaplan, E. (1972). *The assesment of aphasia and related disorders*. Lea & Febiger.

Gounden, Y., Pérodeau, G., & Haudry-Gounden, S. (2019). Plaidoyer pour une neuropsychologie interculturelle en France. *Pratiques Psychologiques, 25*, 37-50. https://doi.org/10.1016/j.prps.2018.03.002

Grabner, R.H., Ansari, D., Koschutig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neuper, C. (2009). To retrieve or to calculate? Left angular gyrus lediates the retrieval of arithmetic facts during problem solving. *Neuropsychologia, 47*(2), 604-608. https://doi.org/10.106/ j.neuropsychologia.2008.10.013

Grafman, J., Passafiume, D., Fagliono, P., & Boller, F. (1982). Calculation disturbances in adults with focal hemispheric damage. *Cortex, 18*, 37-50. https://doi.org/10.1016/S0010-9452(82)80017-8

Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology, 38*(4), 404-411. https://doi.org/10.1037/h0059831

Greenfield, P. M. (1997). You can't take it with you: Why ability assessments don't cross cultures. *American Psychologist, 52*(10), 1115-1124. https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.10.1115.

Grégoire, J., & Hambleton, R. (2009). Advances in Test Adaptation Research: A Special Issue. *International Journal of Testing, 9*(2). https://doi.org/10.1080/15305050902880678.

Geodfroy, O., & Groupe de Réflexion sur l'Evaluation des Fonctions Exécutives (2001). L'évaluation des fonctions exécutives en pratique clinique. *Revue Neuropsychologique, 11*, 383-434.

Guastello, S.J., Shissler, J., Dricoll, J., & Hyde, T. (1998). Are some cognitive styles more creatively productive than others? *Journal of Creative Behavior,32*(2), 77-91. https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1998.tb00807.x

Guillevic, C., & Vautier, S. (1998*). Diagnostic et tests psychologiques*. Armand Collin.

Gunther Moor, B., Op de Macks, Z. A., Güroğlu, B., Rombouts, S. A., Van der Molen, M.W., & Crone, E. A. (2011). Neurodevelopmental changes of reading the mind in the eyes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 7*(1), 44–52. https://doi.org/10.1093/scan/nsr020.

Gutchess A.H., & Siegel, M. (2012). *Memory specificity across cultures*. Dans A. Assmann & L. Shortt (eds), *Memory and Political Change*. Palgrave Macmillan Memory Studies.

Haj-Yahia, M. (1995). Toward culturally sensitive intervention with Arab families in Israel. *Contemporary Family Therapy, 17*, 429-447. https://doi.org/10.1080/ 14708470208668081.

Hambleton, R. K., & Kanjee, A. (1995). Increasing the Validity of Cross-Cultural Assessments: Use of Improved Methods for Test Adaptations. *European Journal of Psychological Assessment, 11*, 147-157. https://doi.org/10.1027/1015-5759.11.3.147

Hashmi, M. (2009). Dementia: an anthropological prospective. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 24*, 207-2012. https://doi.org/10.1002/gps.2176

Harley, T. R. (1995). *The psychology of language: from data to theory*. Psychology Press.

Harris, J.L. (1990). Cultural influences on handedness: Historical and comptemporary theory and evidence. Dans S. Coren (Eds), *Left-handedness: Behavioral implications and anomalies*. North-Holland.

Hassan, Z.M. (2014). Language Contextualisation and Culture. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 136*, 31-35. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.282

Hathaway, S.R., & Kinley, J.C. (1986). *Inventaire multiphasique de personnalité du minnesota (MMPI).* Éditions du centre de Psychologie Appliquée.

Hausser, M.D., MacNeilage, P., & Ware, M. (1996). Numerical reprensentations in primates. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA, 93*, 1514-1517. https://doi.org/10.1073/pnas.93.4.1514

Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., & Curtis, G. (1993). *Wisconsin card sorting test manual: Revised and expanded.* Psychological Assessment Resources.

Hécaen, H., Angerlergues, R., & Houiller, S. (1961). Les variétés cliniques des acalculies au cours des lésions rétrolandiques: Approche statistique du problème. *Revue Neurologique, 2*, 85-103.

Henry, J. D., & Crawford, J. R. (2004). A meta-analytic review of verbal fluency performance following focal cortical lesions. *Neuropsychology, 18* (2), 284–295. https://doi.org/ 10.1037/0894-4105.18.2.284

Henschen, S. E. (1919). Uber Sprach- Musik- und Rechen-mechanismen und ihre Legalisation im Gehirn. *Zeitschriftin die gesamte Neurologie und Psychiatrie, 52*, 273-298. https://doi.org/10.1007/BF02872428

Heppner, P.P., & Petersen, C.H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. *Journal of Counseling Psychology, 29,* 166-175. https://doi.org/10.1037/0022-0167.29.1.66

Herrmann, E., Call, J., Lloreda., M., Hare, B., & Tomasello, M. (2007). Humans has envolved specialized skills of social cognition. The cultural intelligence hypothesis. *Science, 317*, 1360-1366. https://doi.org/10.1126/science.1146282

Hickendorff, M. (2013). The langage factor in elementary mathematics assesments: computational skills and applied problem solving in multidimensional IRT framwork. *Applied Measurement in Education, 26*, 253-278. https://doi.org/10.1080/08957347.2013.824451

Hinault, T., & Dufau, S., & Lemaire, P. (2014a). Strategy combination in human cognition: a behavioral and ERP study in arithmetic. *Psychonomic Bulletin Review, 22(1):190-199.* https://doi.org/10.3758/s13423-014-0656-8.

Hinault, T., & Lemaire, P. (2016). What does EEG tell us about arithmetic strategies? A review. *International Journal of Psychophysiology, 106*, 115-126. https://doi.org/10.1016/ j.ijpsycho.2016.05.006.

Hoffmann, S.G., & Hinton, D.E. (2014). Cross-cultural aspects of anxiety disorders. *Current Psychiatry Reports, 16(6)*,450. https://doi.org/10.1007/s11920-014-0450-3

Holm, A., & Dodd, B. (1996). The effect of first written language on the acquisition of English literacy. *Cognition*, *59*, 119–47. https://doi.org/10.1016/0010-0277(95)00691-5

Hoosain, R., & Salili, F. (1987). Language differences in pronunciation speed for numbers, digit span, and mathematical ability. *Psychologia: An International Journal of Psychology*, *30*, 34–38. https://psycnet.apa.org/record/1988-22259-001

Horndike, E. L. (1898). Animal intelligence: An experimental study of the associative processes in animals. *The Psychological Review: Monograph Supplements, 2(*4), i-109. https://doi.org/10.1037/h0092987

Hough, L. M., Eaton, N. K., Dunnette, M. D., Kamp, J. D., & McCloy, R. A. (1990). Criterion-related validities of personality constructs and the effect of response

distortion on those validities. *Journal of Applied Psychology, 75*(5), 581-595. https://doi.org/10.1037/0021-9010.75.5.581.

Hughes, C., & Leekam, S. (2004). What are the links between theory of mind and social relations? Review, reflections and new directions for studies of typical and atypical development. *Social Development, 13*, 590-619. https://doi.org/10.1111/j.1467-9507.2004.00285.x

Huguet, P., Galvaing, M. P., Monteil, J. M., & Dumas, F. (1999). Social presence effects in the Stroop task: Further evidence for an attentional view of social facilitation. *Journal of Personality and Social Psychology, 77*, 1011-1025. https://doi.org/10.1037//0022-3514.77.5.1011

Imai, M., Kanero, J. & Masuda, T. (2016). The relation between language, culture and thought. *Current Opinion in Psychology, 8*, 70-77. https://doi.org/10.1016/ j.copsyc.2015.10.011.

Ismatullina, V., Voronin, I., Shelemetieva, A., & Malykh, S. (2014). Cross-cultural study of working memory in adolescents. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 146*, 353-370.

Ivy, L.L. (2013). Using humor in classroom. *The Education Digest, 79*, 54-57. http://circle.adventist.org/files/jae/en/jae201375033905.pdf

Jahoda, *G.* (1981). The influence of schooling on adult recall of familiar stimuli: A study in Ghana. *International Journal of Psychology*, *16*, 59–71. https://doi.org/ 10.1080/00207598108247403

Jean, M., Allain, P., & Besnard, J. (2019). A socio-cognitive approach to social problem solving in patients with traumatic brain injury: a pilot study. *Brain Injury, 33*(1). https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1531306.

Jellison, J. M., & Green, J. (1981). A self-presentation approach to the fundamental attribution error: The norm of internality. *Journal of Personality and Social Psychology, 40*(4), 643-649. https://doi.org/10.1037/0022-3514.40.4.643.

Jensen, A. R. (1969). How much can we boost IQ and scholastic achievement? *Harvard Educational Review, 39*, 1-123. https://doi.org/10.17763/haer.39.1.l3u15956627424k7

Jensen, A. R. (1982). Reaction time and psychometric g. Dans H. J. Eysenck (Ed.), *A model for intelligence* (pp. 93–132). Springer-Verlag.

Jensen, A.R. (1985). The nature of Black–White difference on various psychometric tests: Spearman's hypothesis. *Behavioral and Brain Sciences, 8*, 193–263. https://doi.org/10.1017/S0140525X00020392

Juhel, J. J., & Rouxel, G. G. (2005). Effets du contexte d'évaluation sur les dimensions de la désirabilité sociale. *Psychologie du Travail et des Organisations, 11*(1), 59-68. https://doi.org/10.1016/j.pto.2005.02.006.

Kales, H. C., Blow, F., Bingham, C., Copeland, L., & Mellow, A. (2000). Race and inpatient psychiatric diagnoses among elderly veterans. *Psychiatric Services, 51*, 795–800. https://doi.org/10.1176/appi.ps.51.6.795

Kavé, G., Eyal, N., Shorek, A., & Cohen-Mansfield, J. (2008). Multilinguism and cognitive state in the oldest old. *Psychology and Aging, 23*, 70-78. https://doi.org/ 10.1037/0882-7974.23.1.70

Kitayama, S., Duffy, S., Kawamura, T., & Larsen, T. (2003). Perceiving an object and its context in different cultures: a cultural look at new look. *Psychological Science, 14*(3), 201-206. https://doi.org/10.1111/1467-9280.02432

Kline, P. (1994). *Intelligence: The Handbook of psychological testing.* Londres, Routledge

Köhler, W. (1921). *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen*. Springer.Traduction française. *L'intelligence des singes supérieurs* (1927). Paris : Félix Alcan.

Kokou-Kpolou, K., Moukouta, C.S., & Baugnet, L. (2017). L'enseignement de la psychologie interculturelle en France: points de vue des étudiants en psychologie. *Pratiques Psychologiques, 23*, 225-270. https://doi.org/10.1016/j.prps.2017.05.005

Kovacs, A. (2009). Early bilingualism enhances mechanisms of false-belief reasoning. *Developmental Science,12*, 48–54. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00742.x.

Kozhevnikov, M. (2007). Cognitive styles in the context of modern psychology: toward an integrated framework of cognitive style. *Psychological Bulletin, 133*(3), 464-481. https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.3.464.

Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., & Von Aster, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: A functional MRI study. *Behavioral and Brain Functions, 2.* http://doi.org/10.1186/1744-9081-2-31

Kugo, A., Terada S., Ata, T., Ido, Y., Kado, Y., Ishihara, T., Hikiji, M., Fujisawa, Y., Sasaki, K., & Kuroda, S. (2007). Japanese version of the Frontal Assessment Battery for dementia. *Psychiatry Research ,153*, 69-75. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2006.04.004

Kupisiewicz, Cz. (1964). *O efektivnosti problémového vyucovania.* SPN.

Organisation for Economic Cooperation Development (2013). Programme for International Student Assessment 2012 *assessment and analytical framework: Mathmatics, reading, science, problem solving and financial literacy.* https://dx.doi.org/10.1787/ 9789264190511-en

Lan, X., Legare, CH., Ponitz, CC. Li, S., & Morrison, F.J. (2011). Investigating the links between the subcomponents of executive function and academic achievement: A cross-cultural analysis of Chinese and American preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*,677-692.

Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, maths and culture in everyday life*. Cambridge University Press

Le Gall, D., Allain, P., & Aubin, G. (2001). Dissociations et associations dans le syndrome frontal: à propos des troubles de la résolution de problèmes et de l'arrangement de script. *Revue de Neuropsychologie, 11*, 2, 299-322.

Le Gall, D., Aubin, G., Allain, P., & Guyard, H. (1993a). Résolution de problèmes et manipulation de scripts : Contribution à la compréhension des syndromes frontaux. *Tétralogiques, 8,* 64-104.

Lemaine, J.M. (1965). Dix ans de recherche sur la désirabilité sociale. *L'Année psychologique, 65*(1), 117-130. https://doi.org/10.3406/psy.1965.27359.

Lemaire, P. (1999). *Psychology cognitive.* De boeck Université.

LeVois, M., Nguyen, T. D., & Attkisson, C. (1981). Artifact In client satisfaction assessment. *Evaluation and Program Planning, 4*, l39-150. https://doi.org/10.1016/0149-7189(81)90004-5

Lewis-Fernàandez, R., Aggarwal, N.K., Bäärnhielm, S., Roholof, H., Kirmayer, L.J., Weiss, M.G., & Lu, F. (2014). Culture and psychiatric evaluation: operationalizing cultural formulation for DSM-5. *Psychiatry, 77*, 130-154. https://doi.org/10.1521/psyc.2014.77.2.130.

Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment (3rd ed.)*. Oxford University Press.

Linhart, J. (1976). *Cinnost a poznavani*. Academia.

Liu, D., Wellman, H., Tardif, T., & Sabbagh, M. (2008). Theory of mind development in Chinese children: a meta-analysis of false-belief understanding across cultures and languages. *Developmental Psychology, 44*, 523- 531. https://doi.org/10.1037/0012-1649.44.2.523

Liu, J., Zhang, H., Chen, Ch., Chen, H., Cui, J., & Zhou, X. (2017). The neural circuits for arithmetic principles. *NeuroImage, 147*, 432-446. https://doi.org/10.1016/ j.neuroimage.2016.12.035

Loo, R., & Thorpe, K. (2000). Confirmatory factor analyses of the full and short versions of the Marlowe-Crowne Social Desirability Scale. *The Journal of Social Psychology, 140(5)*, 628-635. https://doi.org/10.1080/00224540009600503.

Lubart, T. (2011). *Psychologie de la créativité*. Armand Colin.

Lubin, A., Houdé, O., & De Neys, W. (2015). Evidence for children's error sensitivity during arithmetic word problem solving. *Learning and Instruction, 40*, 1-8. https://doi.org/10.1016/J.learninstrc.2015.07.005.

Lubin, A., Vidal, J., Lanoë, C., Houdé, O., & Borst, G. (2013). Inhibitory control is needed for the resolution of arithmetic word problems: a developemental negative priming study. *Journal of Educational Psychology, 105*, 701-708. https://doi.org/10.037/a0032625

Lucas, J. A., Ivnik, R. J., Smith, G. E., Ferman, T. J., Willis, F. B., Petersen, R. C., & Graff-Radford, N.R. (2005a). Mayo's Older African Americans Normative Studies: norms for Boston Naming Test, controlled oral word association, Category Fluency, Animal Naming, Token Test, Wrat-3 Reading, Trail Making Test, Stroop Test, and judgment of line orientation. *Clinical neuropsychologist, 19*(2), 243-269.

Lucas, J. A., Ivnik, R. J., Smith, G. E., Ferman, T. J., Willis, F. B., Petersen, R. C., & al. (2005b). Mayo's Older African Ameri-cans Normative Studies: WMS-R norms for African American elders. *The Clinical Neuropsychologist, 19*, 189–213.

Luria, A. R., & Tvetskova, L. S. (1967). *Les troubles de la résolution de problèmes.* Gouthier – villars.

Luria, A.R. (1966). *Higher Cortical Functions in Man.* Basic Books.

Manuel-Dupont, S., Ardila, A., Rosseli, M., & Puente, M.E. (1992). *Bilinguism.* Dans A.E. Puente, R, Mc Caffrey, A.E. Puente, & R. McCaffrey (Eds), *Handbook of neuropsychological assessment: a biopsychosocial perspective*. Plenum Press.

Maillet, D. (2016). Influence de la culture sur l'évaluation neuropsychologique. Dans H. Amieva, C. Belin, & D. Maillet, *L'évaluation neuropsychologique : de la norme à l'exception*. pp 151-164. De Boeck.

Martin-Rhee, M.M., & Bialystok, E. (2008). The development of two types of inhibitory control in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition, 11*, 81-93. https://doi.org/10.1017/S1366728907003227

Martisen, O., & Kaufmann, G. (1999). Cognitive style and creativity. DansM. A. Runco & S. R. Pritzker (eds.). *Encyclopedia of creativity* Volume 1(p. 273-282). Academic Press.

Matarazzo, J.D. (1990). Psychological assessment versus psychological testing: Validation from Binet to the school, clinic, and courtroom. *American Psychologist, 45*, 999-1017. https://doi.org/10.1037//0003-066x.45.9.999

Matyushkin, A.M. (1973). *Problémovè situàcie v mysleni a vo vyucovani*. SPN

Mayer, R.E., & Wittrock, M.C. (2006). Problem solving. Dans P.A. Alexander, & P.H. Winne (Eds.). *Handbook of educationnal psychology*. Erlbaum.

Mazaux, J. M., & Orgogozo, J. M. (1981). *HDAE-F, Boston Diagnostic Aphasia Examination.* Echelle française. Editions scientifiques et psychologiques.

Mazzocco, M., & Kover, S.T. (2007). A longitudinal assesment of executive function skills and their association with math performance. *Child Neuropsychology, 13*(1), 18-45. https://doi.org/10.1080/09297040600611346

McCloskey, M. (1992). Cognitive mechansisms in numeral processing: Evidence from aquired dyscalculia. *Cognition, 44,* 107-157.

McNeil, J., & Warrington, E. (1994). A dissociation between addition and substraction with written calculation, *Neuropsychologia, 32*, 717-724.

Meehl, P. E., & Hathaway, S. R. (1946). The K factor as a suppressor variable in the Minnesota Multiphasic Personality Inventory. *Journal of Applied Psychology, 30, 525-564.*

http://meehl.umn.edu/sites/meehl.dl.umn.edu/files/007kfactorassuppressor.pdf

Ménissier, A. (2011). Analyser, comprendre et travailler les problèmes arithmétiques. Dans V. Brun, F. George-Poracchia, M. Habib et M.-P. Noël (dir.), *Calcul et dyscalculies : des modèles à la rééducation* (p. 79–129). Masson.

Messick, S. (1989a). Meaning and values in test validation: The scienceand ethics of assessment. *Educational Researcher, 18*(2), 5-11.

Miller, J. G. (1997). A cultural-psychology perspective on intelligence. Dans R. J. Sternberg & E. L. Grigorenko (Eds.), *Intelligence, heredity, and environment* (pp. 269-302). Cambridge University Press.

Miller, K. F., & Stigler, J. W. (1987). Counting in Chinese: Cultural variation in a basic cognitive skill. *Cognitive Development*, *2*, 279–305. https://doi.org/10.1016/S0885-2014(87)90091-8

Millham, J., & Jacobson, L. (1978). Social desirability and need for approval. Dans H. London & J. Exner (Eds.), *Dimensions of personality* (pp. 365-390). Wiley.

Millham, J. (1974). Two components of need for approval score and their relationship to cheating following success and failure. *Journal of Research in Personality, 8,* 378-392. https://doi.org/10.1016/0092-6566(74)90028-2

Milner, B. (1963). Effects of Different Brain Lesions on Card Sorting: The role of the frontal lobes. *Archives of Neurology*, 9(1), 90–100. https://doi.org/10.1001/archneur.1963.00460070100010.

Mirza, N.M. (2005). *Psychologie culturelle d'une formation d'adulte : L'ile aux savoirs voyageurs.* Espaces interculturels. l'Harmattan.

Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49-100. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734

Miyawaki, K., Strange, W., Verbrugge, R., Liberman, A. M., Jenkins, J. J., & Fujimura, O. (1975). An effect of linguistic experience: The discrimination of [r] and [l] by native speakers of Japanese and English. *Perception and Psychophysics*, *18*, 331–40. https://doi.org/10.3758/BF03211209

Moering, R. G., Schinka, J. A., Mortimer, J. A., & Graves, A. B. (2004). Normative data for elderly African Americans for the Stroop Color and Word Test. *Archives of Clinical Neuropsychology, 19*(1), 61-71. https://doi.org/10.1016/S0887-6177(02)00219-6.

Morales, J., Calvo, A., & Bialystock, E. (2013). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*, 187-202. https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jecp.2012.09.002

Nass C., Moon Y., & Carney P. (1999). Are respondents polite to computers? Social desirability and direct responses to computers. *Journal of Applied Social Psychology, 29,* 5, 1093-1110.

Naito, M., & Koyama, K. (2006). The development of false-belief understanding in Japanese children: Delay and difference? *International Journal of Behavioral Development, 30,* 290-304. https://doi.org/10.1177%2F0165025406063622

Nell, V. (2000). *Cross-cultural neuropsychological assessment: Theory and practice*. Lawrence Erlbaum Associates.

Newell, A., & Simon, H.A. (1972*). Human problem solving.* Prentice Hall.

Nicewonder, C. (1994). Humor in the mathematics classroom? Dans J.L. Higbee, & P.L. Dwinell (Eds.), *Proceedings of the 18th annual conference of the National Association of Developmental Education.* Missourk The University of Georgia.

Nielsen, T.R. (2018). Effects of Illiteracy on the European Cross-Cultural Neuropsychological Test Battery (CNTB). *Archives of Clinical Neuropsychology*, *34*, 713-720. https://doi.org/10.1093/arclin/acy076

Nunes, T. (1992). Cognitive invariants and cultural variations in mathematical concepts. *International Journal of Behavioural Developement, 15*(4), 433-453.

Nunes, T., Bryant, P., Evans, D., Bell, D., & Barros, R. (2012). Teaching children how to include the Inversion principle non their reasoning about quantitative relations. *Educaional Studies in Mathematics, 79*, 371-388. https://doi.org/10.1007/s10649-011-9314-5

Ostrosky-Salis, F., Canseco, E., Quintanar, L., Navarro, E., Meneses, S., & Ardila, A.(1985). Sociocultural effects in neuropsychological assessment. *International Journal of Neuroscience, 27*, 53-66.

Ostrosky-Solis, F., Ramirez, M., & Ardila, A. (2004). Effects of culture and education on neuropsychological testing: A preliminary study with indigenous and nonindigenous population. *Applied Neuropsychology, 11*(4), 186-193. https://doi.org/10.1207/s15324826an1104_3

Oyserman, D. (2011). Culture as situated cognition: Cultural mindsets, cultural fluency, and meaning making. *European Review of Social Psychology, 22,* 164-214. https://doi.org10.1080/10463283.2011.627187.

Oyserman, D. (2017). Culture three ways: Culture and subcultures within countries. *Annual Review of Psychology, 68*, 435-463. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122414-033617

Ownsworth, T. L., McFarland, K., &Young, R. *(*2000*).* Development and standardization of the self-regulation skills interview (SRSI): A new clinical assessment tool for acquired brain injury. *Clinical Neuropsychologist, 14*(1), 76-92. https://doi.org/10.1076/1385-4046%28200002%2914%3A1%3B1-8%3BFT076

Paivio, A. (1968). A factor-analytic study of word attributes and verbal learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 7, 41-49.* https://doi.org/10.1016/S0022-5371(68)80161-6

Paulhus, D L., & Reid, D. B. (1991). Enhancement and denial in socially desirable responding. *Journal of Personality and Social Psychology, 60*, 307-317. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-3514.60.2.307

Paulhus, D. L (1984). Two-component models of socially desirable responding. *Journal of Personality and Social psychology, 46,* 598-609. https://doi.org/10.1037/0022-3514.46.3.598

Paulhus, D. L. (2002). Socially desirable responding: The evolution of a construct. Dans H. I. Braun, D. N. Jackson, & D. E. Wiley (Eds.), *The role of constructs in psychological and education measurement* (pp. 49-69). Erlbaum.

Paulhus, D.L., Bruce, M. N., & Trapnell, P.D. (1995). Effects of self-presentation strategies on personality profiles and their structure. *Personality en Social Psychology Bulletin, 21*, 100-108. https://doi.org/10.1177%2F0146167295212001

Paulus, E., Goldacre, B., Scifo, P., Cappa, S. F., Giraldi, M. C., Castiglioni, I., Perani, D., & Fazio, F. (1997). Functional heterogeneity of left inferior frontal cortex as revealed by fMRI. *Neuroreport, 8,* 2011–2016. https://doi.org/10.1097/00001756-199705260-00042

Pedinielli, J.L. (1995). Recherche clinique et méthodes quantitatives. Dans O. Bourguignon, & M. Bydlowski (pp.123-134), *La recherche clinique en psychopathologie*, 123-134. PUF.

Perret-Clermont, A.N., Schubauer-Leoni, M.L., & Grossen, M. (1991b). Interactions sociales dans le developpement cognitif: nouvelles directions de recherches. *Cahiers de Psychologie, 29*, 17-39.

Pesenti, M. & Seron, X. (2000). *Neuropsychologie des troubles du calcul et du traitement des nombres*. Solal.

Piazza, M. & Eger, E. (2016). Neural foundations and functional specificity of number representations. *Neuropsychologia, 83*, 257-273. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.09.025.

Pines, A.M. & Zaidman, N. (2003). Israeli Jews and Arabs. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 34*, 465-480. https://doi.org/10.1177/0022022103034004006.

Piotrowski, C., & Lubin, B. (1990). Assessment practices of health psychologists: Survey of APA Division 38 clinicians. *Professional Psychology: Research and Practice, 21*(2), 99-106. https://doi.org/10.1037/0735-7028.21.2.99.

Poinsot, R., & Antoine, P. (2006). Une approche psychothérapique méconnue: la résolution des problèmes sociaux. *Annales médicopsychologiques*, *65*, 639-644. https://doi.org/10.1016/j.amp.2006.05.017

Poortinga, Y. H. (1971). Cross-cultural comparison of maximum performance tests: Some methodological aspects and some experiments. *Psychologia Africana, Monograph Supplement, 6.*

Pretz, J. E., Naples, A. J., & Sternberg, R. J. (2003). Recognizing, defining, and representing problems. Dans J.E. Davidson & R.J. Sternberg, *The Psychology of Problem Solving*, (pp. 3-30). Cambridge University Press.

Prifitera, A., Weiss, L. G., & Saklofske, D. H. (1998). The WISC—III in context. In A. Prifitera & D. H. Saklofske (Eds.), *WISC—III clinical use and interpretation: Scientist-practitioner perspectives* (pp. 1-38). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012564930-8/50002-4.

Rabbitt, P. (1997). *Methodology of frontal and executive function*. Psychology Press.

Raghubar, K.P., Barnes, M.A. & Hecht, S.A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 20*(2), 110-122. https://doi.org/10.1016/ j.lindif.2009.10.005

Ramussen, C., & Boisanz, J. (2005). Representation and working memory in early mathematic. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*(2), 137-157. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.004

Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests.* The University of Chicago Press.

Reed, H.J., & Lave, J. (1981). *Arithmetic as a tool for investigating relations between culture and cognition*. Dans R. Casson (Eds.). *Langage, culture and cognition: Anthropological perspectives*. McMilan.

Reed, S.K. (1999). *Cognition*. De Boeck Université.

Reitan, R. M. (1955). The relation of the Trail Making Test to organic brain damage. *Journal of Consulting Psychology, 19*(5), 393-394. https://doi.org/10.1037/h0044509

Reverberi, C., Laiacona, M., & Capitani, E. (2006). Qualitative features of semantic fluency performance in mesial and lateral frontal patients. *Neuropsychologia, 44*, 469-478. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.05.011

Reynolds, C. R., & Kaïser, B. M. (1990). Bias in assessment of aptitude. Dans C. R. Reynolds & R. W. Kamphaus (dir.), *Handbook of psychological and educationalassessment of children: Personality, behavior and context* (p.611-653). The Guilford Press.

Roberston, R.H., & Knight, RG (2008). Evaluation of social-problem solving after traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation, 20*(5), 739-59. https://doi.org/ 10.1080/09602010701734438.

Rogoff, B., & Waddell, K. J. (1982). Memory for information organized in a scene by children from two cultures. *Child Development*, *53*, 173–81.

Rosse, J. G., Stecher, M. D. Miller, J. L., & Levin, R. A. (1998). The impact of response distortion on preemployment personality testing and hiring decisions. *Journal of Applied Psychology, 83(*4), 634-644. https://doi.org/10.1037/0021-9010.83.4.634.

Rosseli, M., Ardila, A., & Rosas, P. (1990). Neuropsychological assessment in illiterates II: Language and praxic abilities. *Brain and cognition, 12*, 281, 296. https://doi.org/10.1016/0278-2626(90)90020-o

Rosselli, M., & Ardila, A. (2003). The impact of culture and education on non-verbal neuropsychological measurements: A critical review. *Brain and Cognition, 52*, 326–333. https://doi.org/10.1016=S0278-2626(03)00170–2

Roth, D.L., Snyder, C.R., & Pace, L.M. (1986) Dimensions of favorable self-presentation. *Journal of Personality and Social Psychology, 51*, 867-874. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-3514.51.4.867

Saint-Jean, M., Allain, P., & Besnard, J. (2019). A socio-cognitive approach to social problem solving in patients with traumatic brain injury: a pilot study. *Brain Injury*, *33*(1). https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1531306.

Saljö, R., & Wyndhamm, J. (1987). The formal seeting as context for cognitive activities: An empirical study of arithmetic operations under conflicting premisses for communication. *European Journal of Psychology of Education, 2*(3), 233-245.

Scheirer, M. A. (1978). Program participants' positive perceptions. Psychological conflict of interest in social program evaluation. *Evaluation Quarterly. 2*, 53-69. https://doi.org/10.1177%2F0193841X7800200102

Schelstraete*, M.A.,* & Hupet, *M*. (*2002*). Cognitive aging and inhibitory efficiency in the Daneman and Carpenter's working memory task. *Experimental Aging Research, 28*(3), 269-279. https://doi.org/10.1080/03610730290080326.

Schraw, G., & Moshmann, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, *7*, 351–71. https://doi.org/10.1007/BF02212307

Schubauer-Leoni, M., & Ntamakiliro, L. (1994). La construction de réponses à des problèmes impossibles. *Revue des Sciences de l'Education*, *20*(1), 87-113. https://doi.org/10.7202/031702ar

Schubauer-Leoni, M.L., & Ntamakiliro, L. (2018). La construction de réponses à des problèmes impossibles. *Revue de Science de l'Education, 20*(1), 87-113. https://doi.org/10.7202/031702ar.

Schumacher, R.F., & Fuchs, L.S. (2012). Does undersatnding relational terminology mediate effects of intervention on compare word problems. *Journal of Experimental Child Psychology, 111*, 607-628.

Segall, M. H., Dasen, P. R., Berry, J. W., & Poortinga, Y. H. (1990). *Human behavior in global perspective: An introduction to cross-cultural psychology*. Pergamon.

Segall, M.H., Lonner, W.J., & Berry, J.W. (1998). Cross-cultural psychology as a scholarly discipline on the flowering of culture in behavioral research. *American Psychologist, 53* (10), 1101-1110. https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.10.1101

Serpell, R. (1996) Cultural models of childhood in indigenous socialization and formal schooling in Zambia. Dans C. P. Hwang & M. E. Lamb, *Images of childhood* (ed.), pp. 129–142. Lawrence Erlbaum.

Shallice T. (1982). *Specific impairments of planning.* Philosophical Transaction of the Royal Society of London. 298 (B), 199–209. https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082.

Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511526817.

Shallice, T., & Evans, M. E. (1978). The involvement of the frontal lobes in cognitive estimation. *Cortex, 14,* 294-303. https://doi.org/10.1016/S0010-9452(78)80055-0

Shimamura, A. P., Jurica, P. J., Mangels, J. A., & Gershberg, F. B. (1995). Susceptibility to memory interference effects following frontal lobe damage: Finding from tests of paired-associate learning. *Journal of Cognitive Neuroscience, 7*, 144–152. https://doi.org/ 10.1162/jocn.1995.7.2.144

Shum, J., Hermes, D., Foster, B.L., Dastjerdi, M., Rangarajan, V., Winawer, J., Miller, K.J., Parvizi, J. (2013). A brain area for visual numerals. *Journal of Neuroscience, 33*(16), 6709-6715. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4558-12.2013

Sicot, F. (2007). Conflits de culture et déviances des jeunes de banlieue*. Revue Européenne des Migrations Interntionales, 23(2).* https://doi.org/10.4000/remi.4168

Singelis, T. M., Triandis, H.C., Bhawuk, D.P.S., & Gefland, M.J. (1995). Horizontal and Vertical Dimensions of Individualism and Collectivism: A Theoretical and Measurement Refinement. *Cross-Cultural Research, 29(*3), pp.240–275. https://doi.org/10.1177/ 106939719502900302.

Skuy, M., Schutte, E., Fridjhon, P., & O'Carroll, S. (2001). Suitability of published neuropsychological test norms for urban African secondary school students in South Africa. *Personality and Individual Differences, 30*(8), 1413-1425. https://doi.org/10.1016/S0191-8869(00)00123-9.

Sodian, B. & Kristen, S. (2015). Theory of mind during infancy and eldrly childhood across cultures: Development of. *International Encyclopedia of The Social and Behavioral Sciences (Second Edition)*, 268-273. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.23077-8.

Sonke, C. J., Poortinga, Y. H., & De Kuijer, J. H. J. (1999). Cross-cultural differences in cognitive task performance: The influence of stimulus familiarity. Dans W. J. Lonner,

D. L. Dinnel, D. K. Forgays, & S. A. Hayes (Eds.), *Merging past, present, and future in cross cultural psychology* (pp. 146–58). Swets & Zeitlinger.

Souissi, I. (2012). *Résolution de problèmes et déficit exécutif : étude auprès d'une population tunisienne bilingue [*Mémoire de master professionnel non publié]. Université d'Angers.

Souissi, I. (2013). *Résolution de problèmes numériques, déficit exécutif et théorie de l'esprit : étude auprès d'une population tunisienne [*Mémoire de Master de recherche non publié]. Université d'Angers.

Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extension of Donders' method. *Acta Psychologica, 30*, 276–315. https://doi.org/10.1016/0001-6918(69)90055-9

Stigler, J. W., & Perry, M. (1990). Mathematics learning in Japanese, Chinese and Amerian classrooms. In J. W. Stigler, R. A. Shweder, & G. Herdt (Eds.), *Cultural psychology: Essays on comparative human development* (pp. 328–53). Cambridge University Press.

Stigler, J. W., Lee, S. W., & Stevenson, H. W. (1986). Digit memory span in Chinese and English: Evidence for a temporary limited store. *Cognition*, *23*, 1–20. https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/26140/0000216.pdf

Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000a). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research, 63*, 289–98.

Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000b). Affectively burnt in: A proposed role of the right frontal lobe [Communication]. Dans E. Tulving (Ed.), *Memory, consciousness and the brain* (pp. 215227). Psychology Press.

Stuss, D. T., & Knight, R. T. (2002). *Principles of frontal lobe function*. Oxford University Press.

Stuss, D. T., Folden, D., Alexander, M. P., Levine, B., & Katz, D. (2001b). Stroop performance in focal lesion patients: dissociation of processes and frontal lobe lesion location. *Neuropsychologia, 39*, 771-786. https://doi.org/10.1016/S0028-3923(01)00013-6

Sulkowski, G.M., & Hauser, M.D. (2001). Can rhesus monkeys spontaneously substract? *Cognition, 79*, 239-262.

Suzuki, L., Meller, P., & Ponterotto, J. G. (1996). *Handbook of multicultural assessment: Clinical, psychological and educational applications*. Jossey-Bass.

Swanson, H.L., & Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence, 35*(2), 151-168. https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.07.001

Swanson, H.L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology, 100*(2), 343-379.

Tan, P.P, Zhang, N., & Fan, L. Students' attitude toward the elderly in the people's Republic of China (2004). *Educational Gerontology, 30*,305–314. https://doi.org/10.1080/03601270490278830

Tang Y, Zhang W, Chen K, Feng S, Ji Y, Shen J, Reiman E.M, & Liu Y (2006). Arithmetic processing in the brain shaped by cultures. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 103*, 10775–10780. https://doi.org/10.1073/pnas.0604416103

Tanzer, N. K., & Sim, C. Q. E. (1999). Adapting instruments for use in multiple languages and cultures: A review of the ITC Guidelines for Test Adaptations. *European Journal of Psychological Assessment, 15*(3), 258-269. https://doi.org/10.1027//1015-5759.15.3.258.

Taumoepeau, M., Sadeghi, S., & Nobilo, A. (2019). Cross-cultural differences in children's theory of mind in Iran and New Zealand: The role of caregiver mental state talk. *Cognitive Developement, 51*, 32-45. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2019.05.004.

Teslow, J.L. (1995). Humor me: A call for research. *Educational Technology Research and Development, 43*, 6-28. https://doi.org/10.1007/BF02300453

Tomasello, M., Kruger, A. C., & Ratner, H. H. (1993). Cultural learning. *Behavioral and Brain Sciences*, *16*, 495–552. https://doi.org/10.1017/S0140525X0003123X

Tournois, J., Mesnil, F., & Kop, J. (2000). Autoduperie et hétéroduperie : un instrument de mesure de la désirabilité sociale. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée, 50* (1), 219-233.

Triandis, H. C., Bontempo, R., Villareal, M. J., Asai, M., & Lucca, N. (1988). Individualism and collectivism: Cross-cultural perspectives on self-in-group relationships. *Journal of Personality and Social Psychology, 54*(2), 323-338. https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.2.323

Triandis, H. C., & Gelfand, M. J. (1998). Converging measurement of horizontal and vertical individualism and collectivism. *Journal of Personality and Social Psychology, 74*(1), 118-128. https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.1.118

Troadec, B., & Bellaj, T. (2011) *Psychologies et cultures*. Espaces interculturels. L'Harmattan.

Tylor, E. (1871). *Primitive Culture*: *Researches into the development of mythology, philosophy, region, art, and costom (Vol 1)*. John Murray.

Ullmann, L. P. (1962). An empirically derived MMPI scale wich measure facilitation inhibition of recognition of threatening stimuli. *Journal of Clinical Psychology, 18*, 127-132.

UNESCO (2012). *Déclaration universelle sur la diversité culturelle* [document établi pour le sommet mondial sur le développement durable]. Johannesburg

Uittenhove, K., Poletti, C., Dufau, S., & Lemaire, P. (2013). The time course of strategy sequential difficulty effects: an ERP study in arithmetic. *Experimental Brain Research, 227*(1), 1-8. https://doi.org/10.1007/s00221-012-3397-9.

Unterrainer, J.M., & Owen, A.M. (2006). Planning and problem solving: From neuropsychology to functional neuroimaging. *Journal of Physiology, 99*, 4-6, 308-317. https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2006.03.014.

Vallerand, R. J. (1989). Vers une méthodologie de validation trans-culturelle de questionnaires psychologiques: Implications pour la recherche en langue française. *Psychologie Canadienne, 30*(4), 662. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0079856

Vallerand, R.J., & Hess, U. (2000). *Méthodes de recherches en psychologie*. Gaëtan Morin.

Vamvakoussi, X., Dooren, W.V., &Verschaffel, L. (2012). Brief report. Educated adults are still affected by intuitions about the effect of arithmetical operations: evidence from a reaction-time study. *Educational Studies in Mathematics, 82*, 323-330. https://doi.org/10.1007/s10649-012-9432-8

Van de Vijver, F., & Tanzer, N.K. (2004). Bias and equivalence in cross-cultural assessment: An overview. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée, 54*, 119-135. https://doi.org/10.1016/j.erap.2003.12.004

Van der Linden, M., Meulemans, T., Seron, X., Coyette, F., Andrès Bénito, P., & Prairial, C. (2000). L'Évaluation des fonctions exécutives. Dans X. Seron & M. Van der Linden (Eds). *Traité de neuropsychologie clinique*, tome1 (pp 275-300). Solal.

Van Lehn, K. (1990). *Mind bugs: The origins of procedural misconceptions*. MIT Press.

Van Zyl, H. & Meiselman, H.L. (2015). The roles of culture and language in designing emotion lists: Comparing the same language in different English and Spanish speaking countries. *Food Quality and Preference, 41*, 201-213. https://doi-org.buadistant.univ-angers.fr/10.1016/j.foodqual.2014.12.003.

Verster, J. M. (1991). Speed of cognitive processing: Cross-cultural findings on structure and relation to intelligence, tempo, temperament, and brain function. Dans P. L. Dann, S. H. Irvine, & J. M. Collis (Eds.), *Advances in computer-based human assessment* (pp. 103–47). Kluwer.

Vilkki, J., Levänen, S., & Servo, A. (2002). Interference in dual-fluency tasks after anterior and posterior cerebral lesions. *Neuropsychologia, 40*, 340-348. https://doi.org/10.1016/ S0028-3932(01)00090-2

Viswesvaran, C., Ones, D. S., & Hough, L. M. (2001). Do impression management scales in personality inventories predict managerial job performance ratings? *International Journal of Selection and Assessment, 9*(4), 277-289. https://doi.org/10.1111/1468-2389.00180.

Vuadens, P. (2005). Les bases anatomiques de la théorie de l'esprit: une revue de littérature. *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie, 156*, 136-46. http://www.psychologie-positive.net/IMG/pdf/COPIE_FRANCE_Les_bases_anatomiques_de_la_theorie_de_l_esprit_Une_revue_de_la_litterature.pdf

Vygotsky, L. S. *(*1965*).* Psychology and localization of functions. *Neuropsychologia, 3*(4). https://doi.org/10.1016/0028-3932(65)90011-4

Wagner, D.A. (1981). Culture and memory development. In H. C. Triandis & A. Heron (Eds.), *Handbook of cross-cultural psychology: Developmental psychology* (vol. IV, pp. 178–232). Allyn and Bacon.

Wagner, D.A. (1993). *Literacy, culture and development: Becoming literate in Morocco*. Cambridge University Press.

Wagstaff, G.F., Wheatcroft, J., Cole, J.C., Brunas-Wagstaff, J., Blackmore, V., & Pilkington, A. (2008). Some cognitive and neuropsychological aspects of social inhibition and facilitation. *European Journal of Cognitive Psychology, 20*, 828-846. https://doi.org/10.1080/09541440701469749

Wang, Z., Devine, R.T.., Wong, K.K., & Hughes, C. (2016). Theory of mind and executive function during middle childhood across cultures. *Journal of Experimental Child Psychology, 149,* 6-22. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.09.028.

Watson, J.B. (1913). Psychology as the behavioriste views it. *Psychological Review, 20*, 158-177. https://doi.org/10.1037/h0074428

Watson, A., Painter, K., & Bornstein, M. (2001). Longitudinal relations between 2-year-olds' language and 4-year-olds' theory of mind. *Journal of Cognition and Development, 2*, 499-457. https://doi.org/10.1207/S15327647JCD0204_5

Webb, E. J., Campbell, D. T., Schwartz, R. D., &Sechrest, L. (1970). *Unobtrusive measures: Non-reactive research in the social sciences.* Rand McNally.

Wellman, H. M. (1990). *The child's theory of mind*. MIT Press.

Wellman, H., Cross, D., & Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory of mind development: The truth about false belief. *Child Development, 72*, 655–684. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00304

Welsh, M. C., Friedman, S. L., & Spieker, S. J. (2006). Executive Functions in Developing Children: Current Conceptualizations and Questions for the Future. In K. McCartney & D. Phillips (Eds.), *Blackwell handbooks of developmental psychology. Blackwell handbook of early childhood development* (pp. 167-187). Malden: Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470757703.ch9

Whitaker, H.A., Habinger, T., & Ivers, R. (1985). Acalculia from a lenticular-caudate infarction. *Neurology, 35*, 161.

Wiggins, J. S. (1964). Convergences among stylistic response measures from objectivepersonality tests. *Educational and Psychological Measurement, 24*, 551-562. https://doi.org/10.1177%2F001316446402400310

Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P., Emslie, H., & Evans, J. J. (1996). *Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome (BADS)*. Thames Valley Test Company.

Witkin, H. A., Dyk, R. B., Faterson, H. F., Goodenough, D. R., & Karp, S. A. (1962*). Psychological Differentiation*. Wiley and Sons.

Woods, A., Jones, N., Bernini, M., Callard, F., Alderson-Day,B., Badcock, J.C. & Fernyhough, C. (2014). Interdisciplinary approaches to the phenomenology of auditory verbal hallucinations. *Schizophrenia Bulletin, 40*, S246-S254. https://doi.org/10.1093/schbul/sbu003

Woody, S., Miao, S., & Kellmann-McFarlane, K. (2015). Cultural differences in social anxiety: a meta-analysis of Asian and European heritage samples. *Asian American Journal of Psychology, 6*, 47-55. https://doi.org/10.1037/a0036993

Wynn, K. (1992). Addition and substraction by human infants. *Nature, 358*, 749-750. https://doi.org/10.1038/358749a0

Yun, R. J., & Lachman, M. E. (2006). Perceptions of aging in two cultures: Korean and American views on old age. *Journal of Cross-Cultural Gerontology, 21*(1-2), 55-70. https://doi.org/ 10.1007/s10823-006-9018-y.

Zajonc, R. B. (1965). Social facilitation. *Science, 149*, 269-274. https://doi.org/ 10.1126/science.149.3681.269

Zelazo, P.D., Müller, U., Fyre, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., Chiang, J.K., Hongwanishkul, D., Shuster, B.V., & Sutherland, A. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 68*(3). https://doi.org/10.1111/j.0037-976x.2003.00260.x

Zheng, X., Swanson, H.L., & Marcoulides, G.A. (2011). Working memory components as predictor of children's mathematical word problem solving. *Journal of Experimental. Child Psychology, 110*, 481-498. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.06.001

Zhou, X., Li, M., Li, L., Zhang, Y., Cui, J. Liu, J., & Chen, Ch. (2018). The semantic system is involved in mathematical problem solving. *NeuroImage, 166*, 360-370. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.11.017.

Zogo, L. (2011). *Le cerveau en action : le cas du raisonnement arithmétique*. Groupe d'Imagerie Neurofonctionnelle [document publiè] UMR 6194 CEA CNRS. Université de Caen.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Données démographiques, cliniques et lésionnelles des patients porteurs de lésions frontales 96

Tableau 2 : Données démographiques, cliniques et lésionnellesdes patients porteurs de lésions postérieures 97

Tableau 3 : Caractéristiques démographiques de la population d'étude au protocole de résolution de problèmes numériques 115

Tableau 4 : Moyennes de la population d'étude aux indices de la résolution de problèmes numériques 116

Tableau 5 : Fidélité des items de la résolution de problèmes numériques 117

Tableau 6 : Fidélité des dimensions de la résolution de problèmes numériques 118

Tableau 7 : Analyse factorielle en composantes principales des indices de la résolution de problèmes 118

Tableau 8 : Caractéristiques démographiques de la population d'étude à l'échelle de désirabilité sociale 120

Tableau 9 : Moyennes de la population d'étude aux indices de la désirabilité sociale 121

Tableau 10 : Fidélité des items de l'échelle de désirabilité sociale (alpha de Cronbach)..... 122

Tableau 11 : Fidélité des dimensions de la désirabilité sociale (alpha de Cronbach) 122

Tableau 12 : Analyse factorielle en composantes principales des indices de la désirabilité sociale 123

Tableau 13 : Caractéristiques démographiques de la population d'étude à l'échelle d'orientation culturelle 124

Tableau 14 : Moyennes de la population d'étude aux indices de l'orientation culturelle 125

Tableau 15 : Fidélité des items de l'échelle de l'orientation culturelle 126

Tableau 16 : Fidélité des dimensions de l'orientation culturelle 127

Tableau 17 : Analyse factorielle en composantes principales des indices de l'orientation culturelle 127

Tableau 18 : Performances des sujets sains en résolution de problèmes numériques 129

Tableau 19 : Types de comportements de résolution de problèmes insolubles repérés chez les sujets sains 131

Tableau 20: Performances des groupes de participants en résolution de problèmes numériques . 137

Tableau 21 : Fréquence de résolution de problèmes solubles chez les groupes de participants 138

Tableau 22 : Fréquence de résolution de problèmes insolubles chez les groupes de participants 141

Tableau 23 : Types de comportements de résolution de problèmes insolubles chez les groupes de participants 142

Tableau 24 : Comparaison des groupes de participants au niveau de la planification cognitive . 147

Tableau 25 : Comparaison des groupes de participants au niveau de l'inhibition des automatismes 148

Tableau 26 : Performances des patients frontaux et postérieurs aux épreuves exécutives 149

Tableau 27 : Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes solubles chez les sujets sains 151

Tableau 28 : Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes insolubles chez les sujets sains 151

Tableau 29 : Matrices de corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels chez les sujets sains. 152

Tableau 30 : Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes solubles chez les patients frontaux 153

Tableau 31 : Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et la résolution de problèmes insolubles chez les patients frontaux 154

Tableau 32 : Matrices de corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels chez les frontaux 154

Tableau 33 : Matrices de corrélations entre les indices de résolution, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul chez les patients frontaux. 155

Tableau 34 : Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes solubles chez les patients postérieurs 155

Tableau 35 : Matrices de corrélations entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes insolubles chez les patients postérieurs. 156

Tableau 36 : Matrices de corrélations entre la résolution de problèmes insolubles et les indices socio-culturels chez les patients postérieurs. 156

Tableau 37 : Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes, l'arithmétique et les compétences numériques et de calcul chez les patients postérieurs. 157

Tableau 38 : Synthèse des principaux résultats auprès des deux populations tunisienne et française ……169

Tableau 39 : Codage des lésions des patients frontaux 245

Tableau 40 : Codage des lésions des patients postérieurs 248

Tableau 41 : Ordre et durée de passation des épreuves 261

Tableau 42 : Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes et les variables de contrôle chez les sujets sains 262

Tableau 43 : Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes et les variables de contrôle chez les patients frontaux 262

Tableau 44 : Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes et les variables de contrôle chez les patients postérieurs 263

Liste des figures

Figure 1 : Modèle de Kotsopoulous et Lee (2012) de résolution de problèmes.....68

Figure 2 : Le Framed-Line Test 105

Figure 3 : Pourcentages de réussite en résolution de problèmes chez les sujets sains 131

Figure 4 : Performances des groupes en résolution de problèmes solubles 136

Figure 5 : Performances des groupes en résolution de problèmes insolubles 141

ANNEXES

Annexe A

Fiche de consentement

الاسم_____ **اللقب**_____

تاريخ الولادة_____**المستوىالدراسي**_____ **المهنة** _____

العنوان_____

تاريخ الاختبار_____ الهاتف _____

موافقة إستمارة

إني أشهدعن موافقتي للمشاركة في مشروع البحث العلمي الذي تقوم به الباحثة ايمان السويسي المسجلة في دكتوراه علم نفس عصبي سريري بكليةالعلوم الإنسانية والاجتماعية بتونس وكلية أنجيه الفرنسية.

لقد فهمت جيداً أن

1. الهدف من هذاالبحث هودراسة حل المشاكل الرقمية في السياق التونسي

2. تمتد مشاركتي في هذه الدراسةعلى مدى ثلاث ساعات كأقصى تقدير (حصتين ذا ت ساعة ونصف) أقوم خلالهابإجراءإختبارات دون أي مساس بملكاتي الجسدية والذهنية

3. مشاركتي حرة وبدون أي مقابل مع أنه بإمكاني الانسحاب من المشاركة في أي لحظة دون الحاجة إلى تبرير.

4. اسمي لن يظهرفي أي تقرير أونشرو أي معلومات تخصني سيتم تحليلها بسرية تامة

5.اسمح بنشر نتائج هذاالبحث في دراسات ومنشورات علمية

6. موافقتي حرة مع معرفتي بطبيعة وأهداف هذه الدراسة

7. بإمكاني طرح أسئلة أوالقيام بتعليقات حول طريقة الإجراء....

الإمضاء_____

Annexe B

Questionnaire de santé

استبـــــيان حـــول الوضـــع الصـــحي العـــام

الاسم :
اللقب :
تاريخ الميلاد :
المستوى التعليمي (أعلى شهادة تم الحصول عليها) :
المهنة :
التاريخ :

يرجى الإجابة على الأسئلة التي تساعد على الاستبيان حول حالتك الصحية العامة. هذا الاستبيان يتطلب خمس دقائق للإجابة على كل الأسئلة .
يرجى منكم الانتباه عند الإجابة على الأسئلة لضمان مصداقية هذا البحث و لأن أهميته تعتمد على ما إذا كانت المعلومات صحيحة . سيتم التعامل مع المعلومات بسرية مما يجعل من المستحيل التعرف على الشخص المعني.

1 - كيف تقيم حالتك الصحية بصفة عامة ؟
جيد جداسيء جدا ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

أ ب ت ث ج

2- كيف تقيم حالتك الصحية بصفة عامة مقارنة بشخص من محيطك في نفس عمرك ؟
جيد جداسيء جدا ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

أ ب ت ث ج

- أجب على الأسئلة التالية بنعم أو لا

3- هل تتناول أدوية بصفة دائمة ؟ ..... نعم ☐ **لا** ☐
إذا كان الأمر كذلك. اذكر الأسباب :
اذكر اسم الدواء:

4- هل سبق إن عانيت من وعكة صحية كبرى (سرطان , صرع , ...) ؟..... نعم ☐ **لا** ☐
اذا كانت الإجابة نعم , حدد نوع الوعكة و تاريخ حصولها
:

5- هل أجريت سابقا عملية جراحية ؟..... نعم ☐ **لا** ☐
اذا كانت الإجابة نعم , حدد نوع العملية و تاريخ حصولها .
هل تعرضت لمخلفات جراء هذه العملية ؟

6-هل أقمت سابقا في مستشفى ؟ ..... نعم ☐ **لا** ☐

أذا كانت الإجابة نعم , حدد السبب و التاريخ (السنة).

7- هل تعاني حاليا من أحدى هذه الأمراض

-مرض السكري ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
-الكولسترول ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
- فقر الدم ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
-ارتفاع ضغط الدم (ضغط أكثر من اللازم) ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
- انخفاض ضغط الدم (ضغط القليل جدا) ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
- اضطرابات في الجهاز التنفسي (الذبحة الصدرية و الربو) ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
- الجلوكوما (الضغط في العين) ؟.....	**نعم**	☐	**لا**	☐
- اضطرابات النوم (توقف التنفس أثناء , و الأرق , و فرط النوم) ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
- هل لديك معدات معينة لهذه الاضطرابات ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
-الغدة الدرقية ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
- اعتلال عضلي (مرض في العضلات) ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
الوهن العضلي الوبيل (ضعف العضلات الشديد) ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
- اضطرابات أخرى (الاكتئاب و الأرق) ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐

8- هل تستعين في الوقت الحالي :

- نظارات أو بعدسات لاصقة ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐
-بآلة تحسين السمع ؟	**نعم**	☐	**لا**	☐

9- اذكر اذا كان أي من الأمراض التالية تم تشخيصها في مرحلة الطفولة (تشخيص من قبل فريق طبي) :

- الخداج أو فشل القلب و التنفس عند الولادة .....
- صعوبات التعلم (عسر بلع , عسر القراءة , خلل الأداء , و فرط النشاط....)
- الصرع .....
- ارتجاج في المخ .....
- مرض وراثي .....
- التوحد أو الاضطرابات النمائية الأخرى .....

Annexe C *Codage des lésions des patients frontaux*

Tableau 40 : *Codage des lésions des patients frontaux*

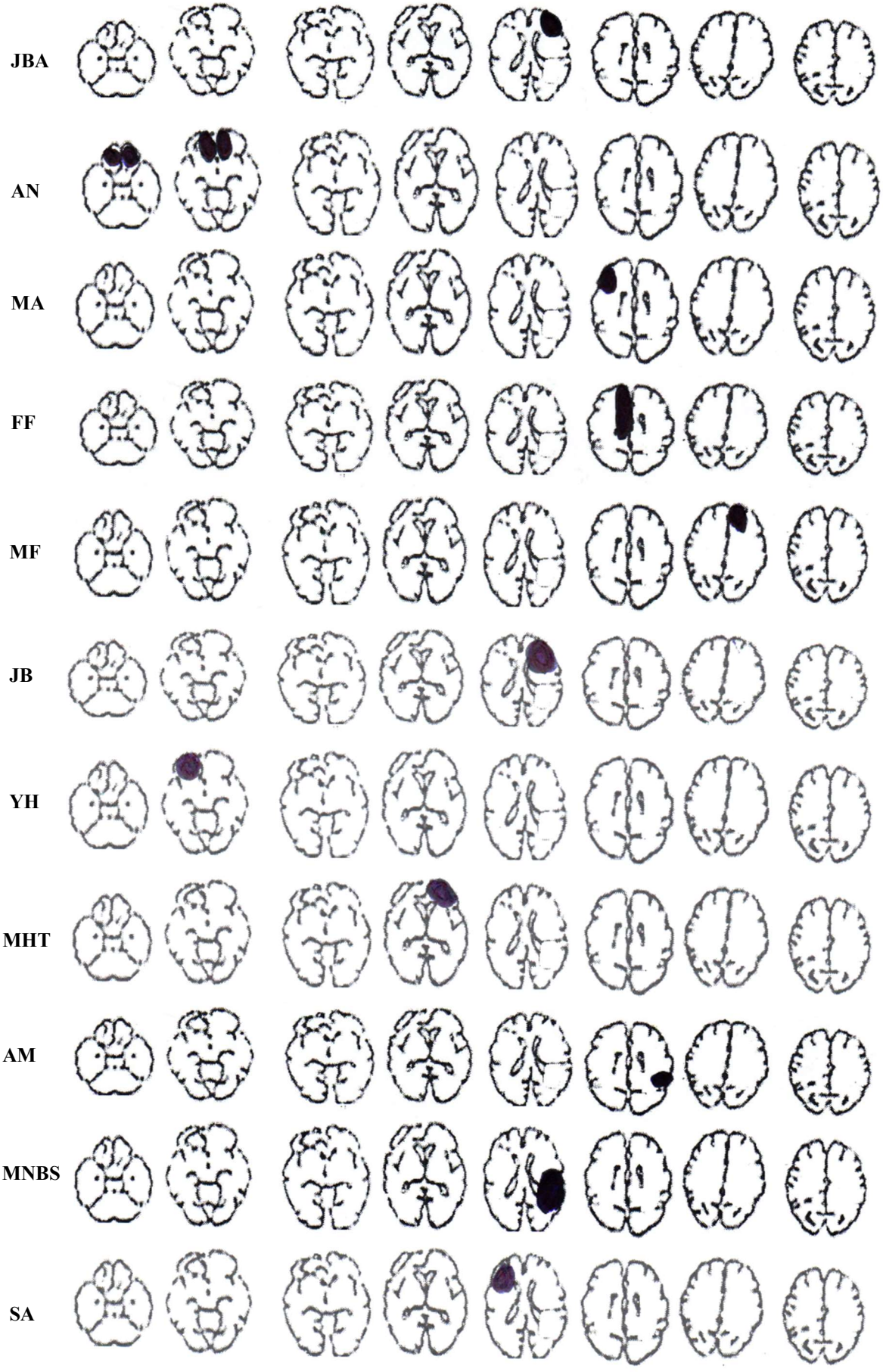
		Hémisphère droit											Hémisphère gauche										
		A.N	**M.A**	**F.F**	**Y.H**	**S.A**	**Z.M**	**S.H**	**M.F**	**M.B**	**H.B**	**R.A**	**A.N**	**J.B.A**	**M.F**	**J.B**	**M.H.T**	**A.M**	**M.N.B.S**	**R.B.H.M**	**M.Az**	**J.B**	**T.B.M**
LOBE FRONTAL	**F1**			X					X		X	X											
	F2			X							X		X										
	F3				X		X					X							X				
	F4		X					X						X	X	X				X	X	X	
	F5							X		X	X							X					
	F6										X	X											X
	F7					X					X	X		X			X						X
	F8										X	X											
	F9						X				X								X				X
	F10	X			X				X		X		X				X			X			
	F11					X						X				X					X	X	
LOBE TEMPORAL	**T1**						X												X	X			
	T2																						
	T3																						
	T4																						
	T5																						
	T6																		X	X			
	T7																			X			
	T8						X													X			
LOBE PARIETAL	**P1**									X						X							X
	P2															X							
	P3																						
	P4																						
	P5																						
	P6																						

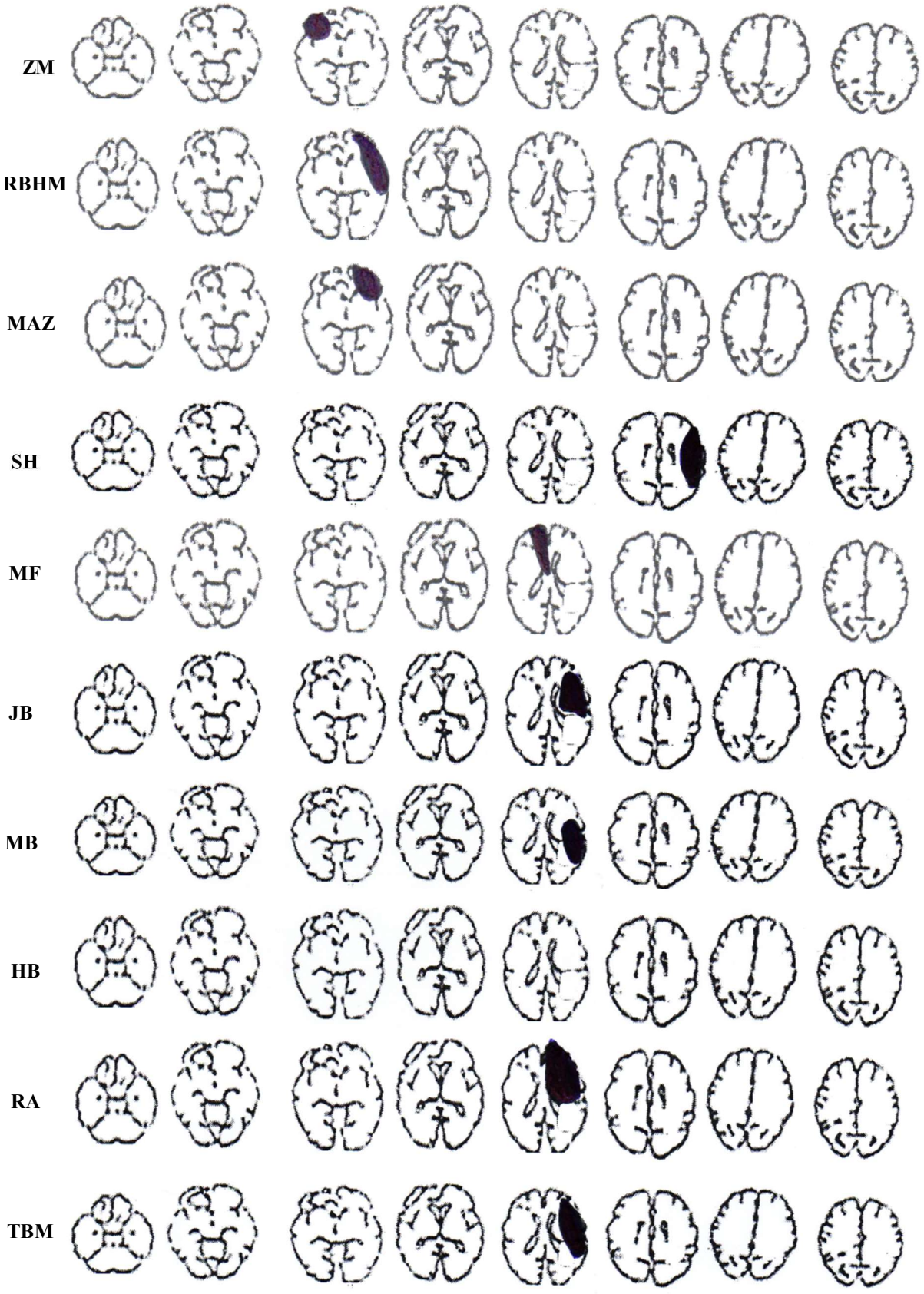
F1 : Gyrus cingulaire antérieur
F2 : Gyrus cingulaire postérieur
F3 : Aire motrice supplémentaire
F4 : Région préfrontale
F5 : Région rolandique
F6 : Operculum frontal
F7 : Région prémotrice
F8 : Région paraventriculaire
F9 : Aire supraventriculaire
F10 : Région basale sous frontale
F11 : Aire subventriculaire

T1 : Gyrus temporal supérieur
T2 : Gyrus temporal moyen
T3 : Gyrus temporal inférieur
T4 : Gyrus temporo-occipital
T5 : Gyrus parahippocampique
T6 : Région antérieure
T7 : Région postérieure
T8 : Région operculaire

Annexe D

Représentation des lésions cérébrales chez les patients frontaux




ZM
RBHM
MAZ
SH
MF
JB
MB
HB
RA
TBM

Annexe E

Codage des lésions des patients postérieurs

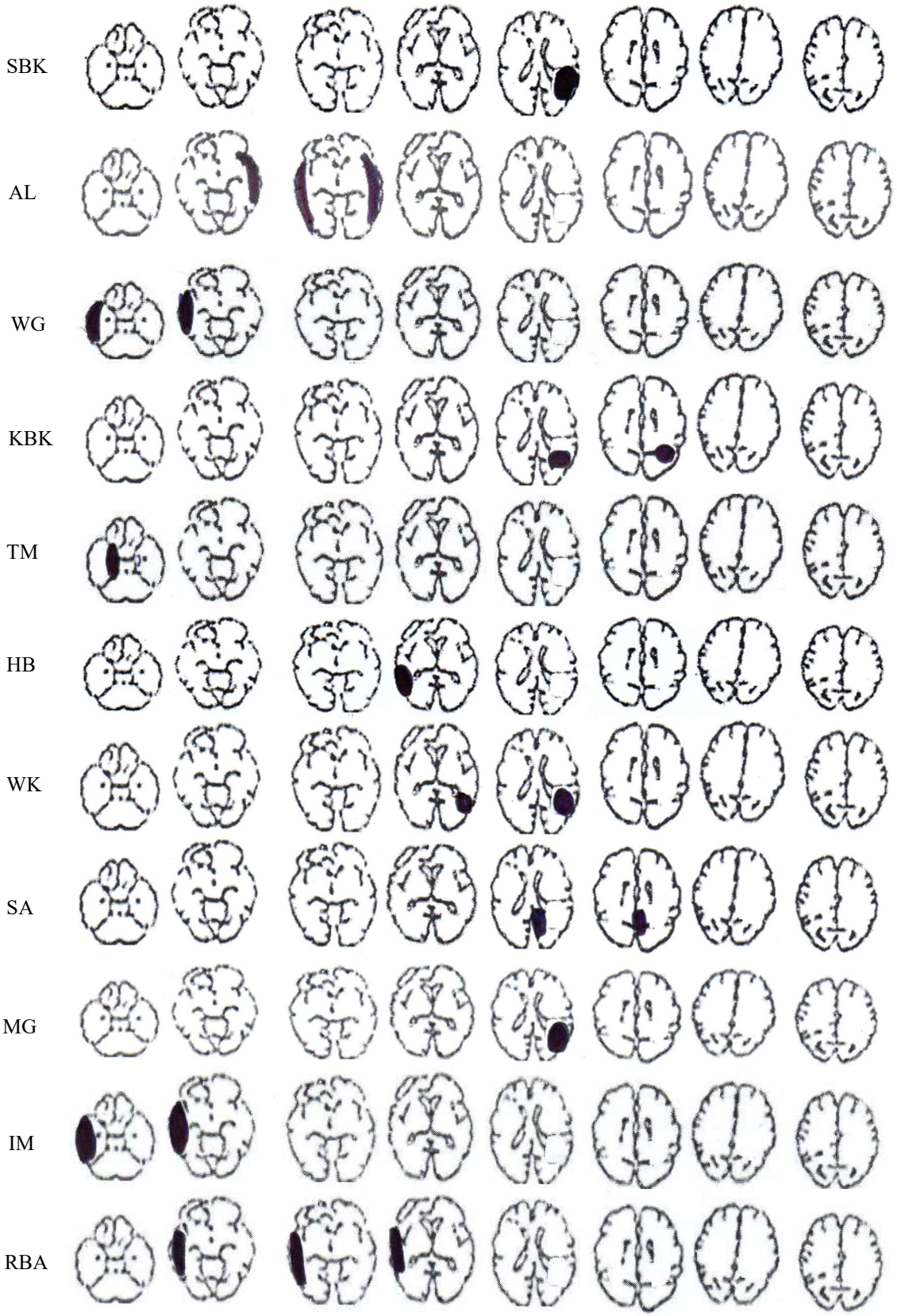
Tableau 41 : *Codage des lésions des patients postérieurs*

		Hémisphère droit						**Hémisphère gauche**					
		A.L	**W.G**	**T.M**	**H.B**	**I.M**	**R.B.A**	**A.L**	**S.B.K**	**K.B.K**	**W.K**	**S.A**	**M.G**
Lobe temporal	**T1**	X	X			X		X					
	T2		X			X	X						
	T3		X			X	X						
	T4					X							
	T5			X									
	T6												
	T7												
	T8												
Lobe pariétal	**P1**	X						X	X	X	X		X
	P2	X						X	X				
	P3	X						X					
	P4											X	
	P5				X								
	P6				X								

P1 : Gyrus postcentral
P2 : Gyrus pariétal supérieur
P3 : Gyrus pariétal inférieur
P4 : Précunéus
P5 : Gyrus supramarginal
P6 : Gyrus angulaire

Annexe F

Représentation des lésions chez les patients postérieurs



Annexe G

Subtest arithmétique WMS-R

(Adaptation clinique)

الاختبار الحسابي

1. ضع 7 مكعبات مقدمة على الجانب الأحمر ومرتبة في مجموعتين (مجموعة ذات 3 و مجموعة ذات 4)

اترك حول 1.5 سم بين المكعبات و 5 سم بين المجموعات وقل : "كم هناك من مكعب في الجملة " .

اسحب المكعبات.

2. إذا كان لديك 3 كتب وأعرت 2 منهم، كم تبقى لديك ؟

3. كم يساوي 5 دنانير مع 4 دنانير ؟

4. يبلغ ثمن الطابع البريدي دينارين، إذا أعطيت البائع 10 دنانير كم يرجع لك؟

5. ثمن تذكرة السينما 2.5 دينار ، كم ستحتاج في الجملة إذا أردت اشتراء 6 تذاكر؟

6. يباع البيض في علبة ذات 6 بيضات، كم يلزمك من علبة في الجملة لاشتراء 36 بيضه ؟

7. كم يلزمك من وقت للقيام بمسافة 24 كيلومتر بسرعة 3 كم /ساعة ؟

8. قمت بإعطاء البائع 5 دنانير،و ذلك لاشتراء 7 ظروف بريدية ثمن الواحد 20 مليم ، ماهو المبلغ المتبقي ؟

9. أنفقت 7.5 دنانير من مبلغ 18 دينار، كم تبقى لديك ؟

10. قطعت شاحنة مسافة 375 كم في 5 ساعات، كم كانت سرعتها ب كم/ساعة ؟

11. ثمن 2 تفاحات 3100 مليم، ما هو الثمن المطلوب لاشتراء 12 تفاحة ؟

12. يباع الأثاث المستعمل بثلثي السعر الذي سيكلف ان كان جديدا . قام حريف بشراءه ب 4000 د . كم ينبغي أن يدفع اذا كان قد اشتراه جديدا ؟

13. ثمن زي رجالي هو 600 دينار، تم تخفيضها ب-15% كم أصبح ثمنه ؟

14. تكمل 8آلات العمل المطلوب في 6 أيام، كم يلزم من آلة لإكمال العمل في نصف يوم ؟

البنود		الاجابة	العدد (0 - 1)
1	"15		
2	"15		
3	"15		
4	"15		
5	"30		
6	"30		
7	"30		
8	"30		
9	"30		

البنود		الإجابة	التوقيت	العدد		
				0	1 60-11	2 10-1
10	"60					
11	"60					
12	"60					
13	"60					
14	"120					

العدد الأقصى = 19

المجموع =

Annexe H

Protocole d'évaluation des compétences numériques et de calcul

برتوكول تقييم المهارات الرقمية والحسابية

(إيمان السويسي, 2014)

1- التعرّف على الأرقام

أشطب الرقم التالي 6 (من اليمين إلى اليسار)

3	6	2	8	3	6	8
6	3	6	3	8	8	6
8	4	3	5	7	6	6
3	5	1	6	8	6	3
5	6	3	8	5	8	5
6	5	6	5	8	6	2
8	3	6	8	3	3	5
6	5	3	4	6	6	6
5	6	6	9	9	6	8
8	6	3	2	8	6	6

2- المقارنة بين الأرقام

قارن بين الأرقام التالية بوضع **<,>** أو **=** :

8	7	9 6	
14	41	23	32
48	36	74	76
127	712	329	932
394	394	818	188
2746	2476	3568	3568

3- تشفيرالحروف والأرقام

أكمل الفراغات بالرموز المناسبة لاستكمال التسلسلات التالية (من اليمين إلى اليسار) :

_	○	|	□	x
5	**4**	**3**	**2**	**1**

1	3	4	1	5	5	2	1	1	3

4	5	2	1	3	3	1	3	5	2

4- تسلسل الحروف والأرقام

حاول العثور على المنطق المناسب لاستكمال التسلسل التّالي:

60	120		480	
ثلاثةوأربعون	أربعون			
800	400			
مائتينوسبعون	مائتينوخمسةوأربعون			
1478	1318		998	
ألفومائتين	ستّةمائة			

5-تجميع الحروف والأرقام

ضع في دائرة الإجابة الصحيحة المطابقة للمعلومة الموجودة على اليمين بالنسبة لكل سطر:

خمسة	ستّة	5	سبعة	6
8	عشرة	18	ثمانية	88
عشرة	10	إثنين	10	01
77	سبعة	7	سبعةوسبعون	707
واحدوخمسون	15	خمسة	51	4
184	18	مائة	مائةوثمانيةوأربعون	184
ثلاثةمائة	مائة	003	300	ثلاثة
9271	9217	ثلاثة	تسعةآلافمائتانوواحدوسبعون	عشرة

6- حساب متعدّد الاختيارات

ضع في دائرة الإجابة الصحيحة:

22 / 31 / 13 / 18 = 8 + 5
82 / 62 / 49 / 65 = 38 + 24
89 / 120 / 101 / 105 = 49+ 56
471 / 511 / 452 / 450 = 329 + 123
199 / 210 / 204 / 200 = 59 + 145
3350 / 2300 / 3200 / 3207 = 291 + 2916
3985 / 4400 / 4126 / 4120 = 415 + 3711

7-الحساب الذهني

قم بهذاالحساب الذهني في أسرع وقت ممكن:

=7+3	=3-10	=3/9	= 5 × 4
=12+18	=15-50	=4/100	= 5 × 15
=31+15	=70-130	=7/49	=125×5
=23+123	=110-2130	=4/2200	= 6 × 2000

8- إختبارالعمليات الحسابية

قم بهذه العمليات الحسابية في أسرع وقت ممكن

=4-9	=8+6
=18-27	=23+48
=185-254	=163+269
=1847-2745	=2753+1378
=3/9	= 6 × 9
=5/25	= 4 × 25
=12/480	= 23 × 121
=20/2860	= 122 × 2134

Annexe I

Protocole de résolution de problèmes numériques

بروتوكول حل **المشاكل** الرقمية

(إيمان السويسي ، 2013)

هل تستطيع أن تقرأ هذه المسألة بصوت عال وحلّها مع كتابة المراحل المستعملة؟

إتنجّمشي يعيشك تقرالي المسألة هاذي بصوت عالي وتْحِلها آما تقلّي اشنوّى باش تعمل وتكتبلي المراحل إلّى باش تستعملهم؟

لـ"سلمى" كرتين اثنتين (2)، ولدى صديقتها في القسم أكثر منها بـ 4 كرات. كم عدد من الكرات في الجملة؟

سلمى عندها 2 كورات. صديقتها في القسم عندها أكثر منها بـ 4 كورات. قدّاش من كورة عندهم الزُّوزْ ؟

1) **لدى "محمد" 20 دينارا، لأخيه أقلّ منه بـ 5 دنانير. كم لديهما في الجملة؟**

محمد عندو 20 دينار، خوه عندو أقلّ منّو بـ 5 دينارات. قدّاش عندهم الزُّوز؟

2) **تتسع عربة القطار الأولى لـ 50 مسافرا، وتتسع الثانية لأقلّ من الأولى بـ 30 مسافرا. أما الثالثة فتتسع لأكثر من الثانية بـ 15 مسافرا. كم يبلغ عدد المسافرين في الجملة؟**

الفاقونة الأولى متاع الترينو فيها 50 مسافر. في الفاقونة الثانية، فمّا أقلّ من الأولَى بـ 30 مسافر. الفاقونة الثالثة فيها أكثر ملّي في الفاقونة الثانية بـ 15 مسافر. قدّاش فمّا من مسافر في الجملة ؟

3) **يوجد في المستنقع 12 بطّة و 24 ضفدعة. كم عمر الصياد؟**

في مستنقع (بِرْكَة) فمّا 12 بطّة و24 ضفدعة. قدّاش العمر متاع الصيّاد ؟

4) **لدى "مريم" 13 دمية، لأختها الصغرى أقل منها بـ5 دمى، أما ابنة خالتها فلديها 3 مرات أكثر من الدمى التي تملكها مريم وأختها معا. كم عدد الدمى في الجملة؟**

مريم عندها 13 عروسة. أختها الصغيرة عندها أقل منها بـ 5 عرايسْ. بنت خالتها عندها 3 مرّات أكثر من العرايسْ الكلْ إلّى عند مريم وأختها. قدّاش عندهم من عروسة في الجملة؟

5) يملك "رامي" 7 تفاحات، أقلّ من "محمد" بـ تفاحتين اثنتين (2) . كم عدد التفّاحات في الجملة؟

رامي عندو 7 تفّاحات، عندو أقّل من محمّد بـ 2 تفاحات. قدّاش فمّ من تفّاحة في الجمل ؟

6)تُشغّل الشركة "أ" 27 عاملا، أما الشركة "ب" فتوظّف أقلّ من الشركة "أ" بـ 6 عمّال، في حين تُشغّل الشركة "ج" 3/1 (ثُلُثيْ) عدد عمّال الشركة "أ". كم عدد العمّال في الشركات الثلاث ؟

الشركة "أ" تخدّم في 27 عامل. الشركة "ب" تخدّم في أقلّ من الشركة "أ" بـ 6 من الناس، الشركة "ج" تخدّم في 3/1 (الثلث) متاع العمال إلّى يخدمو في الشركة "أ". قدّاش عندنا من عامل في الجملة في ثلاثة شركات؟

7) يوجد في حافظة أقلام "رامي" 2 أقلام و 3 أقلام زينة. كم عمر المعلّمة؟

في السطوش إمتاع رامي فمّا 2 ستيلوات و 3 قلمّات زينة. قداش عُمُرْ المعلمة؟

8) يملك "محمد" 16 سمكة، أقلّ من هند بـ 13 سمكة ويملك صالح اقلّ من "محمد" و"هند" معا بـ 7 سمكات. كم هو العدد الجملي للأسماك؟

محمد عندو 16 حوتة. عندو أقل من هند بـ 13 حوتة. صالح عندو أقل من محمد وهند مع بعضهم بـ 7 حوتات. قداش عندهم من حوتة في الجملة؟

9) يبلغ عمر "منى" 7 سنوات، أما أمّها فهي أكبر منها 5 مرّات. كم هو عمر "منى" وامّها معا؟

منى عمرها 7 سنوات. أمّها أكبر منها بـ 5 مرات. قداش مجموع عمرهم الزُّوزْ؟

10)تحمل الباخرة في الدرجة الثانية 106 مسافرا، و 50 مسافرا في الدرجة الأولى. كم عمر القائد؟

في باطو فمّا 106 مسافر في الدرجة الثانية، و 50 في الدرجة الأولى. قدّاش عمر القائد (الكابتن)؟

11)يملك "معز" 22 كُجّة، لديه أقلّ من "مريم" بـ 3 كجّات، وتملك "هند" أقلّ من "معز" بـ 6 كُجّات. كم هو العدد الجملي للكُجّات؟

معز عندو 22 بيسة. عندو أقل من مريم بـ 3 بيسات. هند عندها أقل من معز بـ 6 بيسات. قدّاش عندهم من بيسة؟

12)تحتوي باقة الورد "أ" على 19 وردة، وتحتوي باقة الورد "ب" أقلّ من باقة الورد "أ" بـ 7 وُرُود، في حين تحتوي باقة الورد "ج" على 8 وُرُود أكثر من باقة الورد "أ" و "ب". كم عدد الورود في الجملة؟

في باقة الورد "أ" فمّا 19 وردة . في باقة الورد "ب" فمّا أقل بـ 7 وردات من الباقة الأولى. في باقة الورد "ج" فمّا 8 وردات أكثر من الباقة "أ" و "ب". قدّاش فمّا من وردة في المجموع؟

13)يملك "صالح" قطعتين من الحلوى (2) في يده اليمنى، و 3 علكات في محفظته. كم عمر "صالح"؟

صالح عندو 2 حلوى في اليد اليمين. و3 شِكْلِي في كرطابتو. قدّاش عمرو؟

14)يملك فلاّح من مدينة باجة 150 كيسا من القمح، باع أكثر من فلاح من مدينة تستور بـ 30 كيسا، وباع فلاح من مدينة الكاف أقل من فلاح مدينة باجة بـ 70 كيسا. كم عدد الأكياس التي تم بيعها في الجملة؟

فلاح من باجة عندو 150 شكارة قمح. باع أكثر من فلاح تستور بـ 30 شكارة. فلاح من الكاف باع أقل من فلاح باجة بـ 70 شكارة. قدّاش من شكارة باعو الفلاّحة؟

15)يملك مزارع قطعة أرض مساحتها 25 هكتارا، لديه أكثر من جاره بـ 12 هكتارا. كم عدد الهكتارات في الجملة؟

مزارع عندو قطعة أرض مساحتها 25 هكتار. عندو اكثر بـ 12 هكتار من جارو. قدّاش عندهم من هكتار في الجملة؟

16)إشترت "زينب" من عند الجزّار 3 شرائح لحم و4 قطع مرڤاز. كم عمر "زينب"؟

زينب شرات 3 شرئح لحم و 4 كعبات مرڤاز من عند الجزّار. قدّاش عمرها؟

17)يحتوى ميناء "حلق الوادي" على 340 مركبا، أكثر من ميناء "سيدي بوسعيد" بـ 70 مركبا، في حين يحتوى ميناء "رادس" على أقل من ميناء "حلق الوادي" وميناء "سيدي بوسعيد" بـ 100 مركبا. كم عدد المراكب في الجملة؟

في ميناء حلق الوادى، فمّا 340 فلوكة، منهم 70 فلوكة أكثر من ميناء سيدي بوسعيد. ميناء رادس فيه أقلّ من ميناء حلق الوادي وسيدي بوسعيد بـ 100 فلوكة. قدّاش فمّا من فلوكة في الجملة؟

18)باع مزارع في السوق 40 دجاجة و240 بيضة و110 لترات من الحليب. كم عمر المزارع؟

مزارع باع في السوق 40 دجاجة، 240 عظمة، 110 لترا حليب. قدّاش عمر المزارع ؟

Annexe J

L'échelle de de désirabilité sociale : version abrégée

مقياس الرّغبة في التقرب الاجتماعي

هل تتجرأ على الإفصاح بما تفكر به؟

[إيمانالسويسي, 2013]

ضع أمام كل بيان إن كان "صحيحا" أم "خطا" بنسبة لك. حاول الإجابة بسرعة على كل سؤال.

	الأسئلة	صحيح	خطأ
.1	لم يسبق لي أن اكره شخصا بشدة.		
.2	أشعر أحيانا بالاستياء عندما لا أحصل على طريقي.		
.3	أحافظ على اداب المائدة في المنزل كما هو الحال عندما أتناول الطعام في مطعم.		
.4	إن كنت استطيع الدخول إل فيلم دون أن ادفع و دون أن يلحظ ذلك أحد لربما فعلت ذلك		
.5	أحب الثرثة أحيانا		
.6	بغض النظر عن من أتحدث إليه أنا دائما جدّ مسموعة		
.7	لا أجد صعوبة ما في جلوسي جنبا إلى جنب مع أناس متشدقين بغضاء		
.8	أنا دائما مهذب حتى مع الأشخاص السيئين		
.9	أنا لا أحس أبدا بالاستياء عندما أطلب بالقيام بمصلحة		
.10	لا أغضب أبدا عندما يعبر الناس عن أرائهم وتكون مختلفة عن أرائي		
.11	لم أشعر تقريبا أبدا بالحاجة لتوبيخ شخص ما.		

Annexe K

L'échelle d'orientation culturelle

مقياس التوجّه الثقافي (مقياس الفردية / الجماعية)

(بلعج طارق و السويسي إيمان (2015))

التعليمات: يرجى وضع دائرة حول الرقم من 1 الى 9 الذي يمثل بدقة مدى انطباق هذه البيانات عليك.

1 = أبدا أو بالتأكيد لا 9 = دائما أو بالتأكيد نعم.

	البيانات	لا على الإطلاق	لا			نسبيا			نعم	بالتأكيد نعم
1	أفضل الاعتماد على نفسي بدلا من الاعتماد على الغير.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	من المهم بالنسبة لي أن أقوم بعملي بشكل أفضل من الآخرين.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	أشعر بالفخر إذا حصل زميل لي في العمل على جائزة.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	يجب على الآباء والأمهات والأطفال البقاء معا بقدر الإمكان.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	أعتمد على نفسي في معظم الوقت ونادرا ماأعتمد على الآخرين.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	الفوز هو أهم شيء.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	راحة بال وسعادة زملائي في العمل امر مهم بالنسبة لي.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	ومن واجبي رعاية عائلتي، حتى وان اضطررت للتضحية.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	غالبا أقوم بقضاء حاجاتي بمفردي.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	المنافسة هي قانون الطبيعة.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	بالسبة لي، استمتع بقضاء الوقت مع الآخرين.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	ينبغي على أفراد العائلة البقاء معا بغض النظر عن التضحيات.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	شخصيتي، مستقلة عن الآخرينوهذا أمر مهم بالنسبة لي.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	أصبح متوترا ومنفعلا عندما يقوم شخص آخر بأداء مهمة ما بشكل أفضل مني.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	أشعر أنني بحالة جيدة عندما أتعاون مع الآخرين.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	من المهم بالنسبة لي أن أحترم القرارات التي تتخذها المجموعات التي أنتمي إليها (أصدقاء زملاء العمل ...الخ).	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Annexe L

Line-Frame Test

Adaptation: Bellaj, T. (2014)

Instructions de la première tâche:
Ceci est une tâche extrêmement difficile.
S'il vous plaît prêter attention aux instructions suivantes.
Brièvement, vous verrez un carré avec une ligne.
Portez une attention particulière à la longueur de la ligne.

تعليمات المهمة الأولى
هذه مهمة صعبة للغاية.
يرجى إيلاء اهتمام للتعليمات التالية.

سترى لفترة وجيزة مربع مع خط. الرجاء إيلاء اهتمام خاص بطول الخط.

Dans cet exemple, la ligne est 1/3 de la hauteur de la place.

في هذا المثال، الخط يمثل 3/1 من ارتفاع الساحة.

Vous verrez maintenant un carré d'une taille différente, et dans un endroit différent sur la feuille.

سوف نرى الآن مربع من حجم مختلف، وفي مكان مختلف على الورقة.

Redessiner une ligne avec la même proportion du cadre que celui que vous avez vu avant.

أرسم خط بنفس نسبته بالمقارنة مع الإطار الذي كنت قد رأيته من قبل.

Correct! La ligne représente vraiment le 1/3 de la hauteur de la place.

صحيح! الخط يمثل فعلا 3/1 من ارتفاع الساحة.

هذا الخط مختلف عن 3/1 ارتفاع الساحة.

Cette ligne n'est pas 1/3 de la hauteur de la place.

Annexe M

Déroulé des épreuves

Tableau 42 : *Ordre et durée de la passation des épreuves*

Tests/épreuves	Durée de la passation
Compréhension A- BDAE	5 min
Echelle de Beck	10 min
TONI -2	15 min
A-MMSE	10 min
Arithmétique WMS-R Protocole d'évaluation des compétences numériques	5 min 10 min
A-FAB	10 min
Les empans de chiffres verbaux et visuo-spatiaux	10 min
Tour de Londres	25 min
Stroop	10 min
Modified Card Sorting Test	10 min
Les fluences verbales	5 min
Double tâche de Baddeley	15 min
Résolution des problèmes numériques	20 min
Echelle de la désirabilité sociale	5 min
Echelle de l'orientation culturelle	10 min
Frame-Lined Test	5 min
Total	**180 min**

Annexe N

Autres corrélations

Tableau 43 : *Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes et les variables de contrôle chez les sujets témoins*

Indices	Intell.	Comp°	ECG	Eff.Ex	MDT V.D	MDT V.I	MDT VSP.D	MDT VSP.I
RPS	**.29**	**.27**	.02	**.21**	-.03	.18	-.01	**.26**
RPI	-.07	-.13	-.10	-.16	-.01	-.17	-.08	.02
NIV 1	**.24**	.17	.03	.20	-.06	.14	-.00	**.21**
NIV2	**.23**	.17	.00	.08	.10	**.22**	.01	**.31**
NIV 3	**.27**	**.27**	.02	**.25**	-.04	.15	-.04	**.22**
Err. Algorithme	**-.28**	**-.26**	-.06	**-.25**	.02	-.17	.00	**-.24**
Err.conflit	**-.24**	**-.24**	.04	**-.25**	-.03	.18	-.01	**.26**
Err.Calcul	-.13	-.09	.09	.15	.15	-.09	.14	-.04

Intell. : intelligence **; Comp° :** compréhension **; ECG :** état cognitif genéral **; Eff.Ex :** efficience exécutive **; MDT V.D :** mémoire de travail verbale directe **; MDT V.I :** mémoire de travail visuospatiale indirecte **; MDT VSP.D :** mémoire de travail visuosptale directe **; MDT VSP.I :** mémoire de travail visuospatiale indirecte **; RPS :** résolution des problèmes solubles **; RPI :** résolution des problèmes insolubles **; NIV :** niveau

Tableau 44 : *Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes et les variables de contrôle chez les patients frontaux*

Indices	Intell.	Comp°	ECG	Eff.Ex	MDT V.D	MDT V.I	MDT VSP.D	MDT VSP.I
RPS	.01	.21	.35	.20	.02	-.01	.05	-.09
RPI	**-.45**	-.34	**-.52**	-.04	-.25	.14	-.15	-.13
NIV 1	-.01	-.23	-.00	.21	.02	.06	.14	.12
NIV2	-.01	.37	.30	.13	-.00	-.07	-.03	-.23
NIV 3	.11	.24	**.54**	.01	.00	-.10	.16	.04
Err. Algorithme	-.03	-.36	**-.56**	-.02	-.15	-.11	-.38	-.24
Err.conflit	-.01	.09	-.25	-.41	-.24	-.01	-.26	-.03
Err.Calcul	.21	.06	**.54**	-.04	.40	-.01	**.62**	**.68**

Intell. : intelligence **; Comp° :** compréhension **; ECG :** état cognitif genéral **; Eff.Ex :** efficience exécutive **; MDT V.D :** mémoire de travail verbale directe **; MDT V.I :** mémoire de travail visuospatiale indirecte **; MDT VSP.D :** mémoire de travail visuosptale directe **; MDT VSP.I :** mémoire de travail visuospatiale indirecte **; RPS :** résolution des problèmes solubles **; RPI :** résolution des problèmes insolubles **; NIV :** niveau

Tableau 45 : *Matrices de corrélations entre les indices de résolution de problèmes et les variables de contrôle chez les patients postérieurs*

Indices	Intell.	Comp°	ECG	Eff.Ex	MDT V.D	MDT V.I	MDT VSP.D	MDT VSP.I
RPS	.51	**.63**	.028	**.63**	.21	.42	-.05	.46
RPI	.06	-.28	.47	-.36	-.32	-.27	.37	.01
NIV 1	.14	.42	-.22	.51	-.06	.37	-.34	.23
NIV2	.37	**.71**	.04	.19	.02	.11	-.012	.08
NIV 3	.59	**.76**	.04	**.68**	.40	.25	.00	.41
Err. Algorithme	**-.65**	**-.75**	-.05	-.53	-.06	-.37	-.00	-.38
Err.conflit	**-.48**	**-.83**	.10	-.47	-.06	-.25	.14	-.22
Err.Calcul	.27	-.008	.33	-.16	-.30	-.21	.47	.07

Intell. : intelligence **; Comp° :** compréhension **; ECG :** état cognitif genéral **; Eff.Ex :** efficience exécutive **; MDT V.D :** mémoire de travail verbale directe **; MDT V.I :** mémoire de travail visuospatiale indirecte **; MDT VSP.D :** mémoire de travail visuosptale directe **; MDT VSP.I :** mémoire de travail visuospatiale indirecte **; RPS :** résolution des problèmes solubles **; RPI :** résolution des problèmes insolubles **; NIV :** niveau

Liste des abréviations et des acronymes

B rep	Bonnes réponses
Categ	Catégorisation
Comp°	Compréhension
DS	Désirabilité sociale
EC	Erreurs corrigées
ENC	Erreurs non corrigées
Err.	Erreurs
Err. P	Erreurs persévératives
Err. S	Erreurs simples
ECG	Etat cognitif général
FA	Fluence alternée
FO	Fluence orthographique
FS	Fluence sémantique
Intell.	Intelligence
Mμ	Indice relatif à la double tâche
MDT V.D	Mémoire de travail verbale directe
MDTV.I	Mémoire de travail verbale indirecte
MDt VSP. D	Mémoire de travail visuo-spatiale directe
MDT VSP.I	Mémoire de travail visuo-spatiale indirecte
Mvt	Mouvement(s)
Nbre moy	Nombre moyen
Nbre	Nombre

Niv	Niveau
P	Problème
PI	Problème insoluble
PS	Problème soluble
Q	Question
RPG	Score global de résolution des problèmes
RPI	Résolution des problèmes insolubles
RPS	Résolution des problèmes solubles
T	Total
Tps L	Temps de latence
Tps	Temps

Résolution de problèmes numériques et désirabilité sociale : étude auprés d'une population Tunisienne.

Imen SOUISSI [1,2], Tarek BELLAJ [1,3],Jeremy BESNARD [1], & Didier LE GALL [1]
[1] : Université d'Angers, Laboratoire de Psychologie des Pays de la Loire LPPL (EA 4638), LUNAM Université [2]: Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis. [3]: Université de Qatar.

Résumé : Dans le but d'étudier le fonctionnement exécutif et plus particulièrement l'activité de résolution de problèmes numériques, certains auteurs ont eu recours à un paradigme contrastant des performances dans des tâches à problèmes solubles vs. insolubles et en le validant auprès de patients frontaux, dont certains résolvent les problèmes insolubles (Aubin et al ., 1997 ; Le Gall et al., 2001 ; Allain et al., 2007 ; Besnard, 2009 et Besnard et al., 2014). Toutefois, Souissi (2012) a démontré auprès d'une population tunisienne saine (n=61), que la moitié des sujets résolvaient les items insolubles en absence de toute atteinte cognitive surtout de type exécutif. L'interprétation de ce comportement "inattendu" renvoie à une représentation particulière de la tâche et de la situation d'évaluation, la désirabilité sociale.
Mots-Clés : Fonctionnement exécutif, résolution de problèmes numériques, désirabilité sociale.

1 INTRODUCTION

Bien que l'activité de résolution de problèmes semble omniprésente dans la vie de tous les jours de l'homme et paraît simple dans plusieurs situations telles que garer une voiture dans un parking, aller au restaurant, faire la fête… Elle est également indispensable dans d'autres situations qui paraissent plus complexes comme lors de la réalisation des devoirs scolaires (exercice de mathématiques, de physique…) ou encore lors de l'élaboration d'une recherche scientifique.

En recherche, la résolution de problèmes a une longue histoire : elle a revêtu différentes formes depuis le début de la psychologie et elle a été l'objet de grandes controverses théoriques. Son étude recèle beaucoup de difficultés et elle requiert une méthodologie spécifique. Cela tient au fait que c'est une activité complexe qui est au carrefour de différentes processus psychologiques : la mémoire, car elle fait appel aux connaissances et à l'expérience passée ; la perception, car la prise d'information sur la situation joue un rôle majeur; le raisonnement prospectif pour planifier et anticiper les conséquences d'une action; le raisonnement rétrospectif pour comprendre les raisons d'un échec ; la compréhension, car la difficulté d'un problème tient bien souvent à une mauvaise appréhension de la situation, de sorte que la résolution requiert une réinterprétation.

Mais qu'est ce qu'une situation problème ? C'est une tâche complexe dans laquelle l'individu cherche une solution sans savoir au départ comment y parvenir, et qui nécessite plus que l'application automatisée d'une séquence d'actions. En effet, pour qu'il y ait un problème, il faut donc nécessairement qu'il y ait un caractère de nouveauté et de surprise. Toutefois, une caractéristique importante des problèmes est leur subjectivité : une même situation sera un problème pour une personne et le ne sera pas pour une autre. Ainsi, la situation problème se distingue de la situation d'exécution : si l'individu connaît les procédures pour aller de la situation initiale au but il s'agit d'une exécution ou d'une application sinon il s'agit d'un problème. Donc la situation problème, selon sa nature, engage différentes procédures de résolution qui doivent être adéquates avec les données de la situation.

En neuropsychologie, quelques travaux ont été consacrés à la résolution de problèmes numériques chez les patients frontaux (Aubin, 1997 ; Aubin, Le Gall, & Guyard, 1994 ; Besnard, 2009 ; Besnard, Allain, Aubin, Chauviré, & Etcharry-Bouyx, 2014 ; Fasotti, 1992 ; Le Gall, Allain, & Aubin, 2001). Dans ce domaine, les travaux de Luria et Tsvetkova (1967) restent incontestablement la référence. Ces auteurs ont montré une tendance des patients porteurs de lésions frontales à traiter de façon fragmentaire les données de l'énoncé. Pour mettre en évidence ce trouble, ils ont élaboré un protocole de résolution de problèmes arithmétiques comportant des énoncés de niveau croissant de difficulté. Les auteurs rapportent que les patients frontaux sont d'autant plus déficitaires que la résolution des problèmes nécessite la combinaison de plusieurs opérations. Soulignons que le déficit n'est pas un trouble de calcul, mais qu'il porte plutôt sur la mise en place d'un algorithme de résolution, et ce à l'oral ou à l'écrit. Ceci plaide en faveur d'un dysfonctionnement exécutif des capacités de planification chez les patients frontaux. Par ailleurs, dans la continuité des travaux de Luria et Tsvetkova (1967), Le Gall et al. (1993) ont rapporté une autre forme de sensibilité à la consigne, en montrant que certains patients frontaux proposent des solutions à des problèmes insolubles. Ce comportement particulier a été désigné sous le terme d'adhérence «

cognitive » (Aubin et al., 1994 ; Le Gall et al. 1993). C'est dans cette optique qu'Aubin et al. (1994) ont réalisé une étude auprès de patients ayant des lésions cérébrales circonscrites. Les auteurs ont administré un protocole comportant des algorithmes à 8 niveaux de difficulté, tout en prenant en compte ces deux paramètres : le nombre d'étapes nécessaires pour la résolution de problèmes et la façon dont on présente les données (explicite ou non). Les résultats ont montré la présence d'erreurs dans l'élaboration des algorithmes de résolution, que ce soit à l'oral ou à l'écrit. En effet, pour la modalité orale, sont constatées des erreurs de calcul et une perte des données. Ces aspects sont améliorés en modalité écrite. Il semble donc que la modalité écrite réduise la charge en mémoire de travail et aide au maintien de données. Par ailleurs, ces résultats permettent de différencier deux types de patients : ceux qui présentent des troubles de la planification et qui peuvent s'améliorer lors de la réalisation écrite des problèmes, et ceux qui ne s'améliorent pas quelle que soit la modalité.

Pour examiner l'adhérence cognitive, Aubin et al. (1994) ont eu recours à des problèmes insolubles inspirés de ceux rédigés par l'équipe de l'IREM de Grenoble (Baruk, 1985). Les auteurs rapportent que certains sujets traitent les problèmes insolubles comme n'importe quel autre problème. Autrement dit, ces patients semblent incapables de récuser les problèmes insolubles, ce qui pourrait traduire une dépendance à l'énoncé.

Par ailleurs, Souissi (2012) dans sa recherche menée auprès de 25 sujets tunisiens montre que la moitié de ces participants sains ont résolu la totalité des problèmes solubles et quelques items insolubles, ceci en absence de difficultés cognitives plus particulièrement exécutives. Ces résultats semblent en controverse par rapport aux données recueillies auprès des sujets français sains, qui se montrent en mesure de récuser tous les problèmes insolubles (seulement 4% des témoins qui résolvaient les problèmes insolubles) (Aubin, 1997 ; Besnard, 2009 ; et Besnard et al., 2014 ; Le Gall et al., 2001).

Ces performances « atypiques » sont loin d'être expliquées par des problèmes d'ordre cognitif et notamment exécutif comme témoigne les données quantitatives relevant du bilan neuropsychologique administré. Toutefois, l'analyse qualitative des performances des soluteurs d'items insolubles montre l'existence de quelques indices en faveur d'un processus socio-cognitif impliqué et susceptible d'expliquer ces résultats : faire plaisir à l'expérimentateur, confiance excessive à l'expérimentateur…L'ensemble a pour but de projeter une image favorable de soi et d'être désiré socialement quelque soit la nature des données.

Dès lors, peut-on expliquer ces performances en termes de « déficit » pour un groupe « sain » ? Surtout que la littérature postule que la résolution de problèmes insolubles est une spécificité de la population frontale ?! Quels sont les processus impliqués et susceptibles d'expliquer de telles performances ? Le rôle spécifique des compétences de planification, de flexibilité, d'inhibition et de mémoire de travail reste à explorer. La question se pose également à ce stade du rôle d'autres fonctions cognitives. Ya-t-il d'autres facteurs susceptibles d'intervenir et de perturber la tâche de résolution ?

Signalons que la plupart des études portant sur la résolution de problèmes arithmétiques tentent d'expliquer les difficultés des patients sous l'angle purement cognitif (difficultés de planification, d'inhibition…). D'autres aspects sont peu pris en considération mais semblent pouvoir influencer les performances (facteurs d'ordre sociologique, culturel et psychologiques). Nous notons à ce sujet quelques travaux tels que le travail de Havet-Thomassin (2007) et celui de Besnard (2009) qui ont traité la question de résolution de problèmes arithmétiques en lien avec la cognition sociale, plus particulièrement les capacités de la théorie de l'esprit dans l'un de leurs chapitres de thèse.

Rappelons que la désirabilité sociale est une nouvelle composante prise en considération dans cette étude afin de pouvoir expliquer les performances atypiques de ces sujets tunisiens.

- **La désirabilité sociale**

La désirabilité sociale est souvent considérée comme la tendance des individus à projeter une image favorable d'eux-mêmes pendant une interaction sociale. De nombreuses mesures de la tendance pour répondre d'une manière socialement souhaitable ont été développées depuis la Seconde Guerre mondiale (Paulhus, 2002). L'un des plus couramment utilisés a été le Crowne-Marlowe (CM) Désirabilité sociale, ou Échelle de besoin d'approbation, (Crowne et Marlowe, 1960).

Elle est également considérée comme l'un des stimuli de l'influence sociale, un biais dans l'évaluation correspondant à l'inclinaison d'une personne à répondre d'une façon qui sera vue comme favorable par les autres. Étant des êtres sociaux par nature, les individus sont enclins à rechercher un certain degré d'acceptation sociale et de ce fait cette composante sociale peut affecter les résultats des recherches. Cet artefact est susceptible d'être déclenché quand les sujets soumis à l'expérimentation sont appelés à répondre à des questionnaires ou des questions en se basant surtout sur leurs propres perceptions (Scheirer, 1978 ; Webb, Campbell, Schartz, & Sechrest, 1970).

Plusieurs chercheurs considèrent que les résultats obtenus à l'aide de questionnaires sont quelques fois peu valides et biaisés, étant entre autres affectés par la désirabilité sociale (Berger, 1983 ; Garfield, 1983 ; LeVois, Ngyen, & Attkisson, 1981), c'est-à-dire la tendance à présenter des réponses reflétant quelque part une tendance à présenter une image favorable de soi à autrui (qui est évidemment l'expérimentateur dans ce cas).

Les comportements d'adhérence cognitive observés lors de la résolution de problèmes insolubles chez certains sujets de contrôle ont été assimilés à la « pression sociale » du contexte d'examen (Aubin et al., 1994 ; Le Gall et al., 1993a). En effet, l'hypothèse d'une soumission des patients aux attentes de l'examinateur peut sembler pertinente dans l'interprétation des phénomènes de dépendance à l'environnement, au moins pour certains patients « soluteurs d'insolubles » (cité par Besnard, 2009).

En clinique, la présence d'autrui implique nécessairement un traitement cognitif et affectif (analyse cognitive des données, émotions impliquées, motivation…) de l'information différent de celui qui serait réalisé si nous étions seuls. Les phénomènes de facilitation/inhibition sociale sont des concepts directement issus des théories de la psychologie sociale (exemple Huguet, Galvaing, Monteil et Dumas, 1999). Ils servent à étayer l'hypothèse d'une influence du stimulus social (autrui) sur les performances ainsi que le comportement du sujet.

Wagstaff et al. (2008) suggèrent que les performances aux épreuves exécutives devraient être affectées par la présence de pairs. Les auteurs ont soumis les participants à une tâche de fluence verbale écrite, lors d'un paradigme expérimental composé de trois conditions ; réalisation solitaire de l'exercice, par groupe de cinq personnes en présence ou non de l'expérimentateur. Les auteurs ont constaté que le nombre de mots évoqués est réduit lors de la réalisation de l'exercice en groupe. La présence de l'examinateur contribuait à une amélioration de la performance, insuffisamment cependant pour la rendre comparable à celle du groupe de sujets ayant réalisé la tâche individuellement. Dans une seconde expérience, les auteurs ont montré que la présence d'observateurs en compagnie de l'examinateur influençait négativement les résultats des participants. Plus les observateurs étaient nombreux, plus la performance était faible. Ces données viennent confirmer les effets d'inhibition sociale et les prédictions de la théorie du *drive* (Zajonc, 1965). Les auteurs concluent en soulignant l'intérêt de leur résultat pour la clinique neuropsychologique. Le résultat de la seconde expérience de Wagstaff, Wheatcroft, Cole, Brunas-Wagstaff, Blackmore, & Pilkington, (2008) renvoie à la notion de « pression sociale » exercée par le groupe sur le participant, permettant de faire le lien avec les notions de conformisme, de suivisme et de soumission à l'autorité.

2 OBJECTIFS

Cette recherche aura plusieurs visées. D'une part, nous nous intéresserons au lien entre les fonctions exécutives et la résolution de problèmes arithmétiques. D'autre part, nous traiterons le lien entre la résolution de problèmes plus particulièrement l'activité de résolution de problèmes insolubles et la composante sociale " la désirabilité sociale" afin de pouvoir expliquer les résultats obtenus antérieurement.

Premièrement, nous suggérons que les sujets sains récuseraient sans difficultés les problèmes insolubles sans pour autant montrer de difficultés pour les autres problèmes solubles. Signalons toutefois qu'en référence aux travaux effectués par notre équipe, que seulement les patients sont déficitaires pour contester les propositions aberrantes que constituent les problèmes insolubles, perturbation qui est à priori spécifique de la symptomatologie frontale (Le Gall et al., 1993a, 2001 ; Aubin et al., 1994).

Deuxièmement, selon Souissi (2012), nous suggérons que chez ces sujets « soluteurs d'insolubles », la résolution des problèmes insolubles peut être expliquée en quelque sorte par un facteur d'ordre « socio-cognitif » faisant appel au processus de la désirabilité sociale. De ce fait, nous nous attendrons à des corrélations significatives entre l'indice de résolution de problèmes insolubles et le score total de la désirabilité sociale.

3 METHODES

3.1 Participants

Notre groupe d'étude se compose de 61 sujets tunisiens sains, consentants et répartis en deux tranches d'âge : trente sujets jeunes (16 hommes et 14 femmes) dont l'âge moyen est de 37,76 (écart type= 11 ,22 ; étendu= 18-59) et trente-un sujet âgés (17 hommes et 14 femmes), l'âge moyen est de 66,58 (écart type=6,09 ; étendu=60-85). Le niveau d'éducation moyen était de 13,7 pour les sujets jeunes (écart type= 3,86 ; étendue= 6-20) et de 11,16 (écart type=4,11 ; étendue= 7-20) pour les sujets âgés (voir tableau 1). (Voir tableau 1).

Ces sujets sont tous volontaires et indemnes d'antécédent neurologique ou psychiatrique. Aucun ne présentait de difficultés visuelles, auditives et/ou motrices. De même, ils ne montraient pas de difficultés phasiques majeurs ou encore des troubles du calcul susceptibles d'entraver la passation des tests. Tous avaient été scolarisés et obtenaient un score supérieur à 28 au *mini-mental stateexamination* (MMSE), à savoir dans la norme. La langue arabe était la langue maternelle des sujets, mais tous maîtrisaient la langue française comme seconde langue (apprise à l'âge de 12 ans).

Tableau 1: caractéristiques démographiques de la population d'étude

	Sujets jeunes (18-59 ans)	**Sujets âgés (60-85 ans)**
Sexe ratio	♂ (16) ♀ (14)	♂ (17) ♀ (14)
	37,76 (11,22)	66,58 (6,09)
Niveau d'éducation	13,7 (3,86)	11,16 (4,11)
Etat mental général	29,86 (0,57)	29,58 (0,71)
Nombre total	30 37,76 (11,22)	31 66,58 (6,09)

3.2 Matériel et procédure

Nous avons évalué dans un premier temps la compréhension à l'aide du subtest de compréhension de la BDAE (version Tunisienne adaptée, Souissi (2012)). Une évaluation globale a été aussi effectuée à travers les échelles globales : la version arabe du Mini Mental State Examination (A-MMSE) (Bellaj, Ben Jemaa, Attia Romdhane, Dhiffallah, Ben Ali, Bouaziz, & Mrabet, 2008) et la Batterie Rapide d'Evaluation des Fonctions exécutives (BREF) (Ben Jemaa, Bellaj, Anane, Attia Romdhane, Chérif, Oudia Zakraoui, Bouaziz, & Mrabet, 2008) tout comme les capacités de la mémoire de travail auditivo-verbale et visuo-spatiale via les mesures d'empan de chiffres et le Block Tapping Test (Milner, 1971). Les capacités de calcul simple et de résolution de problèmes arithmétiques ont été également mesurées à partir de la WAIS (III-R) et une tâche clinique évaluant les compétences de calcul. Nous avons contrôlé également la dépression pour éviter tout biais d'évaluation dû à la présence de quelques éléments dépressifs.

Dans un second temps, nous avons utilisé un protocole exhaustif d'évaluation des fonctions exécutives : Stroop pour l'inhibition des automatismes automatiques (Bellaj, 2011), Tour de Londres (Shallice, 1982), pour la planification, Modified Card Sorting Test pour la flexibilité mentale (Grefex, 2008), et le paradigme de la double tâche de Baddeley pour l'allocation de ressources attentionnelles (Baddeley et al., 1976).

Finalement, nous avons administré le protocole de base de résolution de problèmes numériques (Souissi, 2012) suivi de l'échelle de désirabilité sociale (Souissi, 2013), les deux sont adaptés à la population tunisienne.

3.3 Statistiques

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide des tests non-paramétriques vu que les données obtenues ne respectaient pas les critères de normalité (testées par le test de Kolmogorov-Smirnov). Le niveau alpha a été établi à $p < .01$ pour une analyse plus fine des résultats.

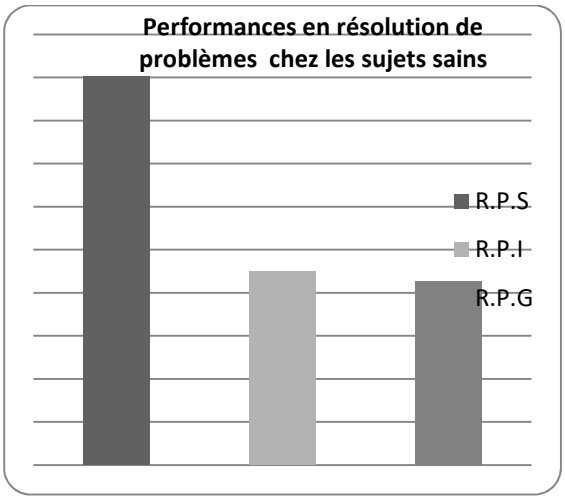
4 RESULTATS ET DISCUSSION

- **Performances en résolution de problèmes numériques**

Les sujets de contrôles réussissent la résolution de problèmes solubles à 90,16%. En effet, Trois sujets échouent un seul item soluble et trois d'autres échouent deux items solubles, le type d'erreur est repéré comme erreur de calcul.

Par ailleurs, le pourcentage de réussite en problèmes insolubles et de 45%. Nous notons 55% de participants résolvaient les problèmes insolubles (34/61) dont 26% sont soluteurs de tous les items insolubles présentés au protocole (16/61) et 29% qui résolvaient juste quelques problèmes insolubles (18/61). Parmi ces sujets 33% (6/18) qui résolvaient 3 items+ et 38% uniquement un seul item insoluble.

Figure 1: performances en résolution de problèmes chez les sujets sains



R.P.S : Résolution des problèmes solubles ; **R.P.I** : Résolution des problèmes insolubles ; **R.P.G** : Score global de résolution des problèmes

- **Corrélation entre les indices exécutifs et de résolution de problèmes numériques**

L'analyse des performances en résolution de problèmes numériques montre que le score de réussite global est corrélé positivement avec le score de réussite en résolution de problèmes solubles (.39) ainsi qu'insolubles (.39) et négativement à la capacité de planification (-.42).

- **Corrélation entre les indices de résolution de problèmes et de la désirabilité sociale**

Une corrélation négative significative a été notée entre le score de réussite en résolution de problèmes insolubles (en se basant sur le nombre d'items insolubles rejetés) et celui de la désirabilité sociale (-.91). Les sujets qui résolvent les items insolubles ne se distinguent pas en fonction de l'âge, du genre ou encore du niveau socio-économique.

- **Analyse qualitative des performances en résolution de problèmes**

Pour mieux analyser les performances des sujets témoins « soluteurs d'insolubles » en résolution de problèmes insolubles, nous avons opté pour une analyse qualitative des résultats via des questions posées à la fin de la passation du protocole, en leur demandant à chaque fois de justifier leurs réponses. Cette analyse a pour but de dégager d'autres aspects outre que cognitifs camouflés entre les justifications proposées par ces sujets à savoir les ressenties lors de la passation (les émotions qu'elles soient positives, neutres ou négatives), le degré d'implication dans les tâches proposées ou encore le degré de la motivation… Au final, ceci a permis de signaler 4 types de comportements :

- ✓ *Résolution totale :* Les sujets manifestent une certaine incompréhension et résolvent tous les items insolubles. Ils expliquent ce comportement par le souhait de faire plaisir à l'expérimentateur tout en gardant un bon souvenir de l'expérience.
- ✓ *Résolution partielle :* Certains problèmes sont résolus, mais pas tous. Nous distinguons deux comportements : soit les participants résolvent les premiers items insolubles puis hésitent et rejettent les éléments suivants en disant qu'ils ont découvert la nature aberrante des problèmes. Ils expliquent ceci par un manque de concentration. De même, les participants peuvent d'abord détecter le caractère insoluble des items puis résoudre ceux qui suivent. Ceci est expliqué selon eux par des problèmes d'attention et/ou de fatigue.
- ✓ *Résolution argumentée :* Quelques problèmes insolubles sont résolus et les participants fournissent des justifications. La plausibilité de la réponse est prise en compte.
- ✓ *Rejet total :* Les sujets détectent immédiatement la nature incongrue des problèmes et les rejettent sans hésitation. Toutefois, ils questionnent l'objectif de ces items, inclus parmi d'autres items solubles.

5 CONCLUSION

Cette étude visait à appréhender les liens entre les fonctions exécutives, l'activité de résolution de problèmes numériques, et la désirabilité sociale auprès d'une population tunisienne. Elle fût la première abordée en Tunisie à articuler les aspects cognitif, émotionnel et social (quelque part) à la fois.

En effet, l'absence de lien significatif entre les indices de résolution de problèmes solubles et les indices exécutifs confirment les données de la littérature (Besnard et al., 2014).

Pour la résolution de problèmes numériques, les résultats objectivent que les sujets tunisiens résolvent sans aucune difficulté l'ensemble d'items solubles. La moitié de ces témoins montre des difficultés lors de la résolution de problèmes insolubles. Ces difficultés sont montrées par l'incapacité à contester les problèmes insolubles et la manipulation de l'information dans tous les sens afin de répondre à l'énoncé sans forcément évaluer leurs réponses. Cet échec n'est pas expliqué par un déficit cognitif d'ordre

exécutif. Signalons que comportement n'a pas été révélé auprès des sujets francophones et donc ne concorde pas avec l'ensemble des données angevines.

Par ailleurs, un lien significatif est démontré entre le score de résolution de problèmes insolubles et celui de désirabilité sociale, ce qui confirme l'interprétation socio-cognitive de la résolution de problèmes insolubles, en le précisant. Ces données préliminaires permettent en effet de poser l'hypothèse d'un comportement de résolution des problèmes insolubles induit par la situation d'examen et par le positionnement social des sujets vis-à-vis de l'évaluateur. Il reste néanmoins à explorer ces aspects auprès d'un échantillon de sujets tunisiens plus représentatif, qui devra nécessairement inclure des patients cérébrolésés.

REFERENCES

- Allain, Ph., Kauffmann, M., Dubas, F., Berrut, G., & Le Gall, D. (2007). Fonctionnment executive et vieillissement normal : etude de la resolution de problems numériques. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du vieillissement, 5*,4, 315-325.
- Aubin, G. (1997). *Résolution de problèmes numériques et syndromes frontaux : Etude de différents niveaux cognitifs.* Thèse de Doctorat n° 327-97. Université Claude-Bernard, Lyon I.
- Baruck, S. (1985). *L'âge du capitaine*. Paris: Editions du seuil.
- Bellaj, T., Ben Jemaa, S., Attia Romdhane, N., Dhiffallah, M., Ben Ali, N., Bouaziz, M. et Mrabet, A. (2008). Version arabe du Mini Mental State Examination (A-MMSE) : fidélité, validité et données normatives. *La Tunisie Médicale, 86* (07): 768-776.
- Ben Jemaa, S., Bellaj, T., S. Ben Jemaa, T. Bellaj, N. Attia Romdhane, A. Chérif, N. Oudiaa Zakraoui, M. Bouaziz, A. Mrabet. La Frontal Assessment Battery (FAB) : Fidélité, validité et étalonnage d'une forme Arabe (2008). *La Tunisie Médicale, 86* (S7) : 793-800.
- Berger, M. (1983). *Toward maximizing the utility of consumer satisfaction as an outcome.* In M. J. Lambert, E. R. Christensen & S.S. DeJulio (Eds.), The assessment of psychotherapy outcome (pp. 56-80). New York: John Wiley & Sons.
- Besnard, J. (2009). *Contributions à l'étude de dépendance à l'environnement chez les patients cérébrolésés frontaux*. Thèse de Doctorat n° 1014. Ecole doctorale d'Angers. Angers.
- Besnard, J., Allain, Ph., Aubin, G., Chauviré, V., Etcharry-Bouyx., F. & Le Gal., D. (2014). An integrative view of Luria's perspective on arithmetic problem solving : The two sides of environmental dependency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology,36*, 1.
- Crowne, D. P., & Marlowe, D. (1960). A New Scale of Social Desirability Independent of Psychopathology. *Journal of Consulting Psychology, 24,* 349-354.
- Fasotti, L., Bremer, J. C. C. B., & Eling, P. A. T. M (1992). Influence of improved text encoding on arithmetical word problem-solving after frontal lobe damage. *Neuropsychological Rehabilitation, 2,* 3-20.
- Garfield, S. L. (1983). Sorne comments on consumer satisfaction *In behavior therapy. Behavior Therapy, 2*,237-241.
- Le Gall, D., Allain, P., & Aubin, G. (2001). Dissociations et associations dans le syndrome frontal : à propos des troubles de la résolution de problèmes et de l'arrangement de script. *Revue de Neuropsychologie, 11*, 2, 299-322.
- Le Gall, D., Aubin, G., Allain, P., & Guyard, H. (1993a). Résolution de problèmes et manipulation de scripts : Contribution à la compréhension des syndromes frontaux. *Tétralogiques, 8,* 64-104.
- LeVois, M., Nguyen, T. D., & Attkisson, C. (1981). Artifact In client satisfaction assessment. *Evaluation and Program Planning, 4,* l39-150.
- Luria, A. R., & Tvetskova, L. S. (1967). *Les troubles de la résolution de problèmes.* Paris : Gouthier – villars.
- Paulhus, D. L. (2002). Socially desirable responding: The evolution of a construct. In H. I. Braun, D. N. Jackson, & D. E. Wiley (Eds.), *The role of constructs in psychological andeducation measurement* (pp. 49-69). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Scheirer, M. A. (1978). Program participants' positive perceptions. Psychological conflict of interest in social program evaluation. *EvaLuation QuarterLy. 2,* 53-69
- Shallice T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London, B*, 199–209.
- Souissi, I. (2013). *Fonctionnement executif, résolution de problèmes et théorie de l'esprit ; étude auprès d'une population*

*Tunsienne.*Mémoire de master de recherché. Université d'Angers, France.

- Wagstaff, G.F., Wheatcroft, J., Cole, J.C., Brunas-Wagstaff, J., Blackmore, V., & Pilkington, A. (2008). Some cognitive and neuropsychological aspects of social inhibition and facilitation. *European Journal of Cognitive Psychology, 20,* 828-846.
- Webb, E. J., Campbell, D. T., Schwartz, R. D., & Sechrest, L. (1970). *Unobtrusive measures: Non-reactive research in the social sciences*. Chicago: Rand McNally.
- Zajonc, R. B. (1965). *Social facilitation*. *Science, 149,* 269-274

DOCTORAT EDUCATION
BRETAGNE LANGAGES, INTERACTIONS
LOIRE COGNITION, CLINIQUE

université angers

Titre : **Résolution de problèmes numériques en contexte tunisien : approche normative et neuropsychologique**

Mots clés : résolution de problèmes, fonctions exécutives, désirabilité sociale.

Résumé : Bien qu'elle constitue une piste prometteuse dans le champ de la neuropsychologie, la question de résolution de problèmes reste un domaine très peu exploré par les chercheurs.

Dans cette optique et afin d'étudier le fonctionnement exécutif, nous avons eu recours à un protocole comportant des problèmes solubles et d'autres insolubles (auxquels il n'y a pas de réponses possibles) auprès d'un groupe de participants tunisiens sains comparés à des patients porteurs de lésions cérébrales.

Ainsi, dans une étude préliminaire, la moitié des sujets sains tunisiens ont proposé des solutions aux problèmes insolubles en dehors de tout dysfonctionnement exécutif, une perturbation qui semble spécifique à la pathologie frontale d'après la littérature.

Afin d'expliquer ce comportement de résolution, plusieurs explications ont été évoquées notamment exécutive en termes d'adhérence cognitive (Le Gall et al., 2001), mais aussi sociocognitive en lien avec le besoin d'approbation sociale (Souissi, 2013).

En effet, l'objectif principal de la présente recherche est d'examiner cette adhérence cognitive auprès des sujets tunisiens sains et des patients cérébrolésés tout en expliquant ce comportement de résolution de problèmes insolubles précédemment décrit chez certains d'entre eux.

Nous explorerons les performances des sujets tunisiens sains (n=45) comparés à des patients porteurs de lésions frontales (n=21) et postérieures (n=11). Nous examinerons l'impact des variables socioculturelles telles que la désirabilité sociale, l'orientation culturelle et la dépendance au contexte sur l'ensemble des performances.

Les résultats plaident en faveur d'un lien entre la résolution de problèmes solubles et les fonctions exécutives chez les trois groupes de participants. En revanche, la résolution de problèmes insolubles semble expliquée par la désirabilité sociale chez les sujets sains alors qu'elle est liée à un dysfonctionnement exécutif chez les patients porteurs de lésions frontales.

Title : **Solving numeric problems in Tunisian context : normative and neuropsychological approach**

Keywords : Solving problem, executive functions, social desirability.

Abstract : Although it is a promising topic in the field of neuropsychology, the question of problem solving remains a largely unexplored field of study for researchers. In order to study the executive function, we used a protocol that contains both soluble problems and insoluble ones (ie they do not have possible answers), by observing Tunisian participants who are either healthy or patients with brain damage.
Thus, in a preliminary study, half of the Tunisian healthy subjects proposed solutions for insoluble problems, outside of any executive dysfunction. This disturbance seems to be a specific characteristic of frontal pathology, according to the literature.
In order to explain this problem solving behaviour, several explanations were mentioned, notably an executive explanation in terms of cognitive adhesion (Le Gall et al., 2001), but also a sociocognitive one in relation to the need for social approval (Souissi, 2013).
In fact, the main objective of this research is to examine this cognitive adherence among the Tunisian healthy subjects and cerebrospinate patients, while explaining this problem-solving behavior for insoluble questions; a behavior that was previously described in some of them.

We explore the performance of Tunisian healthy subjects (n = 45) compared to patients with frontal (n = 21) and posterior (n = 11) lesions. We will also examine the impact of sociocultural variables, such as social desirability, cultural orientation and contextual dependence, on overall performances.
The results argue in favor of a link between solving soluble problems and executive functions in the three groups of participants. However, solving insoluble problems seems to be explained by social desirability for healthy subjects, while it is linked to executive dysfunction for patients with frontal lesions.

.