

la réussite en MATHÉMATIQUES

par YVES BLOUIN

psychologue
Cégep François-Xavier-Garneau

Le sujet de cette recherche se situe dans la problématique générale des facteurs personnels associés à la réussite scolaire. L'auteur s'intéresse particulièrement aux déterminants non intellectuels (ou autres que les aptitudes intellectuelles) de la réussite comme les réactions cognitives et émotives en situation d'apprentissage, les comportements d'étude et les différentes stratégies de résolution de problèmes utilisées par la personne qui apprend, de même qu'aux interactions entre ces différentes dimensions. Par exemple : les croyances que la personne entretient au sujet d'une tâche ou de ses capacités d'y faire face conduisent-elles à des réactions d'anxiété excessives et à des comportements d'étude dysfonctionnels ?

À l'intérieur de cette problématique générale, la réussite en mathématiques constitue probablement le cas le plus spectaculaire. Voilà, en effet, la matière qui est caractérisée par les taux de réussite les plus faibles au niveau collégial (Lamonde, 1984). Voilà aussi une discipline qui suscite, à un degré remarquable, toute une variété de réactions dysfonctionnelles d'anxiété, de manque de confiance, de conviction d'impuissance, de manque d'efforts soutenus, de démission prématurée, d'évitement de la tâche, quand ce n'est pas de la matière elle-même. Combien de personnes ne s'orientent-elles pas « par la négative », *i.e.* en étant animées par le désir de fuir les programmes où il y a des mathématiques plutôt que par un intérêt véritable pour celui ayant été choisi ?

Ce problème de la réussite en mathématiques entraîne des conséquences sérieuses, collectives aussi bien qu'individuelles. Des individus souffrent en situation d'apprentissage. Ou, ils éliminent complètement les mathématiques, et par extension les sciences, de leurs programmes d'étude, sur la base d'une aversion qui n'est peut-être pas arbitraire mais qui n'était certes pas inévitable. Ils doivent donc se cantonner dans les secteurs qui offrent le moins de garantie de débouchés sur le plan de l'emploi. Pendant ce temps, notre société continue de déplorer une pénurie de main-d'œuvre qualifiée, à tous les niveaux de formation, dans des secteurs complets de travail.

Cette recherche a été réalisée grâce à une subvention de PROSIP. On pourra lire un compte rendu détaillé de sa démarche et de ses résultats dans un rapport qui sera disponible à la fin de juin 1985. La présentation qui suit sera donc succincte et dénuée, dans toute la mesure du possible, des technicalités de la recherche en sciences humaines.

Les objectifs de cette recherche

Les objectifs de cette recherche sur les facteurs non intellectuels associés à la réussite en mathématiques se sont précisés sous l'influence combinée de trois sources : 1) les observations de l'auteur dans l'analyse et le traitement des problèmes d'anxiété face aux mathématiques au niveau collégial ; 2) la

recherche empirique sur la nature et le traitement des problèmes d'anxiété en situation de performance intellectuelle. Les développements les plus intéressants à ce sujet proviennent, pour une très large part, de la recherche effectuée sur les problèmes d'anxiété aux examens (*test anxiety*). Tous les travaux récents dans ce vaste secteur de recherche (Sarason, 1980) sont remarquablement concordants quant à leur interprétation cognitive-attentionnelle de l'influence de l'anxiété sur la performance intellectuelle. Concorde, aussi, quant à la supériorité des approches cognitives de traitement de ces phénomènes ; 3) enfin, comme troisième source d'influence, nous pouvons citer les différents modèles cognitifs-behavioraux d'analyse du comportement humain.

On pourra lire, dans notre rapport final, une présentation plus détaillée de ces modèles théoriques et de leur pertinence pour l'analyse de ces problèmes d'anxiété et de performance sur des tâches intellectuelles. Nous nous contenterons ici de les citer et de donner un aperçu du genre de variables qu'ils privilégient.

Beck (1976) et Ellis (1962) ont démontré que les réactions émotionnelles et comportementales dépendent de la façon dont on interprète les situations plutôt que des situations elles-mêmes. Les différentes croyances irréalistes ou irrationnelles que l'on entretient face à nous-mêmes ou à certaines réalités vont conduire à des interprétations excessives et à des réactions comportementales et émotionnelles tout aussi excessives.

En continuité avec les auteurs précédents, Meichenbaum (1977) a mis en évidence que les personnes présentant des réactions émotionnelles dysfonctionnelles (ex. : anxiété excessive) dans une situation donnée, pouvaient être entraînées à prendre conscience de leurs auto-verbalisations défaitistes. Et que, dans un deuxième temps, il est possible de leur apprendre à se donner des auto-instructions ayant pour effet de guider leur attention sur la tâche et de contrôler leur émotivité excessive.

Bandura (1977) s'est intéressé à une variable cognitive à laquelle il donne un rôle de premier plan dans sa conceptualisation des changements comportementaux : les *self-efficacy expectations* que l'on pourrait traduire par « attentes de réussite ». Pour Bandura, ce sont les attentes de réussite d'une personne face à une tâche donnée qui vont déterminer si celle-ci va s'engager ou non dans cette tâche, le degré d'effort qu'elle va déployer et la durée de la persistance qu'elle démontrera face aux obstacles.

Seligman *et al.* (1978) ont démontré comment les expériences d'insuccès risquent de conduire au développement de « convictions d'impuissance » face à une réalité donnée. Une fois installée, cette croyance à l'effet que le but recherché est hors de son contrôle, conduit à l'abandon de tout effort. Ce n'est pas l'insuccès en lui-même qui conduit aux « convictions d'impuissance » mais ce à quoi il est attribué. Seligman tire donc profit de toute la recherche sur cette variable cognitive majeure que constituent les « attributions de causalité » et les « styles attributionnels biaisés » pour rendre compte de ces réactions de passivité. Ce modèle théorique développé dans le cadre de l'étude de certains phénomènes dépressifs, peut très bien s'appliquer à l'analyse des problèmes d'apathie sur le plan scolaire.

Ce rapide survol permettra donc de situer les questions qu'aborde notre recherche dans un cadre plus général. En termes plus spécifiques, ce travail cherche à vérifier les propositions suivantes :

1. L'anxiété face aux mathématiques est associée négativement à la réussite dans cette discipline.
2. Les individus qui réussissent mieux en mathématiques présentent des comportements d'étude plus appropriés.
3. Les individus qui réussissent mieux en mathématiques entretiennent des croyances et des attentes plus réalistes en rapport avec les mathématiques et la réussite dans cette discipline.
4. La réussite en mathématiques est associée négativement à des croyances et attentes irréalistes en situation de performance en général.
5. Les gens qui réussissent mieux en mathématiques font des attributions de causalité de leurs expériences de succès et d'insuccès dans cette discipline différentes de ceux qui réussissent moins bien.

Type de recherche et éléments méthodologiques

Il s'agit d'une recherche de type « corrélationnel ». Nos résultats indiqueront le degré d'association, positive ou négative, entre l'anxiété, les comportements d'étude et nos trois variables cognitives d'une part, et la réussite en mathématiques au collégial d'autre part. Comme pour toute donnée d'ordre corrélationnel, notre recherche ne nous permettra pas de nous prononcer hors de tout doute sur la direction de la causalité (ex. : est-ce l'absence d'anxiété qui explique les résultats élevés ou l'inverse ?) ni d'éliminer la possibilité que l'association entre deux phé-

nomènes découle de leur dépendance commune d'une troisième variable.

Théoriquement, cependant, nous supposons que nos variables exercent un effet sur la réussite. Si leur association est confirmée, cela constituera un appui à ce point de vue mais pas une preuve définitive. Il sera encore nécessaire, ultérieurement, de vérifier de façon expérimentale si la modification de ces variables entraîne une amélioration de la réussite.

POPULATION ET ÉCHANTILLON

Nous avons résolu d'étudier les réactions d'étudiants de Sciences humaines et de Sciences, inscrits à un même cours, qui en seraient à leur première expérience des mathématiques au collégial. Notre population était donc constituée de l'ensemble des étudiants de collège I inscrits en mathématiques 103 à l'automne 1984, au Cégep F.-X. Garneau : soit 510 étudiants. Tous ont été convoqués par lettre. Notre échantillon est constitué des 330 personnes ayant accepté notre invitation.

INSTRUMENTS DE MESURE

Les sujets de notre recherche ont dû remplir 5 questionnaires :

- 1° Le MEA (*Mathematics Evaluation Anxiety*) qui mesure les réactions d'anxiété en différentes situations d'apprentissage et d'évaluation de l'apprentissage en mathématiques. Il s'agit d'une version abrégée du MARS. (*Mathematics Anxiety Rating Scale*) de Richardson et Suinn (1972).
- 2° Le CEM (Comportements d'étude en mathématiques). Il s'agit d'un instrument élaboré pour les fins de la présente recherche. Le CEM mesure la fréquence de certains comportements inadéquats et adéquats lors de l'étude des mathématiques.
- 3° L'IREM (Irréalisme en mathématiques). Ce questionnaire a aussi été élaboré pour notre recherche. Il mesure le degré d'accord à l'égard de croyances réalistes ou irréalistes portant sur la réussite en mathématiques et les facteurs qui y sont reliés.
- 4° Le HSE (*High Self-Expectations*) est notre traduction d'une échelle du *Irrational Beliefs Test* de Jones (1969). On y exprime son degré d'accord sur des propositions reliées à des exigences irréalistes (trop élevées) dans des situations de performance en général.
- 5° Le SAM (Style attributionnel en mathématiques) est un questionnaire bâti sur le modèle de l'*Attributional Style Questionnaire* de Seligman (1984)

mais portant spécifiquement sur des situations de succès et d'insuccès en mathématiques. Le sujet doit d'abord écrire la cause qui lui apparaîtrait la plus probable s'il rencontrait cette situation. Puis il cote de 1 à 7 le degré d'internalité, de stabilité et de globalité de cette cause. Cet instrument a aussi été construit pour notre recherche.

LES PRINCIPALES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Mises à part la clarification de notre cadre théorique, les décisions reliées à la population à étudier et à l'aspect organisationnel de notre journée d'enquête, les principales activités de recherche ont été les suivantes :

- recherche et traduction de questionnaires ; mais surtout élaboration de trois instruments : le CEM, l'IREM et le SAM ;
- études psychométriques des 5 instruments de mesure ;
- analyse des résultats proprement dits de notre recherche.

Les principaux résultats

Nous donnerons d'abord les grandes lignes de nos analyses psychométriques. Puis nous nous concentrerons sur les relations entre les résultats à nos différents questionnaires et la réussite individuelle au cours 201-103. Enfin, nous donnerons les résultats d'une analyse de régression visant à déterminer quels sont, parmi toutes les variables mesurées, les meilleurs prédicteurs de la réussite individuelle.

Nous ne présenterons pas ici certaines données qui apparaîtront dans notre rapport final. Notamment la comparaison entre les étudiants de Sciences humaines et de Sciences, entre les personnes qui abandonnent leur cours et celles qui persistent et les inter-corrélations entre nos différentes variables.

ANALYSES PSYCHOMÉTRIQUES

Nous avons vérifié la performance psychométrique de nos cinq questionnaires à partir des réponses données à l'enquête et procédé à certaines modifications des instruments nouvellement créés. Au total, le comportement psychométrique de nos questionnaires est très satisfaisant. La consistance interne des questionnaires traduits correspond à peu près à celle que leurs auteurs rapportaient. Celle des nouveaux instruments a été étonnante, pour un premier essai. Nous n'avons finalement éliminé que 3 items du CEM qui présentaient une corrélation trop faible avec le résultat total.

TABEAU 1
Comparaison entre les 2 niveaux de réussite aux instruments donnant un score total

	>60%	<60%	F
MEA	76,88 ^a	85,33	P<.01
HSE	44,6	43,64	P=.42 (N.S.)
CEMTOT	105,34	126,29	P<.00001
IREMTOT	74,75	82,03	P<.01

a : pour chacun des instruments, un score élevé est négatif et indicateur de problème

De plus, nous avons effectué une analyse factorielle du CEM et de l'IREM. Il en est résulté une structure de 6 facteurs pour le CEM et de 5 pour l'IREM qui expliquent respectivement 58% et 57% de la variance de l'instrument total. Ces facteurs, que nous décrirons dans la prochaine section, sont très nets et nous donnent accès à des informations plus spécifiques.

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE RÉUSSITE

Ne pouvant obtenir l'écart type des résultats de chaque groupe de maths 103 et tenant compte des différences de moyennes entre les groupes, nous avons décidé d'utiliser deux niveaux de réussite : plus de 60% et moins de 60%.

Sur les 4 instruments pouvant nous fournir un score global, seul le HSE ne discrimine pas entre nos sujets qui réussissent et ceux qui échouent. Ceux qui échouent sont nettement plus anxieux face aux mathématiques, entretiennent plus de croyances irréalistes face à cette discipline et étudient d'une manière nettement moins adéquate. Il sera intéressant de vérifier sur les facteurs du CEM et de l'IREM quels comportements d'étude en particulier et quelles croyances irréalistes distinguent plus spécifiquement ces deux paliers de réussite.

Puisque notre échantillon comporte des gens de Sciences et d'autres de Sciences humaines, et que les

premiers sont reconnus pour réussir beaucoup mieux en mathématiques, une question se pose : la différence entre nos deux niveaux de réussite aux instruments ne serait-elle pas due à « l'effet concentration » *i.e.* au nombre inégal de personnes de chaque concentration se trouvant dans chaque groupe ? Aussi, nous avons effectué une analyse de la variance pour chaque questionnaire sur l'interaction entre concentration et niveau de réussite. Nous l'avons répétée pour l'ensemble des résultats présentés dans ce texte. Pour chacun des essais, la différence est non significative : pour toutes les variables où nous comparons nos deux groupes, leur différence n'est pas due au facteur concentration. En d'autres termes, le rapport entre les résultats sur nos mesures et la réussite est le même pour les sujets de chaque concentration.

Nos deux paliers de réussite se distinguent de façon significative sur 4 des 6 facteurs du CEM. Ceux qui réussissent planifieraient mieux leur étude, s'affirmeraient plus en situation d'incompréhension, mais surtout se présenteraient aux examens avec un degré de préparation (ou d'étude) plus élevé et démontreraient moins de difficulté à orienter leur attention sur la tâche.

Deux facteurs nous font voir des différences significatives. Par comparaison à ceux qui réussissent, nos sujets qui échouent accordent une importance plus grande au talent (par rapport aux efforts) pour expliquer la réussite en mathématiques. De plus, ceux qui échouent croient plus que, pour ceux qui

TABEAU 2
Comparaison entre les 2 niveaux de réussite aux facteurs du CEM

	>60%	<60%	F
F 1 ^a : Planification	.10 ^c	-.38	P<.001
F 2 ^a : Entraide	-.05	.02	N.S.
F 3 ^a : Persistance	.09	-.07	N.S.
F 4 ^b : Difficulté d'attention	-.27	.25	P<.0001
F 5 ^a : Préparation	.30	-.45	P<.0001
F 6 ^b : Affirmation de soi (en situation d'incompréhension)	-.14	.15	P<.01

a : un score élevé à ce facteur indique un comportement approprié

b : un score élevé à ce facteur indique un comportement inapproprié

c : ces chiffres représentent une conversion du score brut sur une échelle allant de -3 à +3

TABLEAU 3

Comparaison entre les 2 niveaux de réussite aux facteurs de l'IREM

	>60%	<60%	F
F 1 ^b : Importance accordée au talent	-.13 ^c	.15	P<.02
F 2 ^a : Importance accordée aux méthodes de travail	-.04	.09	N.S.
F 3 ^a : Estimation des difficultés inhérentes aux maths	.01	-.11	N.S.
F 4 ^b : Facilité pour ceux qui excellent	-.09	.34	P<.0001
F 5 ^a : Importance accordée au travail	.04	-.04	N.S.

a : un score élevé à ce facteur indique des croyances réalistes
 b : un score élevé à ce facteur indique des croyances irréalistes
 c : conversion du score brut sur une échelle allant de -3 à +3

excellent, la réussite est facile et s'obtient sans trop d'efforts.

Nous verrons maintenant comment ces deux groupes se distinguent au SAM. Précisons que ce questionnaire présente 3 situations de succès et 3 situations analogues d'insuccès reliées à l'apprentissage des mathématiques. Nos sujets devaient indiquer la cause la plus probable de chaque situation si elle leur arrivait à eux. Puis coter chaque cause selon 3 dimensions : l'internalité, la stabilité et la globalité de chaque cause. D'où 6 scores au SAM : INTPOS, INTNEG, STAPOS, STANEG, GLOPOS et GLONEG. Le score INTPOS réfère au degré d'internalité accordé aux causes invoquées dans les 3 situations de succès, INTNEG dans les 3 situations d'insuccès et ainsi de suite pour les autres dimensions de causalité.

Des 6 scores dérivés du SAM, trois réussissent à distinguer nos sujets qui échouent de ceux qui réussissent. Ceux qui réussissent auraient plus tendance à attribuer leur succès à des facteurs ou à des causes stables, *i.e.* susceptibles de se reproduire. De plus, ils attribueraient et leurs succès et leurs insuccès à des facteurs globaux. En d'autres termes, la réussite en mathématiques, pour eux, s'expliquerait par des facteurs généraux, *i.e.* qui n'affectent pas seulement leur performance en mathématiques. Ce qui exclut l'allégeance à des croyances à l'effet que les mathématiques sont une discipline spéciale, demandant un talent spécial.

ANALYSE DE RÉGRESSION À PARTIR DE L'ENSEMBLE DES DONNÉES DISPONIBLES

Nous venons de voir que nos deux groupes (réussite et échec) sont différents sur plusieurs des variables mesurées. Il reste à déterminer lesquelles, parmi toutes ces variables, sont les meilleurs prédicteurs de la réussite individuelle. Pour ce faire, nous avons effectué une analyse de régression à partir de toutes les données disponibles.

La solution finale est la suivante : en utilisant 7 variables, nous réussissons à expliquer 56% de la variance des résultats obtenus en mathématiques 103. Ces 7 variables qui sont les meilleurs prédicteurs de réussite sont, par ordre d'importance, les suivantes :

- 1° F 5 du CEM (Préparation)
- 2° GLOPOS du SAM
- 3° F 4 du CEM (Difficulté d'orientation de l'attention)
- 4° F 1 du CEM (Planification)
- 5° Le résultat moyen du groupe auquel appartient le sujet
- 6° F 3 du CEM (Persistance)
- 7° Le résultat au MEA

Discussion et implications de ces résultats

Pour ce genre de recherche, la capacité de prédire 56% de la variance d'une variable dépendante est un excellent résultat. D'autant plus que nous n'avons considéré aucune mesure d'aptitudes intellectuelles.

TABLEAU 4

Comparaison entre les 2 niveaux de réussite au SAM

	>60%	<60%	F
INTPOS	16,41	15,95	P = .31 (N.S.)
INTNEG	15,31	15,27	P = .93 (N.S.)
STAPOS	17,41	15,41	P < .00001
STANEG	12,65	12,46	P = .73 (N.S.)
GLOPOS	16,24	13,75	P < .00001
GLONEG	14,31	12,03	P < .001

Globalement, nos résultats confirment notre analyse. La réussite en mathématiques reflète bien d'autres choses que le talent. De toutes les variables considérées dans ce travail, il semble que les comportements d'étude que l'on adopte en mathématiques soient les meilleurs prédicteurs du succès. Un portrait se dégage : ceux qui réussissent travaillent plus et mieux. Ils planifient leur étude, travaillent avec régularité, démontrent plus de persistance, réclament de l'aide en cas d'incompréhension et orientent leur attention sur la tâche de façon plus efficace. Il n'est donc pas surprenant qu'ils se présentent aux examens avec une préparation supérieure. N'est-il pas logique de supposer que ces comportements d'étude plus adéquats conduisent à la réussite ?

Retour à l'évidence ? Peut-être, mais il semble que cette évidence échappe à ceux qui sont en difficulté. En effet, non seulement ces derniers fournissent-ils moins d'efforts et étudient-ils moins bien, mais on peut penser qu'ils ne conçoivent pas les choses de la même façon. Ils font de la réussite en maths une affaire de talent plus que d'effort. Ils supposent que c'est facile pour ceux qui ont de bons résultats. Ils attribuent la réussite en mathématiques à des facteurs moins globaux, ce qui laisse supposer qu'ils font des mathématiques un cas spécial. Selon les points de vue théoriques présentés plus haut, leurs efforts qualitativement et quantitativement déficients, de même que leur anxiété et leur difficulté d'orientation de leur attention sur la tâche apparaissent moins surprenants.

Néanmoins, les différences les plus importantes se retrouvent au niveau de ce qu'ils font. Il y a lieu de supposer qu'il s'agit du facteur le plus général. Quelle qu'en soit la raison, si on travaille peu et mal, on échouera. Mais trop souvent, les facteurs en cause sont justement l'ignorance de cette réalité.

D'autres le savent mais ne donnent pas leur mesure parce que leurs croyances irréalistes à l'égard des mathématiques (ex. : ceux qui réussissent n'ont pas besoin de fournir d'efforts pour comprendre) leur créent de l'anxiété et interfèrent avec la persistance et l'assiduité des efforts nécessaires à la réussite. C'est le cas du « mathophobe » type qui a même de la difficulté à concentrer son attention sur la tâche, tellement il est envahi de « ruminations » anxieuses et défaitistes.

Ces résultats doivent être diffusés. Ils rappellent à ceux qui apprennent, comme à ceux qui enseignent, que la réussite en mathématiques au collégial n'est

pas une affaire de talent spécial. Ce message est encourageant.

Ces résultats doivent être utilisés. Ils suggèrent des pistes d'analyse à toute personne venant en aide aux étudiants vivant des difficultés en mathématiques, notamment sur le plan des comportements d'étude nécessaires à la réussite. Ils doivent être utilisés aussi sur une base plus collective : en classe, par exemple. Qu'arriverait-il si les professeurs de mathématiques multipliaient les interventions correctives sur la manière d'aborder la matière plutôt que de se cantonner dans l'explication de cette même matière ?

Pendant, ces résultats ne sont pas le mot final sur la question. Les études de ce genre doivent être répétées. On doit élargir les populations étudiées : par exemple, étudier les réactions de ceux qui, déjà à leur arrivée au collégial, préfèrent retarder la confrontation avec le cours 103 ; ceux et celles qui renoncent à faire des mathématiques, etc.

Nos instruments de mesure devraient et pourraient être perfectionnés. Notamment, le CEM qui semble le plus prometteur. D'ailleurs, à l'intérieur de notre étude, 44% de la variance n'est pas expliquée par nos mesures. Un ensemble de facteurs peuvent rendre compte de cette fraction inexpliquée, dont les limites de nos instruments de mesure. En d'autres termes, l'ensemble des réactions émotives, comportementales et cognitives que nous étudions jouent peut-être un rôle plus considérable encore dans la réussite en mathématiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Bandura, A., « Self-efficacy : Toward a unifying theory of behavior change », *Psych. Review*, 1977, 84, pp. 191-215.
- Beck, A.T., *Cognitive Therapy and the emotional disorders*, New York, International Universities Press, 1976.
- Ellis, A., *Reason and Emotion in psychotherapy*, New York, Lyle Stuart, 1962.
- Jones, R., *A factored measure of Ellis's irrational relief system*, Unpublished doctoral dissertation, Texas Technological College, 1968.
- Lamonde, Jeannine, *La réussite scolaire au collégial*, Document no 15-8039, DGEC, mai 1984.
- Meichenbaum, D., *Cognitive-Behavior Modification*, New York, Plenum Press, 1977.
- Richardson, F.C., Suinn, R.M., « The Mathematics Anxiety Rating Scale : Psychometric Data », *Journal of Counseling Psychology*, 1972, 19, pp. 551-554.
- Sarason, I.G., *Test Anxiety : Theory, Research and Applications*, Erlbaum Publishers, Hillsdale, New Jersey, 1980.
- Seligman, M., *Attributional Style Questionnaire*, Manuscrit non publié.
- Seligman, M., Abramson, L.Y., et Teasdale J., « Learned Helplessness in Humans : Critique and Reformulation », *Journal of abnormal Psychology*, 1978, 87, pp. 49-74.