

**DE L'ADEQUATION D'UN TEST INFORMATISE EN
MATHEMATIQUES POUR ELEVES A HAUT POTENTIEL
PRESENTANT UN FLECHISSEMENT SCOLAIRE A L'AGE DE
LA PUBERTE**

JANG SCHILTZ

LONY SCHILTZ

Université du Luxembourg

Crp-Santé

RESUME : Le blocage cognitif, émotionnel et motivationnel des élèves à haut potentiel qui se trouvent en situation d'échec scolaire est devenu récemment un centre d'intérêt pour les chercheurs en psychologie clinique et psychopathologie. Dans ce contexte, les auteurs ont voulu vérifier dans quelle mesure l'utilisation d'un test adaptif informatisé (CAT en mathématiques) pourrait contribuer au déblocage de la motivation de performance de ces élèves. Les caractéristiques et les principes de construction du test sont décrits.

Les résultats d'une étude exploratoire, effectuée auprès de 113 élèves de VI^e secondaire, dont 35 élèves à haut potentiel, soutiennent l'intérêt de l'utilisation d'outils de type CAT dans le traitement global du déficit motivationnel d'élèves à haut potentiel présentant un fléchissement scolaire.

Mots clés : blocage, élèves à haut potentiel, fléchissement scolaire, motivation de performance, test adaptatif informatisé.

ABSTRACT : The cognitive, emotional and motivational inhibition of highly gifted underachievers has become recently a topic of interest for researchers in clinical psychology and psychopathology. In this context the authors wanted to test whether a computerized adaptive test in mathematics could help unblocking the achievement motivation of those students. The main features and principles of construction of the test are described.

The results of an exploratory study which was undertaken with 123 students belonging to the second class of a secondary school, 35 of which were highly gifted, stretches the interest of the integration of a CAT into the global treatment procedures of the motivational deficit of highly gifted underachievers.

Key-words: achievement motivation, blockade, computerized adaptive test, highly gifted students, school failure,

Correspondencia: Jang Schiltz

Université du Luxembourg
162a, avenue de la Faïencerie
L-1511 Luxembourg
jang.schiltz@uni.lu

1. INTRODUCTION

L'état critique des élèves à haut potentiel qui se trouvent en situation d'échec scolaire grave commence à être mieux connu par les spécialistes de la pédagogie et de la psychopathologie infantile et juvénile.

De l'étude de l'état actuel de la recherche (Grubar, Duyme & Côte, 1997 ; Terrassier, 1997 ; Catheline, 2003 ; Chan, 2003 ; Revol & al., 2004 ; Sudres & al., 2004 ; Vaivre-Duret, 2004), ainsi que de l'analyse des données cliniques et expérimentales issues d'études personnelles antérieures (Schiltz, 2002, 2004a), il ressort, qu'à la préadolescence, les sujets répondant aux critères énoncés ci-dessus peuvent présenter, en dehors du blocage spécifique, du fonctionnement cognitif, émotionnel et motivationnel, une baisse de l'estime de soi et des difficultés relationnelles.

Chez les élèves surdoués, l'interaction entre l'échec scolaire et la souffrance narcissique peut aboutir à un état de morosité prolongée. Cet état peut nécessiter une prise en charge psychopédagogique et psychothérapeutique assez longue. A cause des relations qu'elle entretient avec l'agressivité et le désir, la musique peut constituer une médiation thérapeutique appropriée pour débloquer la créativité intellectuelle et surmonter le fléchissement scolaire (Schiltz, 2005a).

D'après notre expérience clinique de trente ans, une combinaison adéquate de méthodes psychothérapeutiques et pédagogiques peut prévenir les complications psychopathologiques à long terme, qu'elles se situent dans la ligne auto-agressive, sous forme de dépressions, de conduites suicidaires ou addictives ou dans la ligne hétéro-agressive, sous forme de conduites antisociales. L'efficacité et l'efficacité de cette approche ont été vérifiées au cours d'études longitudinales. (Schiltz, 1999b, 2002, 2004a, 2004b). Il importe que les professionnels de la santé prennent conscience de la gravité du problème et mettent en place un dispositif d'aide spécifique, au plus tard au début de l'adolescence. Idéalement, ce dispositif devrait fonctionner au sein même de l'école.

A l'intérieur d'un ensemble de mesures plus globales, l'introduction d'outils pédagogiques adaptés au profil motivationnel spécifique des surdoués peut également être envisagée. Nous présenterons quelques résultats d'une étude exploratoire effectuée au moyen d'un test adaptatif informatisé en mathématiques qui a été construit par l'un des auteurs pour la tranche d'âge du passage primaire secondaire, mais dont le principe de construction permet facilement un élargissement à d'autres matières et à d'autres populations (Schiltz, 1999).

Nous avons voulu vérifier si le blocage cognitif qui se manifeste par l'échec dans les compositions de mathématiques peut être surmonté dans une situation d'examen « sur mesure » et donc plus stimulante et gratifiante. Si c'est le cas, des outils de ce type pourraient être inclus dans le bilan psychologique, afin de faciliter le dépistage des ressources latentes des sujets.

2. LES CARACTERISTIQUES D'UN TEST ADAPTATIF INFORMATISE

2.1. Définition

Un test adaptatif est un test sur mesure, adaptant la difficulté des items à la compétence du sujet. En général, au début, on présente un item de difficulté moyenne. Si le sujet réussit, on présente un item plus difficile. Lorsqu'il échoue, on présente un item plus facile. Ainsi, on tente toujours de proposer des items dont le niveau de difficulté est adapté au sujet testé. Dans un bon test adaptatif, le sujet réussit environ 50 pour-cent des items administrés, quel que soit son niveau de compétence. Les tests adaptatifs fournissent une discrimination bien meilleure que les tests collectifs classiques. En plus des avantages psychométriques, ils présentent encore des avantages psychologiques, puisqu'ils évitent au sujet la frustration ou l'ennui engendrés par des items trop difficiles ou trop faciles (Van der Linden & Glas, 2000).

La théorie générale sur laquelle repose l'analyse des données et la construction du test adaptatif est la théorie de réponse à l'item. C'est une généralisation du modèle dichotomique logistique proposé par G. Rasch

(Rasch, 1960) et propagé par G. Fischer (Fischer, 1974). Ce modèle permet l'estimation des paramètres de difficulté des items sur une échelle relative, respectivement, après une logarithmisation des paramètres, sur une échelle absolue.

Lorsque le test adaptatif est administré par ordinateur (CAT : computerized adaptive test), la mémoire de l'ordinateur doit contenir une banque de données d'items, ainsi que les algorithmes permettant d'estimer, après l'administration de chaque nouvel item, le niveau de compétence du sujet à partir des items déjà administrés et du vecteur des réponses correctes et fausses. Ensuite, le logiciel choisit l'item présentant le pouvoir discriminatif le plus élevé au niveau de compétence actuellement estimée du sujet.

2.2. L'administration par ordinateur

Administrer les mêmes items à tous les sujets, comme on le fait dans les tests collectifs classiques ne fournit pas une discrimination optimale puisque cela ne permet que deux types de tests :

- Les tests à pics, qui présentent des items à difficulté homogène, généralement concentrés autour d'un niveau moyen de difficulté. Ces items sont seulement adaptés à compétence moyenne. Cela suffit certes pour la majorité de la population, mais un tel test ne permet pas de réaliser des discriminations précises pour des individus à compétence faible ou élevée.
- Les tests rectangulaires, qui sont construits de façon à avoir un nombre égal d'items à chaque niveau de difficulté. Ils permettent de mesurer toutes les aptitudes avec la même précision, mais cette précision est assez faible, puisque, pour chaque sujet, la plupart des items sont non adaptés.

Les tests classiques impliquent donc le dilemme de la bande de fidélité. Ils permettent, soit de mesurer tous les individus avec une même précision assez faible, soit de mesurer certains individus avec une précision élevée et d'autres avec une précision très faible.

Il est clair que ce problème peut être résolu en effectuant un test sur mesure, c'est-à-dire en posant des items différents aux différents sujets, car cela permet d'adapter le niveau de difficulté des items à la compétence de l'individu qui est testé. Un tel test procure des mesures d'une précision élevée, égale à tous les niveaux du trait latent, à condition de disposer d'une banque d'item assez grande.

En plus de ces avantages psychométriques évidents, cela implique également que la probabilité de répondre correctement reste toujours dans un voisinage de 50%. Ceci présente un avantage psychologique de poids, puisqu'on évite au sujet la frustration en face d'items trop difficiles ou trop faciles.

La complexité des modèles de testing sur mesure implique qu'en pratique un tel test ne peut être administré que par ordinateur.

Les tests sur mesure administrés par ordinateur ont été proposés par Lord (1971), Owen (1975) et Weiss (1976). Ils permettent de mesurer plus précisément la capacité des sujets, tout en lui proposant moins d'items à résoudre. Depuis, il y a eu des progrès significatifs dans le développement et l'implémentation des CAT, en partie grâce au développement rapide de la technologie informatique (Wainer & al, 2000 ; Van der Linden & Glas, 2000 ; Van der Linden, 2005). Ces procédures de tests informatisés utilisent la théorie de réponse par item pour assembler les items, tester les individus et calculer leur performance.

3. APERÇU SUR LA CONSTRUCTION DU CAT EN MATHÉMATIQUES

Nous avons utilisé les données anonymisées d'une épreuve standardisée, utilisée au cours de la procédure de passage primaire-secondaire au Luxembourg, pour constituer la banque d'items à partir de laquelle le logiciel a été construit. Cette épreuve est subdivisée en 24 questions fournissant un total de 81 items. Nous avons à notre disposition les données de 3590 sujets (Schiltz, 1999).

Pour effectuer l'analyse des données, nous avons utilisé le logiciel BILOG-MG. Nous avons effectué le calibrage des items en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance et l'estimation modale bayésienne.

Dans les deux cas, nous avons trouvé exactement le même résultat. Nous avons d'abord testé si nos données pourraient vérifier un modèle IRT à un, respectivement deux paramètres.

Nous avons utilisé un test du quotient de vraisemblance (*Likelihood ratio test*) (cf. Rost, 1995 p. 330) pour comparer les 2 options, à savoir les modèles IRT à 1 respectivement à 2 paramètres. Si l'on désigne la vraisemblance du modèle à 2 paramètres par L_0 et celle du modèle à 1 paramètre par L_1 alors, on a l'égalité suivante:

$$-2 \log\left(\frac{L_0}{L_1}\right) \rightarrow \chi^2, \text{ avec } df = n_p(L_1) - n_p(L_0).$$

Cela veut dire que, sous réserve d'un nombre assez important de sujets, l'opposé du double du quotient des vraisemblances des modèles respectifs, s'oppose du double du quotient des vraisemblances des modèles respectifs, se comporte comme une loi du chi-deux, qui admet comme degrés de liberté la différence du nombre de paramètres des deux modèles, donc dans notre cas, tout simplement le nombre d'items.

Nous trouvons un quotient logarithmé des vraisemblances de 1222,6760 pour 74 degrés de liberté, ce qui est une valeur qui se trouve loin de la frontière de la significativité. Nous pouvons donc conclure que le modèle de Rasch est aussi valable pour décrire nos données que le modèle IRT à deux paramètres. Nous avons finalement retenu le modèle IRT à 2 paramètres, puisqu'il présentait l'avantage que 67 items avaient un bon indice d'adéquation contre seulement 36 pour le modèle de Rasch.

La prochaine étape consiste à rejeter les items pour lesquels la propriété d'invariance des paramètres n'est pas vérifiée. A cet effet, nous partageons la population des élèves en 2 groupes, suivant la médiane du score obtenu à l'épreuve de mathématiques. Ainsi, on obtient un groupe de sujets „forts“ en mathématiques et un groupe de sujets „faibles“. Nous effectuons le calibrage des items séparément pour chaque groupe. Nous avons rejeté les items pour lesquels la différence de l'indice de difficulté entre les deux groupes était en valeur absolue plus grande que l'écart-type multiplié par 1,96. Cela correspond à un seuil de significativité de 5%. Finalement, cela nous a permis de garder une banque de données de 63 items pour notre CAT.

Le test doit être administré par un logiciel adapté, pour présenter, enregistrer, contrôler, traiter, comptabiliser, emmagasiner la réponse du sujet, puis calculer et afficher son score. Le programme que nous avons développé, est conçu de façon à permettre facilement de remplacer la banque d'items par une autre respectivement d'ajouter ou d'éliminer seulement quelques items. Il permet également de traiter des questions à graphiques interactifs, ce qui est très utile pour des items de géométrie, par exemple, quand le sujet doit construire des droites parallèles à d'autres.

Un des grands avantages de notre logiciel par rapport aux logiciels qu'on peut trouver sur le marché est sa grande flexibilité quant aux types d'items qu'il permet de gérer, d'où des possibilités d'élargissement multiples.

4. ÉTUDE EXPLORATOIRE AUPRES D'ELEVES DE VIE

4.1. Démarche expérimentale

Au cours d'une étude de validation du logiciel (Schiltz, 2001) nous avons soumis le CAT, ainsi qu'un test papier crayon appareillé à un échantillon représentatif d'élèves de VIE d'un lycée luxembourgeois. Pour examiner les relations entre le potentiel intellectuel, les émotions négatives liées à l'angoisse et à la morosité, la réussite scolaire et la réussite adaptative au test adaptatif informatisé, nous avons relevé les données supplémentaires suivantes :

- Les scores obtenus au LPS (Leistungsprüfsystem, Horn, 1962) à savoir, le score global et les sous-tests particulièrement pertinents pour la réussite en mathématiques (Schiltz, 2001), c'est-à-dire le raisonnement, la structuration spatiale, la vitesse perceptive liée à la capacité de concentration, la capacité de calcul.
- Les scores obtenus au AFS (Angstfragebogen für Schüler, Wiczerkowski & al. 1981), à savoir les dimensions dénommées angoisse d'examen (« Prüfungsangst »), angoisse généralisée (« Manifeste Angst »), aversion scolaire (« Schulunlust ») et désirabilité sociale (« Soziale Erwünschtheit »)
- La moyenne annuelle en mathématiques ainsi que le total des points.

Nous avons soumis ces données à des analyses mutidimensionnelles effectuées au moyen du logiciel SPSS. Conjointement à l'analyse du groupe total nous avons également pris en compte le sous-groupe des élèves à haut potentiel (critères d'inclusion : $LPS-GL \geq 8,5$). Notre attente générale à la base de l'étude exploratoire, c'était de trouver des liens plus étroits entre le potentiel intellectuel et la réussite au CAT qu'entre le potentiel intellectuel et la réussite scolaire, ainsi qu'une interférence moindre du vécu émotionnel négatif lié à l'angoisse et à la dépressivité. Nous voulions vérifier spécialement l'effet mobilisateur du CAT par rapport à la structure motivationnelle des élèves à haut potentiel présentant un fléchissement scolaire et pouvant éventuellement souffrir du blocage spécifique décrit ci-dessus.

Pour répondre à la question posée à l'introduction, nous présenterons quelques résultats d'une étude qui a été analysée plus en détails ailleurs (Schiltz & al, 2005).

4.2. Étude descriptive

L'échantillon est constitué de 123 élèves de VIe âgés de 13 ans 2 mois en moyenne dont 58 filles et 65 garçons. Le sous-groupe d'élèves à haut potentiel ($LPS-GL \geq 8,5$) comprend 35 élèves dont 16 filles et 19 garçons.

4.2.1. Distribution des variables au niveau du groupe total

- Résultats scolaires :

Note moyenne annuelle en mathématiques : $m = 39,56$; $\sigma = 9,30$

Total annuel des points pondérés : $m = 945,05$; $\sigma = 148,69$

- Test d'intelligence :

Score global (LPS gl) : $m = 7,56$; $\sigma = 1,52$

Raisonnement (LPS 3-4) : $m = 7,74$; $\sigma = 1,38$

Représentation spatiale (LPS 7-10) : $m = 7,75$; $\sigma = 1,35$

Vitesse perceptive et concentration (LPS 13-14) : $m = 5,34$; $\sigma = 1,78$

Capacite de calcul (LPS 15) : $m = 5,06$; $\sigma = 1,42$

- Questionnaire de personnalite

Angoisse d'examen (AFS-Pa) : $m = 48,07$; $\sigma = 10,07$

Angoisse generalisee (AFS-Ma) : $m = 49,37$; $\sigma = 10,80$

Aversion scolaire (AFS-Su) : $m = 54,38$; $\sigma = 9,66$

Desirabilite sociale (AFS-Se) : $m = 52,45$; $\sigma = 9,12$

4.2.2. Étude comparative du CAT et d'un test crayon-papier apparié

Histogrammes :

Figure 1 : Distribution des scores au CAT

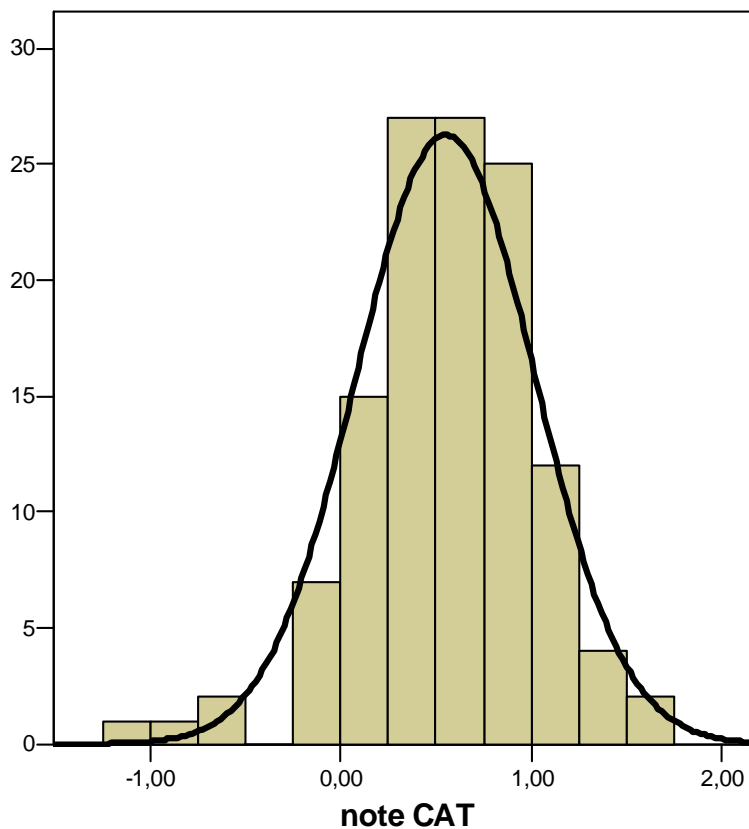
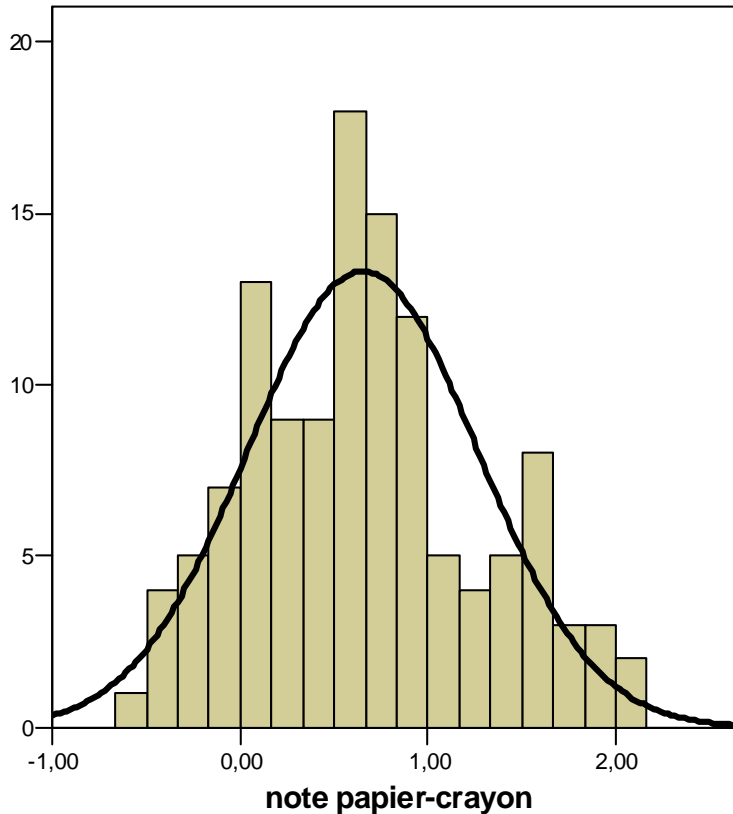


Figure 2 : Distribution des scores au test papier-crayon



L'étude comparative du CAT et du test papier-crayon a montré que le test adaptatif informatisé a les mêmes qualités psychométriques (capacité de discrimination, validité, fidélité, objectivité) qu'un test "papier-crayon" classique et que ses qualités supérieures de puissance, de flexibilité et d'économie d'utilisation ne vont pas au dépens des qualités psychométriques classiques (Schiltz, 2001).

4.3. Étude exploratoire

4.3.1. Analyse de la variance

Au niveau du groupe total ($N = 123$), nous constatons un effet significatif de l'aversion scolaire sur la note-papier ($F = 11106$; $P = 0,001$), mais pas sur le score au CAT ($F = 0,384$; $P = 0,537$) ; d'autre part, il existe un effet significatif de l'aversion scolaire au niveau de la moyenne annuelle en mathématiques ($F = 12222$; $P = 0,001$) et de la moyenne annuelle globale (tendance : $F = 3,510$; $P = 0,064$).

Au niveau du sous-groupe des élèves à haut potentiel (LPS-GL : $\geq 8,5$), (N = 35) nous constatons également un effet significatif de l'aversion scolaire au niveau de la note-papier (F = 5,181 ; P = 0,030), mais pas au niveau de la moyenne générale des notes (F = 0,397 ; P = 0,533), ni de la moyenne en mathématiques (F = 0,408 ; P = 0,528), et pas non plus au niveau du score au CAT (F = 0,062 ; P = 0,805).

Ces résultats suggèrent que, dans la situation du test adaptatif informatisé, l'inhibition et la démotivation interfèrent moins avec l'actualisation du potentiel intellectuel qu'elles ne le font dans la situation scolaire ordinaire.

4.3.2. Analyse factorielle

Une analyse factorielle (analyse en composantes principales, suivie d'une rotation varimax), effectuée au niveau du groupe total a donné une structure factorielle plausible et psychologiquement interprétable avec une solution à 4 facteurs, correspondant au critère des valeurs propres supérieures à 1.

Pour l'interprétation des facteurs, nous nous sommes basés sur l'inspection de la matrice des composantes soumises à la rotation Varimax.

Tableau I : *Matrice des composantes après rotation*

Variables	Composantes			
	1	2	3	4
Note CAT	0,793	0,069	0,041	0,265
Moyenne annuelle en mathématiques	0,763	-0,146	0,254	0,066
Angoisse d'examen	-0,145	0,853	0,077	-0,031
Angoisse généralisée	0,150	0,876	0,012	0,004
Aversion scolaire	-0,454	0,405	0,211	0,420
Désirabilité sociale	-0,199	0,007	0,039	-0,864
LPS 3-4	0,481	0,184	0,583	-0,205
LPS 7-10	0,449	0,145	0,564	-0,010
LPS 13-14	-0,015	0,087	0,842	0,010
LPS 15	0,086	-0,255	0,544	0,388

Le premier facteur semble correspondre à la capacité d'actualiser son potentiel intellectuel dans les épreuves de type scolaire et dans les épreuves du test d'intelligence liées plus spécialement à la réussite en mathématiques (Schiltz, 2001). L'aversion scolaire comporte une saturation négative dans ce facteur. Le deuxième facteur correspond aux émotions intellectuelles négatives pouvant interférer avec la réussite scolaire, à savoir la peur des devoirs en classe, l'angoisse généralisée et l'aversion scolaire. Le troisième facteur regroupe les sous-tests du LPS. Le quatrième facteur est particulièrement intéressant pour notre sujet d'études. Il est positivement saturé dans les variables « aversion scolaire » et « capacité de calcul » et négativement dans la variable « désirabilité sociale ». il pourrait donc correspondre à des tendances contradictoires au sein de la structure motivationnelle. En effet, des recherches longitudinales suggèrent que la motivation de performance n'est pas un concept univoque mais qu'elle peut contenir des composantes extrinsèques et intrinsèques en proportion variable selon la maturité psychique et l'histoire personnelle du sujet (Schiltz, 2004b).

Nous proposons donc la dénomination suivante pour nos quatre facteurs:

Facteur 1 : actualisation du potentiel intellectuel dans les épreuves de mathématiques

Facteur 2 : émotions négatives

Facteur 3 : aptitudes intellectuelles spécifiques

Facteur 4 : composantes intrinsèques et extrinsèques de la motivation de performance.

Cette structure factorielle sera vérifiée sur un échantillon plus large. Si nos trois premiers facteurs sont banaux, le quatrième est intéressant pour notre sujet d'études et il serait opportun de voir s'il réapparaît dans un autre échantillon. N'oublions pas que, selon l'une des grandes traditions de la conception de l'analyse factorielle, les facteurs ne correspondent pas à des artéfacts de regroupement mais à des dispositions psychologiques latentes réelles (Child, 1990).

4.3.3. Etude en grappes (cluster analysis)

L'étude en grappes donne des résultats pertinents au niveau des liens existents entre la réussite au CAT (variable : note), la moyenne annuelle en mathématiques, les aptitudes intellectuelles spécifiques et les variables

émotionnelles. Examinons à cet effet les changements qui se manifestent du regroupement en deux grappes au regroupement en 8 grappes, en regardant les étapes du regroupement à rebours.

Tableau II : *Résultat de l'analyse hiérarchique ascendante (groupe total)*

Appartenance des variables aux différentes grappes

Variables	6 grappes	5 grappes	4 grappes	3 grappes	2 grappes
Note CAT	1	1	1	1	1
Moyenne annuelle en mathématiques	2	2	2	2	2
Angoisse d'examen	3	3	3	3	3
Angoisse généralisée	4	4	4	3	3
Aversion scolaire	5	5	5	4	3
Désirabilité sociale	6	6	6	5	4
LPS 3-4	7	7	1	1	1
LPS 7-10	7	7	1	1	1
LPS 13-14	8	7	1	1	1
LPS 15	8	7	1	1	1

Avec deux grappes, la réussite au CAT est regroupée avec les aptitudes intellectuelles, alors que la note en mathématiques se trouve regroupée avec les variables émotionnelles. Avec 3 grappes, la moyenne annuelle en mathématiques forme un groupe autonome, avec 4 grappes, la variable « désirabilité sociale » se détache des autres variables émotionnelles, et avec 5 grappes, la variable « aversion scolaire » se détache des variables liées à l'anxiété, alors que la réussite au CAT est toujours regroupée avec les aptitudes intellectuelles. Celles-ci forment un groupe autonome dans le regroupement en 7 grappes et se subdivisent entre aptitudes intellectuelles purement cognitives et aptitudes contenant une composante de vitesse visuo-motrice et de motivation dans le regroupement en 8 grappes seulement.

Ces résultats suggèrent que la réussite au CAT est beaucoup plus liée aux aptitudes intellectuelles que la moyenne annuelle en mathématiques, sur laquelle les émotions négatives et la désirabilité sociale ont un impact plus important.

4.4. Étude clinique intensive

L'exploration du sous-groupe des élèves à haut potentiel a été effectuée au moyen d'une méthodologie quantitative et qualitative intégrée. Nous avons combiné l'approche psychométrique avec l'approche projective grâce à l'utilisation des histoires écrites sous induction musicale pour lesquelles nous avons montré qu'elles comportent des facettes complémentaires par rapport au Rorschach et au TAT et qu'elles sont particulièrement intéressantes pour mettre en évidence les ressources latentes des sujets (Schiltz, 2005b). Ces histoires ont été interprétées au moyen de l'analyse phénoménologico-structurale (Mucchielli, 1983). Nos grilles d'analyse de contenu permettent de passer de l'analyse qualitative à l'exploitation quantitative à condition de rester au niveau nominal ou ordinal.

4.4.1. Définition du groupe clinique et du groupe contrôle

Parmi les élèves à haut potentiel, nous avons distingué ceux dont la réussite en mathématiques correspond aux attentes basées sur le QI et ceux dont les résultats sont largement inférieurs à cette attente.

Groupe clinique : GI > 8,5 ; maths < 37 (mention passable) ; N = 10

Groupe contrôle : GI > 8,5 ; maths > 52 (mention très bien) ; N = 10

4.4.2. Comparaison du groupe expérimental et du groupe contrôle (U de Mann-Whitney)

Les deux sous-groupes d'élèves réussissant conformément aux attentes basées sur le QI (groupe contrôle « Co ») ou présentant un fléchissement scolaire (groupe clinique « Cli ») se distinguent au niveau des variables suivantes :

Angoisse des devoirs (med Co = 41, med Cli = 52 ; $p < 0,10$) (tendance)

Aversion scolaire (med Co = 50, med Cli = 55,50 ; $p < 0,10$) (tendance)

Capacité de calcul (med Co = 6.5, med = 5 ; $p < 0,05$)

Il n'y a pas de différence significative par rapport aux autres aptitudes intellectuelles spécifiques, ni par rapport aux dimensions « angoisse généralisée » et « désirabilité sociale ».

Aux épreuves scolaires, les différences sont significatives au seuil de 0,000, alors qu'au CAT, cette différence se réduit à une tendance (med Co = 0,87, med Cli =0,75 ; $p < 0,10$)

Vu le nombre réduit de sujets, ces résultats ne sont pas généralisables, mais ils peuvent quand même nous indiquer des pistes à explorer à l'avenir. En particulier, le fait que les deux sous-groupes, qui sont appariés par rapport au niveau intellectuel général, présentent également un niveau intellectuel similaire, dans tous les sous-tests, à part la capacité de calcul, pourrait de nouveau souligner l'importance de la composante motivationnelle dans l'actualisation du potentiel intellectuel. En effet, l'épreuve 15 du LPS n'est pas compliquée en elle-même, puisqu'elle met en œuvre des procédures de calcul maîtrisé depuis la scolarité primaire. Elle exige cependant des capacités d'endurance et de concentration, ainsi qu'un certain degré de tolérance à la frustration, puisque cette épreuve se place à la fin de la passation du test qui comporte deux heures et demie à trois heures de travail soutenu.

4.4.3. Études en grappes

Tableau III : Résultats de l'analyse hiérarchique ascendante (groupe clinique)

Appartenance des variables aux différentes grappes

Variables	6 grappes	5 grappes	4 grappes	3 grappes	2 grappes
Note CAT	1	1	1	1	1
Moyenne annuelle en mathématiques	2	2	2	2	2
Angoisse d'examen	3	3	3	3	1
Angoisse généralisée	3	3	3	3	1
Aversion scolaire	4	4	3	3	1
Désirabilité sociale	5	5	4	2	2
LPS 3-4	6	4	3	3	1
LPS 7-10	5	5	4	2	2
LPS 13-14	6	4	3	3	1
LPS 15	2	2	2	2	2

Tableau IV : Résultats de l'analyse hiérarchique ascendante (groupe contrôle)

Appartenance des variables aux différentes grappes

Variables	6 grappes	5 grappes	4 grappes	3 grappes	2 grappes
Note CAT	1	1	1	1	1
Moyenne annuelle en mathématiques	2	2	2	2	2
Angoisse d'examen	3	3	3	2	2
Angoisse généralisée	3	3	3	2	2
Aversion scolaire	4	4	4	3	1
Désirabilité sociale	5	5	2	2	2
LPS 3-4	6	2	2	2	2
LPS 7-10	5	5	2	2	2
LPS 13-14	6	2	2	2	2
LPS 15	6	2	2	2	2

L'étude en grappes effectuée selon la procédure de l'analyse hiérarchique ascendante séparée des données de nos deux sous-groupes nous a fourni également des résultats pertinents par rapport à notre hypothèse. Nous nous bornons ici à analyser le regroupement en deux grappes. Dans le sous-groupe clinique, la note au CAT se trouve regroupée avec les variables émotionnelles négatives ainsi qu'avec le raisonnement et la vitesse perceptive, alors que la note moyenne en mathématiques est regroupée avec la désirabilité sociale, la capacité de représentation spatiale et la capacité de calcul. Dans le groupe contrôle, par contre, la note au CAT est regroupée avec l'aversion scolaire, alors que la moyenne annuelle en mathématiques se trouve du côté de toutes les autres variables émotionnelles et de toutes les variables cognitives.

Cette différence pourrait indiquer que chez les élèves surdoués présentant un fléchissement scolaire, la présence d'émotions négatives n'empêche pas la réussite au CAT alors que toutes les émotions négatives interfèrent avec la réussite scolaire normale. Au sein du groupe contrôle, par contre, l'aversion scolaire pourrait être compatible avec la réussite au CAT, mais pas avec la réussite aux examens ordinaires. D'autre part contrairement à ce qui se passe dans le groupe clinique, l'angoisse des devoirs et l'angoisse généralisée n'empêche pas l'actualisation du potentiel intellectuel dans la situation d'examen normale au sein du groupe contrôle.

Vu la taille restreinte de l'échantillon, ces déductions peuvent paraître spéculatives, mais elles sont en accord avec le résultat d'études antérieures concernant l'influence de facteurs non intellectuels sur les processus de l'apprentissage (Cameron & al. 1994 ; Lieury, 1997 ; Schiltz, 2004a, 2004b). D'autre part, elles corroborent l'expérience psychothérapeutique avec des sujets présentant cette problématique (cf. études de cas, Schiltz, 1995, 1999b).

4.4.4. Étude corrélacionnelle

Au sein du groupe clinique, il y a des corrélacions de rang significatives entre la note au CAT et la richesse imaginaire dans les histoires ($\rho = 0,726$; $p < 0,05$), de même qu'entre la note au CAT et la flexibilité stylistique ($\rho = 0,881$; $p < 0,01$), la richesse de détails ($\rho = 0,881$; $p < 0,01$), le vocabulaire nuancé ($\rho = 0,809$; $p < 0,01$), l'élaboration artistique ($\rho = 0,809$; $p < 0,01$). Entre la note au CAT et l'identification à la figure archétypale du héros, il existe une corrélacion négative ($\rho = -0,782$; $p < 0,01$).

D'un autre côté, dans le même sous-groupe clinique, la moyenne annuelle en mathématiques est seulement corrélée à la présence du thème du conflit entre pairs dans les histoires écrites sous induction musicale ($\rho = 0,707$; $p < 0,05$).

Même si ces résultats ne sont pas généralisables, ils pourraient quand même suggérer que dans notre sous-groupe clinique les mêmes ressources cognitives et imaginatives latentes qui peuvent être sollicitées lors de l'écriture d'histoires sous induction musicale (Schiltz, 2004c) peuvent également être mises en œuvre au cours de la passation du CAT. Cette correspondance pourrait être approfondie à l'avenir.

5. APPRECIATION

Nos résultats suggèrent que les capacités cognitives des élèves surdoués en situation d'échec scolaire grave peuvent effectivement être mobilisés plus facilement dans une situation d'examen « sur mesure » que dans un devoir en classe classique. En effet, plusieurs données convergent en ce sens :

- L'interférence moindre de l'aversion scolaire au niveau de la réussite au CAT que dans la situation scolaire courante (cf. analyse de variance, groupe total).

- Le lien plus étroit entre le potentiel intellectuel et la réussite au CAT qu'entre ce même potentiel et la réussite scolaire en général (cf. analyse hiérarchique ascendante, groupe total).
- La structure factorielle psychologiquement plausible de la matrice commune des variables cognitives, émotionnelles et des scores de réussite aux épreuves scolaires et plus spécialement l'intérêt théorique du quatrième facteur.
- L'infériorité sélective du sous-groupe clinique au niveau de la capacité de calcul, donc de la concentration, signalant l'importance du déficit motivationnel au sein du sous-groupe clinique (cf. étude comparative).
- L'impact différentiel des émotions négatives par rapport à l'actualisation du potentiel intellectuel, dégagé par l'analyse hiérarchique ascendante au sein du sous-groupe clinique et du sous-groupe contrôle.
- Les corrélations positives existant entre la réussite au CAT et la richesse imaginaire, ainsi qu'entre les qualités formelles et stylistiques du discours dans les histoires écrites sous induction musicale dans le sous groupe clinique (cf. étude clinique intensive).

Remarquons également les liens différentiels de la variable « aversion scolaire » avec la note au CAT et de la variable « désirabilité sociale » c'est-à-dire du conformisme, avec la moyenne annuelle en mathématiques. Nos résultats soutiennent les conclusions de Lieury et Fenouillet (1997) concernant l'importance des composantes émotionnelles dans les processus motivationnels liés à la réussite scolaire. Ils se situent également dans la ligne de recherche actuelle visant à intégrer des composantes émotionnelles comme variables modulateurs au sein de la structure de l'intelligence (Sternberg, 1994 ; Chen & Gardner, 1997 ; Gardner, 1999).

D'autre part, ils sont en accord avec les données de la recherche neuropsychologique sur l'importance de l'activation cérébrale par rapport au fonctionnement de la mémoire de travail (Rosenzweig & al. 1998 ; Alloway & Pritchard, 2002). L'accroissement d'énergie se produisant au cours de l'exécution d'une épreuve de type CAT pourrait avoir un effet favorable sur l'actualisation du potentiel intellectuel, grâce à l'évocation des traces mnésiques stockées dans la mémoire sémantique et procédurale et grâce à l'extension de la mémoire de travail dans une situation intellectuellement stimulante, même chez ceux qui sont soumis à un

blocage cognitif dans la situation scolaire normale (Begin, 1992 ; Thomas & Willems, 2001).

Bien sûr, cette mobilisation d'énergie est seulement temporaire et ne permet pas à ces élèves de surmonter durablement leur aversion scolaire. Pour favoriser l'émergence d'une motivation intrinsèque, il faut leur proposer des mesures psychopédagogiques et parfois psychothérapeutiques adaptées, au cours desquelles il convient surtout d'augmenter l'estime de soi et le sentiment de compétence psychique (Becker, 1997 ; Wilken, 2003). En effet, au cours d'une étude longitudinale sur les liens entre la motivation de performance et les stratégies d'ajustement au stress et à l'angoisse, nous avons pu montrer que la motivation intrinsèque entretient des relations positives avec la santé psychique et qu'elle est liée d'autre part à la capacité de mentalisation (Schiltz, 2004b, 2005).

Son émergence exige également la confrontation à des épreuves qui, d'un côté, sont assez difficiles pour constituer un enjeu intellectuel mais qui, de l'autre, comportent également une possibilité de réussite gratifiante pour l'estime de soi. La composante autotélique de la motivation de performance correspond d'ailleurs au « flow » de Czikszenmihalyi, dont l'un des premiers ouvrages s'intitule justement « Au delà de l'ennui et de l'angoisse » (Czikszenmihalyi, 1975). L'importance de la motivation intrinsèque commence seulement à être reconnue en psychopathologie de la scolarité (Catheline, 2003).

L'on peut donc supposer que, si des outils adaptatifs informatisés étaient utilisés plus régulièrement, leur effet pourrait se cumuler dans la durée et ils pourraient contribuer au déblocage du fonctionnement cognitif, motivationnel et émotionnel de ces sujets, conjointement avec les mesures psychothérapeutiques et psychopédagogiques prolongées nécessaires par ailleurs.

6. CONCLUSION

Les résultats de notre étude suggèrent que l'utilisation d'outils pédagogiques informatisés « sur mesure » peut constituer une mesure auxiliaire pertinente dans la prise en charge globale d'élèves à haut potentiel présentant un fléchissement scolaire à l'âge de la puberté. Dans le

cadre de mesures de soutien psychopédagogiques, des outils de ce type pourraient servir de point de départ pour des techniques de restructuration cognitive (Hautzinger, 2000). En effet, il est possible de réaliser, grâce à eux, un travail sur les distorsions cognitives de ceux qui souffrent d'une baisse d'estime de soi.

D'autre part, ces outils présentent un intérêt diagnostique évident. D'après les résultats positifs de l'étude exploratoire, nous envisageons de l'inclure dans une batterie de tests de dépistage et d'en vérifier la validité prédictive de la réussite scolaire à long terme, conjointement avec les tests d'intelligence classiques et les questionnaires de personnalité.

L'intervention de facteurs non cognitifs, c'est-à-dire affectifs et motivationnels, dans l'actualisation du potentiel intellectuel est un domaine très riche de promesses à l'heure actuelle. Une épreuve du type de notre CAT, qui évite à la fois les écueils de l'ennui et du découragement, peut être un instrument utile pour étudier cette problématique, d'autant plus que ce logiciel peut être facilement généralisé à toutes les matières scolaires et non scolaires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alloway, K., Pritchard, T., 2002. Psychobiologie, Neurosciences médicales. Les bases neuroanatomiques et neurophysiologiques. De Boeck Université, Bruxelles.
- Becker, P., 1997. Psychologie des seelischen Gesundheit (2^e éd), Bd1. Hogrefe, Göttingen.
- Begin, C., 1992. La mémoire et la mémorisation. Devenir efficace dans ses études. Beauchemin (Agora). Laval
- Cameron, J., Cameron, P., David, V., 1994. Reinforcement, Reward and Intrinsic Motivation : Meta-analysis. Review of Educational Research 64.
- Catheline, N., 2003., Psychopathologie de la scolarité. De la maternelle à l'université. Masson, Paris.
- Chan, D.W., 2003. Adjustment Problems and Multiple Intelligences among Gifted Students in Hong Kong : the development of the revised Student Adjustment Problems Inventory. High Ability Studies. 14 (1), 41-54.
- Chen J., Gardner, H., 1997. Alternative Assessment from a Multiple Intelligences Theoretical Perspective. In : Flanagan, D.P., Genshaft, J.L., Harrison, P.L., (ED.). Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests and Issues. Guilford Press, New York, pp. 105-121.
- Child, D., 1990. The Essentials of Factor Analysis. Cassell, London.
- Czikszentmihalyi, M., 1975. Beyond Boredom and Anxiety. The Experience of Play in Work and Games. Jossey-Bass. Inc., San Francisco.
- Fischer, G., 1974. Einführung in die Theorie psychologischer Tests. Hans Huber, Bern.
- Gardner, H., 1999. Intelligence Refrained. Basic Books, New York.

- Grubar, J-C., Duyme, M., Côte, S. (dir.), 1997. La précocité intellectuelle. Mardaga, Sprimont (Be).
- Hautzinger, M., (dir.), 2000. Kognitive Verhaltenstherapie bei psychischen Störungen. (3e éd). Belz, Weinheim.
- Horn, W., 1962. Leistungsprüfsystem. Hogrefe, Göttingen.
- Lieury, A., (dir). 1997. Mémoire et réussite scolaire. Dunod, Paris.
- Lord, M.F., 1971. Robbins-Monro procedures for tailored testing. *Educational and Psychological Measurement*, 31, 3-31.
- Mucchielli, A., 1983. L'Analyse phénoménologique et structurale en sciences humaines. PUF, Paris.
- Owen, R.J.1975., A Bayesian sequential procedure for quantal response in the context of adaptive testing. *Journal of the American Statistical Association*, 70, 351-356.
- Rasch, G., 1960. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. The Danish Institute for Educational Research, Copenhagen.
- Revol, O., Louis, J., Fourneret, P., 2004. L'enfant précoce : signes particuliers. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*. 52, 148-153.
- Rosenzweig, M., Leiman, A., Breedlove, M., 1998. Psychobiologie. De Boeck Université, Bruxelles.
- Rost, J., 1995. Testtheorie, Testkonstruktion. Hans Huber, Bern.
- Schiltz, J., 1999. Application d'un modèle stochastique à la construction d'un test adaptatif informatisé en mathématiques. Rapport de recherche MENFP, Luxembourg.
- Schiltz, J., 2001. Dégagement d'une taxonomie en mathématiques et valorisation d'un logiciel d'évaluation. Rapport de recherche. MECRS, Luxembourg.
- Schiltz, J., Lorang, G., Schiltz, L., 2005. Elèves surdoués en situation d'échec scolaire grave. Etudes cliniques et expérimentales. CRP-Santé Luxembourg (sous presse).
- Schiltz, L., 1995. De l'utilisation de la musicothérapie avec des adolescents souffrant d'un blocage du fonctionnement pulsionnel. Mémoire pour le D.U. Art en Thérapie et en Psychopédagogie. Université René-Descartes, Paris-V.
- Schiltz, L., 1999b. Musique et élaboration imaginaire de l'agressivité à l'adolescence. Evaluation d'une expérience thérapeutique. Thèse de doctorat en psychologie clinique, Université René-Descartes, Paris-V.
- Schiltz, L., 2002. Elèves surdoués en situation d'échec scolaire. Rapport de recherche. MENFPS, Luxembourg.
- Schiltz, L., 2003. The Restoration of a Broken Self in Adolescence. Some Results of an Efficiency Study of Music Therapy. In: Hampe, R., Martius, P. (Ed.), *Trauma, Kreativität, Therapie mit künstlerischen Medien*. Bremen : Verlag Universität Bremen. pp. 435-443.
- Schiltz, L., 2004a. Le blocage cognitif, émotionnel et motivationnel des élèves surdoués en situation d'échec scolaire grave. Résultats d'études cliniques et expérimentales sur la résignation apprise. *Revue française de Psychiatrie et de Psychologie médicale*. VII, 79, 39-44.
- Schiltz, L., 2004b. Motivation de performance, destinée scolaire et mécanisme d'ajustement. Quelques implications d'une étude longitudinale comparée. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 72 (2), 70-77.

- Schiltz, L., 2004c. Psychodiagnostik, Psychotherapie und Forschung mit Hilfe von musikalisch induzierten Geschichten. In: Frohne-Hagemann I.(Ed.) Theorie und Praxis der Rezeptiven Musiktherapie. Reichert Verlag, Wiesbaden. pp. 39 – 50.
- Schiltz, L., 2005a. La créativité entravée. La Revue de Musicothérapie. (sous presse)
- Schiltz, L., 2005b. Dysfonctionnements cognitifs liés aux pathologies limites l'adolescence. Etude comparée de quelques tests projectifs. Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence. (sous presse).
- Sternberg, R.G., 1994. Reforming School Reform : Comments on Multiple Intelligences ; the Theory in Practice. Teachers College Record, 94, 4.
- Sudres, J.L., Brandibas, G., Fourasté, R., 2004a. La phobie scolaire : symptôme, entité spécifique, syncrétisme ou syndrome d'inadaptation. Neuropsychiatrie de l'Enfance et de L'Adolescence. 52, 556-566.
- Terrassier, J-C. 1999. Les enfants surdoués ou la précocité embarrassante. ESF, Issy-les-Moulineaux.
- Thomas, J., Willems, G., 2001. Troubles de l'attention, impulsivité et hyperactivité chez l'enfant. Approche neurocognitive. Masson, Paris.
- Vaivre-Douret, L., 2004. Les caractéristiques développementales d'un échantillon d'enfants tout venant « à haute potentialité » (surdoués) : suivi prophylactique. Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence. 52, 129-141.
- Van der Linden, W.J., 2005. Model-based innovations in computer-based testing. In : Bartram, D., Hambleton, R.K. (Ed.), Computer-based-testing and the Internet: Issues and advances. Wiley, New York.
- Van der Linden, W.J., Glas C.A.W., 2000. Computerized Adaptive Testing: Theory and Practice. Kluwer, Dordrecht.
- Wainer, H., Dorans, N., Eignor, D., Flaugher, R., Green, B., Mislevy, R., Steinberg, L., Thissen, D., 2000. Computerized adaptive testing: A primer (2nd. ed.). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Weiss, D.J., 1976. Adaptive testing research in Minnesota: Overview, recent results, and future directions. In: C.L. Clark (Ed.), Proceedings of the first conference on computerized adaptive testing. United States Civil Service Commission, Washington D.C, pp 35-43.
- Wieczerkowski, W., Nickel, H. Jankowski, A., Fillhan, B., Rauer, W., 1981. Angstfragebogen für Schüler. (6. Auflage), Westermann, Braunschweig.
- Wilken, B., 2003. Methoden der kognitiven Umstrukturierung. (2^e éd.). W. Kohlhammer, Stuttgart.