

Niveaux cognitifs de la résolution de problèmes numériques : à propos d'une observation de syndrome frontal

*Ghislaine Aubin¹, Didier Le Gall²
et Frédérique Etcharry-Bouyx¹*

Résumé. Nous rapportons ici l'observation d'un jeune patient, D.B., porteur de lésions frontales post-traumatiques. Un suivi longitudinal permet de constater une normalisation rapide des performances dans les épreuves neuropsychologiques, associée à un retour à la normale sur le plan social et professionnel alors que, parallèlement, D.B. présente un comportement très singulier dans différentes tâches de résolution de problèmes arithmétiques. Plusieurs niveaux cognitifs impliqués dans la résolution de problèmes numériques sont évalués (encodage, schéma de problème) où D.B. obtient des performances normales. Il se montre, par contre, incapable de résister à des problèmes insolubles où l'on fait varier cohérence et plausibilité. Echappant aux modèles explicatifs du dysfonctionnement frontal, cette observation nous incite à envisager davantage une dimension sociologique du trouble.

Mots clés : Résolution de problèmes arithmétiques, syndrome frontal, fonctions exécutives

Key words: Arithmetic word problem solving, frontal lobe syndrome, executive functions

-
1. Unité de Neuropsychologie, UPRES JE 2037, Département de Neurologie (Pr. J. Emile), CHU, 49033 Angers Cedex 01, France
 2. Département de Psychologie, Université d'Angers, France.

INTRODUCTION

Le rôle essentiel des lobes frontaux dans les comportements humains, particulièrement dans la régulation des activités complexes, n'est plus sujet à controverse (Stuss et Benson, 1986 ; Fuster, 1989 ; Shallice, 1988). La situation de résolution de problèmes peut être envisagée comme une activité complexe engageant différents aspects des processus cognitifs. Les patients présentant des lésions frontales ont bien souvent d'importantes difficultés à résoudre ces problèmes, et tout particulièrement des problèmes numériques (Luria et Tsvetkova, 1967 ; Fasotti, 1992 ; Aubin et al., 1994). Plusieurs modèles théoriques ont été proposés afin de tenter d'expliquer pourquoi les malades se montraient incapables de venir à bout de ces situations de résolution de problèmes. Luria met en cause un défaut d'analyse des données, d'élaboration d'un plan ou d'un programme, ainsi qu'un manque de contrôle des solutions. Sur ces bases, durant les 15 dernières années, des avancées substantielles ont été réalisées dans l'exploration des procédures mises en jeu. Ainsi, dans une perspective plus cognitive, certains auteurs (Anderson, 1985 ; Chi et al., 1981 ; Larkin et al., 1980, 1985) proposent de s'intéresser aux mécanismes de représentation du problème : encodage et schéma de problème par exemple. Par ailleurs, quelques travaux soulignent l'intérêt pronostic et thérapeutique des paradigmes de résolution de problèmes, surtout en raison de leur congruence avec les situations de vie quotidienne (voir par exemple Von Cramon et al., 1991 ; Von Cramon et Matthes-Von Cramon, 1992, 1994).

Nous rapportons ici l'observation d'un patient, victime d'un traumatisme crânien et porteur de lésions frontales, dont le comportement en résolution de problèmes semble échapper à ce type d'approche. Nous exposerons successivement les données cliniques et neuropsychologiques puis les performances du malade dans différentes tâches de résolution de problèmes numériques.

PRÉSENTATION DU CAS

Mr. D.B., 25 ans, est hospitalisé à la suite d'un accident de la voie publique (6 mai 1995) alors qu'il circulait à moto. Le patient est gau-

cher, titulaire d'un C.A.P. et d'un B.E.P. de maintenance en mécanique, il exerçait la profession de métallier monteur depuis août 1994. Il vit seul et ne présente pas d'antécédents médicaux particuliers.

A son arrivée en réanimation chirurgicale, l'examen montre un coma aréactif hypotonique avec un score de Glasgow à 7. La tomographie cérébrale révèle une hémorragie sous-arachnoïdienne avec de multiples contusions pétéchiales temporo-occipitales droites et une petite contusion frontale gauche, sans oedème associé. Un examen de contrôle, réalisé à J 4, montre une contusion hémorragique frontale gauche ainsi qu'une disparition des pétéchies temporo-occipitales droites (Figure 1). On constate un déficit moteur droit à prédominance brachio-faciale. Le coma s'allège rapidement et, le 16 mai, D.B. est vigilant avec une bonne poursuite oculaire. Il persiste cependant des réponses aléatoires aux ordres simples et une absence de communication verbale.

Le patient est alors transféré en neurologie. La récupération motrice est rapide, les troubles des fonctions supérieures sont par contre plus saillants. L'amnésie post-traumatique est majeure. L'expression orale est réduite (incohérente et paraphasique). Sur le plan comportemental, la tonalité frontale est nette, avec anosognosie, jovialité, déambulation, urination, troubles de planification et de programmation entravant les activités de vie quotidienne (toilette, habillage, repas, etc.).

Après un mois en neurologie, le patient est admis en rééducation fonctionnelle. L'amnésie post-traumatique cède peu après ce changement de lieu, elle aura duré 8 semaines. En septembre 1995, D.B. quitte le centre de rééducation pour le domicile de ses parents et poursuit une prise en charge rééducative sous forme d'externat.

En décembre 1995, une reprise du travail dans le cadre d'un mi-temps thérapeutique est instituée. Le patient quitte alors le domicile de ses parents pour vivre de façon autonome dans son appartement. A cette période, un contrôle tomographie met en évidence une zone hypodense fronto-temporale gauche.

Après 3 mois de mi-temps thérapeutique satisfaisant, la reprise du travail à temps plein est décidée. Par contre, le patient est toujours suivi au rythme d'une consultation neuropsychologique toutes les 6 à 8 semaines. Son insertion familiale, sociale et professionnelle ne pose aucun problème.

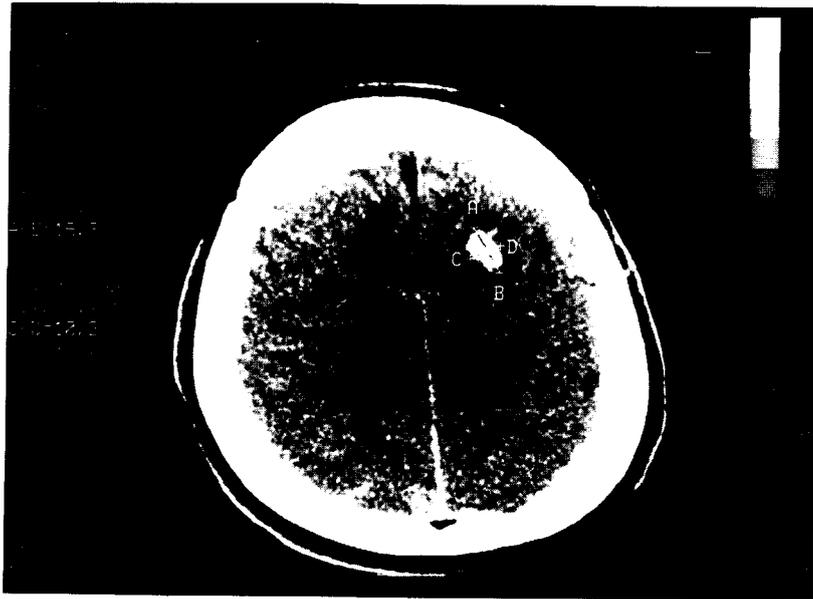


Figure 1. Tomodensitométrie cérébrale à J+4.

Examen neuropsychologique

Une première évaluation neuropsychologique est réalisée en juillet 1995 (Tableau 1). On ne met pas en évidence de déficits instrumentaux. L'efficacité intellectuelle est bien en deçà du niveau pré-morbide estimé compte tenu de l'insertion socioprofessionnelle. La fonction mnésique (Tableau 2) témoigne d'un déficit de fixation des faits récents, associé à une évocation lacunaire des souvenirs autobiographiques et didactiques. L'examen des fonctions exécutives (Tableau 3) donne des résultats satisfaisants, par rapport aux normes établies par Alexandre (1994), à l'exception des temps d'exécution au Trail Making Test (TMT) et à la Tour de Londres.

Tableau 1
Résultats à la WAIS-R (les notes aux différents sous-tests sont pondérées par l'âge)

	juillet 1995	septembre 1995*	octobre 1996*
QIV	67	89	94
QIP	70	92	103
QI	63	88	98
Information	6	7	7
Arithmétique	7	8	12
Similitudes	4	9	11
Mémoire de chiffres	4	9	9
Vocabulaire	6	8	8
Compréhension	6	8	8
Code	3	6	10
Cubes	7	13	13
Assemblages	6	11	10
Arrangements	2	5	9
Compléments	5	10	10

* différence significative au Wilcoxon signed rank test ($z = -2,947$; $p = .003$)

Table 1
WAIS-R results (age-corrected scaled score for the 11 subtests)
*significant difference in Wilcoxon signed rank test ($z = -2,947$; $p = .003$)

Une nouvelle évaluation neuropsychologique est effectuée en septembre 1995. Celle-ci permet de constater une amélioration notable des performances sur le plan de l'efficacité intellectuelle et de l'activité mnésique (Tableaux 1 et 2). Les résultats obtenus dans les épreuves exécutives sont très discrètement supérieurs à ceux de juillet 1995, ou tout au moins superposables. La performance tend vers une normalisation, pour le temps d'exécution de la partie B du TMT. Il a alors été proposé au patient des épreuves que l'on peut penser plus sensibles à la dimension frontale. Au Tinkertoy Test (Lezak, 1995), la performance de D.B. est

correcte, puisqu'il utilise 32 pièces, ce qui, selon Lezak, le rend totalement indépendant dans la vie quotidienne. Par contre, le score de complexité (5) est inférieur au score moyen (7) obtenu par des patients traumatisés crâniens ayant repris une activité professionnelle (Bayless, 1989). Sur un Protocole de Résolution de tâches, inspiré du S.E.T. de Shallice et Burgess (1991), les scores obtenus selon les différents critères donnent des performances équivalentes à celles des sujets contrôles (Huneau, 1995) : respect des consignes = 10/10 (contrôles = 9,27 ; écart type de 1,54) ; score quantitatif : 20/23 (contrôles = 21,36/23 ; écart type de 2,1) ; score qualitatif : 22/25 (contrôles = 21,18/25 ; écart type de 3,64). Au Protocole d'Estimation Cognitive (Maquin, 1995, d'après Shallice et Evans, 1978) le score est de 14/30 (contrôles =

Tableau 2
Résultats aux principales épreuves mnésiques pour les examens de juillet et septembre 1995

	examen de juillet 1995*	examen de septembre 1995*
EMPAN verbal direct	5	6
EMPAN verbal indirect	2	5
ECM-R (Wechsler, 1991)		
mémoire verbale	67	98
mémoire visuelle	92	106
mémoire générale	69	102
attention/concentration	81	95
rappel différé	70	105
AVLT (Rey, 1964)	3/8/11/14/14	5/8/11/12/14
Figure de Rey	30/36	34/36
	évoc. à 15' = 9/36	évoc. à 15' = 21/36

*différence significative au Wilcoxon signed rank test ($z = -2,770$; $p = .006$)

Table 2
Results in main memory tests for July and September 1995 examinations
*significant difference in Wilcoxon signed rank test ($z = -2,770$; $p = .006$)

Tableau 3
Résultats aux épreuves de fluence verbale et aux principales épreuves exécutives pour les examens de juillet et septembre 1995

	Juillet 1995	Septembre 1995	Contrôles 1995
FLUENCE VERBALE CATEGORIELLE* (Animaux)	23	24	24,21 (5,72)
FLUENCE VERBALE LITTERALE* (T)	11	17	13,92 (4,96)
STROOP TEST**			
Temps (différence entre dénomination et carte Stroop)	31 "	23"	46,61 (14,94)
Erreur Carte Stroop	0	0	4,07 (4,31)
TRAIL MAKING TEST**			
Forme A	132"	100"	45,07 (17,62)
Forme B	152"	120"	67,07 (18,69)
Erreurs Forme B	0	0	0,15 (0,376)
TOUR DE LONDRES**			
Bonnes Réponses	8/12	8/12	6,53 (1,61)
Latence Moyenne	7"9	6"3	3,92 (2,62)
Temps Total Moyen	31 "36	28"30	18,61 (8,56)
MCST (Nelson, 1976)**			
Temps	6'31	6'20	7,12 (2,82)
Series	5	5	6,23 (1,42)
Erreurs	0	0	4,84 (3,93)
Persévérations	0%	0%	11,16 (15,66)

* 39 sujets contrôles ; ** 13 sujets contrôles

Table 3
Results in verbal fluency tests and in executive tasks (July and September 1995)

* 39 control subjects; ** 13 control subjects.

17,19 ; écart type de 3,33). Dans le même ordre d'idée, sur un Protocole d'Estimation de Prix (Pinon, 1996, inspiré de Smith et Milner, 1984), le malade obtient un score de 69/90 (contrôles = 66/90 ; écart type de 6,8).

A 18 mois du traumatisme crânien, en octobre 1996, une nouvelle évaluation est réalisée qui met en évidence une amélioration nette sur le plan de l'efficacité intellectuelle (Tableau 1). Les performances aux épreuves exécutives sont stables, voire discrètement meilleures. Une tomoscintigraphie cérébrale à l'H.M.P.A.O. est alors effectuée ; elle témoigne d'une hypoperfusion corticale modérée de l'hémisphère gauche, prédominant en fronto-pariétal.

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ARITHMÉTIQUES

L'étude de la résolution de problèmes arithmétiques a été réalisée à l'aide de trois protocoles construits sur la base des données de la littérature pour examiner le rôle des processus de planification, d'encodage et du schéma de problème. Au préalable, et bien que cette fonction ne soit pas gérée par le lobe frontal, la capacité de traitement des nombres a été contrôlée grâce au protocole de dépistage EC 301R (Deloche et al., 1994). Le malade ne commet aucune erreur. Les capacités d'approximation de résultats pour des opérations de calcul simple (addition, multiplication) sont également parfaites sur un protocole inspiré du travail de Deheane et Cohen (1991).

Planification et résolution de problèmes

Luria (1980) a proposé un modèle théorique qui suppose, pour chaque comportement complexe, une élaboration successive en 4 phases : 1) analyse des données initiales pour la représentation du but à atteindre ; 2) élaboration d'un programme organisant et ordonnant les différentes étapes ; 3) réalisation de la tâche proposée ; 4) confrontation des résultats obtenus avec les données initiales.

Appliqué à la résolution de problèmes arithmétiques, ce modèle permet de mettre en évidence chez les patients frontaux "un déficit de régu-

lation et de contrôle", c'est-à-dire des erreurs dans le choix et l'application des algorithmes utilisés ainsi que dans l'appréciation de l'adéquation des résultats obtenus à la question posée. Sur ces bases, Luria et Tsvetkova (1967) proposent une hiérarchisation et donc une complexification progressive de l'algorithme de résolution afin d'analyser les erreurs produites : caractère impulsif et pertinence des réponses, traitement linéaire et/ou fragmentaire des données. Ce déficit s'apparente le plus souvent à une stratégie d'adhérence aux éléments de la consigne (Aubin et al., 1994). C'est dans cette perspective que nous avons utilisé des protocoles qui font varier à la fois la complexité des problèmes, l'incompatibilité des données et l'incongruité des questions.

Lors de l'évaluation de septembre 1995, D.B. a été soumis à la passation écrite, en temps libre, d'un protocole de 21 items, comportant 14 problèmes solubles répartis sur 7 niveaux de complexité (du niveau 1, le plus simple, à niveau 7, le plus complexe) et 7 problèmes insolubles.

Douze des 14 problèmes solubles sont réussis, soit un taux d'échec de 14% ; les résultats de 10 sujets contrôles, de même âge et de même niveau vont de 0% (5 sujets) à 21% d'échec (1 sujet). Les erreurs du malade portent sur le problème 8 (niveau 4) : erreur de calcul, et sur le problème 20 (niveau 3) : erreur d'algorithme. Par contre, chez les contrôles, les erreurs portent sur les algorithmes les plus complexes (niveaux 4, 6, 7).

A l'inverse des contrôles, qui les récuse tous (taux d'échec = 0%), D.B. ne rejette aucun des problèmes insolubles (taux d'échec = 100%). Il les résout en utilisant des moyens tout à fait surprenants. Ses réponses semblent guidées par la nécessité de parvenir à un résultat compatible, plausible, avec l'ordre de grandeur induit par la question.

Exemples :

« Natacha a 4 caramels dans sa poche droite et 9 sucettes dans sa poche gauche. Quel est l'âge de son papa ? » Solution de D.B. : « $4 \times 9 = 36$ ans, c'est normal pour un père ».

« Dans un bateau, il y a 360 passagers ; 100 tombent à l'eau. Quel est l'âge du capitaine ? » Solution de D.B. : « $100 + 200$ (chaussures des passagers tombés à l'eau) = 300, $360 - 300 = 60$ ans, ce qui est un âge correct pour un capitaine ».

« A la bergerie, il y a 125 moutons et 10 chiens. Quel est l'âge du

berger ? » Solution de D.B. : « $125 : 2$ (nombre d'yeux par mouton) = 62,5 ; $62,5 - 10 = 52,5$ ans ».

Il a été proposé un second protocole, composé uniquement de problèmes insolubles (21 items), où l'on a fait davantage varier la plausibilité et la cohérence sémantique (15 problèmes), et auxquels sont mêlés 6 problèmes incomplets (3 fois, il manque des données chiffrées ; 3 fois il manque la question). Le principe de cohérence renvoie à la compatibilité des concepts sémantiques au sein de l'énoncé. Ainsi, 'mouton' et 'chien' sont compatibles avec 'berger' tandis que 'chemise', 'poire' et 'maîtresse' ne le sont pas. Le principe de plausibilité correspond au caractère acceptable des données chiffrées et de leur combinaison. Sur ce principe, '12' et '13' peuvent donner un âge plausible par l'algorithme de l'addition ; '1863' et '12' ne permettent d'aboutir à aucun âge possible, quel que soit l'algorithme utilisé (même la division). D.B. trouvera une réponse pour chacun de ces problèmes.

Exemples :

« Un jardinier a 360 pommiers et 3 noyers. Quel est l'âge du jardinier ? » Solution de D. B. : « $3 + 9$ (mois de la récolte) = 12 ; $360 : 12 = 30$ ans ».

« Un jardinier cueille 72 roses pour faire des bouquets de 9 roses. » Solution de D.B. : « $72 : 9 = 8$ bouquets de roses, je pense que c'était cela qu'il fallait faire ».

« Dans un lycée, il y a 2537 élèves et 10 surveillants. Quel est l'âge du proviseur ? » Solution de D.B. : « $2537 : 10 = 253,7$. Non, c'est beaucoup trop ; 10×4 (les jambes et les bras) = 40 ; $2537 : 40 = 63,4$. Voilà, c'est bon ».

« Alain a 15 cigarettes. Il en donne quelques unes à Christian. Combien en reste-t-il à Alain ? » Solution de D.B. : « $C = 3$ (C étant en troisième position dans l'alphabet), donc $15 - 3 = 12$, il reste 12 cigarettes à Alain ».

Résolution de problèmes et encodage

De nombreux travaux ont démontré que la phase d'encodage peut influencer, de façon décisive, la procédure de résolution (Larkin et al.,

1980, 1985). Selon les auteurs, la formation d'une représentation globale interne du problème est une étape essentielle dans la résolution. Dans cette perspective, on peut proposer d'étudier la traduction des énoncés (Fasotti, 1992) ou la production de textes semblables aux énoncés des problèmes cibles (Escarabajal, 1988), c'est-à-dire la compréhension et la saisie des éléments pertinents, ainsi que l'identification du schéma de problème. En pathologie, ces procédures d'aide semblent, chez les patients frontaux, permettre de contrôler les réponses impulsives et de cerner le schéma de problème. En revanche, avec des patients porteurs d'une lésion postérieure gauche, cette aide peut se transformer en difficulté supplémentaire, puisque l'origine de leur trouble se situe davantage au niveau de la compréhension syntaxique et de l'élaboration de phrases complexes (Kintsch et Lewis, 1993).

Afin de préciser le rôle de l'indiçage sur les processus d'encodage, un nouveau protocole a été construit. Il met en jeu des problèmes solubles et insolubles répondant aux caractéristiques de l'épreuve précédente et deux types d'indiçages. Le premier est en partie inspiré de Fasotti (1992) pour la reconnaissance de phrases, le second d'Escarabajal (1988) pour la production d'énoncés. Face à des problèmes solubles, on peut s'attendre à une bonne performance du malade, puisque, même sans indiçage, il se montre déjà efficace. Devant les problèmes insolubles, la mise en rapport des différentes données de l'énoncé devrait lui permettre d'évaluer la pertinence de la question, donc de les récuser.

Le protocole proposé à D.B. se déroule en trois temps et comporte 3 séries de 10 problèmes : 6 problèmes solubles et 4 problèmes insolubles. Les premiers, empruntés à Fasotti, sont de complexité variable. Celle-ci est déterminée par le nombre d'opérations mises en jeu dans la résolution (2, 3 ou 4 opérations), et par l'ordre d'apparition des données nécessaires à la résolution. Les seconds prennent en compte la cohérence sémantique et la plausibilité numérique. La résolution de la première série se fait par écrit, en temps libre et sans indiçage.

Ensuite, le premier indiçage (Fasotti, 1992) apporte une aide dans les processus de segmentation. Il permet à D.B. de ne faire aucune erreur face aux problèmes solubles, mais ne lui est d'aucun secours avec les problèmes insolubles, auxquels il continue de trouver des solutions.

Puis, le second indiçage (Escarabajal, 1988) porte sur les processus de structuration. Il implique la création d'un problème identique à un problème cible que le patient a lu attentivement au préalable. Lorsque le patient a construit les 10 problèmes, il doit résoudre, par écrit et en temps libre, les 10 problèmes cibles. Lors de la production, D.B. ne commet qu'une erreur concernant le type d'algorithme le plus complexe (4 opérations). La création de problèmes insolubles ne lui pose aucune difficulté, D.B. s'attache cependant à ce qu'une réponse plausible puisse être donnée avec les éléments chiffrés de l'énoncé, par exemple : « Une voiture a 4 roues et un vélo a 2 roues. Combien de roues possède un char ? (car on peut faire $4+2$ ou 4×2 , c'est bien 6 ou 8 roues pour un char) » ; « Dans la mare il y a 5 canards et 8 grenouilles. Quel est l'âge du pêcheur ? ($8 \times 5 = 40$ ans, c'est le plus logique) ». La création de problèmes insolubles, chez les contrôles, ne pose aucun problème, ils s'y prêtent avec humour, mais sans le souci de plausibilité numérique de D.B.

Lors de la résolution, on relève 3 erreurs sur des problèmes solubles à 3 ou 4 opérations (respectivement 2 et 1 échecs). Tous les problèmes insolubles trouvent une solution.

Résolution et schéma de problèmes

Fort de l'hypothèse selon laquelle la reconnaissance du schéma de problème ou du type de problème joue un rôle majeur dans l'étape de représentation (Fasotti et al., 1994), et afin de contrôler la capacité de D.B. à identifier un schéma de problème, il lui est ensuite proposé une tâche de catégorisation de problèmes arithmétiques. Selon les travaux de Fasotti (1992), les sujets contrôles catégorisent en fonction de critères essentiels à la résolution, comme l'opération arithmétique principale gouvernant la solution du problème (additions, soustractions), ou encore la famille d'appartenance du problème (calcul de vitesse, calcul de dépense), alors que les patients frontaux s'arrêtent aux différents éléments rencontrés dans l'énoncé (livres, trains, lait ...). De plus, ces derniers proposent un nombre de catégories plus élevé. En d'autres termes, les sujets contrôles prennent en compte la 'structure profonde' d'un

problème, c'est-à-dire l'opération arithmétique sous-jacente applicable à celui-ci, alors que les sujets frontaux se fondent sur la 'structure de surface' comme, par exemple, les objets auxquels le problème fait référence ou encore les termes arithmétiques utilisés.

Le protocole comporte 20 problèmes, dont 16 solubles tirés du travail de Fasotti et al. (1994), et 4 insolubles. Dans un premier temps, les 16 problèmes solubles (quatre pour chacune des opérations de base) sont présentés, l'un après l'autre, par écrit sur des cartons, et le patient doit les classer en fonction des critères qu'il juge importants. Dans un second temps, le malade doit à nouveau effectuer le classement mais le protocole comporte en plus les quatre problèmes insolubles. Il doit également donner un titre à chacun des groupes. Pour les deux épreuves, le nombre de catégories (5) est identique à celui proposé par les sujets normaux. Cependant, D.B. utilise davantage la structure de surface comme critère de catégorisation que la structure profonde, comme le font les sujets contrôles. D.B. propose à chaque fois 5 groupes avec les intitulés suivants : trains, salaires, bibliothèque, calcul, dépense. Dans la seconde épreuve, il range les problèmes insolubles parmi ceux classés sous les titres : calcul et dépense. Dans un troisième temps, des étiquettes destinées à orienter la catégorisation sont proposées au patient (additions, soustractions, vitesse, dépense, problèmes insolubles). Une étiquette supplémentaire, intitulée 'distance', est ajoutée ; elle constitue un indiçage 'piège' (contrôle de l'adhérence à l'énoncé). D.B. ne classe aucun problème sous l'intitulé 'piège'. Tous les problèmes insolubles sont bien classés sous l'étiquette correspondante, cependant D.B. commet une erreur de catégorisation en plaçant un problème soluble (niveau 3) parmi les problèmes insolubles. A l'issue de cette dernière tâche de catégorisation, où il semble avoir identifié comme tels les problèmes insolubles, une nouvelle série de problèmes à résoudre est proposée : le comportement de D.B. sera le même que face aux protocoles précédents. Il commet une erreur d'algorithme dans un problème de niveau 4, une erreur de calcul dans un problème de niveau 3 et résout tous les problèmes insolubles. Les contrôles classent les problèmes solubles par famille 16/16 (épreuve 1), repèrent les problèmes insolubles 4/4, produisent 5 catégories (épreuve 2), ne classent aucun problème dans la catégorie piège (distance, épreuve 3), résolvent 12/16 problèmes solubles (erreurs sur niveaux 3, 6, 8).

En septembre 1996, lors d'une consultation de suivi systématique, D.B. refuse pour la première fois de résoudre les problèmes insolubles du protocole 1. Il résiste à la consigne, arguant de la nécessité d'un niveau d'abstraction trop grand pour les résoudre.

En juin 1997, l'attitude face aux problèmes insolubles apparaît définitivement normalisée. Lorsqu'on interroge le patient, il ne peut penser une solution pour ces problèmes et conçoit difficilement qu'il ait pu les résoudre.

DISCUSSION

Dans la littérature, un certain nombre de patients frontaux sont décrits parce qu'ils présentent des performances dissociées. Le plus souvent, les tests mettent en évidence de bons résultats qui s'opposent à des difficultés comportementales dépendant d'un défaut de planification de l'action (Eslinger et Damasio, 1985), ou de difficultés d'organisation dans la vie quotidienne et de troubles du jugement (Shallice et Burgess, 1991 ; Crépeau et al., 1997), ou encore d'une incapacité à prendre une décision (Goldstein et al., 1993). A notre connaissance, aucun de ces travaux n'évoque le tableau clinique que nous décrivons ici. En effet, D.B. présente des différences de performance entre des épreuves standardisées, des épreuves exécutives classiques et les situations de résolution de problèmes. Ces résultats témoignent également d'une discordance entre une normalisation du comportement, une bonne adaptation familiale, sociale et professionnelle, et la persistance d'un déficit, dans une situation de test, en l'occurrence la résolution de problèmes numériques.

Nous sommes donc en présence d'un patient, certes victime d'un traumatisme crânien, donc de lésions diffuses, mais néanmoins durablement porteur d'une lésion frontale, qui résout des problèmes insolubles et qui ne présente que fort peu de troubles de planification devant les problèmes solubles. Ce tableau est assez comparable à celui que nous avons rapporté dans un précédent travail à propos de 4 patients frontaux (Aubin et al., 1994). Ces malades avaient les mêmes performances que D.B., et nous les opposons à 4 autres patients frontaux, résistant aux problèmes insolubles et présentant des troubles de planification à l'image

de ceux classiquement identifiés. Par rapport aux différentes interrogations que générerait alors ce travail, quelques éléments de réponses peuvent être apportés, à la lumière de l'observation de D.B. sur la question des compétences arithmétiques, la mémoire de travail ou encore le niveau d'incohérence des problèmes et sur les interprétations possibles du déficit.

- Les protocoles de résolution de problèmes ont été systématiquement proposés à l'écrit, dans le but de réduire la charge mentale et de permettre le maintien des données. Ainsi, le rôle dévolu à la mémoire de travail se trouve limité. Dans le même ordre d'idées, les capacités de traitement numérique s'avèrent normales y compris pour l'estimation et l'approximation de résultats.

- Les problèmes aux algorithmes complexes (niveau 8 de Luria) n'apparaissent plus dans les protocoles proposés car, en imposant une mise en équation, c'est davantage du niveau d'expertise qu'ils témoignent que des capacités de résolution. Mais la prise en compte du nombre d'opérations nécessaires à la résolution, comme le suggèrent Fasotti et al. (1994), autoriserait peut-être un contrôle plus pertinent des productions. Ainsi D.B., qui est très peu déficitaire dans les problèmes solubles dont ceux des niveaux supérieurs (5, 6, 7), l'est assez systématiquement pour ceux de niveau 4, par exemple : « Un fils a 15 ans, son père 25 ans de plus, sa mère a 5 ans de moins que le père. Combien d'années ont-ils en tout à eux 3 ? ». L'algorithme de résolution se subdivise ici en un nombre considérable d'opérations (ici 4 ; $a + (a+b) + (a+b) - c = x$) dont chacune découle de la précédente. A l'inverse, les problèmes des niveaux 5, 6, 7 ne comportent que 3 ou 2 opérations que les énoncés soient linéaires ou non linéaires, cette dernière caractéristique se retrouvant d'ailleurs dès le niveau 2.

- Une série de problèmes nouveaux a été utilisée pour essayer d'évaluer l'existence d'un seuil de résistance à l'incohérence. Si D.B. ne tient pas compte de l'absence de cohérence sémantique qui fait que les données sont incompatibles entre elles, l'absence de plausibilité numérique, l'absence de question ou le manque de données ne constituent pas non plus un obstacle à la résolution, même si cela augmente, du point de vue du malade qui s'en plaint, la complexité du problème. Ces différentes contraintes conduisent le patient à utiliser des stratégies encore plus éton-

nantes pour atteindre cet objectif de normalisation du résultat final, car c'est bien à partir d'une représentation de ce résultat que le malade élabore les algorithmes.

- A partir des données de la psychologie cognitive (Chi et al., 1981 ; Fasotti et al., 1994) nous avons cherché à examiner quel type d'aide, donc quel type de dysfonctionnement sous-jacent, serait susceptible d'améliorer, voire de supprimer les symptômes. Comme on pouvait s'y attendre, face aux problèmes solubles pour lesquels il est déjà très performant, l'aide à la résolution, avec un contrôle de l'encodage des données, ou encore avec la catégorisation des problèmes, ne modifie pas la performance de D.B. Il produit sans difficulté ces problèmes et les résout correctement. Par contre les résultats sont paradoxaux face aux problèmes insolubles. Avec l'indication, le patient génère des problèmes identiques aux problèmes insolubles mais il s'efforce de leur trouver une solution acceptable. Si on se reporte aux exemples cités plus haut, il est intéressant de noter que la cohérence sémantique est respectée (moyens de transport avec des roues), que la plausibilité numérique est testée ($2+4$ ou 2×4) et mise en relation avec des connaissances sémantiques (6 ou 8 roues c'est bien pour un char), cependant D.B. demeure tout à fait incapable de saisir ce que le problème a d'incongru. Ceci se vérifie également dans le cadre de la catégorisation. En effet, après avoir classé des problèmes sous la rubrique 'insolubles', ce qui démontre qu'il est parfaitement capable d'en faire une analyse correcte, D.B. continue de leur trouver des solutions. La capacité à opérer des traitements sémantiques comme la capacité à catégoriser ne viennent donc pas contraindre la performance dans la résolution. En d'autres termes, si les processus nécessaires à la résolution des problèmes semblent maîtrisés, ils ne permettent pas au patient de statuer sur la pertinence de la tâche proposée, ce qui laisse supposer que les mécanismes cognitifs mis en jeu ne sont pas les mêmes.

- Le patient ne présente pas de dépendance environnementale, pas de comportement d'utilisation ou d'imitation (Lhermitte, 1983 ; Lhermitte et al., 1986). On ne note pas non plus de désinhibition, de diffi-
culté ou de jovialité. En somme, il ne présente pas les classiques troubles de la sélectivité. Les seuls aspects de dépendance dont il témoigne sont ceux d'une dépendance à la consigne. Cette adhérence à la consigne peut être

envisagée comme un comportement d'utilisation essentiellement cognitif. Dans la mesure où les traitements sémantiques, comme l'accès au schéma de problème sont préservés, cette adhérence cognitive interdirait au malade de contester, de récuser, les propositions 'anormales' de l'examineur et le contraindrait à produire une réponse dont le caractère plausible satisfait l'objectif premier de normalisation de la situation. A l'inverse, si les composantes de la tâche sont compatibles entre elles (par exemple problèmes solubles, étiquette 'insoluble' dans l'épreuve de catégorisation, situation usuelle de vie quotidienne), cette adhérence cognitive ne constitue pas une limitation et n'entrave donc pas sa réalisation.

Pour spectaculaires qu'elles soient, ces perturbations ne reflètent évidemment pas l'ensemble des déficits présents chez les patients porteurs de lésions frontales. Par là, elles témoignent de la diversité potentielle de la séméiologie frontale, pour peu qu'on donne aux malades les moyens de l'exprimer. Ceci étant, on peut s'interroger sur le caractère pathologique d'une conduite qu'il faut solliciter. Chez D.B., il se trouve démontré par le fait que le patient parvient à résister à la consigne quelque 16 mois après l'installation du comportement anormal. Actuellement, il refuse systématiquement les problèmes insolubles. Enfin, la question se pose de savoir si ce trouble est véritablement spécifique de la situation de résolution de problèmes. Des épreuves permettant de le démontrer n'auraient pas été inutiles. Dans cette perspective, on peut cependant rappeler que des comportements analogues ont été observés dans des tâches de manipulation de scripts ou de production de récits (Guyard et al., 1993 ; Le Gall et al., 1993 ; Allain, 1995 ; Sirigu et al., 1996).

Les modèles classiques de résolution de problèmes ne permettent pas d'interpréter aisément les symptômes développés par D.B., ce qui ne tient sans doute pas seulement au fait de ne pas y avoir été confrontés. Les approches neuropsychologiques (Shallice et Burgess, 1991 ; Kimberg et Farah, 1993) ne sont pas plus satisfaisantes puisque les performances sont normales pour les problèmes solubles, les épreuves exécutives et de mémoire. De la même façon, l'objectif poursuivi, structure de but pour Anderson (1985), est également préservé dans les problèmes insolubles, puisque toute la résolution tend vers la validation de l'approximation inférée à partir de la question. Il est alors difficile de considérer que le S.A.S. est inopérant. Enfin, la richesse et la complexité des

opérations réalisées au cours de la résolution ne sont pas évocatrices de procédures stéréotypées. Une alternative à la seule explication en terme de planification pourrait se trouver du côté d'une problématique de type psychosocial, d'ailleurs souvent envisagée dans la littérature (Damasio, 1995 ; Sabouraud, 1995). La dimension sociologique d'un tel trouble renverrait aux notions de suivisme et de soumission à l'environnement (Milgram, 1974/1995), en l'occurrence cognitif, et pourrait expliquer que l'on ne fait apparaître le trouble que si on le recherche et ce, dans un contexte d'interaction sociale. Le patient semble alors dans l'impossibilité d'analyser la frontière qui sépare une performance acceptable d'une performance inacceptable. Il est incapable d'argumenter, de prendre position, les consignes s'imposent à lui, elles ne sont pas contestables. D.B. ne peut s'abstraire de l'usage qu'on lui fournit à travers des données erronées ou incomplètes. Ce n'est pas sa capacité d'exploiter des arguments qui est en cause, puisqu'il les utilise si on les lui fournit, mais sa capacité de contester, de se détacher de ceux de son interlocuteur, auquel il reste asservi. Ceci est, certes, assez proche de la perte d'autonomie évoquée par Lhermitte (1983), mais elle s'applique à une dimension cognitive singulière, ce qui reste évidemment à expliquer.

Compte tenu des résultats obtenus par ce malade et de leur interprétation en terme d'adhérence cognitive, la question se pose aussi de savoir si cette adhérence est susceptible d'être observée, sous une autre forme clinique, chez les malades présentant des troubles de planification au sens classique. Le traitement linéaire des données, décrit par Luria et Tsvetkova (1967), pourrait peut-être être considéré comme une forme d'adhérence cognitive. En effet, dans cette situation, le patient apparaît totalement dépendant de la façon dont les données sont fournies, comme s'il était incapable d'envisager une alternative à celle qui est proposée par l'examineur. Il ne s'agit là que d'une hypothèse, qu'il conviendrait de vérifier, mais celle-ci permet de penser que la question de la capacité à résoudre ou non un problème repose certes sur une représentation de sa structure interne et sur le contrôle de sa réalisation, mais aussi sur le choix des opérateurs et sur la décision de faire ou de ne pas faire. Ceci ouvre une perspective nouvelle qui va sans doute bien au-delà de la question de l'organisation temporelle et/ou hiérarchique des éléments constitutifs de la résolution (Fuster, 1989, 1994 ; Sirigu et al., 1995), parce

qu'il faut bien sélectionner les composants à hiérarchiser, le tout étant à mettre en rapport avec la façon dont on s'approprie le problème posé.

Un questionnement de nature psychosociale ne peut pas se limiter uniquement à l'inventaire des inadaptations, ni à l'examen des connaissances des règles sociales (Damasio, 1995), il doit aussi intégrer en les adaptant les concepts et la méthodologie de la psychologie sociale, comme le suggère Herrmann (1997) pour l'aphasie. Par exemple, on pourrait s'interroger sur la pertinence de la théorie de l'engagement (Beauvois, 1994) pour rendre compte de la difficulté à récuser une stratégie inopportune chez des malades qui, par ailleurs, ne présentent pas de déficit de flexibilité dans les épreuves exécutives.

Notre observation soulève certes plus de questions qu'elle n'en résout, puisqu'elle nous conduit à proposer une interprétation qui peut apparaître plus spéculative qu'attestée ; elle vient confirmer, s'il en était besoin, l'hétérogénéité de la sémiologie frontale et, corrélativement, la nécessité de poursuivre sur la voie d'un fractionnement des fonctions frontales. Néanmoins, elle permet d'envisager d'autres dimensions au trouble et par la même d'en faire une autre analyse.

ABSTRACT

The case of a young post traumatic frontal lobe damaged patient (D.B.) was reported in this paper. A rapid normalization of the performance in neuropsychological tests was observed with in the follow up as well as a return to normality in social and professional life. But, concurrently, a very singular behaviour in different tasks of arithmetic word problem solving was exhibited by D.B. Several cognitive levels involved in numeral problem solving were investigated (cueing, problem schema). On these tests D.B. obtained normal results. Nevertheless, at the same time, the patient could not refuse to solve insolvable problems in which coherence and plausibility changed. Classical models of frontal dysfunction could not explain all the features of the patient's behaviour. This fact underlined probably the need for more a sociological analysis of this deficit.

RÉFÉRENCES

- Alexandre, S. (1994). Validation de quatre épreuves sensibles au dysfonctionnement frontal. Mémoire de D.E.S.S. Chambéry, Université de Savoie.
- Allain, P. (1995). Script et syndrome frontal. Mémoire de D.E.A. de Neuropsychologie, Université Claude Bernard, Lyon I.
- Anderson, J.R. (1985). *Cognitive psychology and its implications*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Aubin, G., Le Gall, D., & Guyard, H. (1994). Etude de la résolution de problèmes numériques chez des patients frontaux. *Revue de Neuropsychologie*, 4 (4), 437-467.
- Bayless, J.D., Varney, N.R., & Roberts, R.J. (1989). Tinker ToyTest performance and vocational outcome in patients with closed head injuries. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11, 913-917.
- Beauvois, J.-L. (1994). *Traité de la servitude libérale : analyse de la soumission*. Paris: Dunod.
- Brissiaud, R. (1988). De l'âge du capitaine à l'âge du berger. *Revue Française de Pédagogie*, 82, 23-31.
- Burgess, P., & Shallice, T. (1994). Le fractionnement du syndrome frontal. *Revue de Neuropsychologie*, 4 (3), 345-370.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Crepeau, F., Peter Scherzer, B., Belleville, S., & Desmarais, G. (1997). A qualitative analysis of central executive disorders in a real-life work situation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 7 (2), 147-165.
- Damasio, A.R. (1995). *L'erreur de Descartes*. Paris: Editions Odile Jacob.
- Deheane, S., & Cohen, L. (1991). Two mental calculation systems: a case study of severe dyscalculia with preserved approximation. *Neuropsychologia*, 29, 1045-1074.
- Deloche, G., Seron, X., Larroque, C., Magnien, C., Metz-Lutz, M.N., Noel, M.N., Riva, I., Schils, J.P., Dordain, M., Ferrand, I., Baeta, E., Basso, A., Cipolotti, L., Claros-Salinas, D., Howard, D., Gaillard, F., Goldenberg, G., Mazzucchi, A., Stachowiak, F., Tsavaras, A., Vendrell, J., Bergego, C., & Pradat-Diehl, P. (1994). Calculation and number processing: Assessment battery; role of demographic factors. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16 (2), 195-208.
- Eslinger, P.J., & Damasio, A.R. (1985). Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: patient EVR. *Neurology*, 35, 1731-1741.
- Escarabajal, M.C. (1988). Schémas d'interprétation et résolutions de problèmes numériques. *Revue Française de Pédagogie*, 82, 15-21.

- Fasotti, L. (1992). *Arithmetical word problem solving after frontal lobe damage. A cognitive neuropsychological approach*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Fasotti, L., Eiling, P.A.T.M., & Van Houtem, J. (1994). Categorization of arithmetic word problems by normals, frontal and posterior-injured patients. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16 (5), 723-733.
- Fuster, J. (1989). *The prefrontal cortex. Anatomy, physiology and neuropsychology of the frontal lobe*. New York: Raven Press.
- Fuster, J. (1994). La physiologie frontale et le cycle perception-action. *Revue de Neuropsychologie*, 4 (3), 289-304.
- Goldstein, L., Bernard, S., Fenwick, P., Burgess, P., & McNelin, J. (1993). Unilateral lobectomy can produce strategy application disorder. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 56, 274-276.
- Guyard, H., Le Gall, D., Aubin, G., & Dupont, R. (1993). Une tentative d'interprétation de deux malades "frontaux". Une subjectivité sans cohérence historique. *Revue Internationale de Psychopathologie*, 11, 335-374.
- Herrmann, M. (1997). Studying psychosocial problems in aphasia: some conceptual and methodological considerations. *Aphasiology*, 11 (7), 717-725.
- Huneau, C. (1995). *Etude comparative entre des tâches "écologiques" et des épreuves standard effectuées par 15 traumatisés crâniens*. Mémoire de Maîtrise de psychologie, Université d'Angers.
- Kimberg, D.Y., & Farah, M.J. (1993). A unified account of cognitive impairments following frontal lobe damage: the role of working memory in complex, organized behavior. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122 (4), 411-428.
- Kintsch, W., & Lewis, A.B. (1993). The time course of hypothesis formation in solving arithmetic word problems. In M. Denis & G. Sabah (Eds.), *Modèles et concepts pour la science cognitive. Hommage à J.F. Le Ny*. Grenoble: P.U.G.
- Larkin, J.H., (1985). Understanding, problem representations, and skill in physics. In S.F. Chipman, J.W. Segal, & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills: research and open questions*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Larkin, J.H., Mc Dermott, J., Simon, D.P., & Simon, H.A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Le Gall, D., Aubin, G., Allain, P., & Emile, J. (1993). Script et syndrome frontal: à propos de deux observations. *Revue de Neuropsychologie*, 3, 87-110.
- Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3ème édition). New York: Oxford University Press.

- Lhermitte, F. (1983). "Utilization behaviour" and its relation to lesions of the frontal lobes. *Brain*, 106, 237-255.
- Lhermitte, F., Derouesné, J., & Signoret, J.L. (1972). Analyse neuropsychologique du syndrome frontal. *Revue Neurologique (Paris)*, 127, 415-440.
- Lhermitte, F., Pillon, B., & Serdaru, M. (1986). Human autonomy and the frontal lobes. Part 1. Imitation and utilization behavior. A neuropsychological study of 75 patients. *Annals of Neurology*, 19, 326-334.
- Luria, A.R. (1980). *Higher cortical functions in man* (2ème édition). New York: Basic Books Consultants Bureau.
- Luria, A.R., & Tsvetkova, L.S. (1967). *Les troubles de la résolution des problèmes*. Paris: Gauthier-Villars.
- Maquin, C. (1995). Etude de la validité du test des estimations cognitives auprès d'une population de sujets frontaux et de sujets sains. Mémoire de maîtrise de Psychologie, Université d'Angers.
- Milgram, S. (1974/1995). *Soumission à l'autorité* (2ème édition). Paris: Calmann-Levy.
- Nelson, H.E. (1976). A modified card sorting test sensitive to frontal lobe defect. *Cortex*, 12, 313-324.
- Pinon, K. (1996). Influence du syndrome frontal sur les capacités d'estimations: estimations cognitives et estimation des troubles. Mémoire de maîtrise de Psychologie. Université d'Angers.
- Sabouraud, O. (1995). *Le langage et ses maux*. Paris: Editions Odile Jacob.
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shallice, T., & Burgess, P. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114, 727-741.
- Shallice, T., & Evans, M.E. (1978). The involvement of the frontal lobes in cognitive estimation. *Cortex*, 14, 294-303.
- Sirigu, A., Zalla, T., Pillon, B., Grafman, J., Agid, Y., & Dubois, B. (1995). Selective impairments in managerial knowledge following prefrontal cortex damage. *Cortex*, 31, 301-316.
- Sirigu, A., Zalla, I., Pillon, B., Grafman, J., Agid, Y., & Dubois, B. (1996). Encoding of sequence and boundaries of scripts following prefrontal lesions. *Cortex*, 32, 297-310.
- Smith, M.L., & Milner, B. (1984). Differential effects of frontal lobe lesion on cognitive estimation and spatial memory. *Neuropsychologia*, 22 (6), 697-705.
- Stuss, D.T., & Benson, D.F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Von Cramon, D.Y., & Matthes-Von Cramon, G. (1992). Reflections on the treatment of brain injured patients suffering from problem solving disorders. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2, 207-229.

- Von Cramon, D.Y., & Matthes-Von Cramon, G. (1994). Back to work with a chronic dysexecutive syndrome? (A case report). *Neuropsychological Rehabilitation*, 4, 399-417.
- Von Cramon, D.Y., Matthes-Von Cramon, G., & Mai, N. (1991). Problem solving deficits in brain-injured patients: a therapeutic approach. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1, 45-64.
- Wechsler, D. (1991). *Echelle Clinique de Mémoire-Révisée*. Manuel. Paris: Editions du Centre de Psychologie Appliquée.