Université de Nantes

Unité de Formation et de Recherche : « Médecine et Techniques médicales »

Année universitaire 2008/2009

Mémoire
pour l'obtention du
Diplôme de Capacité d'Orthophoniste

Présenté par

Marie-Elodie MASSÉ

(née le 26/11/1985)

MANIPULATION DU NOMBRE AU QUOTIDIEN PAR DES PATIENTS CEREBROLESES : DE L'EVALUATION A LA REMEDIATION

Présidente du jury : Madame **RAOUL Sylvie**, Neurochirurgien, Professeur.

Directrice du mémoire : Madame **CALVARIN Suzanne**, orthophoniste, Professeur.

Membre du jury : Madame **LE CALVE Hélène**, orthophoniste.

« Par délibération du Conseil en date du 7 mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation ».

SOMMAIRE

Introduction générale…..……..……..9

Partie théorique..…….. ……..10

A Neuropsychologie du traitement des nombres et du calcul…….11

Introduction……..11

I Historique…….. ……... ……11

I.1 Période anatomo-clinique…….……..11

I.2 Tentative de classification des syndromes acalculiques…….12

I.3 Les notations numériques…….……...13

Introduction…….…… 13

I.3.a Le système de notation verbale……...…….……. 14

I.3.a.1 Le lexique…….……... 14

I.3.a.2 La syntaxe…….…… 14

I.3.b Le système de notation arabe ou notation positionnelle…….. ……... 15

I.3.b.1 Le lexique…….……... 15

I.3.b.2 La syntaxe……... 15

II. Les recherches comtemporaines……..…….……..16

Introduction…….……... 16

II.1 Le modèle du transcodage asémantique……...……... 17

II.1.a Transcodage d'un numéral verbal écrit en numéral arabe…..……... 17

II.1.b Transcodage d'un numéral arabe en numéral verbal écrit…… 18

II.1.c Les particularités du modèle……... ……... 20

II.1.d Les limites du modèle……... 21

II.2 Le modèle modulaire de Mc Closkey…….…….. 21

II.2.a Particularités du modèle…….. 23

II.2.b Intérêts du modèle…….. 24

II.2.c Limites du modèle…….. 25

II.3 La théorie du complexe d'encodage de Campbell et Clark…….…… 26

II.4 Le modèle du triple code…… 28
B Bases neurales des activités numériques…… 33
Introduction…… 33
I Présentation du lobe pariétal…… 34
II Le traitement de la magnitude numérique…… 35
II. 1 Données neuropsychologiques et lésionnelles…… 35
II. 2 Données de neuro-imagerie…… 36
III La récupération des faits arithmétiques…… 38
III. 1 Données neuropsychologiques et lésionnelles…… 39
III. 2 Données de neuro-imagerie…… 40
III. 2.a La multiplication…… 40
III. 2.b L'addition…… 40
III. 2.c La soustraction…… 41
IV Le calcul mental…… 42
IV. 1 Données neuropsychologiques et lésionnelles…… 43
IV. 2 Données de neuro-imagerie…… 43
C Les outils d'évaluations des habiletés numériques…… 46
D Les tentatives de rééducation dans le domaine du nombre…… 50
Introduction…… 50
I La rééducation des activités de transcodage…… 51
II La rééducation du calcul …… 53
II.1 La rééducation des faits arithmétiques…… 54
II.2 La rééducation des procédures arithmétiques…… 55
II.3 La rééducation de la résolution de problèmes arithmétiques…… 57

Partie pratique…… 60

Les objectifs et hypothèses de l'étude…… 61

A Méthodologie…… 62
I La population…… 62
I.1 Critères d'exclusion…… 62
I.2 Critères d'inclusion…… 62

II Le matériel…….…….. 62
II.1 Critères de sélection du bilan…… 62
II.2 Présentation des épreuves……. 63
III Condition de passation et aménagements…….…… 68
IV Méthode d'analyse des résultats…… 69

B Résultats et analyse…….……... 72
I Population…….……... 72
I.1 Nombre de patients et types de lésions……...……... 72
I.2 Tableau récapitulatif de la population…….…….. 72
II Résultats…….…… 74
II.1 Tableau récapitulatif des résultats……74
II.2 Comparaison des résultats entre les groupes…… 76
II.2.a Nombre de réponses négatives à la BENQ-R……... 76
II.2.b Analyse statistique des différences entre les réponses par épreuves et selon les localisations lésionnelles……77
II.2.c Comparaison des pourcentages d'échecs par épreuves et par lésions……77
II.3 Résultats à la BENQ-R en fonction des lésions……80
II.3.a. Lésions gauches……80
II.3.a.1 Nombre de réponses négatives et scores à la BENQ-R…...80
II.3.a.2 Pourcentages d'échecs par épreuves……80
II.3.a.3 Analyse qualitative des erreurs……82
II.3.a.4 Interprétation de la cause des échecs…….……..86
II.3.b. Lésions droites…….…… 87
II.3.b.1 Nombre de réponses négatives et scores à la BENQ-R….. 87
II.3.b.2 Pourcentages d'échecs par épreuves……... 88
II.3.b.3 Analyse qualitative des erreurs……90
II.3.b.4 Interprétation de la cause des échecs…….……..92
II.3.c. Lésions bilatérales…… 93
II.3.c.1 Nombre de réponses négatives et scores à la BENQ-R….. 93
II.3.c.2 Pourcentages d'échecs par épreuves……94
II.3.c.3 Analyse qualitative des erreurs……..……...96

II.3.c.4 Interprétation de la cause des échecs……..97

C Propositions de prise en charge……... 99
I Sélection des patients et mode de prise en charge……. ……...…….. 99
I.1Critères d'exclusion…….…….. 99
I.2 Critères d'inclusion…….…… 99
I.3 Patients ayant bénéficié de la prise en charge…….. 99
I.4 Cadre de la prise en charge……. 99
II Le matériel utilisé…… 100
III Etudes de cas…….. 100
III.1 M.M…….…… 100
III.2 M.C……..… 110
III.3 Mme D…… 116

D Discussion et perspectives……..…… 123
I Rappel des principaux résultats…… 123
II Discussion méthodologique…… 124
II.1 Critiques sur la batterie…… 124
II.2 Critiques sur l'étude……. 125
II.3 Critiques sur les prises en charge……..……126
II.3.a La population……. 126
II.3.b Le matériel……..…….. 126
II.3.c Les séances……127

Conclusion……...128

Glossaire……129
Bibliographie…… 132
Annexes…….. 138

Introduction générale :

Compter, évaluer, estimer, calculer, lire l'heure, préparer un repas, fixer un rendez-vous, rédiger un chèque, composer un numéro de téléphone… Ces activités aussi nombreuses que variées font intervenir le nombre.

L'intérêt porté à la manipulation du nombre est relativement récent et connaît un nouvel essor grâce aux techniques récentes d'imagerie cérébrale fonctionnelle.

L'attention de l'orthophoniste dans des situations de lésions cérébrales se porte de façon prioritaire à l'évaluation et à la rééducation de la communication et du langage.

Néanmoins, une réelle demande existe en ce qui concerne les troubles de la manipulation du nombre, ceci s'explique en partie par notre confrontation permanente au nombre dans notre quotidien.

Quelles sont les répercussions d'une lésion cérébrale acquise dans le domaine numérique ?

Existe-t-il des profils de fonctionnement particuliers selon les localisations des lésions ?

Une proposition de remédiation dans un aspect écologique peut-il être bénéfique pour une meilleure gestion des nombres dans le quotidien ?

Dans une première partie, nous exposerons les données neuropsychologiques récentes dans le domaine du nombre, nous nous pencherons ensuite sur les localisations cérébrales qui semblent dédiées au traitement numérique. Nous présenterons une liste non exhaustive des différents bilans permettant d'évaluer les capacités numériques, enfin, nous exposerons les résultats obtenus lors des différents essais de rééducation.

Dans une seconde partie nous analyserons les résultats obtenus lors de nos entretiens auprès de notre population à laquelle nous avons soumis la BENQ-R ou Batterie d'Evaluation des Nombres au Quotidien Révisée. Nous détaillerons ensuite le contenu des séances spécifiques aux nombres que nous avons pu proposer à 3 patients ainsi que l'évolution de ces derniers. Outre du matériel créé pour ces séances, nous avons utilisé du matériel imaginé par plusieurs étudiantes en orthophonie dans leur mémoire ainsi que du matériel divers.

Enfin nous discuterons des intérêts et des limites de cette étude.

PARTIE THEORIQUE

A Neuropsychologie du traitement des nombres et du calcul

Introduction :

Les perturbations liées au nombre sont certainement moins fréquentes que celles liées au langage en cas de lésion cérébrale. Il est habituel de dire qu'un trouble langagier aura plus d'impact sur l'autonomie d'une personne qu'un trouble de la manipulation du nombre. Cela peut expliquer en partie que les recherches concernant le calcul et le traitement du nombre ont connu moins de succès que les recherches concernant les troubles linguistiques par exemple. Néanmoins au regard de l'importance fonctionnelle indéniable des habiletés numériques, la neuropsychologie du calcul et du traitement des nombres a connu un essor considérable depuis les années 80, suite notamment à l'apparition d'une approche cognitive de ces troubles ainsi qu'aux nouvelles techniques d'imagerie cérébrale.

I Historique :

I.1 Période anatomo-clinique.

Dès le début du XIX^{ème} siècle, il est établi que la manipulation du nombre ainsi que le calcul sont des fonctions distinctes d'autres fonctions cognitives telles que le langage. Le substrat anatomique qui leur est alors attribué est « la partie inférieure des lobes frontaux gauche et droit » à proximité des « centres de la métaphysique, la musique, la sagesse et l'architecture » (Gall et Spurzheim, 1808).

C'est Henschen qui étudie de façon plus précise les troubles du calcul au début du XX^{ème} siècle (1919), introduisant le terme d'acalculie désignant « une incapacité à réaliser des opérations arithmétiques suite à une lésion focale du cerveau ». C'est lui qui introduit l'idée que le calcul fait intervenir plusieurs composantes et non plus une seule ; chacune pouvant alors être atteinte de façon isolée. A cette époque, vont apparaître de nombreuses divergences mais certains faits vont progressivement émerger permettant une ébauche de classification des troubles.

I.2 Tentatives de classification des syndromes acalculiques :

Vont émerger à cette période plusieurs distinctions :

Au niveau sémiologique, on distinguera les troubles concernant les numéraux[1] ou les symboles arithmétiques[2] dans leur compréhension ou leur production, des troubles qui concernent la réalisation des calculs mentaux ou écrits simples, ainsi que les oublis de procédures ou les erreurs de réalisation.

Au niveau théorique, Berger (1926) fait une scission entre acalculie primaire et secondaire. La première (aussi appelée acalculie pure ou anarithmétie) existerait en dehors de tout autre déficit cognitif quand la seconde serait consécutive à d'autres troubles cognitifs.
Hécaen et ses collaborateurs proposeront alors en 1961, une classification plus aboutie des syndromes acalculiques :

- Dans l'acalculie agraphique (ou alexique) ; l'agraphie (ou l'alexie) est le trouble dominant.
- Pour l'acalculie spatiale c'est la désorganisation spatiale dans l'écriture des nombres et des calculs qui est le trouble dominant.
- Enfin, l'anarithmétie se traduit par un déficit des procédures des calculs écrits.

Il faut néanmoins souligner que cette classification ne satisfait pas à l'époque, ceci pour plusieurs raisons. Les méthodes d'investigations des troubles du calcul n'étant pas suffisamment précises (par rapport à la nature des stimuli ainsi qu'à l'analyse qualitative des résultats) et manquant d'appuis théoriques permettant d'orienter l'observation des patients et l'analyse des résultats. Ce cadre théorique aura en revanche largement bénéficié à la recherche dans le domaine des troubles du langage durant cette même période.

C'est avec les années 80 qu'une nouvelle période va s'ouvrir concernant le nombre et le calcul. Deloche et Seron (respectivement neuropsychologue de l'époque et professeur à l'unité de neuropsychologie cognitive de l'université catholique de Louvain en Belgique) vont s'intéresser aux caractéristiques des systèmes de notations numériques.

[1] Voir lexique
[2] Voir lexique

I.3 Les notations numériques :

Introduction

Depuis les boules d'argile (nommées calculi, origine de notre « calcul » actuel) servant à comptabiliser le nombre de bêtes par troupeau utilisées à partir du XVIII^{ème} avant J.C. par les Sumériens de Mésopotamie, les systèmes de notation numérique, en particulier sous l'influence du développement du commerce et des échanges, ont beaucoup évolué.

Deux révolutions majeures ont marqué cette évolution.

D'abord le fait que l'on s'affranchisse des représentations externes (on fait référence ici au comptage grâce à des objets ou encore grâce au corps : le comptage sur les doigts…) pour ne retenir que le langage (oral ou écrit) pour représenter la numérosité[3] d'une collection. Plutôt que d'avoir besoin de désigner une partie du corps pour exprimer une quantité (par exemple lever trois doigts pour désigner le « trois ») c'est désormais le rang qu'occupe un numéral verbal dans la récitation numérique qui indique sa cardinalité[4].

La seconde évolution marquante réside dans l'utilisation d'une base[5] qui permet d'étendre les quantités représentables et les possibilités de calcul. Il est très probable que le choix de la base cinq ou dix ou de leurs multiples ait été influencé par le nombre des doigts.

Le système de notation numérique du français de France ne reflète que partiellement son caractère décimal contrairement au système chinois, par exemple. En effet, la langue française garde une trace des bases utilisées antérieurement. Certains mots-nombres traduisent cela : le fait que nous utilisions des mots particuliers entre onze et seize plutôt que d'employer le « dix-un, dix-deux… », le fait que les multiples de dix ne soit pas les « deux-dix, trois-dix… ». De même, certains noms de dizaines gardent les traces de l'utilisation d'une base vingt comme le quatre-vingts.

Ce système s'imposera en France vers la fin du XVIII^{ème} siècle avec la révolution française et le zéro acquerra définitivement son statut de nombre en 1889 grâce à un ouvrage de Giuseppe Peano dans lequel il définit les entiers naturels.

[3] Voir lexique
[4] Voir lexique
[5] Voir lexique.

I.3.a Le système de notation verbale.

Les systèmes de numération contemporains permettent de traduire sans ambiguïté toutes les numérosités à l'aide d'un lexique restreint et d'une syntaxe précise.

Selon la modalité, on parlera du lexique des numéraux verbaux écrits ou des numéraux verbaux oraux.

I.3.a.1 Le lexique de la numération verbale

L'ensemble des mots permettant de désigner des quantités de manière isolée constitue le lexique verbal. Ces lexiques (l'un concernant la modalité écrite, l'autre la modalité orale) sont de structure similaire et sont relativement restreints. On parle de primitives lexicales réparties en classes.

On trouve la classe des unités constituée des primitives de {un} à {neuf} qui permettent de désigner les quantités de base de {un} à {neuf}.

La classe des particuliers correspondant aux quantités de base plus {dix} soit les primitives onze, douze , treize, quatorze, quinze et seize.

La classe des dizaines de {dix} à {quatre-vingt-dix} qui correspondent aux quantités de base multipliées par {dix}.

Enfin la classe des multiplicateurs qui, tout en désignant en eux-mêmes une quantité entrent le plus souvent avec d'autres éléments du lexique dans des relations sémantiques de somme ou de produit. Entrent dans cette catégorie les opérateurs *cent, mille, millions.*

Les numéraux verbaux permettent donc de représenter une quantité de façon directe grâce à l'utilisation d'une primitive lexicale unique ou de façon indirecte en combinant plusieurs primitives dans une même séquence. La combinaison des primitives s'effectue selon des règles syntaxiques particulières.

I.3.a.2 La syntaxe de la numération verbale

La construction des nombres supérieurs à la base se fait selon trois principes :

✓ L'ajout d'une valeur à la base (principe de composition additive) comme dans l'exemple *vingt-trois* qui traduit la quantité de {{vingt} plus {trois}},

✓ La multiplication de la base par une valeur (principe de composition multiplicative) comme dans l'exemple *quarante* signifiant la quantité {{quatre}fois{dix}}.

✓ La création de nouvelles puissances de la base (principe de composition puissance) comme dans l'exemple *mille* qui correspond à la base 10 élevée à la puissance 3.

Ces différentes règles peuvent se combiner comme le traduit l'exemple suivant : *trois cent quatre* qui traduit la quantité {{trois}fois{dix$^{\text{exp deux}}$}plus{quatre}}.

Toute quantité peut ainsi être exprimée par un ensemble de relations plus ou moins complexes de produits et/ou de sommes.

I.3.b Le système de notation arabe ou notation positionnelle.

Ce système de notation est le système qui est utilisé préférentiellement à l'écrit. Il représente les numérosités selon deux procédés : d'une part des signes de formes différentes pour représenter des nombres inférieurs à la base 10 (soit les chiffres) et d'autre part une organisation positionnelle que nous détaillerons plus bas.

I.3.b.1 Le lexique de la numération arabe

Ce système possède un lexique limité. Il ne comporte que dix primitives lexicales constituées des chiffres de 0 à 9.

I.3.b.2 La syntaxe de la numération arabe

La syntaxe du système de notation arabe ne possède qu'une règle à savoir l'interdiction de commencer un numéral par 0.

La sémantique de ce système est traduite de manière implicite par une organisation positionnelle. Celle-ci indique la puissance de la base par laquelle cette valeur de la base doit être multipliée. Par exemple, la valeur 2 veut dire *deux fois la base 10 (2×10^{exp1})* dans 28 mais il signifie *deux fois la puissance deux de la base 10 (2×10^{exp2})* dans 218.

Ainsi, à chaque fois qu'un chiffre se déplace d'un rang vers la gauche il augmente sa valeur d'une puissance de 10. Chaque notation en chiffres arabes peut donc être décomposée

en somme des valeurs des chiffres qui le composent affectés des puissances de 10 correspondantes.

Par exemple le nombre 57 342 peut se décomposer en ($5\times10^{exp4} + 7\times10^{exp3} + 3\times10^{exp2} + 4\times10^{exp1} + 2\times10^{exp0}$)

Le zéro intercalaire sera inséré à chaque fois qu'une position n'est occupée par aucune valeur, ceci permettant aux chiffres situés à gauche du zéro de conserver leur puissance de 10. C'est le fait même qu'il indique une absence de chiffre qui lui vaudra finalement valeur de chiffre.

Les deux systèmes de notation verbale (orale ou écrite) et arabe ont comme caractéristiques communes de posséder un lexique relativement limité, une syntaxe simple et une sémantique claire : un nombre signifiant la quantité qu'il représente.

Ces caractéristiques confèrent au transcodage des formes numérales un caractère biunivoque c'est-à-dire qu'à une forme présentée dans une notation ne correspondra qu'une et une seule forme dans l'autre notation.

II Les recherches contemporaines

Introduction

Dans les années 80 et au début des années 90, trois séries de travaux principaux vont marquer les recherches ultérieures. Il s'agit des travaux de Mc Closkey, de Deloche et Seron ainsi que ceux de Dehaene et de leurs équipes respectives.

Les fonctionnements cognitifs qui sous-tendent les traitements numériques simples chez l'adulte représentent encore aujourd'hui un sujet controversé. Il y a des divergences sur au moins deux points fondamentaux que sont la nature des représentations mentales numériques ainsi que l'architecture au sein de laquelle elles sont articulées lors de la réalisation d'une tâche donnée.

Il est important de noter que l'existence de représentations numériques internes (entités internes au sujet) n'est pas objet à controverses, ni l'existence de représentations sémantiques de la numérosité. Nous verrons en détaillant les différents modèles que les désaccords qui existent concernent le rôle et le format de ces représentations internes. De manière schématique nous pouvons différencier les modèles qui postulent qu'une

représentation des quantités est cruciale pour rendre compte des opérations du traitement numérique (l'architecture modulaire de Mc Closkey et al (1985) et le modèle du triple code de Dehaene (1992)), Campbell et Clark (1992) proposent plusieurs représentations mentales dans notre utilisation des nombres, d'autres enfin (comme le modèle du transcodage asémantique de Deloche et Seron (1987)) proposent un modèle de nature asémantique. En ce qui concerne l'architecture numérique : y a-t-il -comme le soutient Mc Closkey dans son modèle- convergence vers un format commun (une représentation de la quantité en l'occurrence) dans la réalisation de n'importe quelle tâche numérique ; ou alors les différentes activités numériques impliquent-elles des représentations numériques spécifiques (c'est le point de vue de Campbell et Clark (1992), de Dehaene (1992), de Noël et Seron (1993)[6])?

II.1 Le modèle du transcodage asémantique.

Dans une série de publications parues entre 1982 et 1987, Deloche et Seron proposent une analyse psycholinguistique aux difficultés rencontrées par des patients aphasiques dans le traitement des numéraux.

L'analyse par Deloche et Seron[7] d'erreurs produites par des patients aphasiques lors d'épreuves où il leur était demandé de transcrire un nombre écrit en lettres en chiffres arabes ou inversement , a permis aux auteurs de proposer des hypothèses sur le lexique des numéraux verbaux ainsi que sur le fonctionnement de ce qu'ils vont appeler le transcodage numérique.

II.1.aTranscodage d'un numéral verbal écrit en numéral arabe

Pour Deloche et Seron, le transcodage d'un nombre verbal en nombre arabe se fait suivant deux étapes. Chacune de ces étapes pouvant être atteinte de façon isolée.

La première est une étape lexicale pendant laquelle il y a une saisie de l'information contenue dans le numéral verbal écrit. Le sujet parcourt la chaîne de gauche à droite, il y a un découpage visant à isoler les différentes primitives lexicales tout en activant les différentes représentations présentes dans le lexique. Dans le lexique, les primitives possèdent deux références : l'une concerne la classe lexicale, le seconde concernant la position de la primitive

[6] Noël, M.P. et Seron, X. (1993)
[7] Deloche et Seron (1987)

au sein de la classe lexicale . Par exemple {cinq} possède la cinquième position dans la classe des unités, {trente} possède la troisième position dans la classe des dizaines.

La seconde étape correspond au transcodage proprement dit. Il s'agit alors d'appliquer un ensemble de règles de réécriture permettant de générer le cadre syntaxique et de remplir ce cadre à partir des informations de position et de classe issues de la première étape.

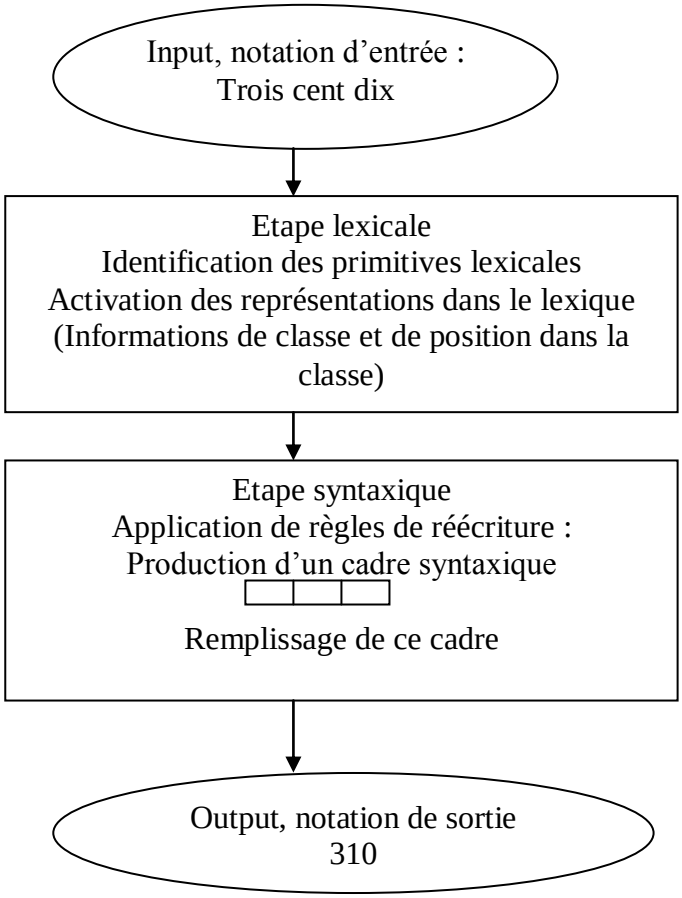


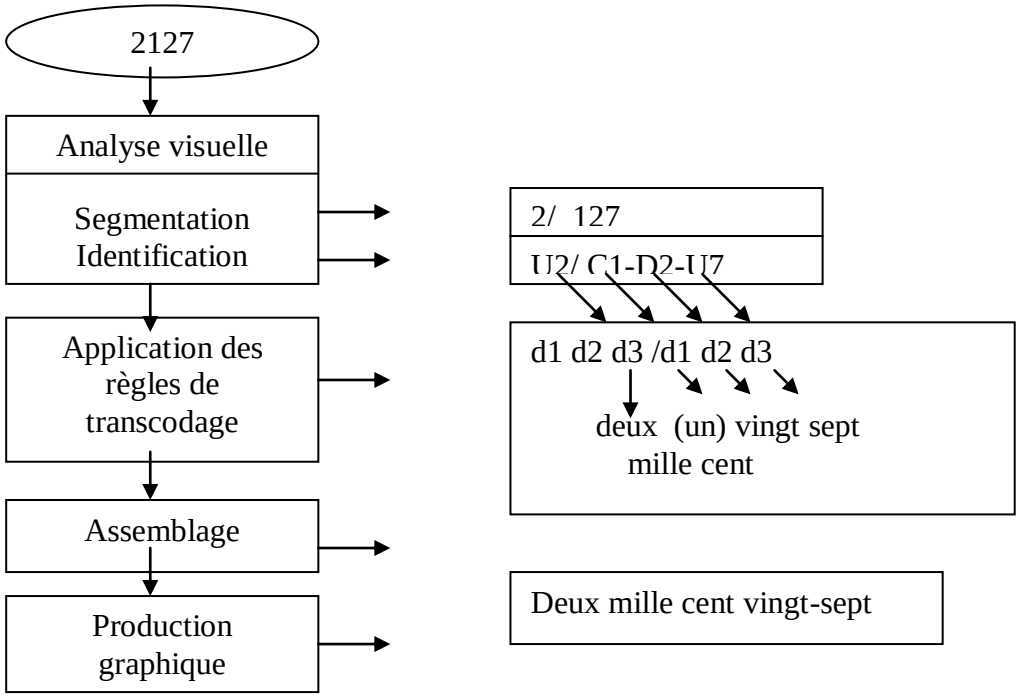
Schéma explicatif d'une tâche de transcodage d'un nombre verbal écrit en un nombre arabe selon le modèle du transcodage asémantique.

II.1.b Transcodage d'un numéral arabe en numéral verbal écrit

Résumons schématiquement cette fois une tâche de transcodage d'un nombre arabe vers un nombre verbal écrit. Le nombre fait l'objet d'un encodage en deux temps.

Il va être parcouru de droite à gauche et découpé en N segments de trois chiffres cela active N cadres syntaxiques de type (d1 d2 d3) qui seront ensuite remplis par les éléments du nombre arabe.

Une fois que cette première étape d'encodage est terminée, la procédure de transcodage s'effectue de gauche à droite à chacun des N cadres. Il s'agit d'un ensemble de règles permettant de déterminer la classe lexicale et la position de chaque élément à récupérer dans le lexique des nombres verbaux. La procédure tiendra compte non seulement de l'identité des chiffres présents mais également de leur position relative au sein du cadre (5 en position d3 active le mot cinq, mais précédé de 1 en position d2 il activera le quinze).



Modèle asémantique de transcodage pour la production d'un numéral verbal écrit à partir d'un numéral arabe (d'après Deloche et Seron, 1987).

Il existe donc des erreurs que les auteurs attribuent à l'une ou l'autre de ces deux étapes.

Parmi les erreurs concernant la première étape (ou étape lexicale) on retiendra d'abord les erreurs concernant la classe et celles concernant la position dans la classe.

- L'erreur de classe apparaîtrait quand l'information correspondant à la classe lexicale d'un numéral a été mal encodée, ceci amène à la production d'un numéral d'une classe différente mais situé éventuellement à la même position dans la classe (*quatorze* pour *40* par exemple).
- L'erreur de position surviendrait suite à un mauvais encodage de l'information de position alors que la classe lexicale cible a elle été bien encodée (*onze* transcodé *12*).

Notons que les auteurs observent une double dissociation entre les erreurs de classe et de position dans la classe (certains patients se trompent de position mais pas de classe, pour d'autres, c'est la situation inverse). Ces informations sont donc retrouvées au moyen de mécanismes différents puisque l'accès à chaque type d'information peut être altéré de manière sélective en cas de lésion cérébrale.

- D'autres erreurs concerneraient également cette étape comme par exemple les erreurs que l'on peut considérer comme la conséquence de l'inversion de deux mots lors de l'encodage du nombre (*trois cents* noté *103*) ou encore celles qui peuvent être dues à un encodage partiel (*cinq mille cinquante* noté *1050*).

Les erreurs qui intéressent la seconde étape sont des erreurs qui ne peuvent être le résultat d'un mauvais encodage.

- Il peut s'agir des erreurs dites de lexicalisation où l'on aboutit à un transcodage terme à terme du numéral verbal sans intégration des différents éléments dans un cadre syntaxique (*cinquante-sept* noté *507*). Généralement ces erreurs sont partielles et ne concernent qu'une petite partie du nombre (*mille deux cent huit* noté *1 200 8*).
- On inclut également des erreurs du type «*cinq cent soixante-huit* » noté *« 5068 »* où les mots *mille* ou *cent* semblent être traduits par des 0 ou des 1 quel que soit le contexte d'apparition.

Ce type d'erreur nous laisse penser que les traitements lexicaux fonctionnent puisque les mots-nombres sont traduits par le ou les chiffres arabes correspondants, il s'agit donc d'erreurs de nature syntaxique indiquant un déficit du mécanisme de transcodage en lui-même (donc un déficit de la seconde étape).

II.1.c Particularités du modèle

Ces études de Deloche et Seron permettent donc de dégager deux constats importants :

- ✓ certaines erreurs traduisent un déficit syntaxique alors que d'autres manifestent un déficit lexical,
- ✓ au niveau lexical, des erreurs proviennent d'un mauvais encodage de la classe lexicale, d'autres d'un déficit d'encodage de la position dans la classe.

Ce modèle de transcodage propose donc un algorithme qui peut fournir à partir d'une « notation source » la « notation objet » à partir de règles de transcodage. Cet algorithme est

de nature asémantique puisqu'il ne nécessite pas l'élaboration d'une représentation sémantique de la quantité pour aboutir à un transcodage correct. Cet aspect du modèle sera très vite remis en cause par Mc Closkey et ses collaborateurs.

II.1.d Limites du modèle.

La première limite est que l'analyse de ces erreurs ne permet pas d'en déterminer l'origine. Certaines erreurs pourraient survenir à différents moments du transcodage sans qu'il soit possible de préciser lequel ; une erreur de position dans la classe (dans le cadre du transcodage d'un nombre verbal en nombre arabe) peut être la conséquence d'un mauvais encodage lors du traitement de la forme verbale mais elle peut être due également à une mauvaise sélection des chiffres arabes dans le lexique.

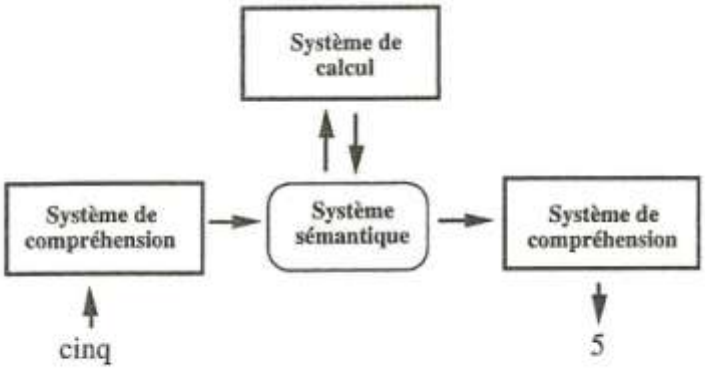
II.2 Le modèle modulaire de Mc Closkey.

En 1985, Mc Closkey et ses collaborateurs (Caramazza et Basili)[8] vont s'appuyer sur les nouvelles méthodes d'analyse en neuropsychologie des troubles de la lecture pour les transférer au domaine numérique afin de proposer un modèle qui servira de cadre général incontournable aux recherches ultérieures. Ils se placent dans la perspective des modèles de traitement de l'information. Les troubles du calcul vont être considérés comme la conséquence d'un dysfonctionnement d'un système dont la logique globale serait préservée.
Au niveau méthodologique, leur modèle s'appuie sur l'observation de cas isolés plutôt que de groupes de patients et contrairement au précédent il englobe non seulement le traitement des numéraux mais aussi l'arithmétique simple.

Les auteurs proposent une architecture modulaire dans laquelle les nombres ont une représentation abstraite unique dans un format propositionnel[9].

Ils envisagent l'existence de trois modules distincts :
-un module d'entrée spécialisé dans la compréhension des nombres,
-un module de calcul,
-un module de sortie spécialisé dans la production des nombres.
La représentation abstraite assurant le lien entre les trois modules.

[8] Mc Closkey, Caramazza, Basili, (1985).
[9] Voir lexique



Composantes de base du modèle de Mc Closkey.

Le module de compréhension assure le traitement des formes numériques en les transformant en une représentation sémantique abstraite qui sera traitée ensuite. Il existe un mécanisme de traitement lexical et un mécanisme de traitement syntaxique spécifique à chaque notation numérique : arabe et verbale.

Le module de calcul va opérer à partir des représentations sémantiques abstraites provenant du module de compréhension.

Ce module comporte trois sous-systèmes fonctionnellement indépendants :

- le premier permet de comprendre les sens des opérateurs arithmétiques et précise l'opération à réaliser,
- le second permet de récupérer les faits arithmétiques en mémoire à long terme (par exemple les tables de multiplication),
- le troisième permet d'effectuer des calculs , d'appliquer correctement les procédures.

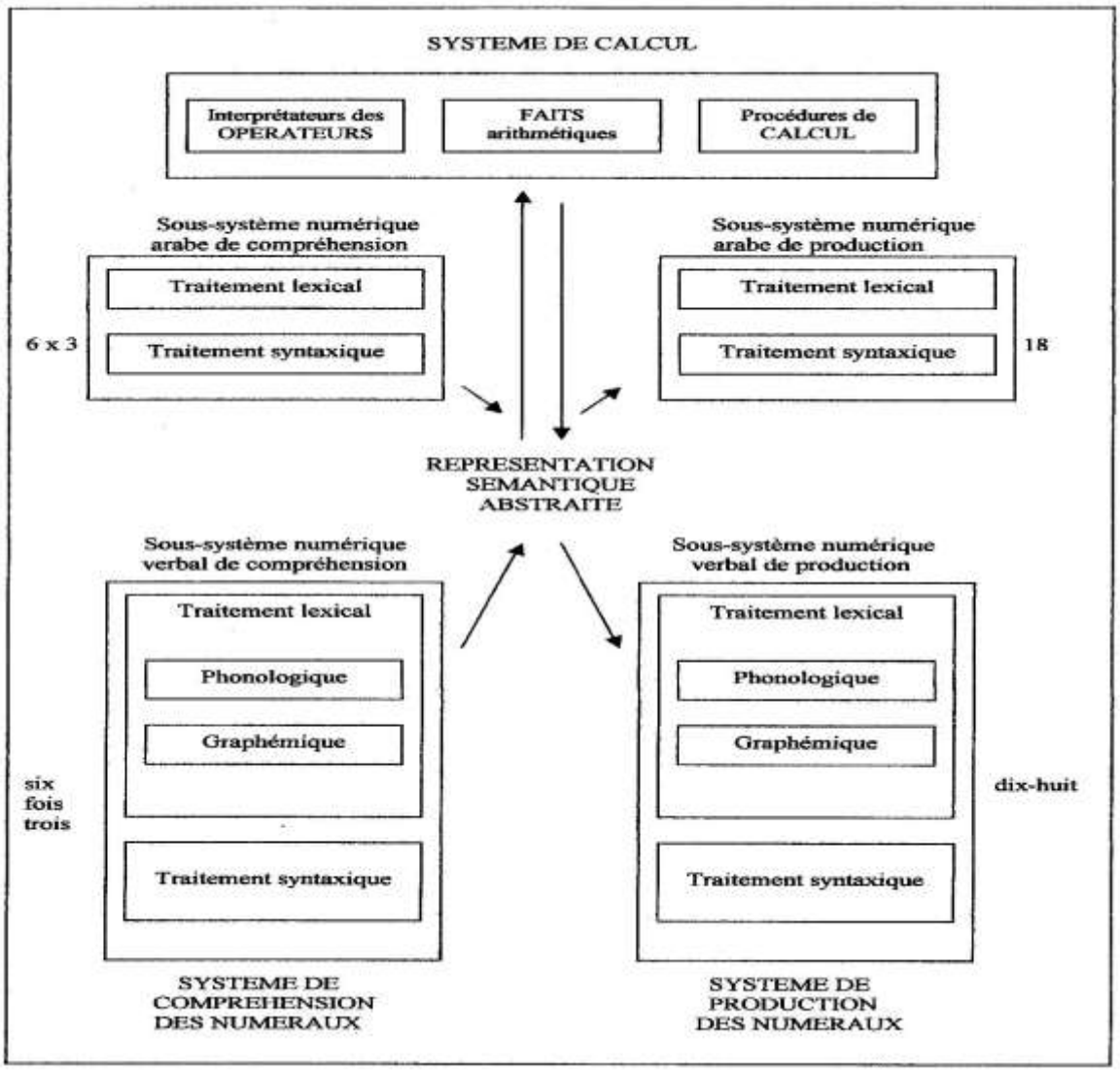
Le résultat obtenu par ce module possède également une représentation sémantique abstraite.

Le module de production assure la conversion d'une représentation sémantique abstraite à des formes numériques externes grâce à des mécanismes spécifiques (lexicaux et sémantiques) aux numéraux arabes ou verbaux.

II.2.a Particularités du modèle

Ce modèle postule que toute tâche numérique (y compris dans des tâches de transcodage, de calcul simple ou complexe) implique dans un premier temps la génération d'une représentation sémantique abstraite interne du nombre. Celle-ci provient de notations numériques différentes (verbale, arabe) provenant de modalités variables (audition, vue…) et sous-tend des tâches différentes. Elle est donc de nature amodale. Elle se base sur une propriété essentielle des systèmes de notation verbale et arabe, à savoir leur organisation en base 10. Ainsi et par convention, elle se présente sous forme propositionnelle en associant chaque quantité de base composant une forme numérique à une puissance de 10.

Par exemple les numéraux verbal et arabe « *trois cent soixante-deux* » et 362 auront comme représentation $\{3\}10^{exp2}$, $\{6\}10^{exp1}$, $\{2\}10^{exp0}$. Les chiffres entre accolades correspondent aux représentations sémantiques des quantités de base du nombre et $10^{exp\ n}$ indique la puissance de 10 associée à chaque quantité.



Architecture générale du traitement des nombres et du calcul de Mc Closkey
(d'après Mc Closkey et al., 1985).

Outre une représentation sémantique centrale, ce modèle comporte tout de même des représentations spécifiques aux notations verbales et arabes (pour ce qui concerne les modules de production et de compréhension) mais ces dernières ne représentent pas pour l'auteur le substrat des calculs mentaux ni le support des traitements sémantiques.

II.2.b Intérêts du modèle

Ce modèle a l'avantage de permettre une analyse assez précise des composantes déficitaires chez un patient qui éprouve des difficultés dans le transcodage ou la réalisation d'une opération arithmétique.

En effet, cette architecture met en évidence que :

-les troubles peuvent affecter préférentiellement les mécanismes de compréhension ou de production du calcul,

-les troubles de la compréhension et de la production numérique peuvent être limités à un système de notation,

-les troubles peuvent affecter l'aspect lexical ou l'aspect syntaxique des traitements,

-traitements numériques et arithmétiques sont réalisés à partir d'une représentation sémantique abstraite unique.

II.2.c Limites du modèle

Ce modèle a longtemps constitué et constitue encore un cadre théoriquement fondé, il apparaît néanmoins certaines critiques à son égard.

Tout d'abord, la nature des représentations sémantiques, censées être indépendantes des notations. Certaines études, comme celle de Power et Dal Martello (1990)[10], montreraient que la structure lexico-syntaxique du numéral en entrée a une influence sur les étapes du traitement ultérieur. Ces auteurs défendent l'idée d'une mise en application de règles syntaxiques telles que la règle de sur-écriture[11] ou de concaténation[12] lors d'épreuves de transcodage. Des erreurs d'écriture de numéraux arabes consistant en l'ajout de zéros internes (par exemple cent trente écrit « 10030 ») ou d'unités internes (cinq cents noté « 5100 ») proviendraient d'un échec dans la règle de sur-écriture et de concaténation respectivement.

Ensuite, ce modèle postule que n'importe quelle tâche numérique se base sur une représentation sémantique interne unique. Plusieurs études en neuropsychologie remettent en cause l'activation obligatoire des représentations sémantiques dans le cas du transcodage ou du calcul simple. L'étude de Seron et Noël (1995)[13], entre autres, irait en faveur de voies multiples en ce qui concerne le transcodage des nombres. Certains auteurs postulent ainsi l'existence de voies de transcodage asémantique. A ce sujet, Mc Closkey (1992) a reconnu que l'hypothèse d'un tel type de transcodage était valable. Il fait remarquer que le transcodage des numéraux verbaux que ce soit en lecture, en écriture ou en répétition peut se faire grâce aux mêmes processus asémantiques que ceux qui interviennent dans le traitement des mots en

[10] Power, R.J.D. et Dal Martello,M.F. (1990)
[11] Voir lexique
[12] Voir lexique
[13] Seron, X et Noël, M.P. (1995).

général. Il propose ensuite que des voies similaires pourraient faire la mise en correspondance entre représentations de chiffres arabes et représentations phonologiques ou graphémiques sous forme de mots-nombres. On déplore encore malheureusement un manque de données empiriques pour résoudre cette question de la distinction entre voies sémantique et asémantique, n'ayant pas encore pu prouver une double dissociation entre traitement sémantique et asémantique.

Une des limites que l'on reproche à ce modèle est qu'il traite principalement de tâches surapprises alors que celles-ci ne reflètent qu'une petite partie de nos compétences numériques. Des capacités telles le subitizing[14], les différents types d'estimation etc., ne sont pas prises en compte dans le modèle. Que faire de ce qui relève davantage des connaissances conceptuelles qui sont beaucoup moins détaillées dans ce modèle ?

Ce point est important au regard de l'utilisation écologique du nombre.

Nous pouvons noter qu'à ce sujet, les auteurs eux-mêmes ne prétendent pas que tout processus numérique peut-être relié à l'un des composants figurant dans le modèle ; ils pensent néanmoins qu'un grand nombre de processus dépendraient au moins en partie de l'un des composants[15].

Enfin, on peut reprocher à ce modèle son caractère très modulaire et indépendant d'autres capacités cognitives telles la mémoire, l'attention, le langage, les fonctions exécutives frontales…

En pratique clinique, il semble clair qu'il existe des interactions entre déficits dans le traitement des nombres et déficits dans d'autres domaines mais il manque encore des données pour établir plus clairement quelles influences peuvent avoir certains déficits cognitifs sur le traitement du nombre.

Ce modèle a favorisé un grand nombre d'études neuropsychologiques et expérimentales dans le domaine des troubles du traitement des nombres.

II.3 La théorie du complexe d'encodage de Campbell et Clark

Un modèle à représentations sémantiques multiples va être proposé en regard des modèles à représentation unique, c'est celui de Campbell[16] et Clark[17] (1991).

[14] Voir lexique
[15] Mc Closkey et *al* (1992).
[16] Campbell,J.I.D. et Clark, J.M. (1988)
[17] Clark,J.M. et Campbell,J.I.D. (1991)

Les auteurs vont proposer un modèle qui s'oppose à celui de Mc Closkey sur deux de ses aspects principaux.

Tout d'abord ils réfutent le caractère modulaire du modèle et ensuite l'aspect unique de la représentation abstraite.

Leur modèle repose sur un réseau associatif au sein duquel les concepts numériques sont présents sous forme de multiples représentations de formats variant selon les modalités, c'est cette structure qui porte le nom de complexe d'encodage. Il existe de nombreuses interconnexions dans ce réseau.

Selon les tâches, les modalités de présentation des nombres et les systèmes de notation utilisés, des mécanismes d'inhibition et d'association détermineront les représentations à activer. Ainsi, une forme numérique rencontrée n'activerait pas une, mais plusieurs représentations.

Il semblerait, de plus, que les connexions pourraient varier d'un individu à l'autre.

Ainsi, dans différentes activités numériques, il y a une activation de représentations connectées entre elles sans passer par une représentation abstraite unique.

Les numéraux verbaux oraux et écrits peuvent activer des représentations orthographiques, auditives, articulatoires et motrices. Les numéraux arabes activeront des représentations visuelles, motrices et la numérosité des représentations analogiques et imagées. Ces représentations sont utilisables pour tous les types de traitement numérique mais les auteurs ne postuleront pas l'existence de modules de compréhension, de calcul et de production distincts pour le traitement du nombre. Pour eux, ces fonctions seront gérées par des mécanismes de traitement de base à savoir l'inhibition et l'excitation (spécifiques des modèles en réseau) opérant sur les codes spécifiques du complexe d'encodage.

On reproche néanmoins à ce modèle de rester relativement flou (nombre, structure des codes numériques…).

II.4 Le modèle du triple code

La thèse principale défendue par Dehaene et ses collaborateurs[18] est qu'il existerait chez l'homme, comme chez d'autres espèces, une compétence (déterminée biologiquement) pour classer les choses et les événements de son environnement selon leur numérosité. Cette capacité qui se développerait très tôt, reposerait sur une représentation mentale de la numérosité de type analogique. Elle aurait pour substrat cérébral la partie inférieure des deux lobes pariétaux[19], que nous détaillerons plus loin. C'est par cette proposition de localisation cérébrale que nous pouvons parler d'un modèle anatomo-fonctionnel.

Ce modèle, proposé en 1992 par Dehaene, fait l'hypothèse de l'existence de liens entre représentations et tâches numériques.

Il est proposé pour rendre compte des effets de taille et de distance observés chez l'homme (enfant ou adulte) comme chez différentes espèces animales.

L'effet de distance résidant dans le fait que le temps mis pour comparer deux nombres est inversement proportionnel à la distance qui les sépare.

L'effet de taille traduit le fait que à distance égale, le temps de comparaison est plus rapide pour des petits nombres que pour des plus grands.

Sur le plan fonctionnel, ce modèle repose sur trois postulats.

Tout d'abord, le système cognitif traitant des quantités numériques est construit autour de trois types de représentations mentales explicites et modulaires pour les nombres, chaque représentation étant spécifique au code d'entrée :

-une représentation visuelle arabe,

-une représentation auditive verbale,

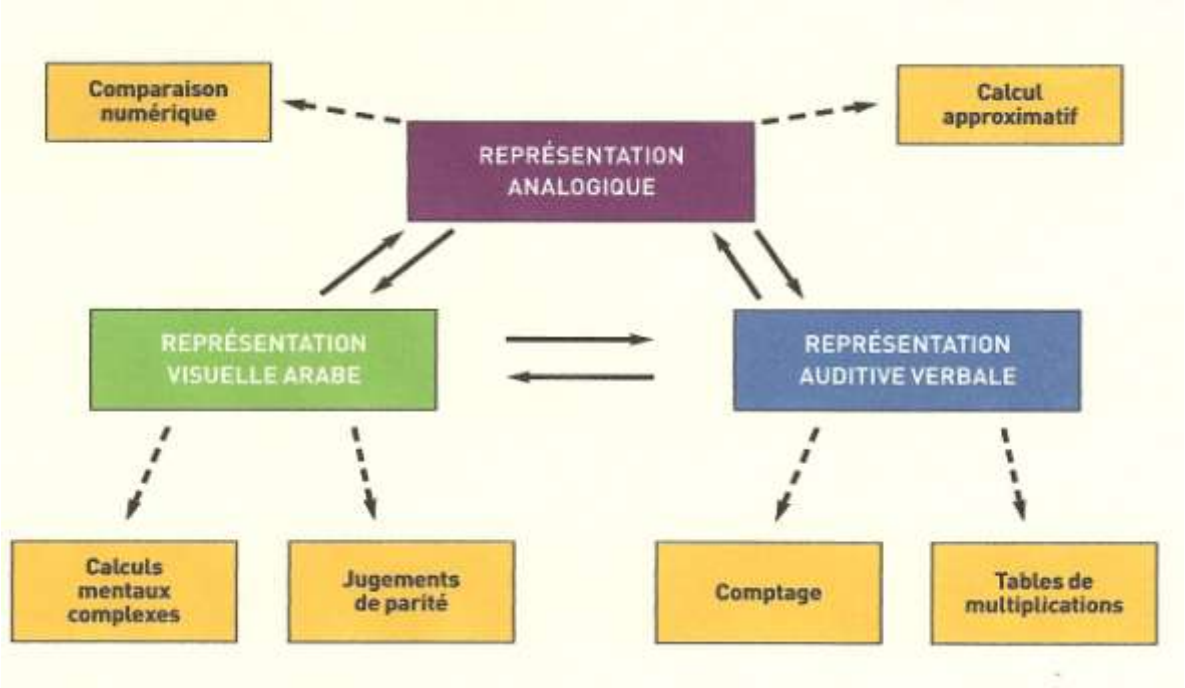
-une représentation analogique.

Ensuite, les trois représentations sont directement liées entre elles par des voies spécifiques de transcodage.

Enfin chaque représentation intervient dans des tâches numériques et arithmétiques précises.

[18] Dehaene, S. (1992)

[19] Dehaene, S. et Cohen, L. (1995).



Modèle du triple code (d'après Dehaene, 1992).

La représentation visuelle arabe correspond à l'image visuelle des numéraux arabes. C'est une représentation dans laquelle les nombres vont être représentés comme une séquence visuelle de chiffres dans un espace de travail visuo-spatial interne. Cette représentation visuelle serait utilisée dans le jugement de parité et dans la réalisation de calculs mentaux de plusieurs chiffres.

Ainsi le nombre 548 pourrait être noté < 5><4><8>

La représentation auditivo-verbale correspond à la forme auditive du numéral verbal ; créée et manipulée par les mécanismes généraux du traitement linguistique qui permettent de lire, d'entendre et de produire par écrit et oralement les numéraux verbaux. Suite à la présentation d'un numéral verbal, les mécanismes d'identification et de segmentation des suites sonores vont permettre la génération d'une représentation auditivo-verbale. Les nombres sont représentés comme des séquences de mots organisés autour d'une syntaxe. Les processus nécessaires à la lecture et à l'écriture des noms de nombre sont pris en charge par des processus langagiers généraux extérieurs au système de traitement des nombres. Cette représentation permettrait d'effectuer outre le traitement des noms de nombre, des tâches de comptage, de récupération des faits arithmétiques stockés sous forme verbale et de stockage

sous forme de routines verbales d'une partie des faits arithmétiques (tables de multiplications et de petites additions).

Le nombre « cinq cent quarante-huit » pourra avoir la représentation suivante : centaine {5}, dizaine {4}, unité {8}.

D'après ce modèle aucun de ces deux types de représentation ne comporte d'information sémantique. Cette dernière ne se retrouve que dans le troisième type de représentation.

La représentation analogique des quantités numériques.

La quantité (on parle encore de grandeur ou de magnitude) associée à un nombre va être récupérée puis mise en relation avec d'autres quantités numériques.

On saura ainsi, grâce à cette représentation, que 548 est plus petit que 600. Théoriquement, l'intérêt de cette représentation est qu'elle ne requiert l'acquisition d'aucune notation symbolique.

Elle permet de traiter les quantités analogiques, de faire des comparaisons numériques et d'effectuer des calculs approximatifs.

Cette représentation numérique peut être imaginée comme une ligne numérique analogique (on parle encore de médium interne ou d'accumulateur), compressée, orientée et indépendante des notations.

✓ La ligne est analogique. En effet, elle présente un rapport analogique avec la numérosité représentée. Les nombres sont codés sous forme de quantités continues sur le continuum. L'argument allant dans ce sens est l'effet de distance que l'on retrouve lors de comparaisons numériques : plus deux nombres sont éloignés l'un de l'autre, plus le temps de comparaison sera court. On suppose que deux nombres éloignés l'un de l'autre possèdent des pics d'activation bien distincts, tandis que s'ils sont proches, les pics se rapprochent ce qui diminue leur discrimination.

L'effet de taille quant à lui sera interprété comme le résultat d'un codage obéissant à une fonction logarithmique : l'espace entre les nombres diminue à mesure de l'accroissement de leur taille.

L'étendue de cette ligne est une question qui ne possède pas encore de réponse claire.

✓ La ligne est compressée. En effet loin d'être objective comme on pourrait s'y attendre pour les grandeurs physiques, la ligne est subjectivement compressée pour les grands

nombres. Il semble qu'à l'une des extrémités, les grands nombres paraissent moins distants les uns des autres que les petits nombres situés à l'autre extrémité. C'est cette relation non linéaire entre continuum physique et continuum subjectif qui est exprimé par la loi de Weber-Fechner, c'est-à-dire que les représentations des nombres de plus en plus grands deviennent de plus en plus imprécises.

- ✓ La ligne est orientée de gauche à droite. Ceci représente un autre aspect subjectif de la ligne, il existerait une association naturelle entre la réponse « plus grand » et le côté droit et la réponse « plus petit » et le côté gauche.
- ✓ La ligne est indépendante des notations, en effet, elle fait abstraction de la notation arabe ou verbale, que l'on utilise. Les performances dans différentes tâches numériques sont similaires quelle que soit la notation présentée.

D'après l'auteur, quand un sujet réalise une tâche qui nécessite une représentation des quantités (comme lors de comparaison de nombres) il ne peut le faire qu'en activant sa ligne numérique.

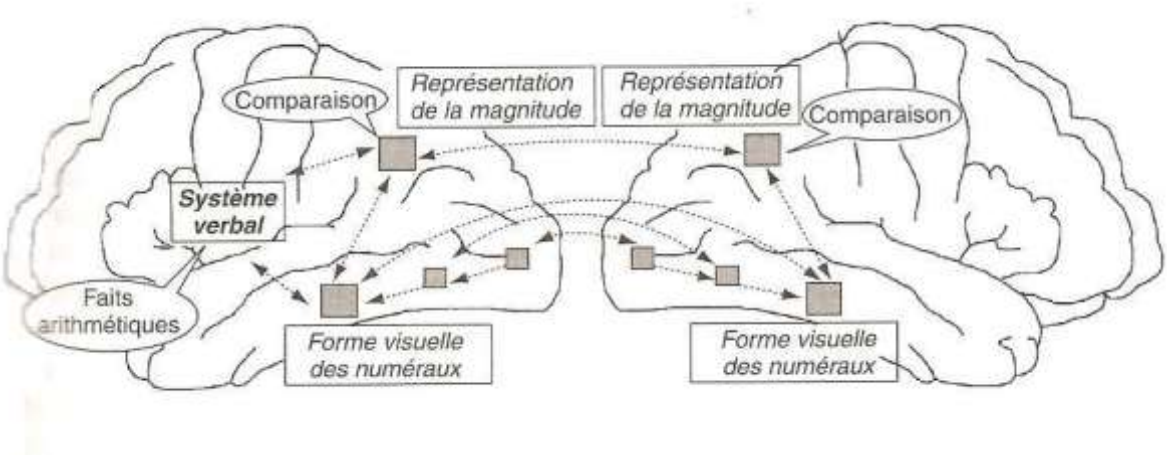
Il existe des connexions directes entre les trois types de représentation. Ceci a comme conséquence que les numéraux arabes et verbaux peuvent donner un accès direct à la magnitude ou encore qu'ils peuvent être en relation sans passer par la représentation sémantique de la numérosité.

Suite à une analyse linguistique, il est apparu qu'un transcodage asémantique était en théorie possible entre notation arabe et verbale mais la question d'une médiation sémantique est controversée. Actuellement, il semblerait que la voie asémantique soit lente en comparaison avec la voie sémantique, elle ne serait empruntée de façon prioritaire qu'en cas de lésion de la voie sémantique.

En définitive, ce modèle propose à-côté d'une représentation sémantique analogique un ensemble de manipulations des représentations internes ne nécessitant pas l'activation des représentations sémantiques.

Sur le plan anatomique, ce modèle possède donc un substrat cérébral. En effet, grâce aux données de neuro-imagerie fonctionnelle, il apparaît que la représentation visuelle est traitée par l'hémisphère gauche (majoritairement) et droit dans des aires occipito-temporales. La représentation analogique, également traitée par les deux hémisphères serait gérée par la

partie inférieure des cortex pariétaux (dans les sillons intrapariétaux en particulier), ces deux représentations possédant des connexions interhémisphériques via le corps calleux. Enfin, la représentation verbale est latéralisée dans l'hémisphère dominant dans les aires périsylviennes. Des connexions entre les trois représentations existent au sein de chaque hémisphère.



Propositions d'implantation anatomique des trois principales représentations numériques sur des vues de surface des hémisphères gauche et droit.

B Bases neurales des activités numériques.

Introduction

Une grande partie d'adultes scolarisés peuvent réaliser des tâches numériques assez facilement. De nombreuses études ont montré que des capacités numériques étaient présentes chez le nouveau-né comme chez certaines espèces animales. Cela donne à penser qu'il existe dans notre cerveau une ou plusieurs structures dédiées aux traitements numériques. La définition même du syndrome acalculique indiquant qu'il s'agit d'une incapacité suite à une lésion neurologique défend l'idée que certaines régions cérébrales concernent le traitement numérique.

Les tentatives localisationnistes du début du XX^{ème} siècle ont rapidement abandonné l'idée d'un « centre du calcul » unique, en effet, les troubles acalculiques des patients pouvaient survenir à la suite de lésions cérébrales diverses.

Des études ultérieures ont montré les effets dévastateurs de lésions postérieures gauches dans le traitement numérique ainsi que ceux, dans une moindre mesure, des lésions postérieures droites, des atteintes d'aires frontales ou sous-corticales (Dehaene et Cohen[20], Kahn et Whitaker[21]).

Cependant les aires anatomiques et le rôle précis de ces dernières restaient relativement imprécis. C'est l'utilisation des nouvelles techniques d'imagerie cérébrale, en particulier la tomographie par émission de positons (TEP) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), qui a permis une réelle intégration anatomo-fonctionnelle du traitement numérique.

Les cas d'acalculie les plus fréquents surviennent dans le cas de lésions du carrefour occipito-temporo-pariétal.

Le lobe pariétal, en particulier, est souvent impliqué dans de tels syndromes. Voici une brève présentation de son anatomie.

[20] Dehaene, S. et Cohen, L. (1995)
[21] Kahn, H. et Whitaker, H. (1991)

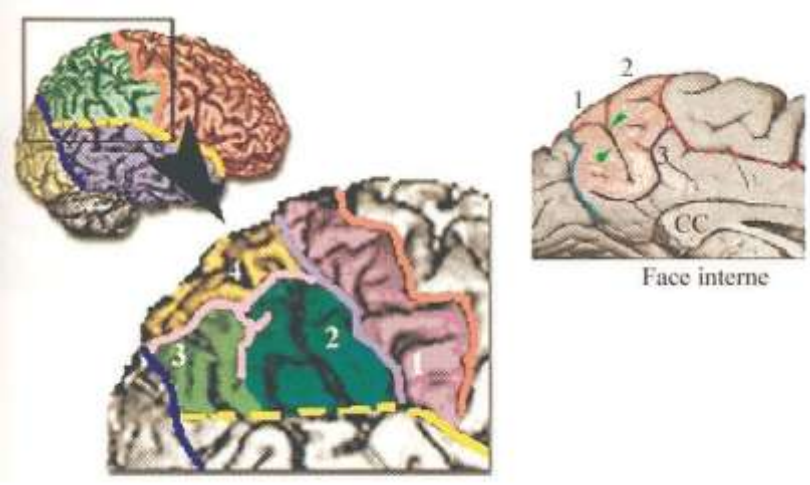
I Présentation du lobe pariétal :

Le lobe pariétal est limité en avant par le sillon de Rolando (en orangé). La limite inférieure correspond à la prolongation horizontale de la scissure de Sylvius (pointillés jaunes), enfin la limite postérieure correspond à la projection sur la face externe du sillon occipito-pariétal (en bleu).

La face externe du lobe possède deux sillons constants que sont le sillon postcentral (en mauve) et le sillon intrapariétal (en rosé). Ce dernier possède une ramification descendante : le sillon intermédiaire de Jensen.

Ces sillons déterminent différentes régions que sont le gyrus postcentral (1), le gyrus supramarginal (2), le gyrus angulaire (3) (ces deux derniers gyri formant le lobule pariétal inférieur) et le gyrus pariétal supérieur (4).

Les limites du lobe interne correspondent au sillon pariéto-occipital interne (1, figure face interne), au sillon callosso-marginal (2) et au sillon sous-pariétal (3). Le sillon pariétal transverse sépare le précunéus (unique région pariétale interne délimitée par les trois sillons pré-cités) en deux circonvolutions.



Anatomie corticale des faces interne et externe du lobe pariétal (d'après Petit, 2002).

Les nouvelles techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle ont permis de spécifier le modèle du triple code de Dehaene sur le plan neuro-anatomique. Les représentations visuelles et analogiques sont traitées dans les hémisphères gauche et droit respectivement dans des aires occipito-temporales proches de la voie visuelle ventrale, (celle-ci intervient dans la reconnaissance et l'identification des objets) et dans la partie inférieure des lobes pariétaux.

Il existe de plus des connexions inter-hémisphériques entre ces aires via le corps calleux. Enfin le traitement verbal est localisé dans l'hémisphère gauche (ou dominant) dans les aires périsylviennes classiquement associées aux aires du langage. Des connexions entre ces différentes représentations existent au sein de chaque hémisphère.

Ces récentes techniques de neuro-imagerie fonctionnelle ont aussi permis de tester certaines hypothèses concernant le fonctionnement cérébral. Celles-ci concernent trois grands domaines que sont le traitement de la magnitude numérique, la récupération des faits arithmétiques et le calcul mental. Voici un bref aperçu des nouvelles connaissances concernant ce domaine.

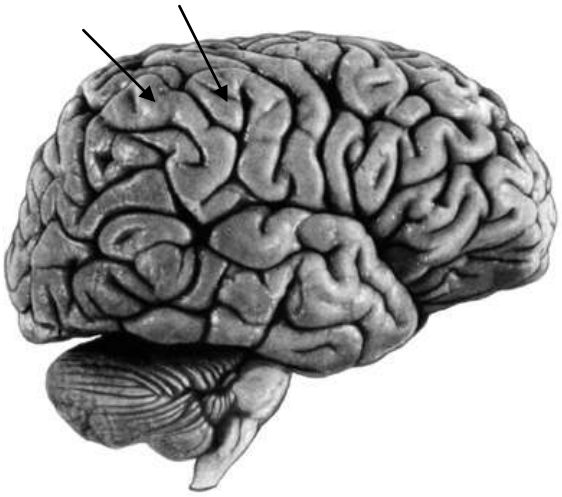
II Le traitement de la magnitude numérique :

Pour affirmer que 5 est plus petit que 7, il nous faut accéder à la signification de ces nombres, dégager leur magnitude numérique et réaliser la comparaison. En effet, rien dans les traits physiques de ces deux chiffres ne peut nous permettre de faire une telle affirmation.

II.1 Données neuropsychologiques et lésionnelles :

Les cas de patients incapables d'accéder à la signification des nombres sont rares dès lors que les mécanismes de compréhension des formes numériques sont préservés. On rapporte pourtant le cas du patient MAR (Dehaene et Cohen, 1997)[22], rare cas de patient présentant des difficultés dans le traitement des quantités numériques. Le patient a été victime d'un AVC du lobule pariétal inférieur droit (gyrus supramarginal et partie antérieure du gyrus angulaire essentiellement).

[22] Dehaene, S. et Cohen, L. (1997).



Localisations des lésions du patient MAR.

Le patient étant gaucher, l'hémisphère droit peut être considéré comme l'hémisphère dominant. MAR, capable de lire et d'écrire les nombres en chiffres arabes, présentait de grosses difficultés dans la réalisation de tâches faisant appel au traitement de la magnitude numérique : comparaison de nombres, jugement de proximité numérique (dire que 4 est plus près de 5 que de 9)… De plus ses difficultés n'intéressaient que le domaine du nombre, le patient étant capable de réaliser des bissections d'intervalles dans des contextes non numériques (par exemple, dire quelle lettre vient entre A et C, quel jour se situe « au milieu de l'intervalle lundi, vendredi »…).

II.2 Données de neuro-imagerie :

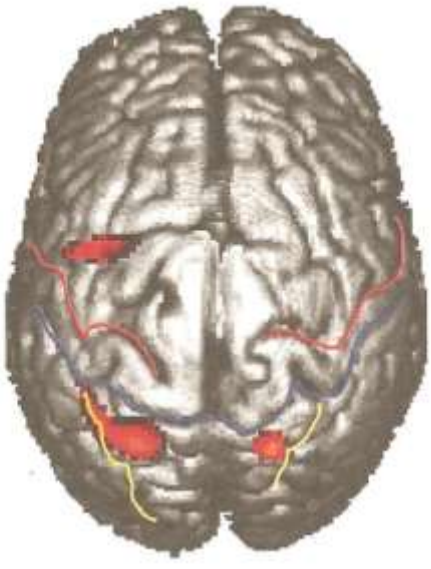
Pour localiser le traitement sémantique des quantités numériques, la tâche utilisée dans les études d'activation cérébrale est la comparaison de nombres. Outre des activations situées bilatéralement dans les aires occipitales traduisant certainement des traitements visuels de base plus importants appliqués aux stimuli, la tâche de comparaison implique essentiellement le cortex pariétal, on relève quelques foyers d'activations dans le gyrus supramarginal et le gyrus angulaire mais les foyers principaux se situent dans le sillon intrapariétal (Chochon et *al* (1999)[23], Dehaene et *al* (1996)[24]). On pense aujourd'hui que c'est la signification même des

[23] Chochon, L. et *al* (1999)
[24] Dehaene, S. et *al* (1996)

nombres qui est représentée à ce niveau. L'activation est bilatérale et prédomine dans l'un ou l'autre des hémisphères selon la tâche de référence utilisée.

D'autres foyers d'activation sont également observés. Dans le cortex frontal le foyer le plus robuste se situe au niveau du gyrus précentral gauche, d'autres foyers sont observés bilatéralement dans l'aire motrice supplémentaire, plus rarement dans les gyri frontaux inférieurs et dorso-latéraux. Le lobe temporal n'apparaît que très rarement activé de même que les structures sous-corticales telles que les ganglions de la base.

On peut noter que deux études (Fias, Dupont et *al* (2002)[25] et Fias, Lammertyn et *al* (2003)[26]) concernant le traitement de la magnitude non numérique -ce qui renvoie aux capacités de quantification de quantités discrètes et aux capacités de traitement des quantités continues- suggèrent qu'un même mécanisme existe pour traiter les grandeurs numériques ou les grandeurs physiques (comparaisons de longueurs…). On observe en effet ici aussi des activations du sillon intrapariétal gauche.



Un exemple d'activation TEP[27] typiquement observée durant la tâche de comparaison de nombres. On a soustrait ici à la tâche de comparaison de nombres une tâche de jugement d'orientation sur des caractères non numériques. Les foyers bilatéraux correspondent au sillon

[25] Fias, W., Dupont, P. et *al* (2002)
[26] Fias,W., Lammertyn et *al* (2003).
[27] Voir lexique.

intrapariétal (jaune), celui antérieur gauche au gyrus précentral (en avant du sillon de Rolando qui est en rouge). On note l'asymétrie importante de l'activation intrapariétale en faveur de l'hémisphère gauche. D'après Pesenti et *al.* (2000), cités dans le texte.

Le traitement des quantités numériques met donc en jeu essentiellement le sillon intrapariétal gauche (ainsi que le droit dans une moindre mesure) et le gyrus précentral gauche.

III La récupération des faits arithmétiques :

Il est généralement admis que les réponses à des problèmes ne nécessitant pas de calcul proprement dit sont stockées sous forme de connaissances déclaratives en mémoire à long terme dans des réseaux associatifs ou des structures associatives reflétant les forces d'association entre un problème, sa réponse correcte et ses réponses concurrentes.

Il faut noter qu'il existe un désaccord concernant la nature de ce stockage en mémoire déclarative, certains proposent un format abstrait (modèle de Mc Closkey) pendant que d'autres suggèrent un stockage préféré pour chaque individu (thèse de Campbell et Clark), d'autres enfin, défendent l'idée d'un codage des faits arithmétiques sous forme d'associations verbales (les faits arithmétiques ayant été appris durant l'enfance sous la forme de comptines ou de récitations verbales (une fois deux, deux…)).

Si on se base sur cette dernière hypothèse (proposée par Dehaene dès 1992 et reprise en 1995 par Cohen et lui-même), la résolution de problèmes présentés en chiffres arabes ne serait possible que grâce à la mise en œuvre de processus verbaux afin de recoder le problème et récupérer la réponse verbalement.

La récupération de ces faits arithmétiques engagerait donc des aires cérébrales impliquées dans le langage telles que les régions périsylviennes de l'hémisphère gauche (gyrus frontal inférieur et partie postérieure des gyri temporaux supérieur et moyen respectivement aires de Broca et de Wernicke) ainsi que des structures sous-corticales telles que les ganglions de la base et les noyaux thalamiques. Ces derniers intervenant dans la récupération en mémoire d'associations ou de suites apprises par cœur.

III.1 Données neuropsychologiques et lésionnelles :

De nombreuses études ont montré des liens chez des patients cérébrolésés entre troubles du langage et troubles du rappel de faits arithmétiques, en cas de lésions corticales et sous-corticales.

Une étude récente (Delazer et *al*, 1999[28]) montre en effet que parmi trois groupes de patients ce sont ceux atteints d'une amnésie qui avaient les meilleures performances dans des tâches de récupération de faits arithmétiques. Venaient ensuite les patients souffrant d'aphasies de Broca ou de Wernicke puis les patients atteints d'aphasie globale. De plus, l'addition s'est révélée moins atteinte pour tous les groupes que la soustraction et la multiplication. Ainsi, toutes les opérations ne feraient pas appel aux mêmes stratégies de résolution verbale.

En ce qui concerne les écarts de performances constatés selon les opérations, deux hypothèses sont proposées :

-il existerait des réseaux distincts en mémoire pour chaque opération qui pourront être atteints de façon sélective,

-il existe différents niveaux de traitement pour ces quatre opérations, chacun de ces niveaux pouvant être atteint de façon isolée.

Le cas BOO (Dehaene et Cohen, 1997) présente un profil inverse au patient précédemment décrit. Présentant une aphasie et une acalculie suite à une lésion capsulo-lenticulaire gauche, la patiente a des difficultés à se rappeler les faits arithmétiques, ses connaissances des quantités numériques étant pourtant préservées. La patiente ayant également des difficultés à restituer des séries automatiques (alphabet…), cela montre que les difficultés s'étendent en dehors du domaine numérique.

Ces études vont dans le sens d'un lien étroit entre régions cérébrales du langage et celles de la récupération de faits arithmétiques. Il faut néanmoins indiquer que d'autres résultats s'accordent moins bien à cette hypothèse. Certains patients peuvent montrer des déficits de rappel de faits arithmétiques sans trouble du langage, et inversement notamment dans le cadre de lésions pariétales gauches.

[28] Delazer, M. et *al*. (1999).

III.2 Données de neuro-imagerie :

Les études d'activations cérébrales permettent de distinguer des fonctionnements différents selon l'opération concernée alors que les données neuropsychologiques seules ne permettent pas de se prononcer de façon définitive dans la contribution des processus verbaux et de leurs corrélats anatomiques concernant le rappel de faits arithmétiques.

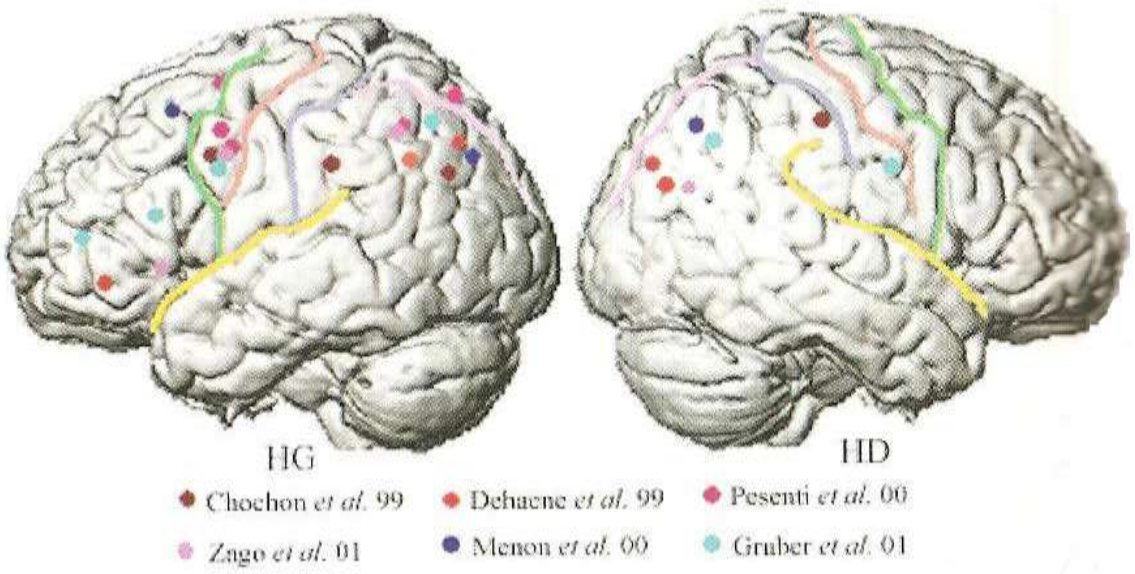
III.2.a La multiplication :

La récupération des faits multiplicatifs impliquerait essentiellement les cortex pariétaux et frontaux. Dans le cortex pariétal, les activations les plus importantes sont observées bilatéralement dans le sillon intrapariétal et les lobules pariétaux supérieur et inférieur avec, selon la condition de référence une prédominance pour la gauche. Dans le cortex frontal, le gyrus précentral semble être activé dans la plupart des études, une activation bilatérale à la jonction des gyri frontaux inférieur et moyen peut aussi être détectée. Les aires périsylviennes classiques du langage ne semblent pas activées[29].

III.2.b L'addition:

La récupération des faits additifs implique essentiellement les cortex pariétaux et frontaux. Dans le cortex pariétal, les activations principales sont observées dans le sillon intrapariétal et le lobule pariétal supérieur gauche et dans le gyrus angulaire gauche (ou droit selon la condition de référence). Dans le cortex frontal sont observés des foyers d'activation dans l'hémisphère gauche dans le gyrus précentral (et selon l'étude le gyrus frontal inférieur ou moyen). Les aires périsylviennes ne semblant pas activées[30].

[29] Chochon, F. et al (1999).
[30] Pesenti,M. et al, 2000



Activations cérébrales observées en rappel de faits arithmétiques (multiplications et additions) projetées sur un cerveau moyen de référence. Les activations concernent essentiellement l'hémisphère gauche, au niveau du gyrus précentral à la jonction du sillon frontal inférieur et, dans le cortex pariétal, au niveau du gyrus angulaire s'étendant vers le sillon intrapariétal (rose : sillons intrapariétaux, bleu clair : sillons postcentraux, orange : sillons centraux ou de Rolando, vert : sillon précentraux, jaune : scissure de Sylvius.)

III.2.c La soustraction :

La soustraction fait intervenir les cortex pariétaux et frontaux de façon bilatérale. Au niveau pariétal, des activations sont observées dans les sillons intrapariétaux, au niveau frontal, les activations sont observées dans le gyrus précentral gauche, dans les gyri frontaux inférieurs et moyens droits et gauches et dans le gyrus dorsolatéral et le cortex cingulaire antérieur droits[31].

En résumé, les résultats convergent donc vers l'implication du cortex pariétal (sillon intrapariétal et gyrus angulaire essentiellement) quelle que soit l'opération considérée. Les activations montrent une nette latéralisation hémisphérique gauche bien qu'une implication de l'hémisphère droit soit observée pour les gyri angulaire et précentral. Le sillon intrapariétal

[31] Chochon, F. et al, 1999

droit pouvant être particulièrement activé lors de résolution de soustractions, mais ce résultat demande à être confirmé.

Des régions plus antérieures sont aussi activées (partie antérieure du gyrus frontal inférieur gauche, jonctions droite et gauche des gyri frontaux moyens et inférieurs et l'insula gauche) mais leur rôle précis reste encore à spécifier.

Enfin, en ce qui concerne l'hypothèse d'un codage verbal des faits arithmétiques, la majorité des études montre que la récupération de tels faits n'implique pas les aires périsylviennes du langage qui sont même dans un certain nombre de cas désactivées.

IV Le calcul mental

Sur le plan comportemental, quand on compare le calcul mental à la récupération des faits arithmétiques, on observe une augmentation du nombre d'erreurs ainsi que des temps de latence pour fournir les réponses. L'augmentation du temps de latence dépend du niveau d'anxiété du patient, de son niveau de connaissances et de la complexité du problème à résoudre.

La résolution de problèmes plus complexes (tels que la résolution d'une multiplication de deux nombres à deux chiffres) nécessite de nombreuses compétences : le traitement visuel du stimulus, l'accès aux représentations sémantiques des nombres et des opérateurs, le rappel en mémoire de faits arithmétiques et l'application des procédures de calcul. Tout cela faisant intervenir de manière importante la mémoire de travail.

Un débat existe autour de la nature de la mémoire de travail mise en jeu dans la résolution de calculs complexes. Dans les paradigmes de double tâche[32], les performances sont beaucoup plus perturbées par une tâche concurrente de nature verbale qu'une tâche de nature visuo-spatiale quand les problèmes sont présentés sous forme auditive. Dans la modalité visuelle, les performances sont affectées par les deux tâches.

Ces résultats suggèrent l'implication majeure de la mémoire de travail verbale dans la résolution de calculs complexes (maintien des résultats intermédiaires ou quand les problèmes sont présentés auditivement). La mémoire de travail visuo-spatiale entrerait aussi en jeu mais son rôle n'est pas encore clairement défini.

[32] Voir lexique.

IV. 1 Données neuropsychologiques et lésionnelles

On rapporte[33] l'existence de trois patients (non aphasiques) qui présentaient un déficit de calcul à plusieurs chiffres avec des habiletés numériques de bases conservées (comparaison, écriture et lecture de nombres...) suite à des lésions situées autour du sillon intrapariétal et du gyrus supramarginal gauches. Les auteurs expliquent ces résultats par un déficit de la mémoire de travail sans en préciser le type.

L'étude de Butterworth et de ses collaborateurs[34] laisse à penser qu'il existerait une mémoire de travail dédiée au traitement numérique. Ils présentent en effet un patient ayant une lésion temporo-pariétale gauche qui possède des capacités de calcul à plusieurs chiffres avec des déficits de mémoire de travail verbale, ce qui indique que le calcul complexe ne repose pas entièrement sur ce type de mémoire de travail.

Alors que les premières études suggèrent une implication marquée de la composante verbale de la mémoire de travail, les données de neuropsychologie montrent une certaine indépendance entre le système verbal de la mémoire de travail et la résolution de calculs complexes.

IV.2 Données de neuro-imagerie :

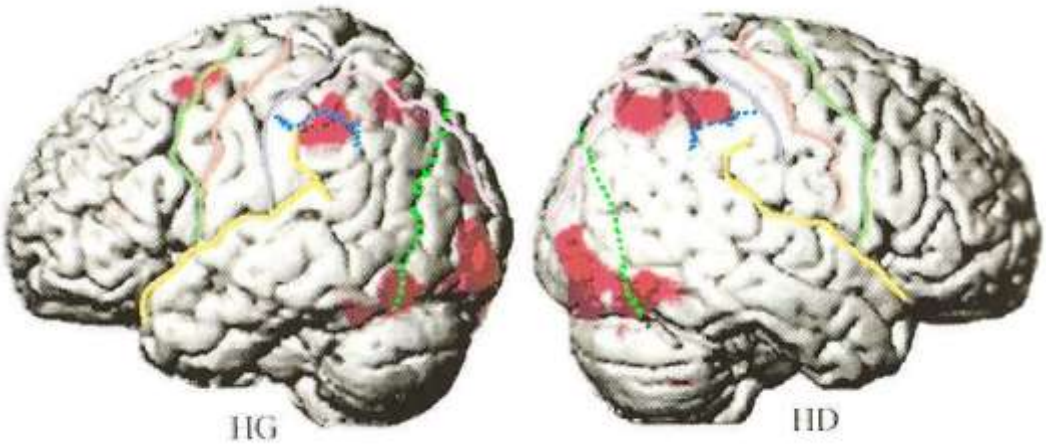
Le calcul mental simple a été étudié lors d'une série d'études en IRMf [35] grâce à des soustractions sérielles (par exemple soustraire successivement un nombre à deux chiffres d'un nombre à trois chiffres « 500-13=…-13=… »). En comparaison avec des tâches de comptage, des activations ont été repérées dans le cortex préfrontal dorsolatéral, le cortex prémoteur et l'aire de Broca dans l'hémisphère gauche et de façon bilatérale dans le cortex pariétal et à la jonction du lobule pariétal supérieur du gyrus angulaire.

Les études portant sur le calcul mental simple ne permettent pas forcément de distinguer les mécanismes de mémoire de travail impliqués dans le calcul ni de déterminer la nature de la mémoire de travail mise à l'œuvre dans la résolution d'un calcul mental. C'est pourquoi, il a été comparé des problèmes complexes nécessitant une résolution algorithmique avec des faits arithmétiques récupérés en mémoire[36]. Il ressort de cette étude que le calcul

[33] Takayama et al, 1994.
[34] Butterworth, B. et al. 1996.
[35] Burbaud et al. 1999.
[36] Zago et al. 2001.

complexe fait intervenir essentiellement les aires postérieures (lobes pariétaux et occipitaux) dans les deux hémisphères et des aires frontales uniquement à gauche. Des activations sont en effet mises en évidence dans le sillon frontal supérieur gauche, le gyrus supramarginal gauche et la jonction occipito-temporale bilatérale. A noter que l'on observe régulièrement des activations au sein du sillon frontal supérieur gauche dans les études sur la mémoire de travail visuo-spatiale, cette région pourrait donc être une zone de maintien en mémoire visuo-spatiale. Le gyrus supramarginal intervient dans le maintien d'items en mémoire de travail. Enfin la région de la jonction occipito-temporale interviendrait dans la reconnaissance de nombres complexes (plus complexes que dans les exercices de récupération de faits arithmétiques) ainsi que dans la génération d'images mentales utilisées pour opérer sur de tels nombres.

Cette étude montre donc que la mémoire de travail impliquée dans la résolution de calcul complexe est de nature visuo-spatiale.



Activations pendant la résolution mentale de calculs complexes (23x15 par exemple) par rapport à la récupération de multiplications (2x4 par exemple). On note l'activation en bas de la voie ventrale impliquée dans la création de l'image mentale du calcul et des résultats intermédiaires. En haut et en arrière, on voit l'activation du réseau de mémoire visuo-spatial qui est constitué d'une aire frontale à la jonction du sillon précentral (en vert) dans l'hémisphère gauche et d'aires pariétales bilatérales situées en dessous du sillon intrapariétal (en rose). (Pointillés bleus : limite supérieure du gyrus supramarginal, pointillés vert : limite antérieure du lobe occipital). (D'après Zazo et *al*, 2001).

Une seconde étude[37] visant à différencier les aires pariétales dévolues à la mémoire de travail visuo-spatiale des régions plus spécifiques au calcul complexe a montré que les régions pariétales inférieures gauches (comprenant les gyri supramarginal et angulaire) ainsi que le précunéus gauche sont beaucoup plus activés lors de tâches de calcul complexe que lors d'une tâche de mémoire de travail visuo-spatiale. Les régions pariétales supérieures et postérieures de mémoire de travail et d'attention visuo-spatiale sont elles activées lors des deux tâches. Cette étude met donc en évidence le rôle prépondérant des régions pariétales inférieures dans le calcul complexe tout en renforçant l'hypothèse de l'implication de la mémoire de travail visuo-spatiale dans cette même tâche.

Le calcul mental simple semble donc activer le cortex pariétal de façon bilatérale (sillon intrapariétal et gyrus angulaire) ainsi que le cortex frontal gauche (gyrus précentral et gyri frontaux inférieur et moyen). Les études concernant le calcul complexe ont montré que les nombres étaient maintenus et manipulés sous forme d'informations de nature visuo-spatiale. On observe en plus d'une activation dans les régions pariétales inférieures des activations dans la partie supérieure du cortex pariétal ainsi qu'au niveau du sillon frontal supérieur gauche.

En conclusion, il ressort que le réseau pariéto-prémoteur constitué par le sillon intrapariétal et par le gyrus précentral est activé dans toutes les tâches de calcul mental. Il existe un consensus à propos du fait que les sillons intrapariétaux entrent dans la représentation et le traitement des données numériques.

Néanmoins, la notion d'une spécificité numérique de ce traitement fait débat.

Trois hypothèses s'affrontent à ce sujet :

-la première voit l'implication du cortex pariétal dans le traitement des magnitudes numériques approximatives dans des aires qui leur sont dédiées comme une implication innée,

-deuxièmement, l'activation pourrait venir de traitements numériques dérivés de traitement visuo-spatiaux provenant d'aires avoisinantes,

-enfin, cela peut traduire des traitements numériques basés sur un réseau de coordination manuelle provenant de la manipulation et du comptage sur les doigts (le cortex pariétal faisant partie du circuit contrôlant les mouvements des doigts et la forme des mains).

[37] Zago et al. 2002.

C Les outils d'évaluations des habiletés numériques

Il n'existe que peu de batteries permettant d'évaluer les capacités numériques chez les patients cérébrolésés. De plus, certaines épreuves utilisant des items numériques ont pour but non pas de tester des compétences numériques mais plutôt d'apprécier un élément du système cognitif relevant d'un autre domaine que du calcul. Par exemple la mémoire de travail grâce à un empan mnésique numérique. Voici une liste non exhaustive des différentes batteries en rapport avec le domaine numérique.

Lors de la période anatomo-clinique on peut citer deux examens concernant les aptitudes numériques :

- ✓ Hécaen et Ajurriaguerra proposent en 1964 un examen étudiant différents aspects de la manipulation du nombre et du calcul (lecture et écriture de nombres, reproduction de structures rythmiques, résolution de problèmes arithmétiques…).

- ✓ Luria et Tsvetkova (1967) proposent un protocole composé de 8 problèmes arithmétiques à des patients cérébrolésés afin d'apprécier les difficultés qu'ils peuvent avoir dans les différents aspects de l'activité cognitive de résolution de problèmes.

Des batteries n'ayant pas pour objet spécifique l'évaluation des capacités numériques réservent néanmoins certaines épreuves à ce domaine. Nous pouvons citer :

- ✓ Le BDAE (Boston Diagnostic Aphasia Examination, 1981) contient ainsi des items numériques : compter jusqu'à 20, désignation de nombres, lecture de nombres, répétition, dénomination de nombres à l'oral et à l'écrit, écriture des chiffres de 1 à 10 et de nombres sous dictée. Les différentes épreuves testent les facultés de compréhension et de production des nombres à la fois dans le code verbal et le code arabe. De plus, cette batterie propose différentes modalités possibles. Les entrées peuvent être auditive ou visuelle ; au niveau de la sortie, le patient doit tantôt répondre par écrit, tantôt par oral ou encore en désignant.

✓ Le MT 86 (Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie, 1992) propose dans l'épreuve des automatismes langagiers un comptage de 1 à 10, une épreuve de lecture de nombres ainsi qu'une épreuve de répétition de nombres.

✓ La WAIS-III (Wechsler, 2000) propose également certains items en rapport avec le nombre : résolution de problèmes arithmétiques et mémorisation de chiffres (empans endroits et envers en particulier).

Néanmoins ces bilans ne permettent pas de tester l'ensemble des activités numériques.

La démarche multi-tâches vise à dresser un profil de performances du patient dans un ensemble d'épreuves choisies. Dans cet objectif, nous pouvons citer :

✓ La batterie EC301 de Deloche et coll., (1989 puis révisée en 1991[38]), a été élaborée dans l'objectif de détecter l'existence de difficultés dans des tâches numériques et arithmétiques.

Cette batterie comporte 13 tâches réparties en 31 épreuves. Certaines tâches recouvrant une composante langagière (compter à haute voix, lire ou écrire des nombres en mots…), d'autres une composante perceptive ou spatiale (comptage du nombre d'éléments structurés différemment dans l'espace). Cette batterie teste également l'accès aux représentations sémantiques des nombres ainsi que le calcul proprement dit (résultats de tables d'opérations).

Il est intéressant de noter que cette batterie n'a pas été construite autour d'un modèle choisi comme référence. Elle a été standardisée auprès de 180 témoins en fonction des critères d'âge, de sexe et de niveau socio-culturel et n'est plus éditée actuellement.

✓ Le Test Lillois de Calcul (TLC2) (élaboré et normalisé par Pavy et San Filippo en 2001 puis repris par Bout-Forestier et Depoorter en 2004 pour la suite de la normalisation et un début de validation) propose une évaluation très complète des performances dans le traitement des nombres et le calcul. Cette batterie (qui ne repose pas non plus sur un modèle unique considéré comme référence) propose 11 épreuves subdivisées en 29 sous-épreuves différentes. Elles abordent les thèmes suivants : décision lexicale[39], appariement, transcodage, comptage, compréhension de la grandeur, complétion d'opérations, jugement de

[38] Deloche,G. et Seron ,X. (1991)
[39] Voir lexique

grammaticalité[40], calcul, résolution de problèmes, connaissances numériques, utilisation écologique du nombre. Si l'évaluation des connaissances numériques encyclopédiques et de l'utilisation écologique du nombre représente une nouveauté dans ce bilan, la place qui leur est dédiée est très restreinte. De plus, il n'existe pas de normalisation pour l'épreuve d'utilisation écologique.

D'un point de vue écologique, l'intérêt d'une évaluation réside dans l'appréciation des capacités des patients en situation de la vie quotidienne. Il s'agit souvent de questionnaires proposés aux patients et à leur entourage plutôt que de véritables observations dans la vie réelle.

✓ L'Echelle de Communication Verbale de Bordeaux (Darrigrand, Mazaux, 2000) s'inscrit dans cette démarche. L'échelle comporte 7 grands domaines dans lesquels certaines questions concernent la manipulation numérique ou le calcul.

✓ L'échelle IADL (Instrumental Activities of Daily Living, Lawton et Brody, 1969) évalue également certaines capacités en situation écologique. Les thèmes abordés sont les suivants : utiliser le téléphone, faire des courses, préparer des repas, faire le ménage, faire la lessive, utiliser les transports, prendre des médicaments, gérer ses finances et récemment a été introduit l'item « bricolage et entretien de la maison ».

✓ La BENQ-R (Batterie d'Evaluation des Nombres au Quotidien Révisée, Breille et Giard, 2007), reprise de la BENQ (Chouchane et Arnaud-Vidal, 1995) elle-même version augmentée de l'EMNS (Evaluation des capacités de Manipulation des Nombres en Situation, Krayem et Lefoll,1993). Cette batterie a été constituée dans l'objectif d'évaluer les capacités des adultes cérébrolésés à manipuler les données numériques de la vie quotidienne à partir d'épreuves simulant les situations les plus couramment rencontrées. Elle permet d'apprécier le retentissement de ces troubles chez le sujet ainsi que le degré d'autonomie face à de telles situations. Elle a fait l'objet d'une normalisation auprès de 82 personnes mais la version révisée n'a pas été validée ni publiée. Elle contient 11 épreuves que nous détaillerons plus loin lorsque nous expliquerons les raisons du choix de ce bilan pour la réalisation de ce mémoire.

[40] Voir lexique

Il existe également des batteries qui ont fait l'objet de mémoires d'orthophonie.

✓ Un bilan s'intéressant à la manipulation de la monnaie chez les patients aphasique a été mis au point en 2005 mais n'a pas été édité (Maslo, Sauve, 2005). Ce bilan se compose de 9 épreuves reprenant les différentes tâches susceptibles d'être mises en œuvre en situation d'achat.

✓ Un autre bilan a été créé en 2005 par Godo et Maricic. Cette batterie se compose d'une partie intitulée « pré-requis » qui a pour objet d'évaluer les performances des patients au préalable dans les domaines suivants : mémoire à court terme, reconnaissance de nombres en écriture arabe ou en lettres, reconnaissance des opérateurs, dictées de nombres élémentaires, décisions lexicale et grammaticale. La seconde partie « tâches écologiques » propose plusieurs tests regroupés en 5 grands domaines : remplir un chèque, horaires de bus, retrouver une page dans un livre, résolution de problème et la dernière épreuve évalue la disponibilité des nombres sémantisés et des connaissances numériques. L'un des intérêts principaux de ce bilan est que chaque épreuve s'appuie sur une ou plusieurs notions théoriques précises et explicitées. L'une des limites est qu'il n'a pas fait l'objet d'une normalisation ni d'une validation.

D Les tentatives de rééducation dans le domaine du nombre .

Introduction

L'importance des habiletés numériques au quotidien est sans doute sous-estimée par la majorité des adultes scolarisés. En effet, s'agissant de processus surappris et automatiques, on ne mesure pas réellement la fréquence à laquelle nous sommes confrontés aux stimuli numériques jour après jour.

En réalité, le nombre est partout : un rendez-vous à prévoir, des coordonnées à noter ou à transmettre, faire des courses, manipuler la monnaie, ordonner des objets dans notre environnement, réaliser des calculs…

Véritable système codifié, chacun se doit de maîtriser ce code pour être autonome dans sa vie quotidienne.

Néanmoins si pour une raison ou une autre un individu est privé de ces habiletés, il mesure pleinement l'ampleur des difficultés auxquelles il doit faire face dans l'accomplissement des tâches quotidiennes. En effet, les habiletés numériques sont très sensibles aux lésions cérébrales : des troubles de la manipulation des nombres et du calcul sont présents dans 10% des lésions hémisphériques gauches (Jackson et Warrington, 1986).

De nombreuses études de cas (dont certaines ont été présentées précédemment) ont montré que le traitement numérique et le calcul sont des fonctions complexes à plusieurs composants dont chacun peut être altéré isolément. Des patients « acalculiques » peuvent donc présenter des tableaux cliniques extrêmement variables.

Le point de départ incontournable de toute prise en charge réside dans le fait de poser un diagnostic fonctionnel détaillé basé sur une évaluation théoriquement fondée des compétences du patient dans la manipulation des nombres et du calcul. Ceci a été rendu possible grâce à l'élaboration des modèles cognitifs concernant le nombre.

Cependant, peu de recherches ont été dédiées à l'élaboration de programme de rééducation efficace . Celles-ci sont peu nombreuses d'une part et possèdent un caractère exploratoire d'autre part.

Nous distinguerons ce qui relève de la rééducation des activités de transcodage de ce qui relève du calcul (cela renvoie à la connaissance des faits arithmétiques et des procédures arithmétiques nécessaires à la résolution de calculs complexes.)

I.La rééducation des activités de transcodage.

Les premières tentatives de rééducation ont visé un réapprentissage systématique des règles de transcodage. Ainsi l'équipe de Deloche[41] a proposé une procédure (qui faisait référence à leur modèle asémantique) en 25 séances (à raison de 3 séances par semaine sur deux mois) à un patient aphasique de Broca qui présentait des erreurs d'ordre syntaxique lors de son bilan. Par exemple il transcode « 114 » en « un cent dix quatre ».

On propose au patient plusieurs niveaux. Au premier niveau, il s'agit d'écrire des numéraux verbaux correspondant à des nombres arabes à deux chiffres. Ceci se déroule en trois étapes :

- le transcodage des structures D-U (dizaine, unité),
- le transcodage des dizaines complexes,
- le transcodage des dizaines complexes et des unités.

Au départ il va être en plus proposé au patient de nombreuses aides visuelles : le patient dispose en effet d'un tableau de vocabulaire, d'un espace stimulus et d'un espace réponse (ce qui aide au repérage spatial). Un indice couleur renforce l'aspect visuel de l'exercice, les trois parties droites des tableaux sont en bleu, les trois parties gauches sont en rouge.

Illustration de la procédure de Deloche et al., 1989.

[41] Deloche, G. et al. 1989

Le patient est donc invité à :

- considérer le chiffre de gauche dans l'espace stimulus,
- trouver le nom correspondant dans la colonne rouge de gauche,
- écrire ce nom dans l'espace réponse dans le carré rouge de gauche,
- faire de même pour le chiffre bleu de droite.

Les conditions suivantes consistent en une complexification progressive de l'activité par une diminution des aides : la couleur va disparaître de l'espace réponse puis de l'espace stimulus enfin de l'espace vocabulaire. En effet, dans le premier niveau, la tâche est entièrement réalisable grâce aux indices d'espace et de couleur seuls. On passe ensuite aux niveaux suivants (il y en a 5 en tout) où les items présentés sont de plus en plus complexes sur les plans lexicaux et syntaxiques.

Les résultats de cette étude montrent une diminution sensible du taux d'erreurs et des effets positifs présents lors d'un contrôle 7 mois après la fin de la thérapie.

Une tentative centrée sur l'écriture de numéraux arabes à partir de numéraux verbaux écrits a été proposée à un autre patient. Dans cette étude les résultats furent également significatifs et stables.

Les deux essais reposaient sur les mêmes principes à savoir un programme strict d'exercices, chacun ciblant une règle précise de transcodage, le passage d'un exercice au suivant ne pouvant se faire qu'avec un taux de réussite mesuré à 90%.

En matière de récupération des faits arithmétiques, la méthode de rééducation semble pouvoir prendre deux voies distinctes :

- ✓ une stratégie d'entraînement intensif qui a pour but de rétablir les faits et de ré-automatiser la récupération,
- ✓ permettre l'utilisation de stratégies de récupérations indirectes comme le comptage efficient par exemple (6x4 correspond à 6+6+6+6) ou encore la décomposition de problème (6x4 correspond à 6x3+6).

Cette seconde approche peut induire des façons de faire différentes de celles qui existaient chez le patient à l'état pré-morbide. Néanmoins, dans l'optique où l'on souhaite que le patient

puisse résoudre seul des problèmes, l'objectif semble pouvoir être pleinement atteint par ce biais. De plus, l'utilisation répétée d'approches indirectes peut mener à terme à un réapprentissage automatique des faits arithmétiques.

Une tentative plus récente[42] a permis de comparer deux techniques de rééducation distinctes dans le jugement de grammaticalité de numéraux verbaux. La patiente, qui présentait un déficit au niveau des systèmes de compréhension et de production verbales, a bénéficié de deux stratégies rééducatives.

Pour la première, la patiente devait simplement accepter ou rejeter la séquence de primitives lexicales. Avec la seconde, on lui fournissait une procédure d'apprentissage explicite en terme de lexique et de règles à appliquer, on retrouve également ici le principe d'indices facilitateurs et de complexification progressive.

Les résultats montrent pour les deux techniques une amélioration significative des résultats. Il faut cependant noter que l'entraînement implicite induit des effets plus spécifiques aux items quand l'apprentissage explicite induit des effets aux règles (meilleure généralisation).

De plus, on observe aussi une amélioration d'autres habiletés numériques comme la comparaison de quantité de numéraux verbaux (effet de transferts). Ce dernier résultat fût interprété en faveur d'un système de traitement numérique non-modulaire.

Ces différentes études menées auprès de patients ayant des difficultés numériques ont suivi un plan thérapeutique contrôlé. Ceci a permis de séparer les effets spécifiques et généraux de la rééducation et aussi de valider les cadres théoriques de références.

II. La rééducation du calcul.

La réalisation d'un calcul nécessite de nombreux processus. Elle implique, outre les mécanismes de compréhension et de production des nombres permettant de décoder les éléments du calcul (termes du problème et signes arithmétiques) et de produire la réponse, des processus spécifiques. Ces derniers englobent :

- ✓ la connaissance des faits arithmétiques,

[42] Deloche, G. et al., 1992.

- ✓ les connaissances des procédures de l'arithmétique (comme par exemple les algorithmes à utiliser pour résoudre des opérations avec des nombres à plusieurs chiffres),
- ✓ les connaissances conceptuelles c'est-à-dire, la compréhension des principes qui sous-tendent les faits arithmétiques et les procédures. Par exemple, l'ordre des opérandes dans une multiplication n'est pas pertinent au regard de la loi de commutativité.

Mais le fait que les capacités de calcul nécessitent de nombreux composants n'indiquent pas que tous les individus les maîtrisent de la même façon. Cela peut dépendre du niveau de scolarité, de la profession… La quantité réelle de calculs mémorisés et automatisés semble varier de façon importante d'un individu à l'autre.

Dans le domaine numérique, les variabilités interindividuelles semblent même plus importantes que dans d'autres domaines cognitifs. Les troubles liés au calcul auront par conséquent des effets plus ou moins dramatiques selon l'individu considéré (un comptable, un commerçant…).

Ces différences doivent être prises en compte lors de l'élaboration du programme de rééducation puisque cela peut influencer la motivation et les attentes du patient.

II.1 La rééducation des faits arithmétiques.

La connaissance de l'arithmétique simple est essentielle dans de nombreuses activités de la vie quotidienne, un déficit dans ce domaine peut donc être néfaste à n'importe qui.

Plusieurs études sont rapportées quant à la rééducation de l'arithmétique simple[43].

Elles se basent sur une approche similaire : suite à un bilan où l'on a défini le taux d'erreurs moyen en rappel, on présente des problèmes aux patients. Afin de contrôler si les effets sont spécifiques (c'est-à-dire si les progrès ne concernent que les problèmes entraînés) ou s'il s'agit d'effets non spécifiques (si les progrès s'étendent au-delà des problèmes entraînés) les problèmes sont répartis en différents groupes. On entraîne ensuite le patient et on contrôle ses performances entre chaque période d'entraînement. Des évaluations à différents moments suite à la période d'entraînement sont également effectuées afin d'apprécier la persistance des progrès dans le temps.

[43] Miceli,G. et Capasso,R., 1991.
Hittmair-Delazer,M. et al. 1994.
Girelli,L. et al. 1996.

Généralement les problèmes sont présentés dans les modalités visuelle et auditive simultanément.

Dans l'ensemble des études, on a pu conclure à une amélioration significative des performances pour tous les patients, cette amélioration est durable dans le temps. Les effets concernent principalement les problèmes réentraînés et dans une moindre mesure on a pu observer des phénomènes de généralisation. La connaissance arithmétique simple semble donc sensible à la pratique. Il semble toutefois important de limiter les occasions pour le patient de produire des erreurs car cela peut renforcer les associations erronées entre problème et réponse.

D'autres part, l'utilisation de stratégies de compensation (à condition qu'elle soient suffisamment économiques et qu'elles ne soient pas source d'erreurs) peut faciliter la réacquisition de processus. Ainsi, l'apprentissage de stratégies efficaces peut constituer une première étape dans l'intervention thérapeutique quand les faits arithmétiques sont très compromis. Les patients peuvent tirer profit d'un apprentissage explicite des principes qui sous-tendent l'arithmétique simple (par exemple le principe de commutativité de la multiplication), le principe de décomposition peut permettre de simplifier certains problèmes. Il faut donc viser à ce que le patient puisse s'appuyer sur des faits arithmétiques connus pour résoudre ceux qu'il ne connaît plus. Il faut donc lui permettre de mettre en relation les différents faits arithmétiques pour faciliter l'organisation des connaissances en mémoire et donc faciliter le rappel quand il est nécessaire.

II.2 La rééducation des procédures arithmétiques.

La connaissance des procédures arithmétiques renvoie aux algorithmes nécessaires à la résolution de calculs à plusieurs chiffres. Il est admis que les procédures de chaque opération sont représentées indépendamment en mémoire à long terme[44]. Il est donc courant qu'un patient retienne l'algorithme d'une opération (la soustraction complexe par exemple) en étant devenu incapable de résoudre une autre opération (l'addition complexe par exemple). La résolution d'une opération est une tâche complexe : elle fait intervenir la mémoire à long

[44] Lampl,Y Eshel,Y, Gilad,R et Sarova-Phinhas,I (1994).

terme, elle nécessite une planification séquentielle, un stockage temporaire des résultats intermédiaires et un processus de contrôle[45].

Certaines grandes lignes se dégagent dans ce domaine.

- ✓ Des erreurs systématiques (comme le fait de retrancher systématiquement le plus petit chiffre du plus grand dans une soustraction à plusieurs chiffres) peuvent provenir d'une connaissance erronée ou inexistante de la procédure[46]. Dans ce cas, une explication des étapes élémentaires constituant l'algorithme est essentielle avant de commencer les exercices. La verbalisation à haute voix des étapes à réaliser peut aider le patient à suivre la séquence de la procédure. Des indices visuels peuvent également s'avérer fort utiles (par exemple pour résoudre une soustraction, une petite flèche pointant la gauche inscrite au-dessus de l'opération rappelle au patient le sens dans lequel il faut procéder, les résultats intermédiaires peuvent être entièrement inscrits plutôt que simplement retenus…).

- ✓ La production d'erreurs improbables (un résultat de soustraction plus grand que le diminuande[47]) peut refléter une compréhension pauvre des aspects conceptuels du calcul. Il est indiqué alors d'expliciter ces bases conceptuelles. Ce type d'erreur peut aussi indiquer que le patient n'a pas contrôlé sa réponse, il convient alors de réintroduire cette opération de vérification.

- ✓ Les erreurs peuvent être d'interprétation plus complexe et peuvent renvoyer à des confusions dans les étapes ou encore entre des procédures différentes (additionner les facteurs dans une multiplication par exemple). Une étude[48] indique que grâce à un réapprentissage graduel des algorithmes des différentes opérations, les performances encore imparfaites de deux patients se sont significativement améliorées.

Les troubles de la résolution de calculs écrits sont fréquents mais peu de travaux rééducatifs y sont consacrés. D'une part un déficit dans ce domaine s'accompagne souvent

[45] Semenza, Miceli et Girelli (1997)
[46] Girelli et Delazer, (1996)
[47] Voir lexique
[48] Miceli et Capasso (1991)

d'une faiblesse dans la récupération des faits arithmétiques et la priorité est souvent donnée à ces derniers. Ensuite nous sommes de manière générale moins souvent confrontés à réaliser des calculs complexes ou alors nous le faisons à l'aide d'une calculatrice. Ces différents points peuvent diminuer la motivation pour entamer une intervention ciblée. Cependant si les capacités de calcul simple sont maîtrisées et que le patient exprime le désir de progresser dans les calculs plus complexes, le temps nécessaire pour induire une amélioration peut être court.

II.3 La rééducation de la résolution de problèmes arithmétiques.

Nous sommes régulièrement amenés dans notre vie quotidienne à réaliser non pas seulement des calculs simples ou complexes mais nous devons, à partir d'une situation, savoir quelles opérations arithmétiques sont à effectuer, dans quel ordre afin d'obtenir le résultat escompté. En réalité, les calculs ne sont que l'étape finale d'un processus plus complexe qui nécessite une analyse minutieuse de la situation, des capacités d'anticipation et nos fonctions exécutives.

Les modèles actuels conçoivent la résolution de problèmes arithmétiques comme un processus à plusieurs étapes comprenant :

- ✓ l'encodage des données conduisant à la construction d'une représentation mentale cohérente du problème,
- ✓ la sélection de la stratégie de résolution appropriée,
- ✓ l'exécution d'un plan de résolution.[49]

Un trouble pour la résolution de problème arithmétique peut résulter de difficultés concernant chacune de ces étapes et donc refléter des déficits de nature diverse.

Une étude[50] a été menée auprès de patients atteints de lésions frontales ou de lésions postérieures gauches.

On a voulu agir dans cette étude sur deux aspects de l'encodage : la traduction des énoncés et l'élaboration d'un schéma du problème. Ceci dans le but de vérifier si l'on pouvait améliorer les habiletés des patients dans la résolution de problèmes arithmétiques.

Selon cette perspective, la compréhension d'un problème requiert deux opérations.

[49] De Corte et Verschaffel, 1987 ; Fasotti, 1992 ; Mayer,1983.
[50] Fasotti,L. et al., 1992.

- ✓ Un processus de traduction qui permet une transformation de chaque énoncé du problème en une interprétation sémantique. Cette étape repose sur des compétences lexicales, syntaxiques et sémantiques.
- ✓ Un processus d'intégration au cours duquel les différents énoncés sont reliés entre eux afin d'aboutir à une représentation d'ensemble du problème. Ce processus repose quant à lui sur des connaissances que le sujet a des types de problèmes qu'il a déjà rencontrés.

Le principe de l'étude consiste à savoir dans quelle mesure des patients atteints de lésions frontales ou postérieures peuvent bénéficier d'une procédure de facilitation dans la résolution de problèmes arithmétiques. Cette facilitation consiste en la proposition d'un ensemble de questions à choix multiples se rapportant à la compréhension des énoncés du problème ou à la nature du type de schéma de problème auquel le patient va devoir répondre avant de tenter de le résoudre.

Cette procédure vise à la fois à aider les patients dans la construction d'une représentation cohérente du problème et à éviter les comportements impulsifs souvent considérés comme responsables d'un traitement incomplet du problème.

Les patients de l'étude sont confrontés à deux séries de problèmes de complexité variable. Une seule de ces séries bénéficie du procédé de facilitation. Les résultats indiquent que seuls les patients frontaux profitent de la procédure, ce qui laisse penser que les patients porteurs de lésions postérieures sont pénalisés par leur problème de compréhension de l'énoncé et non par des problèmes d'impulsivité ou de traitement incomplet des données du problème.

Les études relatives à la résolution de problèmes arithmétiques convergent vers l'idée qu'il est possible d'améliorer de façon durable les processus d'encodage des problèmes chez des patients chroniques.

Les effets handicapants des déficits touchant l'arithmétique et le traitement du nombre ainsi que la fréquence de ces troubles chez les patients cérébrolésés ne laissent pas de doute sur l'importance qu'il y a à développer des programmes de rééducation spécifiques et efficaces. Les récents travaux de neuropsychologie offrent un cadre théorique sur lequel s'appuyer. Ils permettent d'ores et déjà d'interpréter les désordres observés et permettent d'envisager de futures études davantage fondées sur le plan théorique.

Les différents essais thérapeutiques dans ce domaine sont peu nombreux mais aboutissent en général à une amélioration appréciable (bien qu'incomplète) pour les patients.

On regrette que les travaux actuels soient limités à deux troubles fréquemment observés suite à des lésions cérébrales : les déficits dans les transcodages d'une part et l'accès aux faits arithmétiques d'autre part. D'autres domaines tels que la manipulation des quantités ou les connaissances conceptuelles attachées à l'arithmétique mériteraient qu'on y porte davantage attention.

Les travaux réalisés à ce jour n'ont cependant guère évalué l'impact fonctionnel des progrès réalisés dans la vie quotidienne des patients. Il semble donc utile d'envisager dans le futur -au regard de l'importance des nombres et de l'arithmétique au quotidien- la mise au point de procédures de rééducation visant à aider les patients dans des tâches de tous les jours (lecture de l'heure, manipulation de la monnaie, transformations de proportions…).

PARTIE PRATIQUE

Les objectifs et hypothèses de l'étude.

1 Etude des profils de fonctionnement éventuels au regard des localisations des lésions cérébrales.

Comme nous l'avons vu précédemment, certaines régions cérébrales semblent dédiées plus que d'autres à certains aspects du fonctionnement cognitif numérique. Nous allons tenter

d'observer dans une population de personnes cérébrolésées si des fonctionnements spécifiques se détachent selon les localisations cérébrales de leurs lésions.

Nous avons proposé une batterie d'évaluation écologique du nombre à une population de patients atteints de lésions cérébrales acquises afin de pouvoir évaluer leurs capacités dans ce domaine.

Nos hypothèses sont que d'une manière générale les résultats de la population testée sont inférieurs au niveau des scores et supérieurs en terme de durée de passation en comparaison avec la population témoin.

Nous nous attendons de plus à ce que, au sein même de la population testée, certaines tâches soient plus chutées que d'autres selon les capacités numériques auxquelles elles font appel en fonction des lésions d'un patient donné.

2 La proposition d'une prise en charge spécifique et ses effets.

Ensuite nous détaillerons ce qu'il a été possible de proposer lors de séances de rééducation dédiées au nombre. Nous nous sommes servies de matériels élaborés au cours de différents mémoires d'orthophonie mais également de matériels de rééducation orthophonique divers ainsi que d'autres supports.

Nous supposons ici qu'elles entraîneront une amélioration des performances (que ce soit dans les activités proposées en séance au cours de la prise en charge ou lors de l'examen d'évolution) mais également, et c'est le point essentiel, dans la vie quotidienne des patients concernés.

A Méthodologie

I La population :

Nous avons soumis la BENQ-R à une population de 21 patients cérébrolésés. Néanmoins nous avons dû exclure a posteriori 6 d'entre eux réduisant ainsi la population à 15 patients.

I.1 Critères d'exclusion

-Pathologies neurodégénératives.
-Troubles psychiatriques.
-Troubles psychologiques (type dépressif…).
-Troubles importants de la compréhension, incompatibles avec la compréhension des consignes.
-Age inférieur à 20 ans ou supérieur à 79 ans, limites imposées par la normalisation de la batterie.

I.2 Critères d'inclusion

-Lésions neurologiques acquises sans limitation dans leur localisation.
-Patients pour lesquels nous avons eu accès à des informations sur les lésions neurologiques.

II Le matériel

II.1 Critères de sélection du bilan

Nous avons donc sélectionné pour la réalisation de ce mémoire la batterie d'évaluation BENQ-R (Batterie d'Evaluation des Nombres au Quotidien Révisée, Breille et Giard, 2007) qui est un protocole écologique d'évaluation des nombres.

Cette batterie possède plusieurs intérêts.

Tout d'abord son aspect écologique est très intéressant, bien souvent, les batteries d'évaluation classiques ne mesurent que très peu l'impact que peuvent avoir dans le quotidien les troubles neurologiques. Sans être en elles-mêmes des situations réelles, les différentes épreuves simulent des activités auxquelles nous sommes confrontés dans notre quotidien.

La batterie (dans sa version révisée) a fait l'objet d'une normalisation dans une population témoin de 82 personnes. Cela a permis d'établir des normes en fonction des critères d'âge, de sexe et de niveau socio-culturel (ce dernier se base sur le niveau de diplôme). Il a été montré qu'il n'existe pas d'effet de sexe. En revanche, il y a un effet significatif entre les personnes d'un niveau inférieur ou égal au brevet (NSC1) et les personnes d'un niveau inférieur au bac

(NSC2) ainsi qu'un effet entre les personnes de niveau socio-culturel 1 et les personnes ayant suivi des études supérieures (NSC3). Enfin, on observe également un effet d'âge : les personnes âgées de 60 à 79 ans (âge 3) sont plus lentes que les personnes situées entre 20 et 39 ans (âge 1) et ont des résultats légèrement inférieurs. Les auteurs ont donc établi de nouvelles normes en fonction des différents effets constatés pour le score global. Elles ont ensuite établi des normes pour chacune des 11 épreuves suivant les mêmes critères.

La version révisée de la BENQ-R n'a pas été validée. Néanmoins la version précédente a été soumise à 100 patients cérébrolésés et on avait conclu à une bonne sensibilité des épreuves aux lésions cérébrales notamment dans le cas de lésions gauches. Une comparaison avait été réalisée avec la batterie EC301-R ainsi que certaines épreuves de la WAIS-R, il en est ressorti une bonne homogénéité des résultats entre les épreuves écologiques et les épreuves de base. Certains des subtests de la BENQ étant même plus sensibles que les épreuves de base sur lesquelles ils s'appuient que l'on trouve dans les deux autres bilans.

Ce bilan a l'avantage d'être pratique d'utilisation, d'être de passation rapide et il a un côté ludique (utilisation d'objets du quotidien).

II.2 Présentation des épreuves

La BENQ-R comporte 24 subtests répartis en 11 épreuves principales. (voir en annexes les feuilles de cotation).

1 Lecture de l'heure (/8)

- Cadrans analogiques (à aiguilles) où les chiffres des horloges sont en chiffres arabes. Cette épreuve fait donc intervenir le transcodage du code arabe au code verbal oral, le sujet doit faire appel à ses connaissances encyclopédiques pour la lecture des minutes. La stratégie de lecture (ordre de prise en compte des aiguilles) doit être préservée.

Cotation sur 4.

- Cadrans digitaux, les horloges utilisent donc ici aussi les chiffres arabes. Un transcodage est donc nécessaire vers le code oral.

Cotation sur 4.

2 Les courses (/9)

- Evaluation du prix d'articles courants. Cette épreuve étudie les connaissances encyclopédiques numériques du sujet, elle fait appel à des notions de valeurs assez courantes. Epreuve sous forme de 4 questions à choix multiple ne nécessitant pas de réponse verbale. On explore de plus l'influence du passage à l'euro.

Cotation sur 4.

- Calcul approximatif d'un montant total. A partir d'une liste de courses écrite, le patient doit estimer le coût total de tête. Cette épreuve évalue donc le calcul mental complexe ce qui d'après le modèle du triple code nécessite la préservation de la représentation visuelle.

Cotation sur 2 selon qu'on est plus ou moins proche du montant exact.

- Vérification d'un montant total à l'aide d'une calculatrice, à partir d'un ticket de caisse, le patient doit vérifier que le montant indiqué est correct. Cette épreuve teste donc la connaissance de symboles arithmétiques, l'utilisation d'un clavier numérique ainsi que la comparaison de deux nombres en chiffres arabes.

Cotation sur 1.

- Paiement en espèces d'une somme exacte. Ici nous évaluons la compréhension et la manipulation des euros. Le sujet doit composer une somme exacte à l'aide d'unités numériques plus petites, cela met en jeu les capacités additives.

Cotation sur 2 selon l'écart par rapport à la somme demandée.

3 Dates de péremption (/3)

- Jugement de date limite, le sujet après avoir repéré la date limite de consommation sur deux produits, doit juger s'ils sont encore bon à consommer ou non. Cet item teste donc le repérage visuel, le repérage temporel ainsi que certaines connaissances numériques puisque le mois est indiqué par un chiffre.

Cotation sur 2.

- Calcul d'une durée, concernant le produit encore utilisable, nous demandons au patient d'estimer combien de temps encore pouvons-nous le consommer. Les sujets peuvent effectuer une soustraction (ou une addition) sur des données temporelles.

Cotation sur 1.

4 Les chèques (/2)

- Rédaction d'un chèque à partir d'une demande orale. Cette épreuve teste donc différents transcodages : du code verbal oral au code arabe d'une part et vers le code verbal écrit d'autre part. Notons que le patient peut effectuer le second transcodage à partir de l'une des deux formes écrites.

Cotation sur 1.

- Remise de chèque. Le patient est invité à remplir un bordereau de remise pour endosser un chèque qui lui est fourni, un relevé d'identité bancaire censé lui appartenir lui est également remis. Nous évaluons ici la capacité à rechercher visuellement un numéro de compte sur un RIB, le transcodage par copie d'un nombre en chiffres arabes ainsi que le repérage temporel dans la mesure ou le patient doit dater du jour le bordereau.

Cotation sur 1.

5 La facture de téléphone (/4)

- Repérage de données chiffrées sur un document. Nous demandons au patient de retrouver et de désigner sur une facture de téléphone le montant de celle-ci ainsi que le numéro de téléphone à composer en cas de réclamation. Cet item nous permet d'apprécier les capacités du sujet à retrouver une information précise visuellement tout en inhibant les éléments distracteurs.

Cotation sur 2.

- Composition de numéros de téléphone. Le sujet est invité à composer deux numéros de téléphone, l'un sur entrée visuelle, le second sur entrée auditive. Cette épreuve permet d'apprécier les capacités de transcodage à partir du code arabe et du code verbal oral et donc de comparer ces deux modes d'entrée.

Cotation sur 2.

6 Le rendez-vous (/3)

- Repérage d'une date et d'une heure sur un agenda. Nous demandons au sujet d'indiquer la page et la ligne sur un agenda (un jour par page) où il noterait un rendez-vous que nous lui proposons (date et heure précises). Nous évaluons le repérage temporel dans le temps pour la date et dans l'espace pour le positionnement sur la page de l'agenda.

Cotation sur 1.

- Notation de coordonnées. Nous proposons au patient de noter les coordonnées d'un tiers (adresse et numéro de téléphone). Nous évaluons donc ici le transcodage de la modalité verbale orale à la modalité arabe.

Cotation sur 1.

- Donner ses propres coordonnées. Le sujet est invité à fournir ses coordonnées dans la modalité qu'il souhaite (à l'écrit, à l'oral). Nous sollicitons ici la mémoire à long terme ainsi que les capacités d'écriture en chiffres arabes ou d'énonciation en code verbal oral.

Cotation sur 1.

7 Le cinéma (/3)

- Choix d'un horaire en fonction de données temporelles. On donne au patient un scénario : « Nous terminons notre séance à 17h20. Vous souhaitez aller au cinéma mais il vous faut une demi-heure pour vous y rendre. Une fois là-bas vous ne voulez pas attendre trop longtemps » Nous présentons une grille d'horaires de cinéma. Le patient doit indiquer les séances des films qu'il pourrait aller voir dans ces conditions. Cette épreuve teste donc de multiples capacités : la recherche visuelle et l'attention, les connaissances numériques encyclopédiques (telles que une heure équivaut à 60 minutes), capacités additives (heure d'arrivée au cinéma) et soustractives (temps d'attente) sur des données temporelles, les possibilités de comparaison (entre l'heure d'arrivée et l'horaire de la séance).

Cotation sur 1.

- Vérification et calcul de la monnaie rendue. Nous proposons une situation d'achat, le patient est censé acheter un ticket de cinéma, nous lui rendons de la monnaie sans lui dire de quel montant il s'agit. Le patient doit dire si ce rendu est exact et le corriger puisque ce n'est pas le cas. On évalue le calcul mental complexe (nombres décimaux), le patient pouvant réaliser une soustraction (ou une addition).

Cotation sur 2.

8 Le digicode (/1)

- Sur demande orale, nous demandons au patient de composer un code sur un clavier numérique de type digicode. Nous évaluons donc l'utilisation du clavier numérique. La réponse ne nécessite pas de réponse verbale.

Cotation sur 1.

9 La commande (/2)

- Rédaction d'un bon de commande. Le patient est invité à remplir un bon de commande afin d'acheter un vêtement dans un catalogue de vente par correspondance. Nous évaluons les capacités de recherche visuelle d'éléments spécifiques, la copie de chiffres arabes, ainsi que la faculté de gérer cette situation.

  Cotation sur 1.

- Calcul d'un pourcentage. Nous demandons d'évaluer le prix d'un article auquel on propose une réduction de 50%. Nous recherchons à évaluer les capacités de calcul de pourcentage.

Cotation sur 1.

10 La recette de cuisine (/3)

- Dénombrement. A partir d'une recette de cuisine, le patient doit entourer sur la photo d'une boîte de douze œufs le nombre d'œufs dont il aurait besoin pour réaliser la recette. Nous évaluons donc les capacités de dénombrement.

  Cotation sur 1.

- Placement de quantités sur une échelle. A partir de la même recette nous demandons de placer le niveau que doivent atteindre la farine et le lait sur le dessin d'un verre doseur. Nous testons ici les capacités de comparaison des sujets qui doivent situer un nombre sur une échelle numérique ce qui fait appel au code analogique du modèle de Deahene. On propose en plus une tâche de conversion numérique puisque la graduation de la colonne des liquides du verre doseur (fractions de litre) ne correspond pas au système de mesure de la recette (cl). Nous évaluons de plus les capacités pragmatiques de recherche visuelle et de repérage spatial.

  Cotation sur 2.

11 Lecture de données chiffrées (/3)

- Lecture de coordonnées. Le patient est invité à lire à haute voix les coordonnées d'une personne.

Cotation sur 1.

- Lecture de phrases. Le sujet lit ensuite à haute voix une date de naissance et un nombre écrit en chiffres romains.

Cotation sur 2.

Nous testons ici le transcodage des codes écrits arabes et romains vers le code verbal oral pour des nombres complexes.

III Conditions de passation et aménagements

La passation du bilan a eu lieu dans différents endroits. Elle a pu avoir lieu au sein même des centres de rééducation fonctionnelle pour les patients étant en hospitalisation complète ou en hospitalisation à temps partiel. On a également proposé le test dans les cabinets des orthophonistes qui suivaient certains patients, on a pu le faire passer au domicile pour l'un des patients.

Pour des contraintes de temps nous avons été amenées à proposer le bilan sur plusieurs séances (2) pour certains patients, une seule patiente ayant effectué son bilan sur 3 séances.

Afin que le patient soit le plus à l'aise possible, nous avons laissé une grande liberté quant à la présence de l'orthophoniste ou d'un membre de l'entourage lors de la passation. Ceci a de plus d'autres intérêts, le patient se sent rassuré en présence d'une personne de confiance, l'orthophoniste ou l'entourage prend connaissance des activités proposées et peut observer la réaction du patient et apporter des commentaires sur les possibilités du patient dans la vie quotidienne.

Certaines fois, il a été décidé que l'orthophoniste ne reste pas afin d'éviter de parasiter le patient et de favoriser sa concentration.

Nous plaçant dans un objectif écologique et pragmatique nous avons pu aider certains patients lors de la passation. En effet, en situation courante il est rare de laisser quelqu'un en difficulté sans apporter de l'aide. Nous avons néanmoins observé scrupuleusement les consignes de cotation et nous avons consigné chaque intervention de notre part.

Nous avons proposé systématiquement un compte rendu de bilan aux orthophonistes afin que le patient puisse avoir un retour par rapport à l'entretien, il est plus facile à l'orthophoniste de le comprendre s'il a vu se dérouler le bilan. Nous avons exposé nos

observations et conclusions du compte rendu directement aux patients lorsque cela a été possible, nous avons ensuite interrogé ces derniers afin de savoir si cela concordait avec ce qu'ils pensaient, les patients ont répondu qu'ils trouvaient que cela traduisait bien leurs difficultés. Pour les cas où nous n'avons pas pu revoir les patients, nous avons sollicité le regard critique des orthophonistes les prenant en charge. Elles ont été en accord avec les comptes rendus excepté une fois où l'orthophoniste a senti la patiente très anxieuse lors de la passation ce qui n'a pas été notre cas.

IV Méthode d'analyse des résultats :

Concernant les résultats obtenus à la BENQ-R, nous souhaitons tester si les réponses fournies aux épreuves se distribuent dans la population globale de notre étude comme elles se répartissent au sein des groupes formés selon les localisations lésionnelles ou si l'on observe des différences.

Le problème est donc le suivant : nous voulons savoir si la répartition entre les réponses jugées bonnes et celles jugées fausses est aléatoire et donc comparable à la répartition des effectifs théoriques ou bien si la variable « localisation lésionnelle » influence cette répartition.

Pour cela, nous avons choisi d'utiliser le test du Chi-deux (χ^2). Ce test permet d'examiner l'association qui existe entre la variable « ligne » et la variable « colonne » dans une table bi-directionnelle. L'hypothèse nulle suppose qu'il n'y a aucune association entre les deux variables ; ici entre le type de réponse et la localisation lésionnelle. L'hypothèse alternative indique qu'il existe une certaine association sans en préciser le type. Le test va étudier la divergence qui existe entre les valeurs espérées sous l'hypothèse nulle et les valeurs observées.

Nous avons tout d'abord établi une limite entre les réponse considérées justes (cotées 1 dans les tableaux en annexes) et les réponses considérées comme fausses (cotées 0 dans les tableaux). Nous considérons qu'un score inférieur ou égal au premier décile est un score pathologique.

Nous construisons ensuite les tableaux (ou tables bi-directionnelles) des réponses en fonction des localisations lésionnelles épreuve par épreuve, en reportant les effectifs observés et en calculant les effectifs théoriques.

Exemple : Epreuve des courses.

Epreuve 2 Les courses

Lésions/Résultats	0	1	Total
Gauches	8	0	8
Effectifs théoriques	6,4	1,6	
Droites	3	1	4
Effectifs théoriques	3,2	0,8	
Bilatérales	1	2	3
Effectifs théoriques	2,4	0,6	
Total	12	3	15
Chi-deux	6,14583333		

Le calcul des effectifs théoriques s'effectue ainsi : pour les patients porteurs de lésions gauches ayant répondu faux : (12x8)/15=6,4, pour la ligne du dessous (12x4)/15=3,2…

Le χ^2 se calcule ensuite ainsi : $$\chi^2=\Sigma \frac{(\text{Effectifs observés-effectifs théoriques})^2}{\text{Effectifs théoriques}}$$

La distribution de Chi-deux (notée χ^2 (dl)) est définie pour toutes les valeurs positives dont les probabilités associées à chaque valeur sont données dans une table. Cette distribution est caractérisée par un paramètre appelé degré de liberté qui détermine la forme de la distribution.

Le nombre de degrés de liberté se calcule comme suit (c-1)x(l-1) où « c » est le nombre de colonnes et « l » le nombre de lignes dans la table bi-directionnelle.
Ici le nombre de degrés de liberté est donc de (3-1)x(2-1)=2.

La valeur de la probabilité donne le degré de signification de la différence entre la répartition théorique (ou espérée) et la répartition observée.

Nous avons considéré que si la probabilité est inférieure ou égale à 0,05 ou 5% (risque α de première espèce[51]) la différence est significative.
Si elle est supérieure à 5%, elle n'est pas significative.

Dans notre exemple toujours, le Chi-deux calculé a une valeur de 6,15 environ. La table nous indique qu'au risque 5% ou 0,05 on montre une différence significative entre la répartition observée et la répartition théorique (le Chi-deux calculé étant supérieur au Chi-

[51] Voir lexique.

deux de la table). Pour cette épreuve il existe donc un effet de la variable sur la répartition des effectifs.

Nous avons procédé de la même manière pour toutes les épreuves.

B Résultats et analyse

I Population

I.1 Nombre de patients et types de lésions

Nous avons donc retenu pour cette étude 15 patients cérébrolésés dont voici la répartition :

-8 patients atteints de lésions gauches,

-4 patients atteints de lésions droites,

-3 patients atteints de façon bilatérale.

I.2 Tableau récapitulatif de la population

Dans le tableau, NSC correspond au Niveau Socio-Culturel des patients. La BENQ-R évalue ce niveau en fonction du niveau de diplôme :

- ✓ NSC 1 correspond à un niveau inférieur ou égal au brevet des collèges (ou BEPC),
- ✓ NSC 2 correspond à un niveau inférieur ou égal au baccalauréat,
- ✓ NSC 3 correspond à un niveau d'études supérieures.

	Patient	Etiologie	Date de l'accident de santé	Localisation	Sexe	Age au moment du test	NSC	Score/41	Temps de passation (min)	Date de passation
1	M.M.	AVC ischémique	12/08/2008	Territoire sylvien superficiel gauche et cérébelleux gauche	M	61 ans	1	25	41	22/10/2008
2	Mme L.	Méningo encéphalite herpétique	juil-08	Lésions fronto-temporales droites diffuses	F	50 ans	1	34	26	22/10/2008
3	Mme La.	Hématome intraparenchymateux	sept-08	Dilatation ventricule latéral droit	F	47 ans	1	32	39	19/11/2008
4	M.C.	AVC ischémique	10/07/2008	Territoire sylvien gauche	M	72 ans	1	20	57	14 et 21/11/2008
5	M.Mé.	AVC ischémique	12/04/2008	Territoire pariétal droit	M	57 ans	3	33	50	21 et 28/11/2008
6	Mme D.	AVC ischémique	avr-96	Territoire sylvien gauche profond	F	64 ans	1	27	56	16,23,27/01/09
7	M.R.	Arrêt cardiaque, anoxie cérébrale	28/09/208	Lésions ischémiques dans les territoires des artères lenticulo-striées bilatérales atteignant les têtes des noyaux caudés et des putamens. (Prédominance gauche).	M	45 ans	1	34	34	17/12/2008
8	Mme B.	AVC hémorragique	Eté 1994	Territoire sylvien gauche	F	60 ans	1	36	73	26/01/2009
9	Mme Bo.	Hématome intraparenchymateux	26/08/2008	Territoire profond lenticulaire gauche	F	65 ans	1	21	58	28/01, 04/02/2009
10	M.B.	Traumatisme crânien	16/07/2008	Hématome sous-dural frontal gauche et droit	M	59 ans	1	39	40	16/02/2009
11	M.L.	AVC ischémique	13/07/2007	Territoire frontal gauche	M	71 ans	1	31	37	17/02/2009
12	Mme Le.	Toxoplasmose cérébrale	juil-04	Atrophie cérébrale diffuse, hypodensités dans la région des noyaux gris centraux, atteintes des ventricules latéraux et centres ovales	F	43 ans	3	36	20	23/02/2009
13	Mme R.	AVC hémorragique	avr-08	Territoire frontal droit	F	69 ans	1	13	48	23/02,02/03/2009
14	M.E.	AVC ischémique et AVC hémorragique	2007 et 09/02/2009	Hématome profond lenticulo-externe gauche et séquelles ischémiques en occipital externe gauche et frontal gauche	M	69 ans	1	30	39	18/03/2009
15	Mme Du.	Hématome parenchymateux	16/01/2009	Pariétal gauche	F	74 ans	1	17	60	18/03/2009

II Résultats

II. Tableau récapitulatif des résultats

Les patients sont regroupés par localisations lésionnelles. Les patients sur fond bleu sont les patients qui ont des lésions gauches. Les patients sur fond rose, sont ceux qui ont une lésion droite, la couleur blanche correspond aux lésions bilatérales.

L'astérisque correspond à des épreuves qui n'ont pas pu être proposées, nous considérons que cela indique des difficultés et cotons ces épreuves comme échouées.

Nous avons indiqué à côté des scores bruts, des « - » et des « + » qui correspondent respectivement à des échecs ou à des réussites.

Les scores inférieurs ou égaux au premier décile sont considérés comme pathologiques et donc codés « - ».

Scores bruts par épreuves et par sous-épreuves.

Intitulés des épreuves/ Patients	1 M.M.	4 M.C.	6 Mme D.	8 Mme B.	9 Mme Bo.	11 M.L.	14 M.E.	15 Mme Du.	2 Mme L.	3 Mme La.	5 M.Mé.	13 Mme R.	7 M.R.	10 M.B.	12 Mme Le.
1.1 C. analogiques	1	0	2	4	4	4	3	2	3	4	3	0	3	3	3
1.2 C. numériques	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	1	4	4	4
Total 1: Lecture d'heures	5 -	3 -	6 -	8 +	8 +	8 +	7 -	5 -	7 -	8+	7 -	1 -	7 -	7 -	7 -
2.1 Eval prix articles	3	3	3	2	2	2	2	4	3	2	4	3	3	3	3
2.2 Calcul montant	0	1	0	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	2	2
2.3 Vérif calculatrice	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
2.4 Paiement espèces	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2
Total 2 : Les courses	6 -	4 -	5 -	7 -	3 -	5 -	5 -	5 -	6 -	4 -	8 +	3 -	7 -	8 +	8 +
3.1 Jugement date limite	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
3.2 Calcul durée	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
Total 3: Dates de péremption	2 -	2 -	3 +	3 +	2 -	3 +	3 +	2 -	3 +	2 -	3 +	2 -	3 +	3 +	3 +
4.1 Rédac chèque	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
4.2 Remise chèque	0*	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Total 4 : Les chèques	0 -	0 -	1 -	1 -	0 -	0 -	1 -	0 -	1 -	2 +	1 -	0 -	1 -	2 +	1 -
5.1 Repérage données	2	1	2	2	1	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2
5.2 Compo numéros	0	1	1	2	1	1	1	0	2	2	2	1	2	2	2
Total 5 : La facture de téléphone	2 -	2 -	3 -	4 +	2 -	3 -	2 -	0 -	4 +	4 +	4 +	3 -	4 +	4 +	4 +
6.1 Repérage date et heure	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
6.2 Notation coordonnées	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
6.3 Donner coordonnées	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
Total 6 : Le rendez-vous	3 +	2 -	2-	2 -	2 -	2 -	3 +	0 -	3 +	3 +	2 -	1 -	3 +	3 +	3 +
7.1 Choix horaire	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
7.2 Vérif et calc monnaie	1	0	1	2	1	2	1	0	2	1	0	0	2	2	2
Total 7 : Le cinéma	1 -	0 -	1 -	3 +	1 -	3 +	1 -	0 -	3 +	2 -	1 -	0 -	3 +	3 +	3 +
Total 8 : Le digicode	1 +	0 -	1 +	1 +	0 -	1 +	1 +	1 +	1 +	1 +	1 +	0 -	1 +	1 +	1 +
9.1 Rédac bon	0*	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0
9.2 Calc pourcentage	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
Total 9 : La commande	1 -	2 +	1 -	2 +	0 -	2 +	2 +	1 -	1 -	2 +	1 -	0 -	2 +	2 +	1 -
101 Dénombrement	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
10.2 Placement de valeurs sur une échelle	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1
Total 10 : La recette	2 -	2 -	2 -	2 -	1 -	2 -	2 -	1 -	2 -	2 -	2 -	1 -	1 -	3 +	2 -
11.1 Lecture de coordonnées	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
11.2 Lecture de phrases.	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
Total 11 : Lecture de données chiffrées	2 -	3 +	2 -	3 +	2 -	2 -	3 +	1 -	3 +	2 -	3 +	2 _	3 +	3 +	3 +
Total/41	25	20	27	36	21	31	30	17	34	32	33	13	34	39	36
Ecart à la moyenne du groupe témoin (en écarts types) :	-3,2	-4,6	-2,6	-0,1	-4,3	-1,5	-1,8	-5,4	-2,2	-3,3	-4	-6,5	-2,2	0,6	-2

II.2 Comparaison des résultats entre les groupes

II.2.a Nombre de réponses négatives à la BENQ-R :

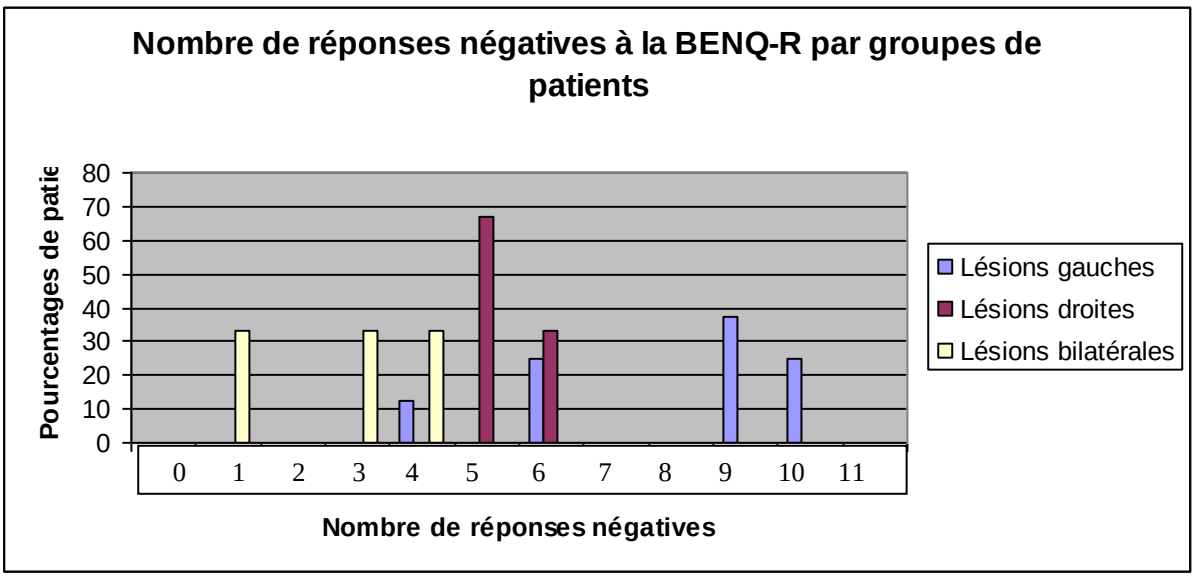
Nous remarquons que les patients qui obtiennent le plus de réponses négatives correspondent au groupe des cérébrolésés gauches. En effet, le nombre d'épreuves échouées se situe entre 4 et 10, nous relevons de plus que ce groupe semble se scinder en deux puisque 3 patients échouent entre 4 et 6 épreuves et les 5 autres patients en échouent de 9 à 10.

Les patients échouant sur le plus petit nombre d'épreuves sont les patients porteurs de lésions bilatérales (1 à 4 échecs).

Enfin, les patients souffrant de lésions droites semblent se situer dans une position intermédiaire aux deux groupes précédents (5 à 6 échecs).

Nous remarquons également que de façon globale, un nombre important de patients (9/15) échouent sur 3 à 6 épreuves dans cette batterie.

Nous observons des positions inversées quand nous prenons en compte les scores globaux : les scores les plus faibles sont obtenus par les cérébrolésés gauches et les scores les plus élevés par les patients souffrant de lésions bilatérales.



II.2.b Analyse statistique des différences de réponses par épreuves et selon les localisations lésionnelles.

Avant d'envisager une étude des réponses en fonction des localisations lésionnelles, à savoir : lésions gauches, lésions droites et lésions bilatérales, nous avons voulu vérifier qu'il existe une différence dans les réponses entre les trois groupes de patients ainsi réunis. (Voir tableaux de calculs des Chi-deux en annexes).

Nous objectivons ainsi une différence dans les réponses pour les épreuves 2, 5, 6 et 7. Quand nous observons de telles différences, les résultats peuvent aller dans le sens d'une meilleure performance ou dans celui d'une moins bonne.

L'étude visant à comparer chacun des groupes au reste de la population aboutit au constat suivant :

-Les personnes porteuses de lésions gauches répondent différemment à l'épreuve des courses (2), à l'épreuve de la facture de téléphone (5) ainsi qu'à l'épreuve (6), celle des rendez-vous, nous observons également une différence dans leurs réponses pour les épreuves des chèques (4) et de lecture de données chiffrées (11). Nous reviendrons sur ces résultats dans l'analyse en fonction de chacun des groupes de patients.

-Les cérébrolésés droits ne diffèrent dans leurs réponses que pour l'épreuve de la facture de téléphone (5).

-Les patients porteurs de lésions bilatérales divergent pour les épreuves des courses (2), la facture de téléphone (5), le rendez-vous (6), le cinéma (7), la recette (10) ainsi que l'épreuve de lecture de données chiffrées (11).

II.2.c Comparaison des pourcentages d'échecs par épreuves et par lésions :

Les épreuves les plus sensibles pour les patients cérébrolésés gauches (taux d'échec supérieur à 50%) sont au nombre de 10 :

-les chèques,

-les courses,

-la recette,

-la facture de téléphone,

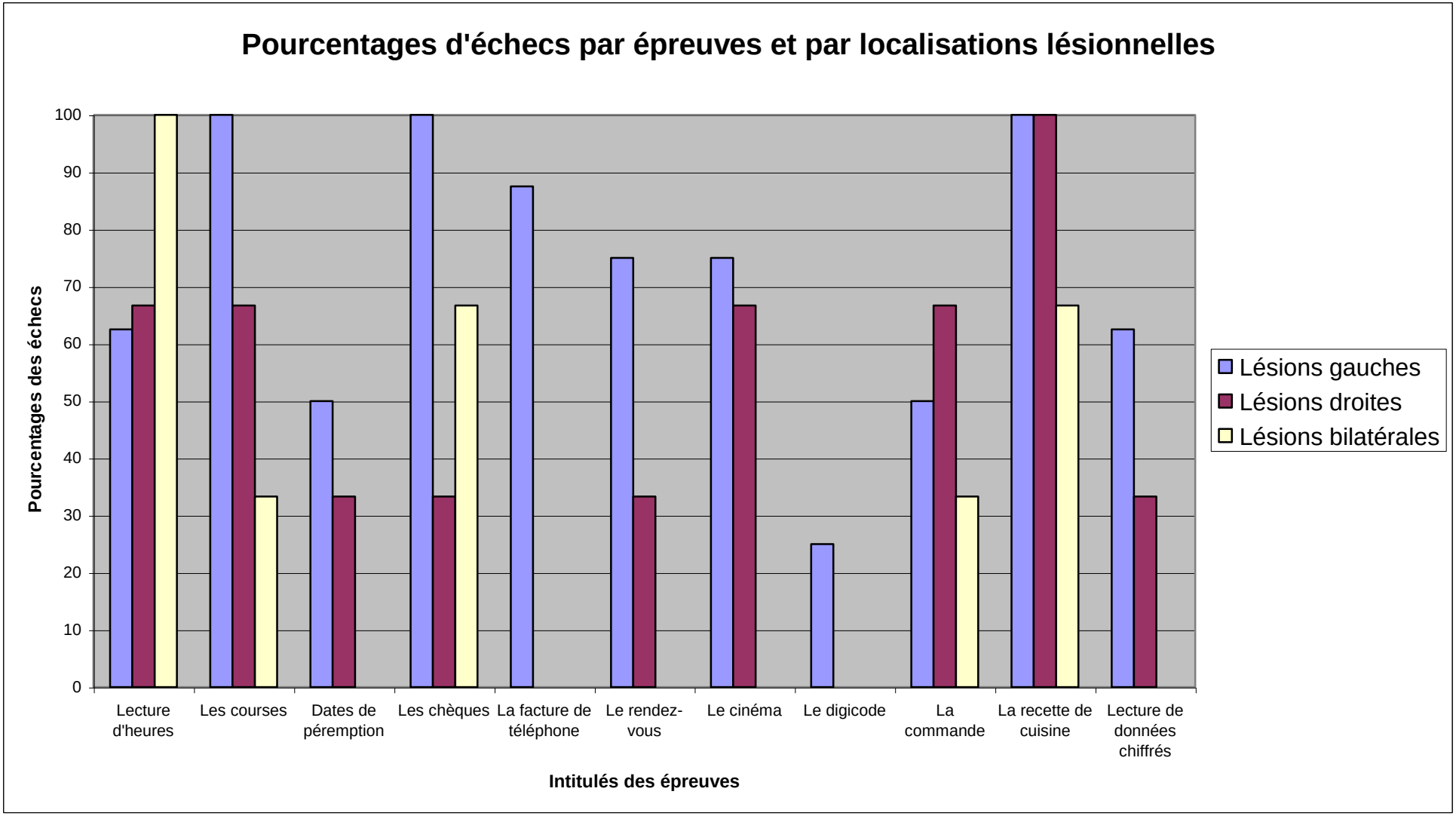
-le rendez-vous,

-le cinéma,
-la lecture d'heures,
-la lecture de données chiffrées,
-les dates de péremption,
-la commande.

Pour les patients cérébrolésés droits, les épreuves les plus sensibles sont au nombre de 5, ce sont les suivantes :
-la recette,
-le cinéma,
-la commande,
-les courses,
-la lecture d'heures.

Enfin pour les patients lésés de façon bilatérale, ce nombre d'épreuves se réduit à 3 :
-lecture d'heures,
-les chèques,
-la recette.

Nous ne pouvons étudier de façon statistique les sous-épreuves constitutives des épreuves de la batterie car l'étalonnage qui a été réalisé ne le permet pas. Néanmoins nous verrons dans la partie « analyse qualitative » quelles sont les sous-épreuves qui semblent poser le plus de difficultés aux patients selon les groupes auxquels ils appartiennent.


Pourcentages d'échecs par épreuves et par localisations lésionnelles
Pourcentages des échecs
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Lecture d'heures
Les courses
Dates de péremption
Les chèques
La facture de téléphone
Le rendez-vous
Le cinéma
Le digicode
La commande
La recette de cuisine
Lecture de données chiffrés
Intitulés des épreuves
Lésions gauches
Lésions droites
Lésions bilatérales

II.3 Résultats à la BENQ-R en fonction des lésions.

II.3.a Lésions gauches :

Nous avons étudié les résultats obtenus par les 8 patients (tous droitiers) composant ce groupe.

II.3.a.1 Nombre de réponses négatives et scores à la BENQ-R :

Nous relevons un nombre d'épreuves chutées variant de 4 à 10 sur 11.
3 des 8 patients obtiennent un score subnormal.

Les scores globaux sont compris entre 17 et 36/41. Le score le plus faible est obtenu par l'unique patiente porteuse d'une lésion pariétale gauche.

Le temps de passation du bilan est compris entre 37 minutes et 1h13, il est donc supérieur à la durée moyenne observée dans la population témoin (30 minutes).

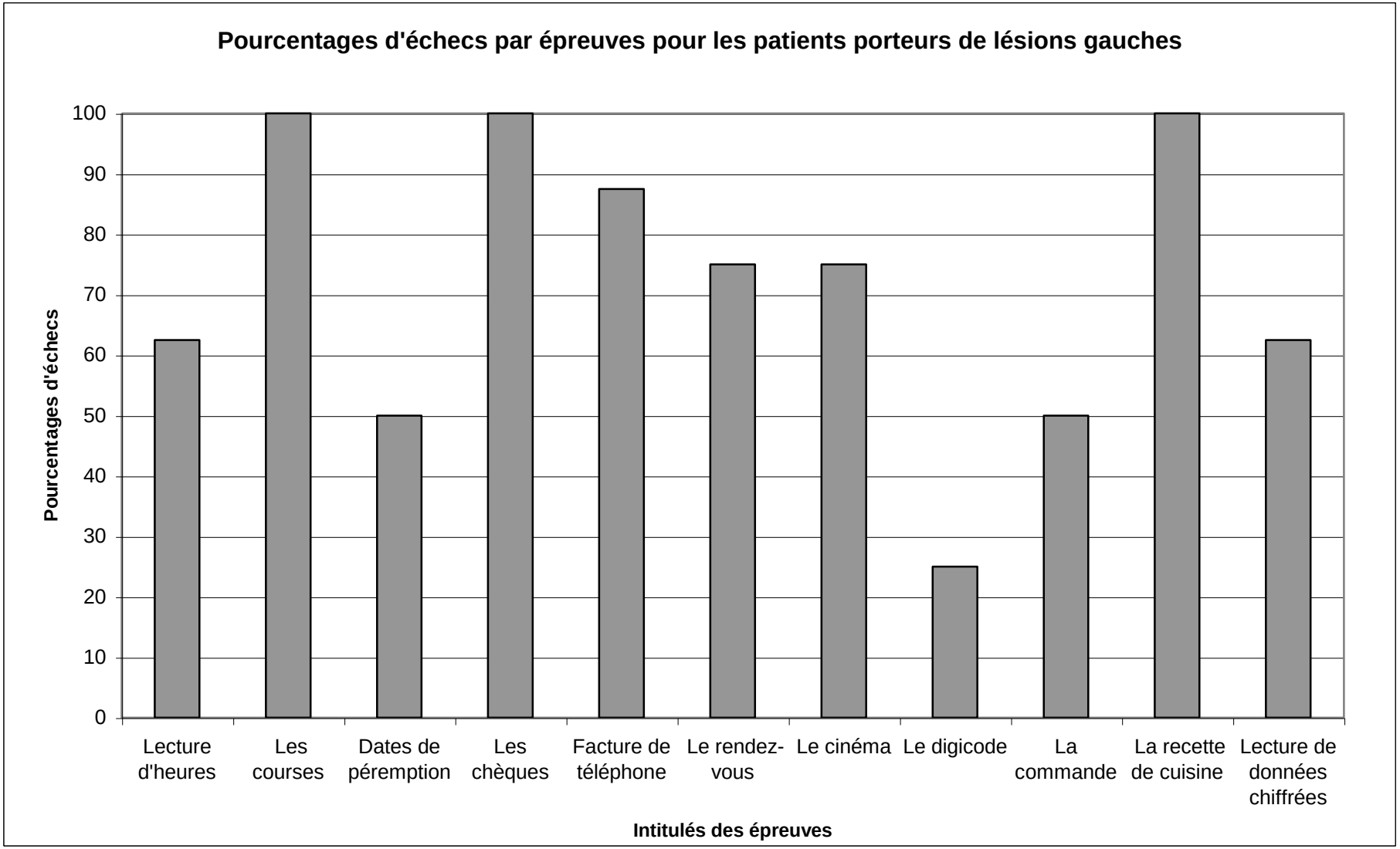
II.3.a.2 Pourcentage d'échecs par épreuves pour les sujets porteurs de lésions gauches.

On observe le plus fort pourcentage d'échec (100%) pour les épreuves 2 (les courses), 4 (les chèques) et 10 (la recette de cuisine) ainsi que pour l'épreuve 5 (la facture de téléphone) où l'on relève 87,5% d'échec. Les épreuves 6 et 7 respectivement « le rendez-vous » et « le cinéma » ont un taux d'échec de 75%.

Viennent ensuite les épreuves 1 et 11 : « lecture de l'heure » et « lecture de données chiffrées » qui ont un taux d'échec de 62,5%.

Dans les épreuves « dates de péremption » et « la commande », 50% des sujets ont échoué.

Enfin, l'épreuve du digicode avec 25% d'erreurs apparaît comme la moins sensible pour cette population.


Pourcentages d'échecs par épreuves pour les patients porteurs de lésions gauches
Pourcentages d'échecs
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Lecture d'heures
Les courses
Dates de péremption
Les chèques
Facture de téléphone
Le rendez-vous
Le cinéma
Le digicode
La commande
La recette de cuisine
Lecture de données chiffrées
Intitulés des épreuves

II.3.a.3 Analyse qualitative des erreurs.

Nous analyserons les épreuves en suivant un ordre décroissant du nombre d'échecs.

❖ *Les courses :*

La majorité des difficultés se situent dans l'épreuve d'estimation du montant total ainsi que lors de la vérification du montant à la calculatrice.

Lors de l'estimation du montant total, certains patients sont dans l'incapacité d'effectuer le calcul de tête, ils utilisent alors plusieurs stratégies : recours au papier et au crayon pour tout ou partie du calcul, propositions de réponses très approximatives « 20 » puis « 50 euros ». On relève régulièrement un oubli de multiplication par deux pour l'un des deux articles concernés, cependant en attirant l'attention des patients sur cet élément, tous se montrent capables de modifier le résultat.

L'utilisation de la calculatrice est souvent laborieuse (échec pour 5/8 patients). Plusieurs facteurs entrent en jeu. Certains patients semblent ignorer la démarche à suivre et omettent les signes arithmétiques, les virgules, le « = ». Certains patients omettent ponctuellement une virgule, un « + ». Enfin, certains multiplient par 2 les montants correspondant aux articles achetés en double sans que cela soit nécessaire. Notons que pour certains de ces patients, cet outil n'est pas familier, beaucoup préfèrent avoir recours au calcul à la main, plus fiable selon eux.

L'évaluation des prix d'articles courants n'a pas paru poser de gros problèmes, tous les patients obtiennent un résultat compris entre 2 et 4/4. La majorité des erreurs concernent le prix du poulet fermier (4 erreurs) qui est toujours sur-estimé, le CD (4 erreurs) et le prix du timbre (4 erreurs).

Le paiement en espèces d'une somme (46,60€) pose problème à 3 patients sur les 8. Un patient propose 45,70€ lors de ses deux essais, ce qui laisse supposer qu'il fait une confusion entre la pièce de 10 centimes et la pièce d'1 €, une patiente propose 6,60€ sans pouvoir corriger, enfin, la dernière patiente semble perdue et l'exprime clairement.

❖ *Les chèques :*

Nous observons que tous les patients échouent dans cette épreuve.

Lors de la rédaction du chèque, certains patients ne peuvent transcoder le montant fourni dans le code verbal écrit ou dans le code arabe. On relève une impossibilité d'écrire le

ou les montants. On observe des erreurs de type syntaxique « deux cent mille quatre vingt quatre » pour « deux cent quatre-vingt-quatre » par exemple, ou encore « 20084 » pour « 284 ». On voit apparaître des difficultés dans la production de la forme orthographique exacte des numéraux « quart » pour « quatre ». On a relevé chez une patiente un mélange entre les différents codes, « deux cent quatre-vingt-quatre euros » noté « deuxent 84 eur ».

Lors de la rédaction du bordereau de remise de chèque on note un seul cas d'inversion ou de confusion dans la copie du numéro de compte « 660388 » pour « 600300 » dans ce groupe de patients. Les autres erreurs se situant dans une impossibilité de noter la date « 1009 » pour « 2009 » ou de noter le bon nombre de chèque, un patient prononce oralement « un » mais écrit « 2 ».

❖ *La recette de cuisine :*

Aucun patient n'obtient le score maximal. La majorité des erreurs (7 patients sur 8) concernent la conversion à réaliser entre les 40cl de lait et la fraction à laquelle ça correspond (environ ½ litre). Trois patients placent le niveau entre ¼ et 1/8ème de litre, un autre entre 1/8ème et 1/10ème, le dernier le plaçant sur le 1/10ème exactement. On relève de plus une erreur dans le comptage des 3 œufs ou l'un des patients entoure les douze œufs ainsi que deux erreurs pour la farine où deux patients placent les 130g au niveau des 300g.

❖ *La facture de téléphone :*

Le repérage des informations est échoué pour 4 patients. En général, le montant de la facture est bien repéré (sauf pour une patiente), mais le numéro de téléphone est plus difficile à localiser, le plus souvent les patients proposent le numéro de client ou des références diverses.

Seul un patient réussit à composer correctement les deux numéros de téléphone. Cinq patients parviennent à en composer un seul, 2 patients aucun. Les erreurs relevées sont souvent en rapport avec la manipulation même du téléphone, en effet, les touches étant relativement petites, deux numéros peuvent s'inscrire lors d'un seul appui, les patients ne vérifiant pas au fur et à mesure ce qui s'affiche sur l'écran ont donc échoué. Il y a eu des oublis de numéros ou encore des erreurs « 18 » composé « 11 ».

❖ *Le rendez-vous :*

Pour retrouver une date dans un agenda, tous les patients ont réussi sauf une pour qui cette épreuve a demandé beaucoup de temps et où elle a fini par faire appel à l'examinateur.

C'est la notation des coordonnées d'un tiers qui a posé le plus de difficultés (5 patients sur 8 ont échoué).

Rappelons que nous ne prenons en compte que les informations numériques dans cette sous-épreuve. Nous pouvons relever des erreurs de type syntaxique sous forme de lexicalisation partielle de numéraux : « 8730012 » pour « 87312 », « 2006 » pour « 206 ». Des erreurs syntaxiques dans la notation du numéro de téléphone « 718 » pour « 78 », des erreurs lexicales « 73 » pour « 64 ». On relève également des erreurs plus difficiles à interpréter comme « 94 » noté « 84F » ou encore « 064 » pour « 0664 » qui peut peut-être indiquer un télescopage entre les deux numéraux.

Seuls deux patients n'ont pas pu donner leurs coordonnées : une patiente n'a pas pu redonner son code postal, un autre a fait une erreur à l'écrit sur son code postal. Les patients choisissent tantôt la modalité orale, tantôt la modalité écrite ou encore les deux. Deux patients choisiront de s'aider en lisant à haute voix leur carte de visite.

❖ *Le cinéma:*

Le choix des horaires pose problème à 6 patients sur les 8. Certains proposent des horaires incompatibles avec le scénario imposé, d'autres choisissent l'horaire en fonction de leurs habitudes antérieures ou actuelles sans pouvoir s'en détacher. Un patient a d'abord proposé 3 possibilités qui concordaient puis il semble perdre le fil et propose une dernière séance qui ne convient pas. Une patiente est dans l'incapacité de répondre « c'est la question colle !». Une autre patiente propose une séance compatible mais l'explication qu'elle fournit semble indiquer qu'elle n'a pas pris en compte la consigne « y'en a qui vont plus tôt le soir ».

Seuls deux patients parviennent à corriger le mauvais rendu de monnaie ; quatre patients estiment que le rendu est incorrect mais ne peuvent le modifier précisément, les deux derniers patients estimant qu'il n'y a pas d'erreur.

❖ *Lecture d'heures :*

Dans le mode analogique, 3 patients ne commettent aucune erreur, 4 font de 2 à 4 erreurs. Les difficultés sont les suivantes : erreur dans l'ordre de prise en compte des aiguilles « 4h50 » lu « 10h20 », mauvaise conversion des minutes « 5h10 » lu « 5h20 » le « 2 »

correspondant à 10 minutes et non à 20, mauvaise conversion des heures « « 7h15 » lu « 17h15 ». Des confusions lors du passage à l'heure suivante « 4h50 » lu « 4 heures moins 10 ».

Dans le mode digital, 6 patients ne font aucune erreur, deux en commettent une seule : « 4h10 » pour « 4h40 » et « 25h10 » pour « 22h10 », si la première erreur qui semble venir d'une confusion entre deux formes visuellement proches paraît être une heure possible, la seconde a la particularité de ne pas être plausible puisque « 25h10 » ne correspond à aucune heure acceptable.

❖ *La lecture de données chiffrées :*

Trois patients obtiennent la totalité des points, quatre commettent une erreur, le dernier patient en faisant deux.

Nous relevons exclusivement des erreurs de type lexical « 29 » pour « 28 », « 75500 » ou « 44500 » pour « 74500 ». Le nombre écrit en chiffres romains est toujours bien lu sauf chez une patiente qui propose « VI » pour « XIV ».

❖ *Les dates de péremption :*

Une seule patiente a du mal à définir si un produit est périmé ou non, elle hésite. Pour les autres, ça ne pose pas de problème, notons quand même que très souvent nous devons aider les patients dans la recherche visuelle de la date limite.

Trois patients sur huit échouent lors du calcul de la durée restante avant péremption. Deux patients proposent « un an » qui est une durée bien supérieure à la durée réelle (6mois et 2 mois), le dernier propose « un mois » alors qu'il reste encore 4 à 5 mois.

❖ *La commande :*

La rédaction du bon de commande n'a pas été proposée à l'un des patients afin de na pas le placer à nouveau dans une potentielle situation d'échec. Deux patients sur les sept autres ont échoué, l'un d'entre eux a mal utilisé le bon et a noté le prix dans la colonne des quantités, l'autre malgré des indications est dans l'impossibilité de remplir le bon.

Six patients sur huit parviennent à estimer le prix d'un article pour lequel une réduction de 50% est proposée. Deux patients n'y parviennent pas, l'un ne fait aucune proposition, l'autre propose 20€ pour un montant exact de 15€. On note que ce patient propose bien un prix inférieur au prix initial.

❖ *Le digicode :*

Seuls deux patients échouent à cette épreuve. Il faut répéter plusieurs fois le code à ces patients et on note de plus des confusions dans les nombres « A2801 » composé « A240 » ou « A0801 » après plusieurs essais.

II.3.a.4 Interprétation de la cause des échecs :

L'analyse qualitative nous indique que les sujets porteurs de lésions gauches se trouvent majoritairement en échec dans les épreuves faisant intervenir les transcodages (rédaction du chèque et notation des coordonnées d'un tiers en particulier ainsi que l'épreuve de lecture de données chiffrées), cela évoque un déficit de la représentation verbale du modèle du Triple code de Dehaene. Il est intéressant de souligner que 5 patients ont été lésés en territoire frontal gauche, ces difficultés sont donc à mettre en lien avec leurs difficultés langagières générales. Ce déficit permet sans doute d'expliquer pourquoi on observe des différences dans les réponses de ce groupe par rapport au reste de la population pour les épreuves des chèques et de lecture de données chiffrées alors que cette différence n'était pas objectivée initialement lors de la comparaison entre les trois groupes.

On remarque aussi de nombreux échecs pour le calcul mental (rendu de monnaie, estimation du montant total, conversion dans l'épreuve de la recette de cuisine). Suite aux études de neuro-imagerie fonctionnelle, il semble que certaines aires frontales gauches soient impliquées dans les tâches de calcul mental ce qui peut donc expliquer les mauvais scores dans ce domaine.

Il est intéressant de constater que plusieurs patients ont expliqué lors de l'épreuve de la calculatrice que cet outil ne leur était pas familier, ce qui peut sans doute expliquer une part des échecs.

Le score le plus faible, obtenu par la patiente porteuse d'une lésion pariétale gauche incite à entrevoir l'importance de cette région dans la manipulation numérique ce qui est en accord avec les conclusions des études citées précédemment.

Ces conclusions concernant les épreuves de rédaction du chèque sur input oral, la notation des coordonnées d'un tiers ainsi que l'estimation du montant de la liste de courses sont en accord avec les conclusions de Chouchane et Arnaud-Vidal dans leur mémoire (p.65). Tout comme nous, elles avaient conclu que les patients souffrant de lésions gauches n'avaient

pas eu de difficultés majeures lors de l'estimation de prix d'articles courants. Elles sont également en accord avec les conclusions de Plessis et Rousseau dans leur mémoire (p.181 et 182) à savoir que ces patients sont mis en difficulté pour le transcodage et les activités de calcul.

II.3.b. Lésions droites :

Nous avons étudié les résultats des 4 patients composant ce groupe. Ces patients sont droitiers.

II.3.b.1 Nombres de réponses négatives et scores à la BENQ-R :

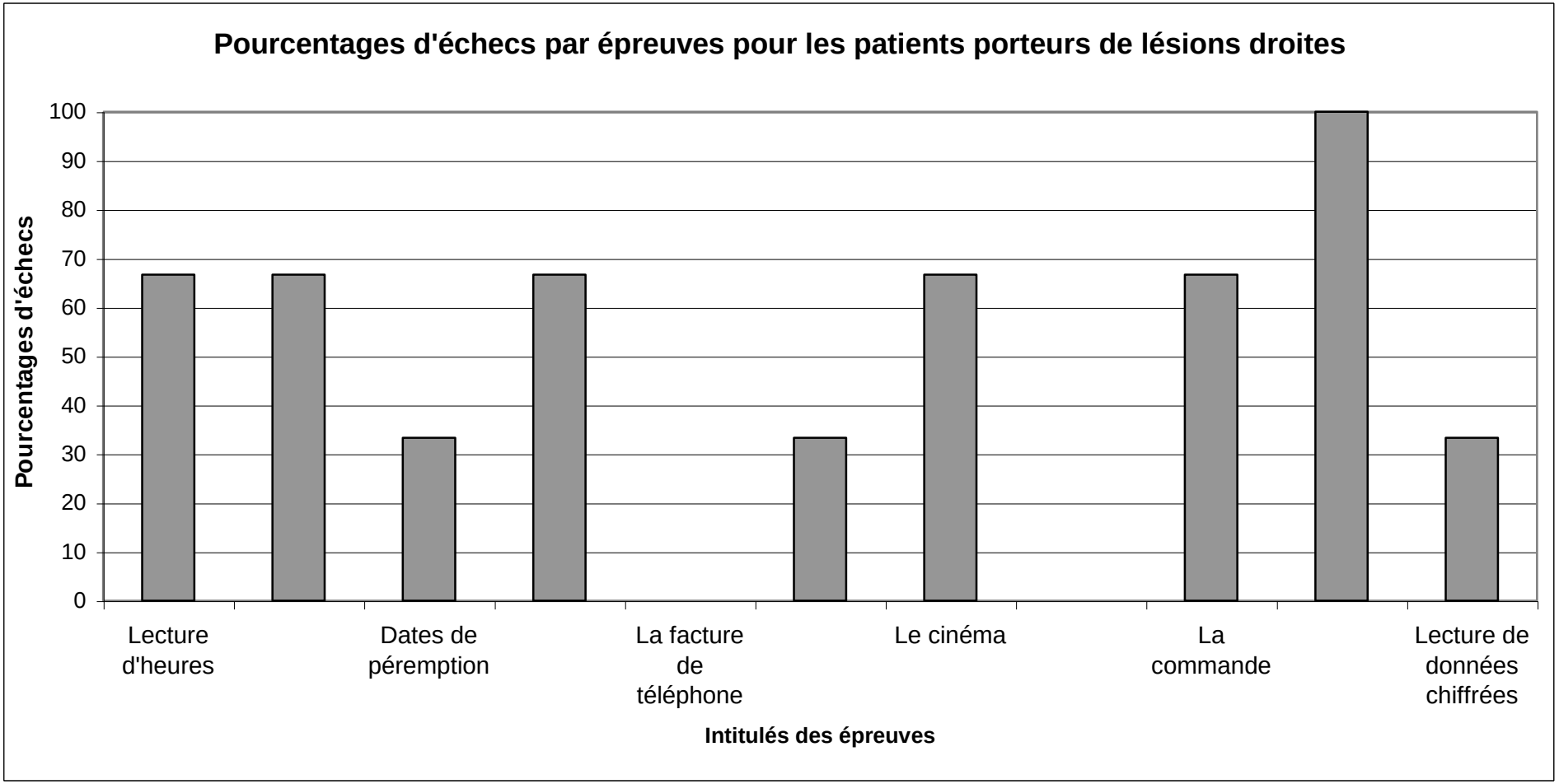
Le nombre d'épreuves échouées dans ce groupe varie de 5 à 11.

Cependant on note une grande disparité entre un sous-groupe formé de trois patients dont les résultats globaux varient de 32 à 34/40 et qui ont chuté sur 5 à 6 épreuves avec la dernière patiente qui obtient 13/41 et qui a échoué dans 11 épreuves. Nous avons donc décidé d'écarter les résultats de cette dernière estimant qu'ils n'étaient pas représentatifs du groupe auquel elle appartient. Nous pouvons envisager plusieurs hypothèses à cela. Cette patiente est la seule qui est atteinte d'une lésion frontale droite, le bilan neurologique concluait à un syndrome de l'hémisphère mineur associé à une hémianopsie latérale homonyme gauche suite à une récidive d'hémorragie frontale droite. On peut imaginer qu'au delà des troubles liés à des lésions de l'hémisphère mineur (héminégligence gauche, perturbation du langage écrit) d'autres troubles sont présents. On note dans le bilan orthophonique réalisé par son orthophoniste libérale début décembre 2008 les éléments suivants : une logorrhée qui a maintenant disparu, des troubles de la programmation, troubles de l'attention et de la concentration, une évocation réduite ainsi que des changements dans le comportement relevés par la patiente elle-même ainsi que par son mari. Lors de la passation du bilan, la patiente a eu besoin d'être canalisée, ayant tendance à passer du coq à l'âne. Ceci peut faire évoquer des éléments d'un syndrome frontal. De plus, l'AVC qui a eu lieu est hémorragique, peut-être a-t-il lésé le cortex frontal de façon importante.

Les durées de passation se situent entre 26 et 50 minutes. Une seule patiente réalise donc le bilan dans un temps comparable à celui de la population témoin.

II.3.b.2 Pourcentages d'échecs par épreuves pour les sujets porteurs de lésions droites :

-Les épreuves les plus sensibles sont avec 100% d'échec l'épreuve 10 « la recette » puis les épreuves de lecture d'heures, les courses, les chèques, le cinéma et la commande où 2 patients sur les trois échouent.
-Les épreuves moyennement sensibles sont constituées des épreuves des dates de péremption et du rendez-vous et de la lecture de données chiffrées (33%).
-Aucun des patients n'est en échec dans l'épreuve du digicode ni dans l'épreuve de la facture de téléphone, qui constituent donc les épreuves les moins sensibles pour cette population.


Pourcentages d'échecs par épreuves pour les patients porteurs de lésions droites
Pourcentages d'échecs
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Lecture d'heures
Dates de péremption
La facture de téléphone
Le cinéma
La commande
Lecture de données chiffrées
Intitulés des épreuves

II.2.b.3 Analyse qualitative des erreurs :

❖ *La recette de cuisine :*

Les capacités de dénombrement sont conservées pour ces patients.

Pour l'épreuve de placement de valeurs sur une échelle, deux des trois patients échouent lors de la conversion du volume de lait, les 40 cl sont placés à 1/8ème et 1/10ème de litre. Le dernier patient réalise correctement cet item, mais c'est pour les 130g de farine qu'il échoue, il les place entre 150 et 200g.

❖ *Lecture d'heures :*

Deux patients sur trois n'obtiennent pas la totalité des points lors de la lecture d'heure sur cadrans à aiguilles. Les erreurs relevées concernent une erreur dans l'ordre de prise en compte des aiguilles « 1h35 » lu «7h5 », pour l'autre il s'agit d'une confusion lors du passage à l'heure suivante : « 1h35 » lu « 1 heure moins 25 ».

On ne relève aucune erreur pour les cadrans digitaux.

❖ *Les courses :*

Seul un patient a l'ensemble des points lors de l'estimation des prix d'articles courants. On relève chez les autres patients des erreurs sur le prix du timbre, le prix de la baguette de pain et sur le poulet fermier d'un kilo ces deux derniers articles étant sur-estimés.

Le calcul mental complexe est perturbé à différents niveaux. L'un des patients oublie de multiplier par deux l'un des produit mais peut modifier son calcul sur stimulation de l'examinateur et trouve un résultat assez approchant du résultat exact. Les deux autres patients échouent pour d'autres raisons, l'un d'entre eux est dans l'incapacité de réaliser le calcul de tête et doit utiliser le papier et le crayon, l'autre estime le tout à 6 euros, en lui demandant si tout a bien été ajouté, cela n'induit pas de modification de la réponse. S'il est difficile de savoir où se situe le déficit de manière précise, il semble que le mécanisme de calcul mental au niveau additif soit perturbé de façon importante chez ces deux derniers patients.

La manipulation de la calculatrice en elle même est efficiente pour tous les patients. Les difficultés relevées sont davantage d'ordre stratégique (multiplication par deux de prix lorsque cela n'est pas nécessaire) ou visuo-attentionnel, en effet deux des patients tapent un prix de « 1,80€ » alors qu'il est écrit « 1,60€ ».

Les trois patients peuvent faire l'appoint. Notons qu'ils ont chacun une stratégie différente mais les capacités additives dans cette épreuve semblent bien préservées.

❖ *Les chèques :*

Aucune erreur n'est relevée lors de la rédaction du chèque sur entrée auditive.

Deux patients échouent à l'épreuve du bordereau de remise de chèque. Malgré les stimulations de l'examinateur, l'un d'eux oublie de noter certaines informations, l'autre fait une erreur en recopiant le numéro de compte « 10600 » copié « 16000 ».

❖ *Le cinéma :*

Aucun de ces patients ne commet d'erreur sur le choix des séances de film qui sont compatibles avec le scénario proposé. Notons que le délai d'attente convenable est variable d'un patient à l'autre (de 10 minutes à 1 heure et 5 minutes).

Ce qui semble le plus difficile dans cette épreuve c'est le calcul du rendu de monnaie. Un seul de ces patients parvient à corriger le rendu de monnaie erroné (nous proposons 11,20€ pour un montant exact de 11,70€). Un autre patient remarque qu'il y a une erreur mais estime la différence à 1€, le dernier patient ne parvient ni à relever l'erreur, ni à la corriger.

❖ *La commande :*

Dans cette épreuve, l'estimation du prix auquel on propose une réduction de 50% est bien réalisée par ces trois patients.

La rédaction du bon de commande est plus problématique. Une patiente réussit correctement cet item, mais ce n'est pas le cas des deux autres. Pour la seconde patiente nous observons que malgré des stimulations de l'examinateur la patiente omet de noter certaines informations (référence, taille, quantité), le dernier patient a également besoin de stimulations pour l'aider dans sa progression. Néanmoins, il fait une erreur dans la copie de la désignation de l'article, « le jean 5 poches » devient « le jean 3 poches », il indique plusieurs tailles dans la colonne de la référence et remplit le bon de commande sur deux lignes superposées.

❖ *Les dates de péremption :*

L'ensemble des patients parvient à juger si un produit est périmé ou non. Deux des patients peuvent estimer le temps de consommation restant mais la troisième patiente estime cette période à plus d'un an puis 7 mois alors qu'il ne reste que 5 mois. Il semble qu'elle

procède en partant du mois indiqué sur la boîte de médicaments en comptant sur ses doigts pour arriver au mois où l'on se trouvait au moment du test.

❖ *Le rendez-vous :*

Il n'y a aucune erreur lors de la manipulation de l'agenda.

Lors de l'écriture sous dictée des coordonnées d'un tiers, nous observons une hésitation chez une patiente qui commence par noter le code postal « 87000 » puis le corrige spontanément en « 87312 », un second patient fait une erreur de transcodage dans le numéro de téléphone « 94 » noté « 89 ».

Chacun des patients parvient à donner ses propres coordonnées facilement, tous choisissent la modalité orale.

❖ *Lecture de données chiffrées :*

Une seule patiente commet une erreur lors de la lecture des coordonnées. Le code postal « 74500 » est lu « 72500 ». Habitante de la Sarthe, il est possible que cela ait influencé la patiente dans sa production dans un contexte de fluctuation attentionnelle.

II.3.b.4 Interprétation de la cause des échecs :

On observe donc des différences avec le groupe précédent. Tout d'abord, aucun des patients n'échoue dans les épreuves du digicode et de la facture de téléphone. Les scores globaux compris entre 32 et 34/41 sont nettement supérieurs aux scores du groupe précédent à une exception près.

Si certaines épreuves sont chutées comme pour le groupe des patients cérébrolésés gauches, l'analyse qualitative par sous-épreuves permet de constater des différences. En effet, dans ce groupe on observe moins de difficultés de transcodage que de difficultés stratégiques, visuo-attentionnelles (épreuve de lecture d'heure, des chèques, épreuve des courses) ou visuo-spatiales.

On relève néanmoins pour ce groupe également des difficultés de calcul mental complexe (estimation du montant total, calcul du rendu de monnaie, conversion dans l'épreuve de la recette de cuisine) mais nous observons dans le même temps que les capacités additives sont conservées dans l'épreuve du paiement en espèces. Les lésions de deux de nos patients intéressent les régions pariétale droite ainsi que fronto-temporale droite, zones

corticales qui semblent en lien avec les capacités de mémoire de travail visuo-spatiale et de génération d'images mentales permettant d'opérer sur des nombres complexes, ceci va donc dans le sens des études pré-citées.

En comparant ces résultats avec les conclusions de Chouchane et Arnaud-Vidal (p.67 et 68 de leur mémoire) nous nous apercevons que certaines de nos observations vont dans le sens de leurs interprétations, d'autres au contraire ne se recoupent pas. L'estimation du coût de la liste de courses s'était révélée la plus sensible, elle est échouée pour tous nos patients. En revanche nous ne retrouvons pas, contrairement aux résultats de leur étude, un fort taux d'échec lors de l'épreuve de composition de numéros de téléphone (item de la facture du téléphone). Cela est difficile à interpréter puisque c'est une épreuve qui sollicite l'attention visuelle, qui semble par ailleurs déficiente pour ce groupe au regard des résultats dans les autres épreuves faisant appel à cette capacité. En revanche, comme elles, nous remarquons que l'épreuve d'écriture de coordonnées sous dictée est particulièrement bien réussie.

Selon le modèle du Triple Code les difficultés rencontrées par ce groupe seraient à mettre en lien avec un déficit de la représentation visuelle.

II.2.c Lésions bilatérales

Nous étudions à présent les résultats obtenus par les trois patients (droitiers) composant ce groupe. Nous notons que ce groupe obtient les résultats les plus élevés de l'ensemble de la population, les scores étant situés entre 34 et 39/41. Au regard de leur niveau socio-culturel, deux des patients ont un score pathologique, le troisième obtenant un score supérieur à la moyenne établie.

II.3.c.1 Nombres de réponses négatives et scores à la BENQ-R :

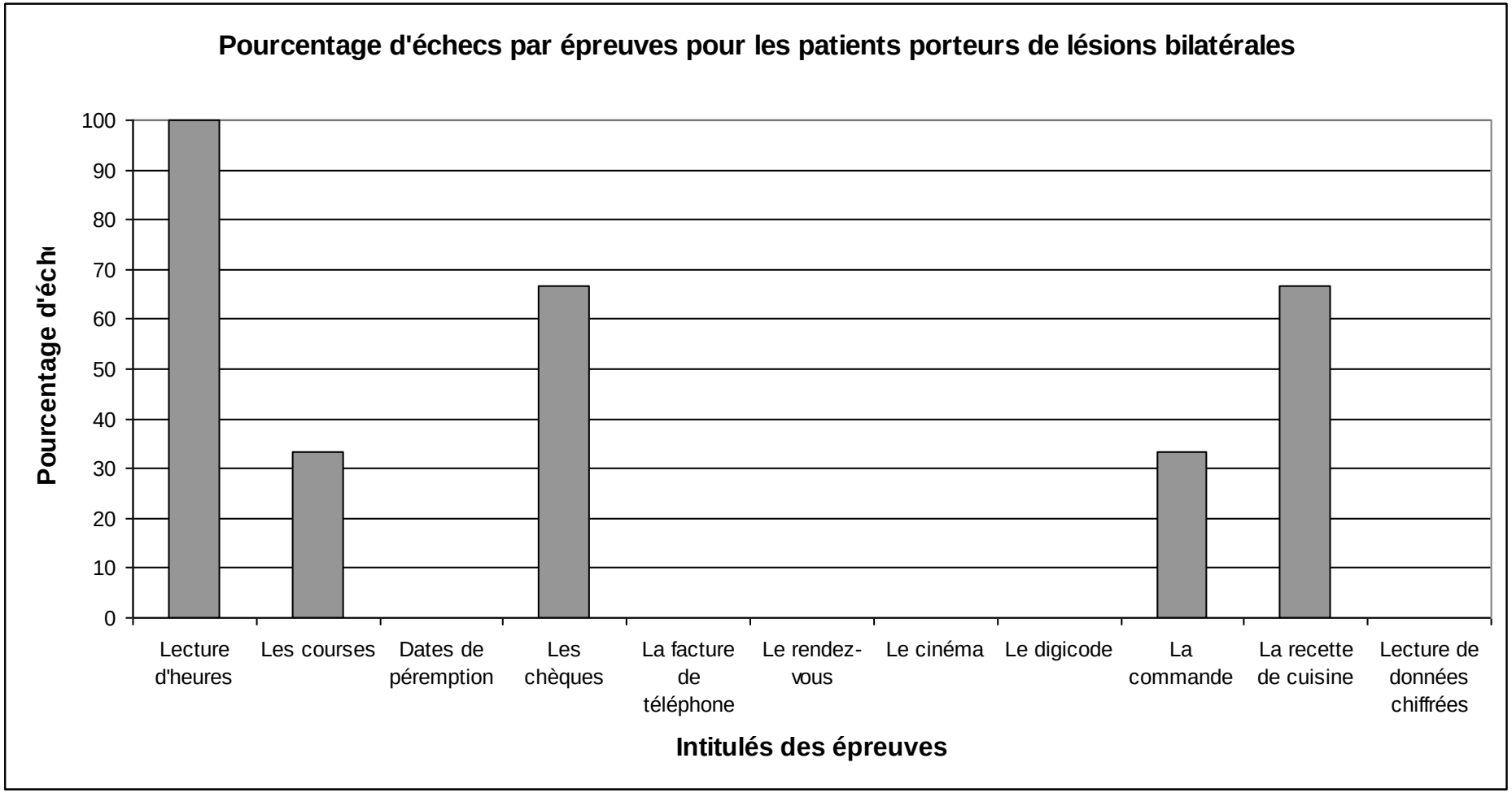
Le nombre d'épreuves chutées varie entre 1 et 4 sur les onze épreuves de la batterie. Ce groupe connaît donc le plus petit nombre d'échecs.

Les scores globaux sont compris entre 34 et 39/41, ce sont les meilleurs scores moyens de notre population.

Les bilans ont duré de 20 à 34 minutes ce qui situe cette population dans la moyenne de la population témoin.

II.3.c.2 Pourcentage d'échecs par épreuves pour les sujets porteurs de lésions bilatérales :

-L'épreuve la plus sensible est l'épreuve de lecture d'heures (100% d'échec), avec un échec pour deux patients sur trois, les épreuves des chèques, et de la recette sont également très sensibles.
-Les épreuves moyennement sensibles sont les épreuves des courses et de la commande (un échec sur trois).
-Les épreuves les moins sensibles sont les dates de péremption, la facture de téléphone, le rendez-vous, le cinéma, le digicode et la lecture de données chiffrées où aucun des patients n'échoue.


Pourcentage d'échecs par épreuves pour les patients porteurs de lésions bilatérales
Pourcentage d'éche
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Lecture d'heures
Les courses
Dates de péremption
Les chèques
La facture de téléphone
Le rendez-vous
Le cinéma
Le digicode
La commande
La recette de cuisine
Lecture de données chiffrées
Intitulés des épreuves

II.3.c.3 Analyse qualitative des erreurs :

❖ *Lecture d'heures :*

Les patients n'ont fait aucune erreur lors de la lecture sur cadrans digitaux. Ils ont tous commis une erreur lors de la lecture sur cadrans analogiques. Deux des patients font une confusion dans l'ordre des aiguilles, ainsi « 1h35 » est lu «7h05 ». On relève de plus qu'en essayant de fournir à la fois l'heure de matinée et l'heure de l'après-midi, un patient commet des erreurs. Il fait ainsi correspondre « 21h05 » à « 7h05 » et « 21h15 » à « 7h15 ». La dernière patiente propose « une heure moins vingt-cinq » pour « 1h35 » ce que nous avions déjà relevé chez d'autres patients.

❖ *Les chèques :*

Les trois patients parviennent à remplir le chèque, on relève uniquement une imprécision orthographique « vingt » écrit « ving » et « deux cents quatre vingt » pour « deux cent quatre-vingts » mais nous pouvons nous interroger sur le niveau orthographique antérieur du patient concerné. Un seul des patients demande la date, tous commencent par le code en chiffres arabes pour finir par le code verbal écrit.

Pour la rédaction du bordereau de remise de chèque, deux patients sur trois échouent. Tout d'abord, il faut parfois orienter la recherche visuelle sur le RIB ou encore donner des informations sur la démarche à suivre (que faut-il encore compléter ?). Malgré ces aides fournies, une patiente fait une inversion lors de la copie du numéro de compte ainsi qu'une erreur lors de la copie du montant total « 76,20 » devenant « 76,30 ». Un autre patient recopie (sans erreur) non pas le numéro de compte mais le code banque et le code guichet. Nous relevons de plus que pour deux des patients le montant total n'est pas tout à fait bien positionné dans les cases prévues à cet effet.

❖ *La recette :*

Un seul patient réussit entièrement cette épreuve, les deux autres échouant lors de la conversion des 40cl de lait placés sur le verre dose à ¼ de litre et entre 1/8ème et 1/10ème de litre. L'un des patients place de plus les 130g de farine au niveau des 150g.

❖ *Les courses :*

Chacun des patients commet une erreur lors de l'estimation des prix d'articles courants, deux sous-estiment le poulet fermier (4€) et le dernier patient estime le CD à 42€.

Tous les patients peuvent réaliser le calcul mental de tête et trouvent des résultats très proches du résultat exact, l'écart est compris entre 0 et 1,50€. Nous notons qu'ils ne commettent aucun oubli dans le calcul à réaliser (prix à multiplier par deux par exemple).

Les sous-épreuves de la vérification sur la calculatrice ainsi que le paiement de la somme exacte en argent liquide ne semblent pas poser de problème. Ici encore on observe que l'appoint est réalisé de trois façons différentes.

❖ *La commande :*

L'estimation du prix avec la réduction de 50% ne pose pas de problème.

La rédaction du bon de commande est échouée pour une patiente qui fait une erreur dans la copie de la référence « 4556810 » devenant « 4856810 ». En revanche, ces patients n'ont pas besoin d'aide spécifique pour les aider dans cette épreuve.

II.3.c.4 Interprétation de la cause des échecs.

Les erreurs observées, moins fréquentes que dans les autres groupes, sont certainement à mettre en lien avec des difficultés stratégiques et attentionnelles. L'une des patientes consciente de ses troubles reconnaît qu'elle a tendance à se précipiter quand elle commence une tâche. Nous relevons pour ce groupe des difficultés dans le calcul mental complexe dans le domaine soustractif mais elles ne semblent pas directement en lien avec un éventuel déficit du réseau de mémoire visuo-spatial puisque le calcul du coût de la liste de courses est réalisable.

Les scores obtenus dans les épreuves (10) et (11) sont supérieurs à ceux des deux autres groupes, c'est pourquoi on objective une différence dans la comparaison deux à deux et non initialement. Les patients de ce groupe semblent plus à l'aise dans ces deux épreuves que le reste de la population testée.

Notons de plus que les lésions de deux patients de ce groupe intéressent la région des noyaux gris centraux, région qui ne semble pas directement impliquée dans la majorité des capacités numériques sollicitées par ce bilan. Le troisième patient souffrant d'une lésion

frontale bilatérale s'était plaint en phase initiale d'une gêne concernant le domaine numérique mais il a bénéficié d'une prise en charge spécifique et se dit aujourd'hui nettement plus à l'aise dans ce domaine ce qui explique peut-être les résultats obtenus.

C Propositions de prises en charge

I Sélection des patients et mode de prise en charge

I.1 Critères d'exclusion

-Patients pour lesquels une prise en charge dans ce domaine n'est pas une priorité (état de santé ou cognitif) .
-Patients qui ne peuvent pas être suivis suffisamment longtemps pour entamer le travail (sortie des centres de rééducation…).

I.2 Critères d'inclusion

-Patients ayant été évalués à l'aide de la BENQ-R.
-Patients volontaires et motivés pour une prise en charge spécifique.
-Patients qui ont pu être suivis sur une durée assez importante.

I.3 Les patients ayant bénéficié de la prise en charge.

Nous avons donc pu proposer une prise en charge spécifique à trois patients pris en charge en libéral. Ces trois patients étant retournés vivre à domicile depuis quelques mois (ou années) sont confrontés à une multitude de tâches qui peuvent leur poser problème, c'est ce qui, sans doute, est en partie à l'origine de leur volonté de participer à ce projet.

I.4 Cadre de la prise en charge.

Les séances portant sur le nombre se sont déroulées au sein du cabinet d'orthophonie où ils sont pris en charge en présence de leur orthophoniste. Nous détaillerons la fréquence et la durée de prise en charge dans l'étude de cas.

II Le matériel utilisé

Outre la batterie BENQ-R, nous avons utilisé du matériel créé par des étudiantes dans leur mémoire d'orthophonie. Nous avons repris le questionnaire de Plessis et Rousseau (2008) qui permet de préciser la demande et de fixer des objectifs, ainsi qu'une partie du matériel de rééducation qu'elles avaient imaginé et rassemblé sous le nom de « carnet de route ».

Nous avons également repris des idées émises par Maslo et Sauve dans leur mémoire (2005) portant sur la manipulation de la monnaie chez des patients aphasiques.

Nous avons de plus utilisé d'autres supports orthophoniques et non orthophoniques.

Nous avons également créé des exercices que nous avons proposés aux patients.

III Etudes de cas

III.1 M.M.

M.M. est né le 16/10/1951 il est droitier. Il travaillait comme rédacteur en chef dans une mairie et était amené à réaliser des tâches diverses dans le domaine social, l'urbanisme, l'organisation des élections… Il connaît un grand nombre de personnes sur la région. Dans ses loisirs il donnait des cours de musique (solfège) à des groupes d'enfants, aimait écouter de la musique, faisait partie d'une chorale… En Mars 2007 il est victime d'un infarctus du myocarde et subit une intervention chirurgicale cardiaque à la suite de laquelle il fait un AVC. Il s'agit d'un AVC ischémique localisé dans la région pariétale droite en date du 12 Avril 2007. Dans la suite du parcours médical, on note qu'il sera admis en hospitalisation complète dans un centre de rééducation fonctionnelle pour plusieurs mois, puis, il poursuivra par une prise en charge dans le même centre en hospitalisation à temps partiel jusqu'à la fin de l'été 2008. Nous pouvons noter un épisode de crise d'épilepsie fin 2007 nécessitant l'intervention des pompiers. M.M est sous traitement anti-épileptique depuis lors.

M.M est rentré vivre à son domicile, il gère son quotidien seul mais insiste sur le fait que toute tâche nécessite de gros efforts. Il parle d'un handicap invisible et adopte une attitude de repli et d'évitement vis-à-vis de ses nombreuses anciennes connaissances et du monde extérieur en général.

Suite à cet accident de santé, le patient a formulé différentes plaintes, en particulier le fait de ne pas pouvoir faire de chèque quand il fait ses courses, l'impossibilité de vérifier des devis... Depuis, cette plainte concernant le domaine numérique est constante.

Outre une bonne évolution générale, le bilan orthophonique réalisé à l'aide des protocoles MEC (Protocole Montréal d'Evaluation de la Communication)[52] et TLC 2 (Test Lillois de Calcul)[53] à sa sortie de rééducation fonctionnelle relevait les points suivants :

- ✓ des troubles dans la compréhension et l'interprétation des inférences ou les comparaisons utilisant des notions logiques ou spatiales,
- ✓ au niveau du calcul, des difficultés persistant au niveau des techniques opératoires (soustractions et divisions en particulier),
- ✓ les problèmes simples sont bien résolus et les problèmes complexes semblent mieux abordés,
- ✓ les exercices de déduction difficiles à réaliser (avec la nécessité de l'aider à matérialiser le texte sous forme de dessins),
- ✓ les notions « plus grand que », « plus rapide que » encore imprécises ce qui gêne la compréhension dans beaucoup de domaines.

Le bilan neuropsychologique concluait à :

- ✓ des capacités visuo-constructives et visuo-spatiales en progression avec des difficultés dans les relations topologiques,
- ✓ des capacités de distinction visuelle normalisées,
- ✓ une mémoire de travail dans la norme mais fragile (fatigue…),
- ✓ certaines difficultés au niveau exécutif en ce qui concerne l'inhibition, la planification et l'anticipation, la réalisation de tâches multiples,
- ✓ des difficultés de compréhension des inférences, des consignes complexes et du raisonnement logique.

Le bilan initial de la BENQ-R relève parmi de nombreuses capacités préservées les points suivants :

- ✓ une attention visuelle déficitaire,
- ✓ une copie de nombres en chiffres arabes perturbée,

[52] MEC, Y. Joanette, B. Ska, H. Côté, 2005, otho édition.
[53] TLC2, N. Bout-Forestier et al. 2005, ortho édition.

- ✓ le transcodage du code verbal oral au code en chiffres arabes fragile pour les nombres complexes,
- ✓ des habiletés soustractives perturbées.

Son score est de 33/41 ce qui le situe à -4σ de la moyenne de son groupe témoin. Le temps de passation est de 50 minutes ce qui est un temps allongé en comparaison avec la population témoin (une trentaine de minutes).

Les réponses au questionnaire qualitatif sont les suivantes :

- ✓ le patient s'est rendu compte des difficultés en lien avec le nombre au cours des bilans d'évaluation. Cette prise de conscience s'est faite très précocement.
- ✓ Dans l'auto-évaluation, le patient estime ses difficultés en lien avec son AVC, il n'avait pas de difficulté de ce type avant cet accident de santé.

Les domaines posant le plus de difficultés sont :

- ✓ le repérage temporel (retrouver la date du jour, situer un rendez-vous),
- ✓ les transcodages (lecture, écriture, dictée),
- ✓ les calculs,
- ✓ la résolution de problèmes et en particulier la compréhension de l'énoncé, la planification de résolution, la vérification du résultat,
- ✓ au niveau des achats, M.M utilisait tous les moyens de paiement avant son AVC, aujourd'hui il n'utilise plus que la monnaie et la carte bleue. Pour payer en liquide il a recours à la stratégie qui consiste à donner un montant supérieur à la somme demandée. Il n'a pas eu de mal à se familiariser avec l'euro et n'effectue que très rarement la conversion pour avoir la valeur en francs. Il peut faire des paiements par chèques s'ils sont préparés à l'avance,
- ✓ au niveau du budget, M.M peut le gérer de façon autonome. Il a plus de difficultés pour rédiger des courriers administratifs.

Durant sa prise en charge orthophonique, que ce soit en centre de rééducation ou en libéral, M.M a bénéficié d'activités portant sur le nombre. En particulier des résolutions d'opérations à l'écrit.

L'objectif du patient est de retrouver une plus grande aisance dans la résolution des soustractions qui demeurent assez « floues » pour lui. Il souhaite approfondir les différents domaines qu'il juge altérés dans son auto-évaluation.

M.M. sera suivi durant plus de deux mois, à raison d'une à deux séances par semaine. Nous lui proposerons 11 séances.

Les axes de rééducation dégagés sont les suivants :

- ✓ une optimisation de l'attention visuelle,
- ✓ une amélioration de la mémoire à court terme sur entrée visuelle,
- ✓ un travail sur le repérage temporel,
- ✓ un travail sur les transcodages,
- ✓ un travail spécifique concernant les soustractions (rappel des faits arithmétiques, résolution de soustractions…),
- ✓ un travail autour du raisonnement et de la résolution de problèmes.

Activités autour de l'attention et de la mémorisation visuelle :

Un temps assez court était réservé à l'intérieur de chaque séance pour cette activité.

-Nous avons pu proposer des nombres mêlés (sur le principe des mots mêlés mais avec des items numériques).

-Le repérage sur une page d'annuaire d'un numéro de téléphone précis et la copie de ce numéro. Repérage sur une page de programme télé d'un programme suivant des contraintes temporelles. (Ces activités sont tirées du « carnet de route » de Plessis et Rousseau).

-Des activités autour de la recherche de différences entre deux images.

-Dans le matériel *Contrôle mental et stratégie*[54], retrouver des symboles précis parmi d'autres. Nous avons augmenté progressivement le niveau de difficulté, les différences entre cibles et distracteurs se réduisant. Au fil des séances on a pu remarquer une diminution des erreurs de sélection puis une diminution du nombre d'oublis avec une augmentation des auto-corrections.

-Dans ce même matériel : exercice de codage. Dans un tableau à deux lignes, il y a des symboles sur la première ligne que l'on doit associer à un autre selon un codage pré-établi. Nous notons une stratégie chez le patient qui consiste à passer en revue les items les uns après les autres et de se reporter au modèle à chaque fois. Néanmoins, le patient estime après avoir fait cette activité plusieurs fois qu'il aurait été judicieux de ne considérer qu'un symbole et de compléter le tableau en entier en ne se préoccupant que de celui-là puis de passer au second, puis au troisième…

[54] Catherine Josse, Laurence Pedetti, 1999, Ortho Edition.

Activités autour du repérage temporel :

Nous proposons à M.M des questions orales portant sur des dates ou des heures de la journée à retrouver. Nous choisissons la modalité orale pour nous rapprocher des situations de vie quotidienne. De plus, M.M a une bonne utilisation de son agenda. Il explique que souvent quand on lui parle de dates à venir il acquiesce sans forcément avoir situé l'événement et essaie de le retrouver une fois chez lui sur un calendrier. Nous proposons donc des jours de la semaine à retrouver selon certaines contraintes, des heures de la journée…

Activités autour des transcodages.

Le bilan initial montrait une lecture en chiffres arabes correcte y compris pour des items complexes. En revanche le patient commet plusieurs erreurs dans l'écriture de chiffres arabes : sous dictée il transcrit « 94 » comme suit : « 89 » ce qui constitue une erreur dans le traitement lexical selon le modèle de Mc Closkey. En se basant sur le bilan uniquement, il apparaît que le déficit de traitement lexical concerne plutôt le mécanisme de production écrite puisque la lecture à haute voix est correcte ce qui induit que l'encodage est bien réalisé. Cette hypothèse se confirmera lors des séances, en particulier lors d'un exercice ou le patient énonce oralement le résultat correct d'une opération en écrivant un résultat erroné. Il a été également relevé des erreurs lors de la copie de chiffres arabes qui sont sûrement à mettre en lien avec un déficit visuo-attentionnel.

Dans l'ensemble des exercices proposés, nous allons vers une complexification progressive des items présentés que ce soit du point de vue lexical, syntaxique et pour la longueur des numéraux. Outre les exercices inventés par Plessis et Rousseau dans leur « carnet de route » où les numéraux proposés comportent des relations additives et multiplicatives variées ainsi que des zéros intercalaires nous avons imaginé d'autres items en fonction des erreurs du patient.

-Transcodage du code verbal oral vers le code arabe.

-Transcodage du même type lors d'entraînement à la réalisation d'opérations à l'écrit.

On a pu noter lors de ces exercices des erreurs de type syntaxique « 900 » pour « 9900 » ou de type lexical « 66 » pour « 96 ».

-Transcodage en chiffres arabes puis en code verbal écrit à partir du code verbal oral. Cet exercice vise à se rapprocher de la situation de rédaction de chèques. Après avoir proposé des nombres sans valeur écologique, nous proposons des prix en euros d'abord sans centimes puis avec. On note quelques hésitations dans le code verbal écrit « douze » est noté « duize », des

difficultés sur les « cinq », « cinquante », un « six » transcrit « dix » et des oublis de parties des numéraux. Dans le code verbal écrit, les erreurs relevées sont majoritairement d'ordre lexical.

-Lecture à haute voix de chiffres arabes. Nous nous sommes également servi de la fiche imaginée par Plessis et Rousseau pour travailler ce domaine.

Sur 18 items on note deux erreurs. L'une de type lexical « 87 » pour « 78 » et l'autre qui semble mettre en relief une difficulté à opérer le découpage du numéral de trois chiffres en trois chiffres à partir de la droite : « 9900 » puis « 96 » « 90 » pour « 9690 ». Le patient sera invité à lire à haute voix les résultats des opérations qu'il sera amené à résoudre et cette difficulté ressurgira.

-Lecture à haute voix de nombres écrits dans le code verbal. Ici aussi, l'une des fiches du « carnet de route » permettra le travail.

Sur 22 items nous ne relevons que deux erreurs de type lexical dont une qui sera spontanément corrigée, nous notons de plus que les confusions s'effectuent avec des mots-nombres proches sur le plan phonologique ou orthographique : « cinquante-six » pour « cinquante-huit » et « soixante-six » pour « soixante-dix ».

Nous ne proposerons ces activités qu'en début de prise en charge puisque très vite M.M ne commettra quasiment plus d'erreurs et adoptera une attitude de vérification beaucoup plus systématique.

Activités autour de la soustraction :

M.M montre lors du bilan une fragilité sur la soustraction, nous choisissons de travailler le rappel des faits arithmétiques soustractifs préalablement au travail sur le mécanisme de la soustraction.

-Rappel des faits soustractifs. Nous réservons un très court temps en début de séance pour cet exercice. Nous présentons au patient des petites cartes sur lesquelles figurent les soustractions simples (tables de 1 à 10). Nous énonçons simultanément l'opération à haute voix. Le patient ne commet pas beaucoup d'erreurs (c'est la table de 8 qui apparaît le plus problématique) mais marque des temps d'hésitation plus importants sur certaines questions, nous représenterons ces opérations au fil des séances jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'erreur. Nous corrigeons et discutons des erreurs produites quand elles ont lieu.

Nous introduirons ensuite des soustractions pour lesquelles il est possible de mettre en place des stratégies de résolution ne faisant pas appel à la récupération en mémoire à long terme :

les soustractions en « -9 » par exemple, où nous inciterons le patient à raisonner en terme de « -10+1 ».

-Rappel des faits arithmétiques additifs sur le même principe.

Nous travaillons également les tables d'addition puisque la résolution de certaines soustractions peut amener à raisonner en terme d'addition selon la stratégie utilisée.

-Résolution de soustractions. Nous proposons au patient de poser et de résoudre des soustractions. Nous irons ici aussi vers une complexification des items : d'abord sans retenue puis avec, nous introduirons enfin des virgules. Nous irons des tables les plus petites vers les plus grandes et vers des items de plus en plus longs. Nous remarquons que dans cette tâche, les faits arithmétiques reviennent plus difficilement. Le patient a parfois tendance à poser des retenues sans qu'il y en ait besoin, nous incitons le patient à adopter une attitude de vérification : « Le résultat est-il plausible ? », ceci fait intervenir le calcul approximatif. Nous notons également une tendance chez le patient à décaler les nombres vers la gauche sur le papier, ce qui peut favoriser les confusions, ceci est à mettre en lien avec ses difficultés visuo-spatiales et visuo-constructrices. Nous l'incitons donc à respecter l'alignement des numéraux et utiliserons ponctuellement des feuilles à carreaux.

L'évolution montre un meilleur respect de l'agencement des opérations, moins d'hésitations dans le rappel des faits soustractifs et dans la progression de résolution de l'opération sans que cela soit parfaitement réalisé. Il perdure des oublis ou des ajouts de retenues inutiles.

Activités autour du calcul mental complexe et du calcul approximatif :

Nous souhaitons grâce à ces activités permettre au patient d'avoir davantage recours au calcul approximatif et favoriser le calcul mental complexe. En effet ces capacités sont sollicitées dans la vie courante (estimation de son panier de courses, d'une durée, calcul exact d'un prix…).

-Calcul mental complexe. Nous proposons des questions orales et également le support écrit pour soulager la mémoire de travail. Les questions sont diverses et intéressent les 4 types d'opérations arithmétiques. Cela nécessite également de la flexibilité mentale. Nous introduirons des nombres décimaux. Pour certaines opérations, le patient prend l'initiative de les poser à la main étant dans l'incapacité de les résoudre de tête. Nous remarquons que le patient ne parvient pas à envisager que 100-49 font 51 puisqu'il propose 1 puis 10. Cela nous fait envisager un déficit de la représentation analogique mettant en jeu les aires pariétales

inférieures gauches et droites du modèle de Dehaene. Après plusieurs explications nous n'insistons pas. Nous proposerons ce type d'opération la séance suivante sous forme de calcul approximatif. Le patient parviendra à la bonne réponse.

-Calcul approximatif. A chaque fois on présente une opération (soustraction ou addition) accompagnée de deux réponses possibles. Le patient choisit la réponse qui lui semble la plus proche de la réponse exacte. Le patient répond correctement sans difficulté. On observe une nette diminution des erreurs lors des exercices de calculs complexes et une absence de recours au calcul écrit.

Activités autour du raisonnement et de la résolution de problèmes :

-Problèmes arithmétiques « classiques ».

Le patient dispose devant lui d'un énoncé de problème qu'il gardera à disposition pendant la résolution de celui-ci. Le patient se montre capable d'effectuer certains calculs complexes de tête. On note une difficulté au niveau stratégique à mener une suite de calculs jusqu'au bout. Dans l'un des problèmes il faut effectuer plusieurs additions et soustractions à la suite, il oublie une étape.

Nous proposons également des problèmes dans la modalité orale pour se rapprocher de situations de la vie courante.

-Nombres croisés. Dans le même esprit que les mots croisés, il s'agit de trouver les réponses à de courtes définitions ou opérations et d'inscrire le résultat dans les cases correspondantes. Cet exercice s'est révélé difficile dans un premier temps. Cela nécessite de pouvoir revenir en arrière, de procéder par déduction… M.M était gêné pour inscrire ou retrouver des résultats dans les bonnes cases (vertical versus horizontal). Ici encore on peut noter que la majorité des calculs est effectuée de tête et ce même pour des calculs complexes (150-103=47 par exemple). On note aussi le recours spontané à des stratégies de décomposition (6x16 résolu de tête en effectuant 6x10+6x6)… Nous le faisons remarquer au patient qui n'a pas réellement conscience d'avoir recours à de telles stratégies. Progressivement ce type d'exercice est réalisé de plus en plus vite avec une nette diminution du nombre d'erreurs. Cette activité favorise les auto-corrections puisque les informations se recoupent.

-Appariement énoncé-opération. Matériel tiré de *Contrôle mental et stratégie,* un énoncé est présenté, suivi de plusieurs opérations censées permettre d'obtenir le résultat du problème. Le patient sélectionne les opérations adéquates (nous verrons que ce type d'exercice ne convient pas à tous les patients).

-Problèmes arithmétiques avec QCM au préalable. Nous tentons de rendre plus explicite l'énoncé du problème en proposant des questions à choix multiples auxquelles le patient doit répondre avant de commencer à résoudre le problème. Cependant cela ne semble pas aider le patient et même le met en difficulté, la multiplication des informations écrites le perturbe, nous n'insisterons donc pas dans cette voie. Cela semble rejoindre les conclusions de l'étude de Fasotti et al. (1992) où les patients porteurs de lésions postérieures ne bénéficient pas de la même façon que les patients porteurs de lésions frontales de ce type d'indiçage. Il semble après en avoir discuté avec lui que ce soit davantage la représentation globale du problème qui est difficile à construire.

-Problèmes arithmétiques et schémas de représentation (cf. annexes). Le patient prend connaissance de l'énoncé du problème en entier puis nous lui proposons pour chaque étape du problème plusieurs schémas censés illustrer cette dernière, un seul est valable. Après sélection du schéma correct, le patient effectue le ou les calculs nécessaires. Le patient peut dire que ces schémas sont plus aidant que des QCM. Nous poursuivons donc dans cette direction. Nous avions noté une difficulté importante pour les problèmes mettant en jeu des notions d'inclusion. Nous proposons un problème faisant intervenir cette notion avec ce type de schémas, le patient réalise l'ensemble des étapes guidées sans difficulté.

Nous n'aurons pas le temps de proposer des problèmes sans les schémas mais il semble que ce type d'aide est très efficient pour le patient d'autant que tout problème possède un schéma de représentation.

-Problèmes que le patient amène en séance. M.M se dit très embêté quant à l'organisation de sa famille, il est un peu perdu entre ses tantes… Nous lui proposons donc d'écrire les noms des membres de sa famille afin de pouvoir réaliser un arbre généalogique, ce que nous ferons sur plusieurs séances procédant génération par génération. Cela a permis au patient d'être plus au clair par rapport à sa famille.

-Activités écologiques. La principale application concrète que nous avons réalisée en séance concerne la manipulation de la monnaie. Payer une somme exacte à l'aide de monnaie. Proposition d'une situation d'achat : nous rendons de la monnaie au patient sans dire de quel montant il s'agit. Le patient doit recompter et dire si c'est exact ou non. Nous déciderons conjointement que la stratégie la plus fructueuse pour lui consiste à partir du prix de l'article et de procéder par ajouts successifs afin d'arriver à la somme que le patient avait donnée pour payer cet article.

Nous avons également proposé au patient de réaliser le calcul d'un budget à l'aide d'une calculatrice. Ce que la patient a bien réalisé.

Le bilan d'évolution BENQ-R est réalisé environ 3 mois ½ après le précédent bilan. Le score global est de 36/41 situant désormais le patient à -2σ de la moyenne. La durée de passation s'est considérablement raccourcie : de 50 minutes, le patient est passé à 34 minutes.

Les progrès réalisés concernent les domaines suivants :

- ✓ l'écriture des nombres complexes,
- ✓ le placement de valeurs sur une échelle,
- ✓ le calcul mental complexe,
- ✓ les capacités soustractives.

Le patient conserve des difficultés dans les domaines suivants :

- ✓ l'attention visuelle (les résultats n'ont guère évolué entre les deux bilans),
- ✓ les capacités soustractives qui ne sont pas encore normalisées.

Concernant le questionnaire qualitatif, le patient trouve qu'il est globalement en progrès dans le domaine numérique mais paradoxalement, il dit ne pas se sentir spécialement plus à l'aise. Le patient, en dehors des activités numériques réalisées en séances, a fait ses comptes et cela s'est bien passé.

Les domaines où il estime avoir fait des progrès : l'écriture des nombres en particulier en chiffres arabes, la lecture de nombres dans les deux codes, le calcul, les problèmes (amélioration de la compréhension, de la stratégie à adopter, de sa réalisation et de la vérification du résultat).

Les domaines qui lui semblent encore à travailler sont les suivants : gestion des plannings et du calendrier, la réalisation des soustractions qui n'est pas encore parfaitement limpide pour lui, il serait intéressant de continuer la rééducation en ce sens.

Sa nouvelle demande concerne les activités suivantes : travailler la résolution d'opérations (soustractions, multiplications, divisions) ; résoudre des problèmes plus complexes.

Le but à atteindre se situe sur le plan intellectuel puisque le patient convient que sa gêne n'a plus de réelle répercussion dans sa vie quotidienne.

Sur le plan écologique le patient nous a fait part d'un succès lors de la rédaction d'un chèque en public mais il explique que l'environnement était relativement bienveillant. Cela reste difficile quand il ressent de l'impatience autour de lui.

Nous notons concomitamment à cette évolution un réinvestissement d'activités « extra professionnelles » (chorale, sport, milieu associatif…) ce qui paraît de bon pronostic pour la suite.

III.2 M.C

M.C est né le 14/04/1936, droitier, il a exercé la profession de maraîcher et est à la retraite. Il est victime d'un AVC le 10/07/2008. Il s'agit d'un AVC ischémique en territoire sylvien gauche. Il présentait en phase initiale un tableau d'une aphasie de Broca. Il a été hospitalisé une douzaine de jours à l'hôpital en service de neurologie puis est sorti. Il a été immédiatement pris en charge en libéral. Le patient, veuf depuis 5 ans, et de nouveau accompagné depuis un an est allé vivre chez sa compagne à sa sortie de l'hôpital.

Le bilan orthophonique réalisé avec le MT86 (Protocole Montréal Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie)[55] de début de prise en charge indiquait :

- ✓ un langage oral intelligible mais avec un manque du mot important et des stéréotypies verbales,
- ✓ une conscience importante des troubles,
- ✓ des scores pathologiques aux épreuves de fluences et de dénomination,
- ✓ des difficultés en compréhension orale avec une meilleure compréhension lexicale que syntaxique,
- ✓ une lecture à haute voix comportant des paralexies,
- ✓ une compréhension écrite déficitaire en particulier pour les phrases,
- ✓ une écriture sous dictée déficitaire également.

Cependant depuis ce bilan, le patient a réalisé des progrès dans ces domaines. Un langage oral qui est informatif, avec un manque du mot moins marqué. Une meilleure compréhension orale mais celle-ci chute pour les phrases complexes ou plus longues. Des production et expression écrites en progression également. Le patient pouvant écrire des mots corrects.

On note cependant une grande anxiété chez ce patient et une conscience des troubles qui l'amène souvent à se dévaloriser. Les progrès bien que suivant une amélioration globale sont influencés fortement par l'état psychologique du patient. Le patient se dit maintenant assez à

[55] MT 86, version 1992, J-L Nespoulous et al., ortho édition.

l'aise pour discuter en relation duelle mais explique que les grandes réunions sont trop difficiles à gérer sur le plan de l'attention et de la compréhension.

Le score global au bilan initial de la BENQ-R était de 19/41 ce qui le situait à $-4{,}9\sigma$ de la moyenne de son groupe témoin. La durée de passation étant de 57 minutes, durée nettement allongée. Les domaines principalement chutés sont les suivants :

- ✓ l'attention visuelle,
- ✓ la mémoire verbale à court terme sur entrée auditive en particulier,
- ✓ le repérage temporel,
- ✓ les connaissances encyclopédiques numériques,
- ✓ les transcodages numériques,
- ✓ le calcul mental (addition et soustraction),
- ✓ l'utilisation de la calculatrice,
- ✓ la manipulation de la monnaie.

Le questionnaire qualitatif a été difficile à réaliser, la patient ayant du mal à s'exprimer, de plus il ne semble pas pleinement conscient des difficultés qu'il a dans le domaine numérique. Spontanément le patient déclare ne pas avoir de difficulté dans le domaine du nombre, néanmoins quand on passe en revue les différentes rubriques du questionnaire le patient pense être en difficulté dans :

- ✓ la lecture d'heures (sur les deux types de cadrans),
- ✓ le repérage temporel,
- ✓ l'écriture, la lecture et la dictée de nombres,
- ✓ les calculs.

Pour ce qui est des situations d'achats (estimer un montant total, manipuler de la monnaie, remplir un chèque il dit être aidé par sa compagne). M.C gérait ses comptes seul avant son AVC, depuis, c'est sa compagne qui l'aide. Il dit s'être relativement bien familiarisé avec la nouvelle monnaie mais déclare avoir besoin de réaliser souvent la conversion euro-franc. Il est cependant difficile de savoir s'il le fait toujours depuis son AVC ou s'il s'agit uniquement d'une habitude antérieure.

Sans avoir d'attente particulière, le patient est partant pour travailler le domaine numérique en séance.

Nous proposerons 8 séances au patient réparties sur une durée de deux mois environ à raison d'une à deux séances par semaine.

Les axes de rééducation dégagés sont les suivants :

- ✓ un travail sur la lecture d'heures,
- ✓ un travail sur le repérage temporel,
- ✓ une optimisation de l'attention visuelle,
- ✓ un travail sur les transcodages numériques, en particulier la production écrite,
- ✓ une amélioration de l'utilisation de la calculatrice,
- ✓ des activités de calcul et de résolution de problème,
- ✓ un travail autour de l'utilisation de la monnaie.

Activités autour de la lecture d'heures :

Nous axons ce travail sur la lecture sur cadrans analogiques pour deux raisons. D'une part, les résultats du bilan initial indiquent que la lecture de chiffres arabes ne pose pas de problème particulier, d'autre part, la montre que possède le patient est une montre à aiguilles. Lors du bilan, nous avons observé des difficultés dans la stratégie de lecture d'heures. Le patient ne sait plus par quelle aiguille commencer et les minutes ne sont pas correctement converties. Nous proposons au patient la fiche « lire l'heure » réalisée par Plessis et Rousseau dans leur mémoire. Le patient est aidé par cette fiche qui possède une triple numérotation : heures du matin, heures du soir et minutes, il demandera à avoir un exemplaire de cette aide mémoire ce que nous lui fournirons. Nous insistons sur le fait de toujours commencer par la plus petite aiguille. Nous proposerons ensuite des cadrans avec différentes propositions de réponses dans lesquelles se trouvent des réponses erronées du type de celles qu'il a pu commettre. Progressivement nous enlèverons les propositions de réponse puis la fiche aide mémoire. La progression dans ce domaine est irrégulière, le patient a besoin qu'on lui apporte certaines précisions, par exemple, que la petite aiguille avance à mesure que la grande réalise le tour complet…

Activités autour du repérage temporel :

Lors du bilan, le patient a eu du mal à donner la date du jour ainsi qu'à estimer si un produit était périmé ou non ou encore à estimer une durée de consommation restante.

Au début de chaque séance, nous demandons au patient de pointer la date du jour sur un grand semainier puis sur un calendrier une page par mois qui est apparu plus repérant pour le patient. Ensuite nous lui demandons de retrouver certaines dates, quel jour tombera tel événement particulier… Les questions concernent des événements passés

ou à venir. Nous en profitons pour évoquer certaines dates avec signification particulière (Noël, jour de la fête nationale, jeudi de l'ascension…).

Nous avons également proposé au patient plusieurs questions dans la modalité orale (travaillant ainsi la rétention auditive verbale) assez diverses sur des notions temporelles (questions autour des saisons, des mois, des jours…). Certaines de ces questions sont tirées du matériel « *Activation des fonctions cognitives »*[56].

Nous avons pu observer au cours des séances une familiarisation avec le calendrier une page par mois, un repérage temporel qui s'affine. Une plus grande facilité à passer d'une question à l'autre diminuant les phénomènes de persévération.

Optimisation de l'attention visuelle :

Nous avons apprécié la sensibilité du patient aux distracteurs lors de la recherche d'informations visuelles au cours du bilan.

Nous proposons des activités variées pour travailler le repérage visuel.

-Sur le plan d'un village, nous lui donnons des itinéraires oralement en ajoutant des contraintes entre le départ et l'arrivée, le patient devant tracer un itinéraire compatible avec les consignes.

-Exercices tirés du matériel *Visuo analyse*[57], il y a une image cible à gauche d'une suite de dessins assez similaires, il s'agit de retrouver le même que la cible.

-Détection de différences entre deux scènes imagées semblables.

-Repérage de numéraux arabes parmi d'autres numéraux disposés de façon aléatoire (un seul puis plusieurs).

-Repérage de cibles dans des lignes de symboles ressemblant. Le patient adopte très vite une technique consistant à ne prendre en compte qu'une cible à la fois (3 puis 4 cibles).

-Une activité de recherche d'informations dans une page de catalogue de légumes puis sur une page de programme télé.

On note une recherche qui est devenue très efficace. Le patient semble néanmoins gêné par des troubles de la compréhension orale qui vont avec un niveau de stress important quand on lui propose une nouvelle activité, le patient essayant de répondre rapidement.

[56] Cornu-Leyrit et al, 2003, ortho édition.
[57] Virion-Kapps M., 2000, ortho édition.

Activités de transcodages numériques :

Le bilan mettait en relief des erreurs de type lexicalisation ou des problèmes dans la sélection des primitives lexicales ainsi que des erreurs syntaxiques intéressant le système de production puisque dans les cas de lexicalisation tous les éléments lexicaux sont présents et le patient a pu s'auto-corriger. Nous relèverons des troubles lexicaux en lecture à haute voix de nombres en chiffres arabes. Le code verbal écrit ne montrait pas de particularité mais nous choisissons de nous y attarder un peu.

-Transcodage du code verbal oral au code arabe (écriture sous dictée).

-Transcodage du code arabe au code verbal écrit. Nous observons une difficulté pour l'écriture des nombres « seize » et « sept » pour lesquels la confusion va perdurer assez longtemps, nous représenterons ces items régulièrement. Nous remarquons également que les confusions se font entre des numéraux verbaux proches sur le plan phonologique ou orthographique (troiz-treize ; sif-six…). De plus, le patient semble oublier le caractère invariable de certains numéraux, il transcrit ainsi « 19 » en « diz neuf » ou encore « 24 » « vingatre ». Cela évoque un déficit de la représentation verbale du triple code de Dehaene implémenté dans les aires périsylviennes gauches.

-Transcodage du code verbal écrit au code arabe.

-Correspondance en lecture à haute voix entre des nombres en chiffres arabes et des nombres écrits en lettres.

-Transcodage du code verbal oral vers le code arabe et le code verbal écrit.

Utilisation de la calculatrice, calcul et résolution de problèmes :

Le subtest de la calculatrice n'a pas été réussi lors du bilan initial. Nous pensons que le recours à la calculatrice peut être une bonne aide pour pallier certaines difficultés en calcul.

-Reconnaissance des différents composants de la calculatrice et désignation de ces derniers.

-Résolution de problèmes arithmétiques. Le patient garde l'énoncé sous les yeux (addition et soustraction au départ puis multiplication). Lors de ces exercices nous avons la surprise de constater que le patient est très performant en calcul à l'écrit et montre de bonnes performances en calcul mental. Nous reposant sur ces capacités nous envisageons le calcul manuel comme une vérification du calcul réalisé à la calculatrice !

La difficulté majeure dans l'utilisation semble être la stratégie à adopter. Le patient a du mal à procéder dans l'ordre adéquat malgré de multiples explications mais cela progresse au cours des séances.

Les différents thèmes abordés dans les problèmes créés sont en lien avec les centres d'intérêts du patient (agriculture, automobile…) ainsi que des problèmes ayant des similitudes avec ce dont il peut avoir besoin dans sa vie courante (calcul d'un budget, d'une liste de courses…).

La résolution de calcul à l'écrit ne pose pas de problème, les procédures sont bien appliquées, le patient conserve même des habitudes antérieures ; par exemple, il n'a pas besoin de poser les retenues. Le rappel des faits arithmétiques se fait rapidement. La difficulté majeure consiste en la sélection de la stratégie à adopter pour résoudre les problèmes. Nous n'aurons pas l'occasion d'aller plus loin à ce sujet.

Manipulation de la monnaie :

Le patient n'a pas pu composer la somme demandée à l'aide de la monnaie lors du bilan, il n'a pas non plus pu corriger le mauvais rendu de monnaie.

Nous nous inspirons des exercices imaginés par Maslo et Sauve dans leur mémoire (La manipulation de la monnaie chez la personne aphasique, 2005).

-Désignation entre :

- ✓ deux pièces de positions différentes (2€ versus 50cts),
- ✓ deux pièces de même position (2€ versus 20cts),
- ✓ deux billets,
- ✓ billets et pièces de même position (50€, 5€, 50cts, 5cts).

-Faire l'appoint avec de la monnaie d'une ou plusieurs façons. On observe des confusions entre billets et pièces de même position.

-Comparaisons entre le total de monnaie que l'on possède et le prix d'articles. Calcul de la différence éventuelle.

-Vérification et correction de rendus de monnaie. Le patient se montre capable de juger de l'exactitude de la monnaie rendue et il peut le rectifier grossièrement.

Le patient obtient lors du bilan d'évolution (BENQ-R) réalisé en fin de prise en charge un score global de 29/41 le situant désormais à – 2,1σ de la moyenne de son groupe témoin. Le temps de passation est resté sensiblement équivalent et a même légèrement augmenté : 60 minutes. Les différentes épreuves montrent des progrès dans les domaines suivants :

- ✓ la lecture d'heures,

- ✓ le repérage temporel,
- ✓ la lecture et dans une moindre mesure l'écriture de nombres,
- ✓ les capacités de calculs.

Cependant on note que des difficultés persistent dans d'autres domaines :

- ✓ l'attention visuelle qui est encore influencée par les distracteurs,
- ✓ l'écriture en chiffres arabes de nombres complexes,
- ✓ la mémoire auditive verbale à court terme,
- ✓ la compréhension de consignes complexes,
- ✓ l'utilisation de la calculatrice.

Le questionnaire d'auto-évaluation a donné lieu aux réponses suivantes :

-le patient se sent plus à l'aise pour manipuler de la monnaie et pour lire l'heure sur les cadrans à aiguilles ainsi que pour réaliser des calculs,

-il n'a pas réalisé d'activités numériques en dehors de la prise en charge,

-les activités dans lesquelles il estime avoir encore des difficultés sont la gestion des comptes (il est toujours aidé par sa compagne), la gestion des rendez-vous sur la journée ou sur la semaine (même avec un agenda il a besoin de l'aide d'un tiers), la compréhension orale, l'écriture en général,

-il souhaiterait poursuivre sur des activités de ce type lors de sa prise en charge orthophonique,

-il estime ne pas être satisfait des progrès réalisés à ce jour sans pouvoir être plus précis. Il explique en même temps être très handicapé par le fait de ne pas pouvoir exprimer sa pensée comme il le voudrait. Il reste très préoccupé par des problèmes notariés et de permis de conduire dont il parlera à chaque séance.

III.3 Mme D.

Mme D. est née le 06/05/1944, elle est droitière. Elle a exercé la profession de laveuse repasseuse et est maintenant à la retraite. Cette patiente a été victime de trois AVC en 1996. Suite au premier AVC ayant eu lieu en Avril 96, les seules séquelles semblaient être une lourdeur du bras droit. Le second AVC a lieu la semaine suivante entraînant d'importants troubles phasiques. Le troisième AVC a lieu au mois de Novembre de la même année. Suite à ces trois accidents les séquelles résident en un déficit des membres supérieur et inférieur

droits ainsi que les troubles phasiques. Elle est prise en charge en terme d'orthophonie en centre de rééducation fonctionnelle puis en cabinet libéral. Elle souhaite interrompre la prise en charge en 2004 au regard de la date devenue ancienne de l'AVC. En Juillet 2008 un nouvel épisode survient sans qu'on puise avoir une idée précise de la date exacte. Sur le plan symptomatique, la patiente relève une aggravation de sa motricité du côté droit et sent une régression dans ses possibilités de prise de parole. Sur le plan neurologique les lésions principales intéressent les territoires sylviens gauches. La patiente présentant une aphasie de production de type non fluent. Elle vit seule à domicile, une aide à domicile se rend chez elle tous les matins et l'aide dans ses activités de toilette, ménage et courses.

Cette patiente présente des troubles d'expression orale importants : manque du mot sévère, déviations phonétiques accompagnées de syncinésies importantes lors des prises de parole. Sa compréhension orale est bonne mais diminue à mesure que les phrases se complexifient, elle demande spontanément qu'on lui réexplique une consigne qu'elle n'aurait pas comprise. La production écrite est possible de la main gauche, la compréhension écrite est globalement efficiente mais il est très difficile de restituer un texte lu. Elle est bien meilleure en lecture silencieuse qu'en lecture à haute voix. Mme D. est de plus très expressive sur le mode extra-verbal (gestes, mimiques…).

Le bilan initial de la BENQ-R a été réalisé en 56 minutes ce qui est un temps relativement long. Le score global était de 27/41 ce qui situait la patiente à $-2{,}6\sigma$ de son groupe témoin.

Les principales difficultés concernent les domaines suivants :

- ✓ la mémoire verbale à court terme,
- ✓ l'attention visuelle,
- ✓ l'écriture et la lecture des nombres complexes,
- ✓ le calcul mental complexe,
- ✓ l' utilisation de la calculatrice qui est hésitante.

Le questionnaire d'auto-évaluation donne l'occasion à la patiente de préciser certaines choses. La plainte concernant le nombre a été précoce suite à ses AVC. Il est clair pour la patiente que les AVC sont à l'origine de ses difficultés. Elle se sent gênée pour se repérer dans le temps parfois (quand les heures de ses rendez-vous sont modifiées par exemple), pour les transcodages numériques (en particulier écrire des nombres spontanément ou sous dictée),

pour réaliser des calculs ou résoudre des problèmes. Elle estime être à l'aise avec la monnaie et n'utilise le téléphone qu'exceptionnellement car elle a beaucoup de mal à se faire comprendre. Pour ses achats, avant l'apparition de ses troubles, Mme D. n'utilisait que très peu la monnaie leur préférant le chèque. Aujourd'hui elle utilise davantage le liquide, elle donne aux commerçants soit un montant supérieur à la somme demandée, soit le montant exact. Elle n'utilise plus sa carte bleue qui demande un bon accès en mémoire au code à 4 chiffres. Elle peut néanmoins remplir des chèques. C'est elle qui gérait ses comptes mais elle est aujourd'hui dans l'incapacité de le faire seule, ses enfants l'aident pour cela. En ce qui concerne le changement de monnaie, elle a eu du mal à s'y faire, elle est toujours obligée de faire la conversion euros-francs. Sa demande porte sur un moyen de l'aider dans ses comptes, l'utilisation de la calculatrice et sur les proportions dont on a besoin en cuisine.

Nous proposerons 7 séances à la patiente sur une durée d'un mois environ à raison d'une à deux séances par semaine.

Les axes principaux de rééducation dégagés sont donc les suivants :

- ✓ une amélioration de la mémoire à court terme sur entrée auditive,
- ✓ une optimisation de l'attention visuelle,
- ✓ un travail sur les transcodages,
- ✓ une optimisation des procédures d'addition et de soustraction,
- ✓ faciliter l'utilisation de la calculatrice.

Nous encourageons en plus la patiente à évoquer toute situation qui pourrait lui poser problème à la maison afin d'essayer de trouver des stratégies susceptibles de l'aider.

Activités autour de la mémorisation à court terme :

-Dans le matériel *Mémoire de travail*[58], exercice des « mots colorés ». Sur une feuille, des lettres sont écrites sur des fonds de couleurs différentes, nous énonçons une succession de couleurs et la patiente doit reconstituer le mot en assemblant les différentes lettres correspondantes. Nous commençons par 3 lettres puis nous passons à 4. La patiente peut mémoriser la succession mais elle a besoin de noter le mot à l'écrit pour s'aider à le prononcer.

[58] Gatignol, P., ortho éditions.

-Dans le même matériel, nous lisons à haute voix deux fois de suite à la patiente des phrases dans lesquelles se trouvent des items cibles (informations numériques, noms propres…), elle doit les mémoriser et les redonner . Nous augmentons le nombre de cibles à mémoriser.

Activités stimulant l'attention visuelle :

-Repérer des figures strictement identiques (en taille, forme, orientation dans l'espace).

-Repérage de symboles identiques dans des frises. Nous notons que les oublis se situent dans le quart inférieur gauche (d'abord une cible unique puis jusqu'à 5 cibles).

-Tracer un itinéraire en observant certaines contraintes (possibilité de ne passer uniquement que sur des points noirs par exemple ou en passant alternativement sur un symbole puis sur un autre) ce qui nécessite aussi des capacités d'anticipation.

-Recherche de prix d'articles dans des pages de catalogue lors de résolution de problèmes.

Activités de transcodage :

Le bilan a mis en évidence des difficultés lors de la lecture à haute voix de nombres complexes en chiffres arabes. L'écriture quant à elle mettait elle aussi en relief des difficultés pour les nombres complexes. On relève des erreurs de type lexical « 76 » pour « 78 » qu'elle autocorrigera ce qui laisse supposer que l'encodage a bien été réalisé et que le problème porte sur le système de production d'après le modèle de Mc Closkey.

-Transcodage du code verbal oral au code arabe. Nous relevons des erreurs dans la sélection de la position dans la classe « 94 » pour « 84 » qui auront du mal à diminuer. On note un nombre important d'erreurs pour les nombres situés dans les « soixante-dix » qui pourront être corrigées de façon autonome progressivement.

-Transcodage du code verbal oral au code verbal écrit. On relève comme chez le patient précédent des difficultés pour retrouver la forme orthographique de certains mots-nombres irréguliers (spt pour sept, siege pour seize) et des confusions avec des formes orthographiquement proches. Le « dix » pose ici aussi problème selon la manière dont il est prononcé : « dis neuf » par exemple. Ce qui s'accorde avec un déficit de la représentation verbale du modèle de Dehaene implémentée dans les aires périsylviennes gauches.

-Transcodage du code verbal oral en chiffres arabes et dans le code verbal écrit.

On relève des oublis de mots-nombres lors de la transcription en lettres.

-Correspondance en lecture à haute voix entre nombres écrits en chiffres et en lettres.

-Vérification en lecture silencieuse de la concordance entre nombres en chiffres arabes et nombres en lettres. Cet exercice vise à attirer l'attention de la patiente sur d'éventuels oublis de mots-nombres.

-Lecture à haute voix de chiffres arabes et en lettres complexes et chiffres romains. Nous notons que les nombres qui font référence à un événement particulier sont plus faciles à produire (par exemple « 1515 », « 1789 »…). Nous avons trouvé intéressant de proposer cette activité en demandant à la patiente de nous dicter ces nombres à haute voix de façon à ce qu'elle puisse modifier au besoin sa production, cela permet un feedback visuel.

Activités autour de l'addition et de la soustraction :

Le bilan initial montre un déficit dans les possibilités de calcul mental complexe en particulier, ce qui selon le modèle de Dehaene met en évidence un déficit de la représentation visuelle. Au regard de l'ancienneté des premiers AVC et consciente que la patiente a déjà mis en place de nombreuses stratégies adaptatives, nous avons préférer travailler dans le sens de l'adaptation.

-Rappel des faits arithmétiques soustractifs et additifs (tables de 1 à 9).

-Résolution d'opérations (soustractions et additions) à la main. Les procédures sont bien réalisées, on note qu'il faut parfois attirer l'attention de la patiente sur l'agencement des nombres dans le cas où les différents composants de l'opération ne comportent pas le même nombre de chiffres.

Manipulation de la calculatrice :

Lors du bilan on a noté une maladresse dans l'utilisation de la calculatrice. La patiente se montrant néanmoins capable de maintenir le but poursuivi afin de mener cet exercice à bien. Pour que cet outil devienne une aide fiable nous décidons de travailler avec.

-Désignation des principaux composants de la calculatrice.

-Résolution de problèmes arithmétiques (calcul d'un budget, d'un panier de course…). Nous remarquons que la patiente qui avait au départ pour habitude de faire les calculs à la main utilise peu à peu de façon préférentielle la calculatrice.

Résolution de problèmes :

Nous choisissons de travailler la résolution de problèmes afin de pouvoir aider la patiente au niveau de la compréhension et des stratégies à adopter. Cela est un bon moyen de

travailler le calcul et l'utilisation de la calculatrice.

-Problèmes nécessitant une ou plusieurs additions, une ou plusieurs soustractions, ces deux opérations mélangées, une multiplication. Nous demandons à la patiente en général d'effectuer le calcul à la main et de vérifier avec la calculatrice. La patiente sait en général très vite quelle stratégie adopter.

-Appariement énoncé-opération (*Contrôle mental et stratégie)* qui permet de résoudre le problème. Nous préférons arrêter cette activité puisque la stratégie utilisée par la patiente pour résoudre les problèmes ne se trouve pas forcément dans les opérations proposées.

Travail autour des proportions :

Lors du bilan, la patiente a été gênée de ne pas réussir la conversion entre les 40 cl et la fraction de litre correspondante.

-Phrases à trous à compléter. En haut de chaque fiche, nous avons noté toutes les unités de mesure nécessaires à l'exercice. Chaque phrase constitue une petite définition ou propose de réaliser une conversion. Les thèmes abordés dans ces fiches sont les suivants : poids, longueur, volume, durée.

Utilisation de la monnaie :

S'il avait été facile pour la patiente de donner le montant exact en espèces lors du bilan, elle n'avait pas pu rectifier le rendu de monnaie.

-Compter une somme et comparer. En nous inspirant du mémoire de Plessis et Rousseau nous proposons une somme précise de monnaie que la patiente doit évaluer. Oralement nous proposons plusieurs prix différents , la patiente doit nous dire si elle possède suffisamment d'argent pour payer et sinon dire combien est-ce qu'il lui manque.

-Vérification d'un rendu de monnaie. Nous imaginons des scènes d'achats d'articles, la patiente paye et nous lui rendons de la monnaie, le montant n'est pas toujours exact. La patiente doit corriger si nécessaire ce qu'elle réussit assez bien.

Repérage temporel :

Nous proposons par écrit (afin d'alléger la charge en mémoire) des informations concernant l'emploi du temps d'une personne sur une journée, il faut pouvoir retracer la journée afin de savoir à quelle heure termine cette personne. La patiente a du mal à démarrer. En lui posant des questions intermédiaires, elle parvient à la bonne réponse. La patiente

réussit à expliquer que ce qui la gêne le plus est la compréhension même du problème. Nous présenterons plusieurs problèmes de ce type.

La patiente obtient lors de son bilan d'évolution un score total de 31/41 ce qui la situe à $-1{,}5\sigma$ de son groupe témoin, elle a donc un score subnormal. Le temps de passation a diminué de presque 20 minutes : 38 minutes.

Les progrès les plus importants concernent les domaines suivants :

- ✓ l'attention visuelle,
- ✓ le calcul mental complexe (addition),
- ✓ l'utilisation de la calculatrice.

Cependant des difficultés perdurent sur les transcodages de nombres complexes en chiffres arabes ou dans le code verbal écrit. La patiente reste gênée dans la compréhension de d'énoncés complexes ce qui la pénalise lors du bilan.

L'auto-évaluation de fin de prise en charge permet à la patiente d'exprimer les constats suivants :

-elle se sent globalement plus à l'aise dans l'utilisation des nombres. Elle estime avoir fait des progrès dans l'écriture des nombres, elle est plus à l'aise quand elle fait ses courses pour calculer un montant et pour payer en liquide et par chèque (elle n'utilise toujours pas de carte bleue), le planning de la semaine ou de la journée est plus facile à gérer en consultant ses notes. Elle fait la cuisine et se sent à l'aise pour vérifier les dates de péremption, suivre les recettes.

-Elle ressent encore des difficultés lors de la lecture en général ce qui perdure depuis plusieurs années et elle a du mal à accéder au sens des phrases.

-En dehors de la prise en charge elle a repris la couture, elle a pu prendre des mesures, réaliser un patron et confectionner un pantalon.

-Elle gère seule son compte chèque, ses enfants l'aidant pour gérer le reste de ses comptes.

-Elle utilise maintenant régulièrement la calculatrice pour calculer ses dépenses journalières et hebdomadaires.

-Elle souhaiterais poursuivre les activités qui lui ont été proposées ponctuellement au cours sa prise en charge. Elle souhaite progresser encore dans les domaines où elle se sent en difficulté (divisions, écriture de nombres…).

D Discussion et perspectives

I Rappel des principaux résultats .

Notre première hypothèse était que d'une manière générale, les résultats de la population testée à l'aide de la BENQ-R seraient inférieurs à la population témoin. De fait seuls 3 patients obtiennent un score sub-normal et un patient obtient un score juste au-dessus de son groupe témoin. Le temps moyen de passation est très allongé pour les patients porteurs de lésions gauches (52 minutes), légèrement allongé pour les patients ayant une lésion droite (38 minutes) et comparable à la population témoin pour le dernier groupe (31 minutes).

Notre seconde hypothèse était que selon la localisation de leurs lésions, les patients ne seraient pas mis en difficulté pour les mêmes épreuves. Il semble en effet que selon ce que les épreuves mettent en jeu, les différents groupes de patients de notre étude ne répondent pas de la même façon. Ainsi, les patients cérébrolésés gauches éprouvent des difficultés importantes dans les épreuves de transcodages et de calcul mental, pendant que les patients porteurs de lésions droites semblent en difficulté pour les épreuves de calcul mental et les épreuves qui font intervenir l'attention visuelle et les capacités de représentation visuelle. Enfin, les patients porteurs de lésions bilatérales de notre population semblent davantage gênés par des difficultés stratégiques ou attentionnelles.

La seconde partie de notre étude concernait les prises en charge. Nous avons utilisé certains matériels imaginés par des étudiantes en orthophonie, des supports divers ainsi que des exercices que nous avons créés. Il semble que le matériel que nous pouvons proposer est très varié. Il paraît également essentiel de s'adapter aux besoins du patient, à ses centres d'intérêts et de se montrer attentif aux réactions de ce dernier face aux exercices. En effet, certaines activités peuvent se révéler inappropriées pour un patient, il faut pouvoir être dans un ajustement constant.

Notre troisième hypothèse concernant cette partie était qu'une prise en charge spécifique induise une amélioration des performances en séances, au bilan d'évolution et dans le quotidien des patients. Au niveau des scores et des temps de passation du bilan, il semble y avoir eu une progression importante. Les patients ont paru satisfaits de la prise en charge, ils

ont chacun pu observer des progrès dans différents domaines. Ils se sont montrés demandeurs d'une poursuite de prise en charge en ce sens, l'un des patients ayant du mal à pouvoir définir précisément les nouveaux objectifs. Nous avons pu observer que ces progrès se sont produits sur un temps relativement court ce qui peut avoir des répercussions positives sur l'état d'esprit des patients. Il reste néanmoins difficile de contrôler l'impact réel dans leur vie quotidienne et c'est semble-t-il l'une des limites des prises en charge rééducatives.

II Discussion méthodologique

II.1 Critiques sur la batterie

La batterie possède certaines limites : tout d'abord, la version révisée n'a pas fait l'objet d'une nouvelle validation. La normalisation n'est pas complète puisqu'il manque des témoins répondant à certaines caractéristiques : femmes âgées de 20 à 39 ans de niveau socio-culturel inférieur ou égal au brevet (BEPC) et personnes âgées de plus de 79 ans en particulier.

Le niveau socio-culturel se base sur le niveau de diplôme, il aurait été intéressant de pouvoir prendre en compte la profession puisqu'une personne en contact régulier avec le domaine numérique, n'aura certainement pas les mêmes aptitudes qu'un sujet qui les manipule moins souvent.

Le système de cotation proposé possède également certaines limites. En effet les centiles de certaines épreuves ont la même valeur (centiles 10, 25, 50, 75, 90) ce qui rend difficiles voire impossibles les interprétations.

Des épreuves mettant en jeu de nombreuses capacités ou comportant de nombreux items ne sont pas affectées de coefficients particuliers et ont donc la même importance que des épreuves testant moins de facultés ou des épreuves plus courtes. L'attribution de coefficients spécifiques en fonction des épreuves pourraient rétablir le poids relatif de chacune des épreuves les unes par rapport aux autres.

Il n'existe pas dans cette version de la BENQ-R de cotation pour les sous-épreuves constitutives d'un item complet. Ceci empêche la réalisation d'études statistiques par sous épreuves.

A deux reprises, des orthophonistes nous ont fait part de leur étonnement face au contenu de certaines des épreuves (bon de commande, recette en particulier) jugeant que cela

avait un côté assez féminin ce qui pouvait peut-être pénaliser certains hommes. Elles ont alors émis l'idée d'introduire des épreuves mettant en jeu des activités plus familières à la gent masculine.

II.2 Critiques sur l'étude

Les critères de sélection de la population réduit considérablement l'étendue de celle-ci. En effet, nous avons proposé la batterie à 22 patients mais nous avons dû interrompre la passation rapidement dans certains cas. Des troubles massifs se révélant incompatibles avec la réalisation du bilan ou avec une interprétation ultérieure des résultats.

Compte-tenu du caractère réduit de la population et de son caractère hétérogène, il est difficile de composer des groupes suffisamment étendus et l'interprétation ne peut être extrapolée à une population plus large.

Il semble que la localisation lésionnnelle ait une influence sur les réponses de notre population, néanmoins nous pouvons mettre en relief certaines particularités de celle-ci permettant d'expliquer une partie de ces résultats.

D'une part, la moyenne d'âge des patients cérébrolésés gauches est la plus élevée (67 ans) contre 51 ans pour les cérébrolésés droits et 49 ans pour le dernier groupe. L'étalonnage réalisé pour la BENQ-R avait conclut à un effet d'âge entre les patients âgés de 20 à 59 ans et les patients âgés de 60 à 79 ans, ces derniers obtenant des résultats légèrement inférieurs.

D'autre part, nous pouvons nous interroger sur l'influence de l'investissement dans le domaine numérique du patient. En effet, pour les patients rencontrés en cabinet libéral ou à domicile, les situations au quotidien sont très différentes. Il apparaît que des patients qui sont confrontés régulièrement à certaines situations se sont montrés plus à l'aise lors de la passation du bilan. Au contraire, certains patients ne réalisent plus d'activités en lien avec le domaine numérique sans leur conjoint ou l'aide d'un tiers et se trouvent parfois déroutés par certaines épreuves.

II.3 Critiques sur les prises en charge

II.3.a La population :

Il a été difficile de trouver des patients à qui proposer une prise en charge spécifique concernant le domaine numérique. La priorité pour les patients pris en charge en centre de rééducation fonctionnelle ne se situant que très rarement à ce niveau et les contraintes de temps rendant les prises en charge difficiles à mettre en place. De plus, ce domaine n'est pas encore très connu mais il a suscité l'intérêt tant des orthophonistes que des patients eux-mêmes et de leur entourage.

II.3.b Le matériel :

Il n'existe à notre connaissance pas de matériel complet permettant de travailler le domaine numérique. Le matériel proposé aux patients est donc hétéroclite et souvent artisanal et peut révéler ses limites en séances. Cependant le caractère assez ludique du matériel permet de dédramatiser les situations et d'apporter des notes d'humour et de bonne humeur ce qui semble bénéfique.

Nous avons pris connaissance à la suite de nos prises en charge d'un matériel écologique permettant de travailler certaines capacités testées par la batterie. Il s'agit de *Rééducation des fonctions cognitives*[59]. Ce matériel, d'abord destiné à la prise en charge des syndromes dysexécutifs, comporte une partie dédiée au langage et à la communication ainsi qu'une partie réservée à la rééducation des troubles cognitifs. Il est proposé d'organiser un séjour à la montagne, de remplir des bons de commande… Il aurait été intéressant de le proposer aux patients. On peut toutefois voir dans l'apparition de tels matériels, l'intérêt croissant pour des activités qui se rapprochent davantage de la vie quotidienne des patients.

Comme la batterie d'évaluation, le questionnaire emprunté à Plessis et Rousseau (2008) possède également certaines limites. Nous avons choisi de remplir ce questionnaire avec les patients afin de pouvoir expliquer certaines questions et de leur faire préciser leurs réponses. Cependant cette démarche implique que le patient est en présence de l'examinateur pour y répondre. Bien que nous incitions les patients à se prononcer en toute franchise, il est possible qu'il y ait une part de « faire plaisir » dans les réponses aux questions du second

[59] V.Tcherniack, B.Barielle, S.Kasprzak, R.Martinod, 2007, Solal.

questionnaire (évaluation de fin de prise en charge). Nous avons quand même pu objectiver certaines réponses lors du bilan et des séances.

II.3.c Les séances :

Les prises en charge effectuées ont dû pour des raisons pratiques être de relativement courtes durées, nous aurions certainement pu observer une poursuite de l'évolution au cours d'une prise en charge plus longue. Néanmoins, les résultats qualitatifs et quantitatifs auxquels nous sommes parvenues nous incitent à penser que de réels progrès peuvent survenir au cours d'une prise en charge relativement courte tant au sein même des séances que dans la vie quotidienne des patients. Ceci rejoint les conclusions de certaines études présentées précédemment.

Dans une optique rééducative pure, il ne nous a pas été possible de contrôler si les effets des entraînements proposés (par exemple le rappel des faits arithmétiques) étaient spécifiques ou non, comme ça a pu être le cas dans des études cliniques de type croisé.

Conclusion

Nous nous sommes intéressées dans ce mémoire aux capacités numériques, d'un point de vue écologique, de patients victimes de lésions cérébrales acquises non évolutives.

Nous avons proposé une batterie d'évaluation du nombre au quotidien (BENQ-R) à une population d'une quinzaine de patients cérébrolésés. Nous avons pu apprécier les performances de ces patients ainsi que les stratégies utilisées. Il en ressort que les performances semblent différentes selon les lésions considérées. Nous avons pu dégager les difficultés massives rencontrées par les patients porteurs de lésions gauches en particulier. Les nouvelles techniques d'imagerie cérébrale pourront certainement dans le futur préciser davantage quels peuvent être les impacts de telles lésions dans le traitement numérique.

Nous avons ensuite proposé une prise en charge spécifique à trois patients, nous basant sur leurs difficultés, leurs capacités résiduelles ainsi que leurs centres d'intérêts pour pouvoir être au plus près de leurs préoccupations et favoriser ainsi le transfert des progrès réalisés en séances dans leur vie quotidienne. Cette prise en charge a semble-t-il porté ses fruits mais possède ses limites : quand estimer que l'objectif est atteint ? Quel est l'impact réel dans la vie quotidienne des patients d'une telle prise en charge ? Les progrès réalisés sont-ils durables dans le temps ? Il serait intéressant de se pencher sur cette question dans une étude future.

La prise en charge des troubles liés à la manipulation des nombres paraît posséder plusieurs grands intérêts. Outre la plainte que peut générer un déficit dans le domaine numérique chez certains patients ; gérer ses comptes, faire ses courses, pouvoir planifier un rendez-vous sont des activités de la vie sociale à part entière. Plusieurs patients ont exprimé leurs difficultés à faire comprendre à leur entourage que ce genre d'activités leur pose problème. Ceci fait évoquer la notion de handicap invisible dans certains cas. Pouvoir retrouver de l'autonomie dans ce domaine, c'est aussi remettre davantage le pied dans la vie sociale.

Les recherches actuelles semblent se pencher de plus en plus sur la notion de qualité de vie des patients. Ce type de prise en charge paraît être un bon moyen de participer à l'amélioration de celle-ci en favorisant un regain d'autonomie pour des activités du quotidien.

Glossaire :

Base : en arithmétique, une base désigne la valeur dont les puissances successives interviennent dans l'écriture des nombres dans la numération N-adique, ces puissances définissant l'ordre de grandeur de chacune des positions occupées par les chiffres composant tout nombre.

Cardinalité : caractéristique de la logique des classes qui détermine le nombre d'éléments d'un ensemble donné. Un synonyme : valeur cardinale du nombre. Le nombre cardinal est le dernier mot-nombre énoncé lorsque l'on dénombre une collection d'objets. Le nombre ayant à la fois un aspect cardinal et ordinal.

Décision lexicale : il s'agit (dans le domaine numérique) de pouvoir dire si oui ou non un item appartient au lexique numérique verbal ou arabe.

Diminuande (minuend) : dans une soustraction, le 1er opérande est appelé diminuande, le 2nd que l'on soustrait est le diminuteur (subtrahend) le résultat est la différence.

Format propositionnel : qui exprime une quantité en associant une puissance (en l'occurrence ici une puissance de 10) à chaque quantité de base composant la forme numérique en question.

IRM ou Imagerie par Résonance Magnétique nucléaire : technique d'imagerie médicale apparue dans les années 1980, elle permet d'avoir une vue en 2D ou 3D d'une partie du corps. Elle se base sur le principe de résonance magnétique, une combinaison d'ondes électromagnétiques à haute fréquence est appliquée sur une partie du corps, en mesurant le signal réémis par certains atomes (comme l'hydrogène) on peut déterminer la composition chimique et donc la nature des tissus biologiques en chaque point du volume imagé. Depuis les années 1990, date d'apparition de l'IRMf (fonctionnelle) il est possible de mesurer l'activité des différentes zones du cerveau.

Le jugement de grammaticalité est une tâche qui consiste à juger si une séquence écrite de primitives lexicales numériques verbales constitue ou non un numéral verbal bien construit.
Exemple : « soixante-vingt » devrait être rejeté.

Mot-nombre : système de numération parlée qui consiste à utiliser un lexème pour représenter un concept numérique.
Exemple : le mot-nombre « cinquante ».

Numéral,ale,aux : adjectif qui désigne ou représente un nombre, des nombres arithmétiques
Exemple : le système numéral.
Il peut s'agir aussi du substantif (un numéral, des numéraux), dans ce cas il sert à désigner un nombre.
Exemple : le numéral 100.
Numérosité : Sens perceptif de la pluralité, lié à la perception immédiate globale, qui permet par exemple d'évaluer dans un choix entre deux quantités celle qui contient un nombre supérieur d'éléments.
Opérande : quantité entrant dans une opération.
Exemple : le dividende et le diviseur sont les opérandes de la division.
Paradigmes de double tâche : Il s'agit de demander au sujet de réaliser simultanément deux tâches, par exemple, une tâche de calcul et un tâche de répétition de mots.
Principe de commutativité : propriété caractérisant des groupes ou des groupements d'opérations où l'ordre dans lequel on compose deux opérations n'a pas d'importance. L'addition et la multiplication sont commutatives.
Règle de concaténation : Cette règle est activée dans l'écriture de numéraux arabes par des relations multiplicatives. Elle permet de produire la forme « 200 » à partir de la relation sémantique correspondante : 2x100.
Règle de sur-écriture : Cette règle est activée dans l'écriture de numéraux arabes par des relations additives. Par exemple 65 correspond à la relation 60+5. La règle de sur-écriture 60*5 permet de produire la forme finale correcte « 65 ».
Risque α ou risque de première espèce : correspond au risque de conclure à une différence statistiquement significative entre les groupes soumis à comparaison alors qu'elle n'existe pas.
Subitizing : Ce processus de quantification renvoie à la capacité de quantification de petites collections (jusqu'à 3 ou 4). Ce terme traduit le fait que des sujets puissent quantifier visuellement des petits ensembles de stimuli de façon extrêmement précise et rapide.
Symboles arithmétiques : on utilise en mathématiques une notation qui, comme dans tout langage formel a pour but de lever les ambiguïtés en ne conférant qu'un seul sens possible à un énoncé. Dans ce langage les symboles arithmétiques traduisent certaines opérations entre les nombres, il s'agit du -, du ×, du / ou ÷ , du + et du =.

TEP ou Tomographie par Emission de Positons : cette méthode d'imagerie permet de mesurer en 3D l'activité métabolique d'un organe grâce aux émissions produites par les positons issus de la désintégration d'un produit radioactif injecté au préalable.

Bibliographie :

Ouvrages :

Dehaene S., (2003). *La bosse des maths*. Odile Jacob. Paris.

Houdé O., Mazoyer B., Tzourio-Mazoyer N., (2002). *Cerveau et psychologie. Introduction à l'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle*. Puf, Paris.

Pesenti M. et Seron X., (2004). *La cognition numérique*. Hermes, Bruxelles.

Campolini C., Timmermans A., Vansteelandt A., (2002). *Dictionnaire de logopédie. La construction du nombre.* Peeters. Louvain-La-Neuve.

Pesenti M., Seron X., (2000). *Neuropsychologie des troubles du calcul et du traitement des nombres.* Solal. Marseille.

Seron X., Van der Linden M., (2000). *Traité de neuropsychologie clinique tomes 1 et 2.* Solal. Marseille.

Van Eeckhout P., (2001). *Le langage blessé. Reparler après un accident vasculaire cérébral.* Albin Michel. Paris.

Van Hout A., Meljac C., Fischer J-P., (2001,2005). *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant.* Masson. Paris.

Mémoires :

Brenon E., Marchi S., (2007). *Les troubles du calcul chez l'adulte traumatisé crânien grave.* Mémoire de l'institut d'orthophonie, Université de Lille.

Breille E., Giard P., (2007). *Batterie du maniement de données chiffrées au quotidien pour les patients adultes cérébrolésés. Elaboration-Normalisation.* Mémoire de l'Université de ParisVI.

Chouchane S., Arnaud-Vidal F., (1995). *BENQ. Batterie d'évaluation des nombres au quotidien. Etude de la sensibilité chez cent patients cérébrolésés.* Mémoire de l'Université de Paris VI.

Godo,M.L., Maricic,H., (2005). *Elaboration d'un protocole d'évaluation de l'acalculie chez les personnes aphasiques.* Université Lyon I.

Maslo,M., Sauve,J., (2005). *La manipulation de la monnaie chez la personne aphasique : élaboration, normalisation et validation d'un protocole d'évaluation. Proposition d'un matériel de remédiation.* Mémoire de l'institut d'orthophonie, Université de Lille II.

Pavy, M.L., San Filipo,V., (2001). *Elaboration et normalisation d'un bilan de calcul destiné à l'adulte cérébrolésé.* Institut d'orthophonie, Université de Lille II.

Plessis A-C., Rousseau C., (2008). *L'aphasique et les activités numériques*. Mémoire de l'institut d'orthophonie, Université de Nantes.

Articles :

Burbaud et al. (1999). A functional magnetic resonance imaging study of mental subtraction in human subjects. *Neuroscience letters, 273,* 195-199.

Butterworth B. et al. (1996). Short-term memory impairment and arithmetical ability. *The quaterly journal of experimental psychology, 49A,* 251-262.

Campbell, J.I.D.et Clark, J.M. (1988). An encoding complex view of cognitive number processing: Comment on Mc Closkey, Sokol and Goodman (1986). *Journal of Experimental Psychology:General, 117,* 204-234.

Chochon, F., Cohen, L. et *al* (1999). Differencial contributions of the left and right inferior parietal lobules to number processing. *Journal of conitive neuroscience, 11,* 617-630.

Clark, J.M. et Caampbell, J.I.D. (1991) Integrated versus modular theories of number skills and acalculia. *Brain and cognition, 17,* 204-239.

De Corte,E., Verschaffel,L. (1987). Using retelling data to study young children's word-problem solving. *Cognitive processing in mathematics* (42-59).

Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition, 44,* 1-42.

Dehaene, S. et Cohen, L. (1997). Cerebral pathway for calculation : double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex, 33,* 219-250.

Dehaene, S. et Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition, 1,* 83-120.

Dehaene, S ., Spelke, E. Et *al* (1996). Cerebral activations during number multiplication and comparison : a pet study. *Neuropsychologia, 34,* 1097-1106.

Delazer, M. et *al.* (1999). Numerical skills and aphasia. *Journal of the International Neuropsychological Society, 5,* 213-221.

Deloche,G., Ferrand,I., Naud,E., Baeta,E., Vendrell,J. et Claros-Stanislas,D.(1992). Differential effects of covert and overt training of the syntaxic component of verbal processing and genralisations to others staks : A single-case study. *Neuropsychological rehabilitation,* 2 (4), 257-281.

Deloche,G., Seron,X. (1987). Numerical transcoding : a general production model. *Mathematical disabilities : a cognitive neuropsychological perspective.*

Deloche,G., Seron,X. et Ferrand,I. (1989). Reeducation of number transcoding mechanims : A procedural approach. *In* X. Seron and G. Deloche (Eds). Cognitive approach in neuropsychological rehabilitation.

Deloche,G., Seron,X. (1991). EC301 : Batterie d'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'adulte. *Glossa, 27,* 40-42.

Fasotti, L. (1992) *Arithmetical word problem solving after frontal lobe damage. A cognitive neuropsychological approach.* Amsterdam: Swets and Zeitlinger.

Fasotti,L. et al. (1992). Influence of improved test encoding on arithmetical word problem solving after frontal lobe damage. *Neuropsychological rehabilitation, 2,* 3-20.

Fias, W., Dupont, P. et *al* (2002). The quantitative nature of visual task differentiates between ventral and dorsal stream. *Journal of Cognitive Neuroscience, 14 (4),* 646-658.

Fias, W., Lammertyn, J. et *al* (2003). Parietal representation of symbolic and non symbolic magnitude. *Journal of Cognitive Neuroscience,15(1),* 47-56.

Girelli,L., Delazer,M. (1996) Substraction bugs in acalculic patient. *Cortex,32,*547-555.

Girelli,L., Delazer,M., Semenza,C. et Denes,G. (1996). The representation of arithmetical facts: evidence from two rehabilitation studies. *Cortex,* 32, 49-66.

Hittmair-Delazer,M., Semenza,C. et Denes,G. (1994). Concepts and facts in calculation. *Brain*, 117, 715-728.

Kahn, H. et Whitaker, H. Acalculia. An historical review of localization, *Brain and Cognition* (1991), *17*, p. 102-115).

Lampl,Y., Eshel,Y., Gilad,R., et Sarova-Pinhas,I. (1994). Selective acalculia with sparing of the substraction process in a patient with left parieto-temporal haemorrhage. *Neurology,44,*1759-1761.

Mayer,R.E. (1983). Thinking, problem solving and cognition. NY: Freeman.

Mc Closkey,M., Caramazza,A., et Basili,A., (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and cognition, 4,*171-196.

Mc Closkey, M.; Macaruso, P. et Whetstone, T. (1992). The fuctional architecture of numerical processing mechanisms: defending the modular view. In J.I.D. Campbell (Ed). *The nature and origins of mathematical skills* (493-538).

Miceli,G. Et Capasso,R. (1991). *I disturbi del calcolo. Diagnosi e riabilitazione.* Milano: Masson.

Noël, M.P. et Seron, X. (1993). Arabic number reading deficit : A single case study. *Cognitive Neuropsychology, 10,* 317-339.

Pesenti, M. et *al* (2000). Neuroanatomical substrates of arabic number processing, numerical comparison and simple addition. A pet study: *Journal of cognitive neuroscience,* 2000, 12, p. 461-479.

Power,R.J.. et Dal Martello,M.F. (1990). The dictation of Italian Numerals. *Language and cognitive processes,5,* 237-254.

Semenza,C., Miceli,L., Girelli,L. (1997). A deficit for arithmetical procedures : lack of knowledge or lack of monitoring ? *Cortex,33,*483-498.

Seron, X et Noël, M.P. (1995). Transcoding numbers from the arabic code to the verbal one or vice versa : How many routes? *Mathematical Cognition, 1,* 215-245.

Takayama, Y. et al (1994). Isolated acalculia due to a left parietal lesion. *Archives of Neurology, 21,* 286-294.

Zago, L. et al. (2001). Neural correlates of simple and complex mental calculation. *Neuroimage, 13,* 314-327.

Zago, L. et al. (2002). Distinguishing visuospatial working memory and complex mental calculation aeras within the parietal lobes. *Neuroscience letters, 331*, 45-49.

Annexes:

Annexe 1 : tableaux des calculs des chi-deux.

Annexe 2 : feuilles de cotation de la BENQ-R.

Annexe 3 : questionnaire qualitatif (projet du patient).

Annexe 4 : exemple de problème arithmétique avec schémas de résolution.

Annexe 1 : Tableaux de comparaisons des résultats obtenus aux épreuves de la BENQ-R par groupes de patients.

Epreuve 1 Lecture de l'heure

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	5	3	8	0,09
Effectifs théoriques	5,71	2,29		0,22
Droites	2	1	3	0,01
Effectifs théoriques	2,14	0,86		0,02
Bilatérales	3	0	3	0,35
Effectifs théoriques	2,14	0,86		0,86
Total	10	4	14	
Chi-deux				1,55

Risque compris entre 0,4 et 0,5

Epreuve 5 La facture de téléphone

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	7	1	8	2,25
Effectifs théoriques	4	4		2,25
Droites	0	3	3	1,50
Effectifs théoriques	1,5	1,5		1,50
Bilatérales	0	3	3	1,50
Effectifs théoriques	1,5	1,5		1,50
Total	7	7	14	
Chi-deux				10,50

Risque compris entre 0,001 et 0,01

Epreuve 9 La commande

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	4	4	8	0,00
Effectifs théoriques	4	4		0,00
Droites	2	1	3	0,17
Effectifs théoriques	1,5	1,5		0,17
Bilatérales	1	2	3	0,17
Effectifs théoriques	1,5	1,5		0,17
Total	7	7	14	
Chi-deux				0,67

Risque compris entre 0,7 et 0,75

Epreuve 2 Les courses

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	8	0	8	0,46
Effectifs théoriques	6,29	1,71		1,71
Droites	2	1	3	0,05
Effectifs théoriques	2,36	0,64		0,20
Bilatérales	1	2	3	0,78
Effectifs théoriques	2,36	0,64		2,89
Total	11	3	14	
Chi-deux				6,11

Risque compris entre 0,02 et 0,05

Epreuve 6 Le rendez-vous

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	6	2	8	1,00
Effectifs théoriques	4	4		1,00
Droites	1	2	3	0,17
Effectifs théoriques	1,5	1,5		0,17
Bilatérales	0	3	3	1,50
Effectifs théoriques	1,5	1,5		1,50
Total	7	7	14	
Chi-deux				5,33

Risque compris entre 0,05 et 0,1

Epreuve 10 La recette

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	8	0	8	0,04
Effectifs théoriques	7,43	0,57		0,57
Droites	3	0	3	0,02
Effectifs théoriques	2,79	0,21		0,21
Bilatérales	2	1	3	0,22
Effectifs théoriques	2,79	0,21		2,97
Total	13	1	14	
Chi-deux				4,04

Risque compris entre 0,1 et 0,15

Epreuve 3 Dates de péremption

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	4	4	8	0,45
Effectifs théoriques	2,86	5,14		0,25
Droites	1	2	3	0,00
Effectifs théoriques	1,07	1,93		0,00
Bilatérales	0	3	3	1,07
Effectifs théoriques	1,07	1,93		0,59
Total	5	9	14	
Chi-deux				2,38

Risque compris entre 0,3 et 0,4

Epreuve 4 Les chèques

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	8	0	8	0,19
Effectifs théoriques	6,86	1,14		1,14
Droites	2	1	3	0,13
Effectifs théoriques	2,57	0,43		0,76
Bilatérales	2	1	3	0,13
Effectifs théoriques	2,57	0,43		0,76
Total	12	2	14	
Chi-deux				3,09

Risque compris entre 0,2 et 0,25

Epreuve 7 Le cinéma

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	6	2	8	0,45
Effectifs théoriques	4,57	3,43		0,60
Droites	2	1	3	0,05
Effectifs théoriques	1,71	1,29		0,07
Bilatérales	0	3	3	1,71
Effectifs théoriques	1,71	1,29		2,27
Total	8	6	14	
Chi-deux				5,13

Risque compris entre 0,05 et 0,1

Epreuve 8 Le digicode

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	2	6	8	0,65
Effectifs théoriques	1,14	6,86		0,11
Droites	0	3	3	0,43
Effectifs théoriques	0,43	2,57		0,07
Bilatérales	0	3	3	0,43
Effectifs théoriques	0,43	2,57		0,07
Total	2	12	14	
Chi-deux				1,76

Risque compris entre 0,4 et 0,5

Epreuve 11 Lecture de données chiffrées

Lésions/Réussite	0	1	Total	
Gauches	5	3	8	0,72
Effectifs théoriques	3,43	4,57		0,54
Droites	1	2	3	0,07
Effectifs théoriques	1,29	1,71		0,05
Bilatérales	0	3	3	1,29
Effectifs théoriques	1,29	1,71		0,97
Total	6	8	14	
Chi-deux				3,64

Risque compris entre 0,15 et 0,20

Annexe 2: feuilles de cotation de la BENQ-R.

FEUILLE DE COTATION BENQ-R

Nom :
NSC :
Age :

Date :
Temps :

1. LECTURE DE L'HEURE

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

1. Mode analogique	0	1	Réponse du patient
04h50			
05h10			
01h35			
07h15			
Total :			
2. Mode digital	0	1	Réponse du patient
04h40			
05h25			
22h10			
10h10			
Total :			

Total 'Lecture de l'heure' :	

2. LES COURSES

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

1. Evaluation du prix d'articles courants	0	1	Réponse du patient			
Baguette de pain			0,20€	0,80€	1,50€	4€
Poulet fermier d'1 kg			4€	15€	28€	50€
CD neuf			5€	17€	42€	74€
Timbre			0,14€	0,34€	0,54€	0,74€
Total :						

Si < 40 et > 50 : **0** ; Si entre 40 et 46 ou entre 47 et 50 :**1** ; Si entre 46 et 47 compris : **2**

2. Estimation du coût d'une liste de courses	0	1	2	Réponse du patient

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

3. Vérification d'un total à l'aide d'une calculatrice	0	1	Réponse du patient

Si écart > 0,20€ : 0 ; Si écart < 0,20€ : 1 ; Somme exacte : 2

4. Paiement exact d'une somme en argent liquide	0	1	2	Réponse du patient	
				20€	
				10€	
				5€	
				2€	
				1€	
				0,50€	
				0,20€	
				0,10€	
				0,01€	

Total 'Les courses' :	

3. DATES DE PÉREMPTION

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

1. Date de péremption	0	1	Réponse du patient
Yaourt (*oui*)			
Médicament (*non*)			

Si écart plus ou moins 1 mois : 1 ; Si écart > 1 mois : 0

2. Calcul d'une durée	0	1	Réponse du patient

Total 'Dates de péremption' :	

4. LES CHEQUES

Une erreur : 0

1. Paiement par chèque d'une somme fournie en code oral	0	1	Réponse du patient

Une erreur : 0 (L'aide de l'examinateur ne compte pas comme une erreur mais est à signaler dans la case 'Réponse').

2. Rédaction d'un bordereau de remise de chèques	0	1	Réponse du patient

Total 'Les chèques' :	

5. LA FACTURE DE TÉLÉPHONE

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

1. Repérage de données chiffrées sur document	0	1	Réponse du patient
a) Somme à payer			
b) Numéro de téléphone			

Une erreur : 0

2. Composer un numéro de téléphone	0	1	Réponse du patient
a) Numéro en 0800			
b) Numéro classique			

Total 'La facture de téléphone' :	

6. LE RENDEZ-VOUS

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

1. Notation d'un rendez-vous sur agenda	0	1	Réponse du patient

Une erreur sur une donnée chiffrée : 0

2. Écriture sous dictée de coordonnées	0	1	Réponse du patient (+ *feuille annexe*)

Une erreur sur une donnée chiffrée : 0

3. Donner ses propres coordonnées	0	1	Réponse du patient (+ *feuille annexe*)
			Type de réponse :

Total 'Le rendez-vous' :	

7. LE CINÉMA

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

1. Choix d'une séance de cinéma	0	1	Réponse du patient	
			Arthur et les Minimoys	
			Babel	
			Casino Royal	
			L'Intouchable	
			Les Infiltrés	
			The Constant Gardener	

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0
Question bonus : Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

2. Vérification de la monnaie rendue	0	1	Réponse du patient
Vérification de la somme			
Question bonus : calcul de la monnaie			

Total 'Le cinéma' :	

8. LE DIGICODE

Une erreur : 0

Digicode (*A2801*)	0	1	Réponse du patient

Total 'Le digicode' :	

9. LA COMMANDE

Une erreur : 0

1. Bon de commande	0	1	Réponse du patient

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

2. Estimation d'un pourcentage	0	1	Réponse du patient

Total 'La commande' :	

10. LA RECETTE DE CUISINE

Réponse attendue : 1 ; Réponse erronée : 0

La recette	0	1	Réponse du patient
3 oeufs			
130 grammes de farine			
40 centilitres de lait			

Total 'La recette de cuisine' :	

11. LECTURE DE NOMBRES

Une erreur sur une donnée chiffrée : 0

1. Lecture de coordonnées	0	1	Réponse du patient
2. Lecture d'une date	0	1	Réponse du patient
3. Lecture de chiffres romains	0	1	Réponse du patient

Total 'Lecture de nombres' :	

Annexe 3: questionnaire qualitatif.

PROJET DU PATIENT

1- Informations anamnestiques

Nom :
Prénom :
Date de naissance :
Age :
Adresse :
Numéro de téléphone :

2- Projet général du patient :
   a. Lieu de vie :
      - Retour à domicile :
        ❑ avec aide à domicile ❑ sans aide à domicile
      - Structure d'accueil
      - Autres :

   b. Projet professionnel :
      - Reprise du travail :
        ❑ oui ❑ non
      - Changement de projet professionnel :
        Si oui, quel projet :
      - Aménagements :
        Quels aménagements :

3- Plainte du patient concernant le traitement des nombres et du calcul :
(cf. questionnaire auto-évaluation du patient 1)

   a. Plainte initiale

      ❑ oui ❑ non

      Objet(s) de la plainte :

   b. Plainte suite aux questions de l'orthophoniste

      ❑ oui ❑ non

      Objet(s) de la plainte :

4- Auto-évaluation :

5- Projets :

   a. Attentes du patient :
   b. Activités à explorer :
   c. Moyens mis en œuvres : (stratégies compensatoires)

6- Auto-évaluation (au cours du suivi et/ou en fin de suivi)

AUTO-ÉVALUATION DU PATIENT

1- Avez-vous des difficultés avec l'utilisation du nombre ?
❑ oui ❑ non

2- Pensez-vous que ce soit en lien avec votre accident ?
❑ oui ❑ non

2bis – Ou est-ce que c'était déjà difficile avant votre accident ?
❑ oui ❑ non

3- Qu'est-ce qui vous posent le plus de difficultés ?
a. L'heure ?
b. Le repérage temporel ? (date)
c. L'écriture des nombres ? (en chiffres, en lettres)
d. La lecture des nombres ? (en chiffres, en lettres)
e. La dictée de nombres ? (en chiffres, en lettres)
f. Les calculs ?
g. Les problèmes ?
h. Le téléphone ?
i. La monnaie ?

4- Avez-vous des difficultés pour lire l'heure ?
- Cadran analogique ❑ oui ❑ non
- Cadran digital ❑ oui ❑ non

5- Eprouvez-vous des difficultés à vous repérer dans le temps (date du jour, gestion d'un emploi du temps, dates importantes…) ?

6- Etes-vous gêné pour faire des calculs simples de tête ? Par exemple, dans un magasin, êtes-vous gêné pour calculer le montant approximatif de 3 ou 4 articles que vous avez pris ?
❑ oui ❑ non

7- Etes-vous gêné pour résoudre des problèmes ? Quelles difficultés ?
j. Lecture de l'énoncé ?
k. Compréhension de l'énoncé ?
l. Planification de la résolution ?
m. Exécution du programme : pose des calculs et résolution ?
n. Vérification ?

8- Etes-vous gêné pour composer et/ou rechercher un numéro de téléphone ?
❑ oui ❑ non

9- Utilisiez-vous souvent la monnaie avant votre accident ou bien, dès que cela était possible, préfériez-vous un autre mode de paiement : carte bleue ? chèque ?
❑ toujours ❑ souvent ❑ rarement ❑ jamais

9bis – Et maintenant ?
❑ toujours ❑ souvent ❑ rarement ❑ jamais

10- Est-ce que vous remplissez des chèques (chiffres et libellé) ?
❑ oui ❑ non

11- Avant votre accident, est-ce que vous gériez votre budget vous-même ?
❑ oui ❑ non

12- Et maintenant, avez-vous des difficultés pour gérer votre budget ?
❑ oui ❑ non

13- Quand vous devez payer en liquide une somme, utilisez-vous les stratégies suivantes pour contourner vos difficultés : (+ fréquence)

o.Est-ce que vous donnez un montant supérieur ?
❑ oui ❑ non

p.Est-ce qu'il y a une tierce personne pour vous aider ?
❑ oui ❑ non

q.Est-ce que vous donnez votre porte-monnaie au commerçant ?
❑ oui ❑ non

r. Est-ce qu'on vous donne le compte juste pour acheter un objet précis ?
❑ oui ❑ non

14- Avez-vous eu des difficultés à vous familiariser avec la nouvelle monnaie : l'euro (pièces-billets) ?
❑ oui ❑ non

15- Faites-vous toujours la conversion euro-franc ?
❑ toujours ❑ souvent ❑ rarement ❑ jamais

AUTO-ÉVALUATION AU COURS / À LA FIN DE LA PRISE EN CHARGE

1- Vous sentez-vous plus à l'aise avec l'utilisation des nombres ?

2- Qu'est-ce qui vous paraît plus facile à réaliser maintenant ?

3- Avez-vous réalisé ces activités en dehors du cadre de la prise en charge ?

4- Si oui, quelles activités ?

5- Comment cela s'est-il passé ? (réussite, difficultés, sentiments…)

6- Quelles activités numériques (générales et/ou écologiques) vous semblent encore difficiles ?

7- Pourquoi ?
- Difficultés d'oralisation
- Difficultés d'écriture (graphisme, retrouver mots-nombres ou chiffres, difficultés d'orthographe, etc.)
- Difficultés dans les activités de calcul (retrouver les faits arithmétiques, mettre en œuvre et résoudre des procédures de calcul, comprendre les nombres, comprendre les signes opératoires, difficultés de gestion des emprunts et des reports…)
- Autres :

8- Souhaitez-vous poursuivre le travail sur les activités numériques ?

9- Si oui, votre demande porte-t-elle sur une activité spécifique ?

10- Quels objectifs voulez-vous atteindre ?

Annexe 4 :

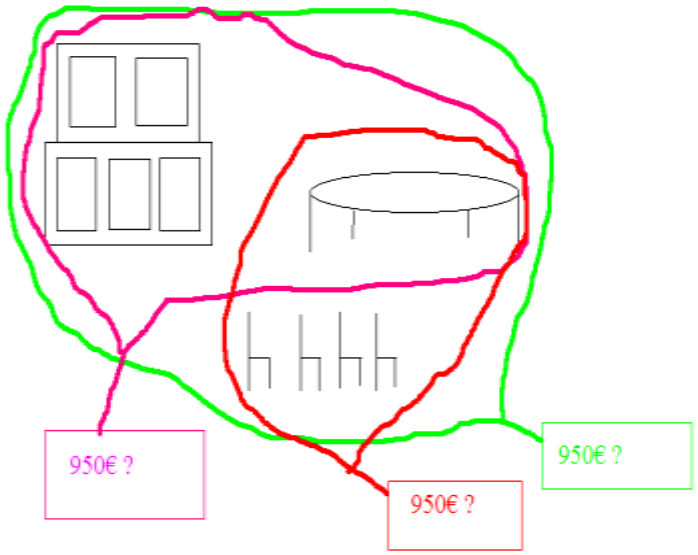
Exemple de problème arithmétique avec schémas de résolution.

Un couple achète une salle à manger dans un magasin de meubles. Ils choisissent un buffet valant 450€, une table à 300€ et les 4 chaises assorties.

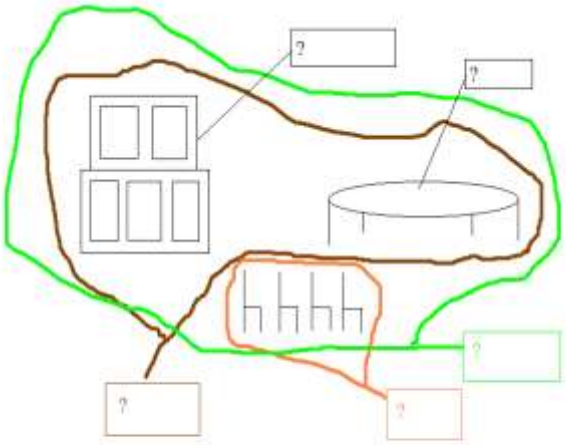
Le prix total de cette salle à manger est de 950€.

Quel est le prix d'une chaise ?

<u>Première étape :</u> Le prix total de la salle à manger est de 950€.



Deuxième étape :



Le prix des meubles autres que les 4 chaises est de ……
Le prix des 4 chaises est de……

Troisième étape :

Le prix d'une chaise est de …..

Summary:

The numbers are omnipresent in our everyday life. That's why, a deficit of the digital manipulation can have heavy consequences on the autonomy of certain brain damaged patients.

This report has for first objective to study the influence that the lesional location on the digital treatment can have. At the conclusion of the study of the results obtained in the BENQ-R we were able to notice that left, right and bilateral brain damaged patients of our population don't present the same difficulties.

In particular, the left hurts seem to disrupt the activities of transcoding and mental calculation, this group of patients turns out to be most in trouble in front of proposed tasks. The right hurts seem fatal in the activities appealing to visuoattentional and visuospatial capacities. The bilateral hurts of the met patients seem to disrupt their strategic and attentional abilities.

The second objective is to observe the repercussion that a specific coverage around the numbers on the performances of the patients in session and in their everyday life in particular can have.We were able to propose very diverse equipments to work domains in connection with the number which seemed disrupted during the initial balance sheets. We were able to observe an improvement of the results during the balance sheet of evolution, in session, as well as in the supposed questionnaire of self-assessment of the end of coverage to reflect felt staff of the patients. The interest of this type of rehabilitation living in an attempt of improvement of the quality of life by a renewal of autonomy in everyday life.

KEYWORDS : INTELLECTUAL HURTS- DIGITAL MANIPULATION- ACALCULIA- ECOLOGY- EVALUATION- REHABILITATION- BENQ-R.

Marie-Elodie Massé

MANIPULATION DU NOMBRE AU QUOTIDIEN PAR DES PATIENTS CEREBROLESES : DE L'EVALUATION A LA REMEDIATION.

153 pages

Mémoire d'orthophonie. Nantes, 2009.

RESUME :

Les nombres sont omniprésents dans notre quotidien. C'est pourquoi, un déficit de la manipulation numérique peut avoir de lourdes conséquences sur l'autonomie de certains patients cérébrolésés.

Ce mémoire a pour premier objectif d'étudier l'influence que peut avoir la localisation lésionnelle sur le traitement numérique. A l'issue de l'étude des résultats obtenus à la BENQ-R (Batterie d'Evaluation des Nombres au Quotidien Révisée) nous avons pu constater que les patients cérébrolésés gauches, droits et bilatéraux de notre population ne présentent pas les mêmes difficultés. En particulier, les lésions gauches semblent perturber les activités de transcodage et de calcul mental, ce groupe de patients s'avère être le plus en difficulté face aux tâches proposées. Les lésions droites semblent néfastes aux activités faisant appel aux capacités visuo-attentionnelles et visuo-saptiales. Les lésions bilatérales des patients rencontrés semblent perturber leurs capacités stratégiques et attentionnelles.

Le second objectif est d'observer la répercussion que peut avoir une prise en charge spécifique autour des nombres sur les performances des patients en séance et dans leur quotidien en particulier. Nous avons pu proposer des matériels très divers pour travailler les domaines en lien avec le nombre qui semblaient perturbés lors des bilans initiaux. Nous avons pu observer une amélioration des résultats lors du bilan d'évolution, en séance, ainsi que dans le questionnaire d'auto-évaluation de fin de prise en charge censé refléter le ressenti personnel des patients. L'intérêt de ce type de rééducation résidant dans une tentative d'amélioration de la qualité de vie par un regain d'autonomie au quotidien.

MOTS-CLES : LESIONS CEREBRALES- MANIPULATION NUMERIQUE- ACALCULIE- ECOLOGIE- EVALUATION- REEDUCATION- BENQ-R.