

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LE RÔLE DU SURAPPRENTISSAGE ET DE LA FLUIDITÉ  
COMPORTEMENTALE DANS L'ACQUISITION, LA RÉTENTION ET LE  
TRANSFERT DES APPRENTISSAGES

THÈSE

PRÉSENTÉE À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAL EN PSYCHOLOGIE

PAR

NORMAND PÉLADEAU

DÉCEMBRE 2002

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	v
REMERCIEMENTS.....	vi
SOMMAIRE.....	vii
INTRODUCTION.....	1
De l'enseignement de précision à la fluidité comportementale.....	1
Le rôle des aptitudes.....	4
Le rôle de la pratique.....	5
Choix du plan expérimental.....	9
Références.....	13
ARTICLE I	
EFFECT OF PACED AND UNPACED PRACTICE ON SKILL	
APPLICATION AND RETENTION: HOW MUCH IS ENOUGH?.....	16
Abstract.....	18
Problem Definition.....	19
Overlearning Research.....	21
Precision Teaching and Fluency Research.....	22
Purpose of the Study.....	25
Method.....	27
Participants.....	27
Training Materials and Practice Instructions.....	27

Experimental Conditions.....	29
Special Comparison Group .....	30
Dependent Measures .....	32
Retention test procedure.....	33
Data Analysis .....	34
Results .....	36
Treatment Implementation .....	36
Academic Achievement .....	38
Retention .....	40
Attitudes .....	42
Discussion .....	43
References .....	51
 ARTICLE II	
QUELQUES MISES AU POINT AU SUJET DU TRANSFERT D'APPRENTISSAGE .....	62
Avant propos .....	63
Sommaire .....	68
Introduction.....	69
L'étendue du phénomène de transfert .....	70
Le transfert, l'acquisition et la rétention .....	75
Le transfert vertical .....	78
Les recherches sur le transfert vertical.....	79

Hiérarchie des apprentissages et méthodes d'enseignement.....	82
Conclusion.....	90
Références .....	93
CONCLUSION.....	100
Références.....	106
APPENDICE A FORMULAIRE DE CONSENTEMENT .....	108
APPENDICE B FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR ÉTUDE DE SUIVI ET QUESTIONNAIRE D'ATTITUDE .....	110
APPENDICE C TEST DE RÉTENTION DES APPRENTISSAGES ADMINISTRÉ LORS DU SUIVI .....	112

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1. Comparison of experimental groups with regard to implementation variables . . . . .	59
2. Differences between experimental conditions on the pooled periodic and final exams expressed in standard deviation units, with 95% confidence intervals. . . . .	60
3. Differences between experimental conditions on the retention test and attitude questionnaire expressed in standard deviation units, with 95% confidence intervals . . . . .	61

## REMERCIEMENTS

Je désire exprimer ma reconnaissance à mon directeur de recherche, monsieur Jacques Forget, pour la latitude qu'il a bien voulu me laisser dans le choix de mon objet d'étude, pour son enthousiasme tout au long du projet et pour tous nos échanges si stimulants. Je désire également remercier monsieur François Gagné, membre de mon comité, pour son intérêt soutenu, pour son implication fort appréciée et ses commentaires toujours pertinents. Je ne saurais exprimer entièrement le plaisir que j'ai pu retirer des rencontres et discussions avec les deux membres de mon comité.

Un merci particulier à Julie Malboeuf, étudiante au module développement de carrière, ainsi qu'à Katrine Schuessler, étudiante au baccalauréat en psychologie, pour l'aide précieuse qu'elles m'ont apportée au cours des différentes phases d'expérimentation.

J'aimerais remercier également les professeurs qui ont accepté de participer à cette étude, soit Jules Laliberté, du collège Bois-de-Boulogne, Marc Chabot, Daniel Mayer, Gérald Côté et tout particulièrement Annie Levasseur du CÉGEP Lionel-Groulx. Je me dois de souligner leur professionnalisme et leur dévouement envers leurs élèves dans l'enseignement d'une matière souvent difficile et impopulaire. Je remercie également tous les étudiants collégiaux qui ont participé à l'étude.

Je m'en voudrais de passer sous silence la contribution de tous les étudiants des modules de développement de carrières et d'orientation professionnelle qui ont suivi mon cours de méthodes quantitatives entre l'hiver 1998 et l'automne 2000. Leurs réactions et commentaires ont été grandement utiles au développement et à la mise au point du matériel d'enseignement ainsi que du logiciel de pratiques. J'espère qu'ils ont appris de moi autant que j'ai pu apprendre d'eux.

Un merci également à Normand Giroux, professeur associé au département de psychologie à l'UQAM, ainsi qu'à Steve Bissonnette et Mario Richard, du groupe Proxima, pour les nombreux encouragements qu'ils m'ont prodigués. Leur persévérance dans leur volonté d'améliorer la qualité de l'éducation donnée à nos enfants a été une grande source d'inspiration pour moi.

J'aimerais enfin exprimer ma très grande gratitude à ma fille Alexandrine. C'est en bonne partie grâce à elle si j'ai développé cette passion pour l'éducation et si j'ai pris la décision d'entreprendre un tel projet. Je puise en elle ma motivation à vouloir aider les parents et les enfants à obtenir une éducation de qualité. Cette thèse lui est dédiée.

## RÉSUMÉ

On assiste depuis une dizaine d'années dans le domaine de l'enseignement de précision et de la psychologie comportementale à un certain engouement pour des techniques d'entraînement associées au concept de « fluidité comportementale ». Pour les promoteurs de ces techniques, l'atteinte de hauts taux de réponses sur des habiletés de base favoriserait l'utilisation de ces apprentissages dans des habiletés plus complexes, faciliterait le maintien de ces apprentissages en l'absence de pratique et augmenterait la capacité de l'individu à maintenir sur une longue période de temps un haut niveau de performance. Bien que l'efficacité de ces techniques semble indéniable, les études sur lesquelles elles s'appuient présentent des failles méthodologiques qui empêchent l'identification des éléments actifs essentiels à l'obtention de tels effets bénéfiques. D'une part, plusieurs des études évoquées pour appuyer l'efficacité des méthodes d'entraînement à la fluidité sont descriptives ou corrélationnelles et ne permettent pas de déterminer si les écarts de performance mesurés sont attribuables à la technique utilisée ou à des différences initiales sur le plan des aptitudes. D'autre part, les études de nature plus expérimentales ont souvent omis de contrôler l'effet déjà bien connu de la pratique répétée et du surapprentissage. Il est par conséquent difficile de déterminer dans quelle mesure les contingences utilisées pour favoriser l'atteinte des critères de vitesses sont réellement utiles ou nécessaires. Nous avons tenté de répondre à cette question en cherchant à déterminer la contribution spécifique des contingences de vitesse sur le rendement scolaire et la rétention à long terme par rapport à une technique traditionnelle de surapprentissage et en contrôlant pour les différences au niveau des aptitudes.

On retrouvera en introduction une présentation du concept de fluidité comportementale et des limites des études existantes à l'origine de cette question de recherche. On y présente également le raisonnement ayant justifié le choix du plan expérimental et plus particulièrement l'ajout d'une troisième condition expérimentale, soit une condition de « maîtrise » ainsi que les motifs pour lesquels l'idée d'un groupe de contrôle plus représentatif d'un enseignement traditionnel n'a pas été retenu. L'article qui suit présente de façon plus détaillée les limites des études existantes, le plan de recherche, les analyses effectuées et les résultats obtenus. Au cours de cette expérience, 168 étudiants collégiaux inscrits à un cours d'introduction aux méthodes quantitatives ont participé à des pratiques hebdomadaires sur un logiciel de cartes-éclair jusqu'à ce qu'ils aient atteint un même niveau de maîtrise. Le tiers des élèves s'est vu demandé de poursuivre les pratiques en tentant de maintenir un haut niveau de justesse tandis qu'un autre tiers s'est vu imposer une quantité équivalente de pratiques mais avec comme consigne d'augmenter la vitesse de réponse. En cours d'expérimentation, un quatrième groupe a été formé par l'inclusion d'élèves n'ayant pas pratiqué suffisamment pour atteindre le premier critère de maîtrise. Les résultats confirment que la pratique jusqu'à l'atteinte d'un critère de maîtrise augmente la performance aux examens, le taux de réussite au cours et la rétention à long terme des apprentissages. La poursuite des pratiques au delà

de ce critère de maîtrise entraîne également des gains de performance, particulièrement sur les mesures de rétention à long terme. L'utilisation de contingence de vitesse n'entraîne cependant aucun effet bénéfique supplémentaire sur l'une ou l'autre des mesures de performance.

Nous avons également examiné l'effet de telles pratiques sur les attitudes face au cours, à la matière enseignée ainsi qu'aux pratiques informatisées. Ces comparaisons avaient pour but de vérifier une croyance fort répandue dans le milieu de l'éducation selon laquelle la pratique répétée pourrait avoir un impact négatif sur les attitudes des élèves. Les analyses ont plutôt fait ressortir un lien positif entre la quantité de pratique et les attitudes envers le cours, la matière étudiée, et envers les activités de pratiques informatisées. Fait intéressant à signaler, les étudiants en situation de surapprentissage avec contingence de vitesse démontrent des attitudes légèrement plus favorables envers les pratiques informatisées que les élèves dans les autres conditions expérimentales.

Bien que l'étude n'ait pas réussi à démontrer l'efficacité de l'ajout des contingences de vitesse, elle démontre clairement l'importance de l'atteinte d'un critère minimal de maîtrise ainsi que du surapprentissage. Cependant, l'obtention d'effets bénéfiques, aussi importants soient-ils, apparaît insuffisante pour exercer une influence sur les pratiques des enseignants dans un contexte où bien des experts en éducation découragent ouvertement l'utilisation de ce type de méthodes. En fait, les techniques utilisées dans cette étude pourraient même être jugées incompatibles avec l'esprit de la dernière réforme de l'école primaire au Québec. Le deuxième article se veut donc une réponse à ces experts et tente de restaurer la légitimité de méthodes qui ont démontré leur efficacité. L'article examine le discours de plusieurs pédagogues de langue française concernant le transfert et tente de démontrer que la conception du transfert véhiculée par ces auteurs est, à bien des égards, contraire aux données issues des recherches en psychologie autant cognitive que comportementale. Il ressort que ces auteurs restreignent indûment la définition du transfert à ses formes les plus improbables et négligent, dans leurs propositions de réforme des pratiques d'enseignement, deux autres paramètres intimement liés à l'existence du transfert, soit l'acquisition et la rétention des apprentissages. L'article examine plus en détail les nombreuses études portant sur le phénomène de transfert vertical, phénomène qui permet de comprendre l'articulation entre les habiletés de base et les habiletés complexes et la nécessité d'une structuration des enseignements. En véhiculant des conceptions erronées sur la nature du transfert et en négligeant ou niant l'existence du phénomène de transfert vertical, ces pédagogues proposent des pratiques pédagogiques qui sont non seulement peu efficaces mais qui favorisent également les meilleurs élèves au détriment des élèves en difficultés et ceux provenant de milieux défavorisés.



On retrouvera en conclusion certaines questions de recherches qui mériteraient d'être explorées ou réactualisées ainsi que certaines considérations méthodologiques qui permettraient d'assurer la légitimité et la pertinence sociale de ces études.

## INTRODUCTION

### *De l'enseignement de précision à l'entraînement à la fluidité*

L'enseignement de précision est, à l'origine du moins, essentiellement une méthode d'évaluation des apprentissages qui s'apparente à certaines approches d'évaluation basées sur le curriculum (*Curriculum Base Assessment*) (Blankenship, 1985; Gickling et Thompson, 1985; Idol, Nevin & Paolucci-Whitcomb, 1998). Comme ces dernières, il implique une mesure répétée de la performance des étudiants sur un ensemble de tâches bien précises liées au contenu des apprentissages requis. Cette évaluation continue du progrès des élèves fournit à l'enseignant ainsi qu'aux élèves un moyen d'évaluer rapidement l'efficacité de la méthode d'enseignement utilisée et d'apporter les correctifs nécessaires permettant d'assurer une bonne progression des élèves. Un des principes sous-jacents à ces approches serait que cette procédure d'évaluation devrait favoriser un processus de sélection par lequel les pratiques éducatives inefficaces seraient progressivement abandonnées au profit de techniques plus efficaces. À cet égard, l'enseignement de précision ne diffère pas tellement des autres modèles d'évaluation basées sur le curriculum. Il se démarque cependant de ces derniers par l'utilisation, comme unité de mesure de la performance de l'élève, de la fréquence de réponse définit en termes de nombre de bonnes réponses par minute plutôt qu'une mesure plus traditionnelle basée sur le pourcentage de bonnes réponses.

Cette différence, en apparence anodine, aura des répercussions importantes en favorisant la découverte de liens entre le taux de réponses atteint par un élève sur un comportement précis et sa progression scolaire ultérieure. L'application de la méthode d'enseignement de précision a ainsi permis de mettre en évidence le fait que l'atteinte d'un niveau de maîtrise, mesuré au moyen du pourcentage de bonnes réponses, n'est souvent pas suffisant pour assurer la réussite ultérieure de l'élève. Pour Haughton (1972), il semblerait qu'au-delà de la justesse des réponses, l'élève doit également atteindre une vitesse minimale d'exécution sur ces habiletés ou connaissances de base pour pouvoir les appliquer et pour acquérir des habiletés plus complexes. Cet effet bénéfique d'un haut taux de réponses se manifesterait non pas uniquement sur la progression de l'élève dans l'apprentissage d'habiletés complexes (application) mais également sur sa capacité à maintenir ses apprentissages en l'absence de possibilités de pratique (rétention), et à conserver un haut niveau de performance sur de longues périodes de temps (endurance).

La reconnaissance des effets bénéfiques de la fluidité des comportements a amené les tenants de cette approche à tenter d'identifier des critères de performance permettant d'assurer l'atteinte de ces trois principaux effets, soit la rétention, l'application et l'endurance (Haughton, 1980; White, 1985). Cette découverte a également favorisé l'émergence de techniques visant le développement de la fluidité des performances sur des habiletés de base, techniques parmi lesquelles on retrouve les séances journalières de pratiques chronométrées (aussi appelées « sprint »), l'utilisation de diverses contingences de vitesse dans les pratiques pédagogiques (systèmes d'émulation, objectifs de performance définis en termes de nombre de réponses par minute, etc.) et l'utilisation de cartes-éclair selon la méthode appelée SAFMEDS (acronyme de « *Say All Fast, Minute Every Day, Shuffle* »).

Il est important de préciser que ce postulat selon lequel l'atteinte d'une vitesse élevée de réponse améliore la rétention, l'endurance et l'application des habiletés et connaissances repose en bonne partie sur des observations cliniques d'intervenants en rééducation et d'enseignants utilisant les techniques d'enseignement de précision dans le cadre de leurs interventions. Des résultats de recherches de nature plus expérimentale sont également évoqués pour appuyer ce postulat (pour une recension de ces études, voir Binder, 1996). Ainsi, plusieurs études réalisées en contexte scolaire démontrent que les élèves soumis à des techniques d'enseignement de précision démontrent des niveaux de rétention des apprentissages à moyen et à long terme plus élevés que des élèves soumis à un enseignement traditionnel (Spangler & Hawkins, 1975; Orgel, 1984; Orlander, Collins, McArthur, Watts, & McDade, 1974). Dans une étude portant sur 75 enfants de maternelle, Binder, Haughton, et Van Eyk, (1990) observent que les enfants écrivant à un rythme de 70 chiffres à la minute lors de séances de 15 secondes, réussissent souvent à maintenir le même rythme sur des périodes de temps plus longues pouvant aller jusqu'à 16 minutes. En revanche, les enfants dont la fréquence d'exécution se situe autour de 20 chiffres à la minute voient leur performance diminuer rapidement au bout de seulement quelques minutes. Dans une seconde étude pilote de type opérant portant sur la performance de deux sujets sur diverses tâches de calcul arithmétique et visant à évaluer la résistance à la distraction, Binder (1996) constate que la suppression du taux de réponses qui résulte de l'ajout de stimuli distractifs, soit l'écoute d'une bande sonore énumérant des nombres au hasard, est plus importante chez le sujet dont le taux de réponses initial est le plus faible.

Plusieurs problèmes méthodologiques affectent cependant la capacité de ces études à fournir des réponses précises quant à ce qui fait l'efficacité de l'approche, et pourraient même remettre en question la valeur de certaines pratiques ou certaines recommandations de ses promoteurs. La lecture de la recension effectuée par Binder (1996) des

études sur la fluidité comportementale a fait ressortir deux limites méthodologiques majeures des études existantes : 1) l'absence de contrôle des aptitudes antérieures des sujets; et 2) l'incapacité des études à différencier la contribution spécifique des contingences de vitesses et celle de l'effet de la pratique répétée.

### *Le rôle des aptitudes*

Le problème de l'absence de considération des aptitudes des sujets découle en bonne partie de la nature descriptive ou corrélationnelle des données issues des études cliniques mais également, dans le cas des études expérimentales, de l'absence d'un contrôle adéquat qui aurait pu permettre d'éliminer une telle interprétation. Bien des études évoquées pour appuyer l'importance de l'atteinte de critères de fluidité des réponses se sont contentées de comparer le niveau de performance d'élèves ayant atteint différents niveaux de fluidité, et ce sans égard au niveau initial ou à la quantité de pratiques nécessaire pour l'atteinte de ces différents taux de réponses. C'est le cas notamment de l'étude de Binder, Haughton et Van Hyk (1990) qui établit un lien entre le taux de réponses d'élèves de maternelle et la persistance à la tâche. Il est clair dans cette étude que l'assignation des sujets aux différents niveaux de performance ne résulte pas d'une manipulation expérimentale ou d'une intervention éducative visant à établir ces différents taux de réponses mais plutôt d'une simple mesure du niveau final de performance. Or la présence d'un écart préalable dans le niveau d'intelligence ou sur une aptitude pour ce type de tâche, qu'elle soit naturelle ou la résultante d'un apprentissage antérieur, pourrait très bien être évoquée pour expliquer ces différences dans les taux de réponses. De nombreux psychométriciens et chercheurs ont d'ailleurs établi l'existence d'une corrélation positive entre le résultat obtenu à un questionnaire d'intelligence et la vitesse de réponse, mesurée soit par le temps requis pour répondre au test en question ou encore par la latence de réponse du sujet lors d'expériences sur les temps de réaction.

(McFarland, 1928, 1930; Tinker, 1931; Wolf & Stroud, 1961). Pour Spearman lui-même, la vitesse de réponse constitue une mesure fortement liée au facteur d'intelligence générale (Spearman, 1914). Encore aujourd'hui, la majorité des instruments visant à établir le quotient intellectuel ou le niveau d'aptitude scolaire d'un individu comportent des contraintes de temps faisant en sorte que la vitesse à laquelle répond un individu affecte son résultat final sur cette mesure d'aptitude. Le rapprochement entre les concepts d'intelligence et de fluidité comportementale est d'autant plus évident que pour Binder (1996), la fluidité comportementale se définit par l'équation : FLUIDITÉ = JUSTESSE + VITESSE. Or ces deux derniers termes de l'équation sont précisément les deux principales dimensions définissant la performance aux épreuves d'intelligence. La relation mise en évidence dans les études en enseignement de précision entre l'atteinte par un élève d'un taux de réponses élevé et la rétention de ces apprentissages à long terme ou leur application pourrait en fait être attribuable à la présence d'un facteur causal commun que l'on pourrait associer à un facteur d'intelligence générale ou à une aptitude spécifique. Les élèves les plus intelligents ou les plus talentueux qui démontrent également les plus hauts taux de réponses disposeraient d'une plus grande capacité à maintenir leurs apprentissages dans le temps et à appliquer ces habiletés dans divers contextes. La vraisemblance d'une telle explication oblige les tenants de l'enseignement de précision à démontrer non seulement qu'un plus haut taux observé de réponses s'accompagne de plus de rétention, d'application et d'endurance, mais également qu'une augmentation de ces taux induite expérimentalement produit également ces mêmes résultats.

*Le rôle de la pratique*

Les quelques études de nature plus expérimentale ayant comparé les performances d'élèves selon qu'ils aient ou non profité d'un enseignement de précision sont beaucoup moins susceptibles à un biais de différences d'aptitudes. Bien que l'équivalence des groupes en début d'intervention ne soit souvent pas établie ou mesurée, empêchant d'éliminer entièrement cette hypothèse, celle-ci apparaît malgré tout beaucoup moins vraisemblable. Cependant dans ces cas, une seconde hypothèse permettant de rendre compte des effets positifs de l'entraînement à la fluidité est la quantité de pratiques sur les habiletés en question, puisque l'atteinte d'un seuil de fluidité implique nécessairement la pratique répétée de ces habiletés.

Rappelons que l'importance de la pratique répétée est largement reconnue dans le monde de l'éducation ainsi qu'en psychologie (Brophy & Good, 1986; Heward, 1994; Farr, 1987; Greenwood, Delquadri, & Hall, 1984; Rosenshine & Stevens, 1986). Les études les plus souvent citées pour démontrer l'importance de la pratique portent sur le concept de « surapprentissage » (Atwater, 1953; Hagman & Rose, 1983; Kling & Riggs, 1971; Mandler 1954; McGehee & Thayer; 1961). Ce concept se définit, en terme procédural, par la poursuite de la pratique d'une habileté au-delà du point où l'élève est en mesure d'accomplir cette tâche avec un haut pourcentage de succès. Ainsi un surapprentissage de 50% consiste à demander à l'élève de pratiquer une habileté 50% de plus que le nombre de fois requis pour atteindre un seuil fixé de maîtrise. Par exemple, si 40 essais ont été nécessaires pour atteindre ce seuil, l'élève devra pratiquer 20 fois de plus. Un surapprentissage de 100% exigerait, quant à lui, 40 essais supplémentaires. Les recherches dans ce domaine démontrent clairement que plus grande sera la quantité de surapprentissage, meilleure sera la rétention (pour une recension des études sur la question voir Driskell, Willis, & Cooper, 1992 ainsi que Farr, 1987).

Il existe un lien évident entre les techniques d'entraînement à la fluidité et la procédure de surapprentissage puisque l'atteinte d'un objectif de fluidité implique presque inévitablement l'atteinte d'un niveau élevé de justesse ainsi qu'une certaine quantité de surapprentissage. Dougherty et Johnson (1996) vont même jusqu'à prétendre qu'il pourrait bien s'agir d'un seul et même phénomène. La seule différence notable entre ces deux techniques est que l'objectif terminal se trouve défini, dans le cas de l'entraînement à la fluidité, en fonction d'un taux de réponses par minute plutôt qu'en fonction d'un nombre spécifique de pratiques. La performance des élèves se trouve par conséquent soumise à des contingences de vitesse, ce qui n'est pas le cas avec la technique de surapprentissage. Il apparaît donc légitime de déterminer quelle est la part des effets bénéfiques attribuables à la simple pratique et quelle est la valeur ajoutée obtenue en exigeant l'atteinte d'un critère de vitesse de réponse. Ces contingences de vitesses ou l'atteinte d'objectifs définis en terme de vitesse sont-elles nécessaires à l'obtention d'effets positifs sur la performance? Au contraire, l'insistance sur l'augmentation de la vitesse de réponse peut-elle avoir des effets négatifs, soit en entraînant une diminution de la justesse des réponses ou en provoquant des réactions émotionnelles négatives?

Malheureusement, la plupart des études entreprises dans le but de documenter l'importance du concept de fluidité ne tiennent aucunement compte de l'effet spécifique du niveau de pratique. Ainsi, les trois études mentionnées précédemment pour démontrer l'effet de l'atteinte d'un haut taux de réponses sur la rétention (Orgel, 1984; Spangler et Hawkins, 1975; Orlander et coll.1974) ont toutes comparé les résultats d'un enseignement de précision avec ceux obtenus au moyen d'un enseignement traditionnel. Or, on sait que la quantité de pratiques dans un enseignement traditionnel est souvent très faible et ne permet souvent pas l'atteinte d'un critère minimal de justesse. Il est donc impossible de déterminer dans quelle mesure ces études constituent des démonstrations



de l'importance des critères de fluidité ou s'il s'agit plutôt de simples répliques des études existantes sur les effets du surapprentissage ou même de l'atteinte d'un critère de maîtrise. En fait, la seule façon de différencier l'effet spécifique de l'entraînement à la fluidité des effets déjà documentés de la quantité de pratiques et de surapprentissages serait d'obtenir deux groupes dont la quantité de pratiques serait identique mais dont la vitesse de réponse suite aux pratiques serait différente. Très peu d'études ont tenté d'examiner l'effet de divers taux de réponses tout en contrôlant le niveau de pratique (Berquam, 1981; Kelly, 1995; Ormrod & Spivey 1990; Shirley & Pennypacker, 1994). Ces études présentent cependant des résultats contradictoires ou souffrent de problèmes méthodologiques majeurs, empêchant de tirer des conclusions claires.

Deux obstacles méthodologiques majeurs se dressent devant une telle tentative de distinguer l'effet attribuable à la pratique de celui résultant de l'atteinte de hauts taux de réponses. D'une part, si l'atteinte d'un critère de fluidité implique nécessairement une quantité de surapprentissages, des études en laboratoire indiquent également que la simple pratique s'accompagne d'une augmentation « spontanée » de la vitesse de réponse (Judd & Glaser, 1969; Millward, 1964; Osgood, 1946; Peterson, 1965). Ainsi Peterson (1965) a démontré, dans une étude portant sur l'apprentissage d'une tâche associative simple, que la latence des réponses mesurée suite à l'émission de la dernière réponse erronée diminue progressivement au cours des huit essais subséquents. Newell et Rosenbloom (1981) ont d'ailleurs démontré que la relation entre la quantité de pratique et la rapidité de réponse s'exprimait parfaitement à l'aide d'une relation mathématique de puissance (c.-à-d. selon une courbe Log-Log).

Le deuxième obstacle majeur est lié à l'incertitude exprimée par plusieurs experts en enseignement de précision quant à la possibilité d'identifier des facteurs outre la pratique qui seraient en mesure d'influencer expérimentalement la fréquence de réponse.

Autrement dit, il n'existerait aucune évidence empirique démontrant que l'ajout de contingences de vitesse permettrait d'influencer à la hausse le taux de réponses d'un élève (communication personnelle, Binder 1997).

### *Choix du plan expérimental*

Le premier article présenté ici relate nos efforts pour répondre à la question suivante : Quelle est la part des effets bénéfiques des techniques d'entraînement à la fluidité attribuables à la simple pratique et quelle est la valeur ajoutée obtenue en exigeant l'atteinte d'un critère de vitesse de réponse?

Le devis initial impliquait la présence de deux groupes traitements soit un groupe « fluidité » et un second groupe de « surapprentissage ». Ces deux groupes se devaient d'être équivalents au départ sur une mesure de capacités intellectuelles ou à tout le moins sur le niveau initial de l'habileté faisant l'objet de l'entraînement ainsi que sur le nombre d'essais requis pour atteindre le seuil fixé de justesse.

Nous avons rapidement considéré nécessaire d'ajouter une troisième condition, soit un groupe de comparaison répondant à un critère traditionnel de maîtrise mesurée en terme de justesse de réponse. L'ajout d'un tel groupe visait autant à résoudre certains problèmes théoriques et méthodologiques qu'à établir la pertinence sociale des activités pédagogiques proposées dans cette étude. Si biens des enseignants semblent prêts à reconnaître l'importance d'amener chaque élève à un niveau de maîtrise sur chacun des objectifs d'apprentissages, nous sommes d'avis que la majorité d'entre eux seraient beaucoup plus réticents à maintenir les pratiques au-delà de l'atteinte d'un haut niveau de justesse. Les apprentissages scolaires étant traditionnellement mesurés en termes de pourcentage de bonnes réponses, il est probable que les avantages pour eux, comme pour

les élèves, de maintenir des pratiques une fois le critère de maîtrise atteint, risqueraient fort de demeurer intangibles. La promesse de bénéfices potentiels liés à une meilleure rétention à long terme ou d'une probabilité accrue de transfert aurait bien peu de chance de les convaincre de la nécessité du surapprentissage.

L'ajout d'une condition « maîtrise » permettait également de vérifier la prétendue insuffisance du seul critère de justesse pour définir le niveau maîtrise. Les comparaisons des performances des deux conditions de surapprentissage (avec ou sans contingence de vitesse) avec ce groupe « maîtrise seulement » devait aussi permettre de quantifier l'importance du gain attribuable à la pratique répétée au-delà du seul critère de justesse. D'autre part, d'un point de vue strictement méthodologique, l'ajout d'une telle condition permettait de s'assurer que la procédure utilisée dans la condition de « surapprentissage », procédure qui diffère quelque peu des conditions normales d'application de cette technique, produirait malgré tous les effets généralement associés à ce type d'intervention.

Il était clair que l'utilisation d'une condition maîtrise ne pouvait être considérée comme représentative d'un enseignement traditionnel. Si les travaux de Bloom ont exercé une influence indéniable sur la formation des maîtres et la pédagogie au Québec (Gagnon, 1999), nous étions déjà convaincus de la faible prévalence de l'application des principes de Bloom dans le contexte des pratiques pédagogiques actuelles. Par conséquent, l'ajout d'une condition maîtrise représentait déjà une amélioration notable sur l'enseignement traditionnel. Pour cette raison, il aurait été souhaitable d'ajouter une quatrième condition correspondant à un enseignement traditionnel où les élèves auraient été dispensés des activités liées aux trois autres conditions expérimentales. L'ajout d'un tel groupe de contrôle aurait permis d'établir la pertinence sociale d'une pédagogie de la maîtrise, d'une part, et de la valeur ajoutée obtenue par les différentes modalités de

surapprentissage d'autre part. Bien qu'une telle démonstration ait déjà été faite, la réplication dans le cadre appliqué d'un enseignement collégial nous semblait malgré tout propice à renforcer la généralisabilité de ces conclusions. Cette réplication nous semblait également importante dans un contexte où la pratique répétée se voit souvent décriée comme néfaste par les tenants du courant socioconstructiviste, et les défenseurs des diverses formes de pédagogies par projet ou autres pédagogies dites « centrées sur l'enfant ». Enfin, l'ajout d'une telle condition aurait permis de relativiser l'importance des gains liés aux deux conditions de surapprentissage en comparant ces gains à ceux obtenus par l'application des principes d'une pédagogie de la maîtrise.

Nous n'avons cependant pas retenu l'ajout de cette quatrième condition en raison des problèmes autant d'ordre éthique, politique que méthodologique. La possibilité de comparer des méthodes pédagogiques à l'enseignement traditionnel dispensé par les professeurs aurait pu être perçue par ceux-ci comme une menace dans la mesure où elle aurait permis de porter un jugement sur la qualité de leur enseignement. Une telle perception aurait pu mettre en danger la collaboration de ceux-ci, collaboration essentielle à la bonne marche de l'étude. D'un point de vue éthique, la participation aux différentes conditions expérimentales aurait dû, selon toute vraisemblance, entraîner des écarts dans les notes obtenues par les étudiants selon la condition expérimentale à laquelle ils auraient été assignés.

Un dernier facteur méthodologique justifiant le fait de ne pas inclure un tel groupe a été la question de la puissance ou de la précision statistique. Les résultats préliminaires obtenus lors de deux études pilotes (Péladeau, 1999; Péladeau, Legault, & Forget, 2000) laissent déjà entrevoir la difficulté d'établir une différence observable entre les conditions de « fluidité » et de « surapprentissage » sur l'application et la rétention. L'augmentation du nombre de conditions expérimentales aurait entraîné une réduction du nombre

d'étudiants dans chacune des conditions, diminuant d'autant nos chances d'obtenir une différence notable entre les deux conditions principales.

Les nombreuses difficultés d'implantation survenues lors de l'expérimentation se sont traduites dans certains cas par des taux assez faibles de participation des élèves, avec dans certaines classes, une proportion assez importante d'étudiants n'ayant pas participé suffisamment aux activités mises en place dans le cadre de l'étude pour être inclus dans les analyses finales. Nous avons alors décidé en cours d'étude de profiter de ces difficultés d'implantation pour constituer à posteriori un groupe de comparaison qui, à certains égards, se rapprochait d'un enseignement traditionnel. Tout en étant conscient des difficultés d'interprétation liées à un fort biais de sélection d'un tel échantillon, nous avons malgré tout décidé d'inclure les résultats de ces élèves dans l'étude et de prendre divers moyens statistiques et méthodologiques pour diminuer les inconvénients de tels biais.

L'article qui suit, rédigé en anglais et soumis à la revue *American Educational Research Journal*, décrit en détail la procédure utilisée, les analyses effectuées et les différents résultats obtenus.

## RÉFÉRENCES

- Atwater, S. K. (1953). Proactive inhibition and associative facilitation as affected by degree of prior learning. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 400-405.
- Berquam, E. M. (1981). The relation between frequency of response and retention on a paired associates task. *Dissertation Abstracts International*, 42(06), 2460A. (UMI No. 8127415).
- Binder, C. (1996). Behavioral fluency: Evolution of a new paradigm. *The Behavior Analyst*, 19, 163-197.
- Binder, C., Haughton, E., & Van Eyk, D. (1990). Increasing endurance by building fluency: Precision teaching attention span. *Teaching Exceptional Children*, 22, 24-27.
- Blankenship, C.S. (1985). Using curriculum-based assessment data to make instructional decisions. *Exceptional Children*, 52, 233-238.
- Brophy, J. E., & Good, T. L. (1986). Teacher behavior and student achievement. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research in teaching, 3rd Edition* (pp. 328-375). New York: Macmillan.
- Dougherty, K. M., & Johnson, J. M. (1996). Overlearning, fluency, and automaticity. *The Behavior Analyst*, 19, 289-292.
- Driskell, J. E., Willis, R. P., & Cooper, C. (1992). Effect of overlearning on retention. *Journal of Applied Psychology*, 77, 615-622.
- Farr, M. J. (1987). *The long-term retention of knowledge and skills: A cognitive and Instructional Perspective*. New York: Springer.
- Gagnon, N., & Gould, J. (2001). *Un dérapage didactique: comment on a cessé d'enseigner le français aux adolescents*. Montréal: Stanké.
- Gickling, E. E., & Thompson, V.P. (1985). A personal view of curriculum-based assessment. *Exceptional Children* 52(3), 205-218 .
- Greenwood, C. R., Delquadri, J. C., & Hall, R. V. (1984). Opportunity to respond and student academic performance. In W. L. Heward, T. E. Heron, D. S. Hill, & J. Trap-Porter (Eds.), *Focus on behavior analysis in education* (pp. 58-88). Columbus, OH: Charles E. Merrill.
- Hagman, J. D., & Rose, A. M. (1983). Retention of military tasks. *Human Factors*, 25, 199-213.

- Haughton, E.C. (1972). Aims, growing, and sharing. In J. Jordan & L. Robbins (Eds.), *Let's try doing something else kind of thing* (pp. 20-39). Reston, VA: The Council for Exceptional Children.
- Haughton, E. C. (1980). Practicing practices: learning by activity. *Journal of Precision Teaching*, 1(1), 29-30.
- Heward, W. L. (1994). Three "low-tech" strategies for increasing the frequency of active student response during group instruction. In R. Gardner III, D. M. Sainaito, J. O. Cooper, T. E. Heron, W. L. Heward, J. W. Eshleman, & T. A. Grossi (Eds.), *Behavior analysis in education* (pp. 283-320). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Idol, L., Nevin, A., & Paolucci-Whitcomb, P. (1998). *Models of curriculum-based assessment (2nd Edition)*, Austin, TX: PRO-ED.
- Judd, W. A., & Glaser, R. (1969). Response latency as a function of training method, information level, acquisition, and overlearning. *Journal of Educational Psychology Monograph*, 60(4 Pt. 2), 1-30.
- Kelly, R. L. (1996). A functional analysis of the effects of mastery and fluency on maintenance. *Dissertation Abstracts International*, 57(2), 639A. (UMI No. 9616720)
- Kling, J. W., & Riggs, L. A. (1971). *Woodyorth & Schlosberg's experimental psychology (3rd ed.)*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Mandler, G. (1954). Transfer of training as a function of response overlearning. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 411-417.
- McFarland, R. A. (1928). The role of speed in mental ability. *Psychological Bulletin*, 25, 595-612.
- McFarland, R. A. (1930). Experimental study of the relationship between speed and mental ability. *Journal of General Psychology*, 3, 67-96.
- McGehee, W., & Thayer, P. W. (1961). *Training in business and industry*. New York, NY: John Wiley.
- Millward, R. (1964). Latency in a modified paired-associate learning experiment. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3, 309-316.
- Newell, A., & Rosenbloom, P. S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the power law of practice. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisitions* (pp. 1-55). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Orgel, R. (1984) *Improved learning and motivation in university calculus classes. The BehaviorTech Learning System: A training tool for modern times*. Lawrence, KS: BehaviorTech, Inc.

- Olander, C. P., Collins, D. L., McArthur, B. L., Watts, R. O., & McDade, C. E. (1986). Retention among college students: A comparison of traditional versus Precision Teaching. *Journal of Precision Teaching*, 4, 80-82.
- Ormrod, J. E., & Spivey, N. R. (1990). Overlearning and speeded practice in spelling instruction. *Psychological Reports*, 67, 365-366.
- Osgood, C. E. (1946). Meaningful similarity and interference in learning. *Journal of Experimental Psychology*, 36, 244-301.
- Peterson, L. R. (1965). Paired associate latencies after the last error. *Psychonomic Sciences*, 2, 167-168.
- Péladeau, N. (1999, mai). *FASTCARD: A Computerized Flashcard Program to Establish Accuracy and Develop Fluency*. Document présenté dans le cadre du 25e congrès international de l'Association for Behavior Analysis. Chicago, USA.
- Péladeau, N., Legault, A. & Forget, J. (2000, mai). *Les technologies de l'information et des communications et l'entraînement à la fluidité*. Conférence présentée dans le cadre du mini colloque sur les technologies éducatives au congrès de l'ACFAS. Montréal, Québec.
- Rosenshine, B., & Stevens, R. (1986). Teaching Functions. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook on research in teaching* (pp. 376-391). New York: Macmillan.
- Shirley, M. J., & Pennypacker, H. S. (1994). The effects of performance criteria on learning and retention of spelling words. *Journal of Precision Teaching*, 12, 73-86.
- Spangler & Hawkins, 1975;
- Spearman, C.E. (1914). The Heredity of Abilities. *Eugenics Review*, 6, 219-237.
- Tinker, M. A. (1931). The significance of speed in test response. *Psychological Review*, 38, 450-454.
- White, O. R. (1985). Aim \* star wars (setting aims that compete): Episode 1. *Journal of Precision Teaching*, 6, 7-13.
- Wolf, W., & Stroud, J. (1961). IQ test completion and intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 52, 245-253.



ARTICLE I

EFFECT OF PACED AND UNPACED PRACTICE

ON SKILL APPLICATION AND RETENTION: HOW MUCH IS ENOUGH?

ARTICLE I

EFFECT OF PACED AND UNPACED PRACTICE  
ON SKILL APPLICATION AND RETENTION: HOW MUCH IS ENOUGH?

Normand Péladeau, Jacques Forget, and François Gagné

Université du Québec à Montréal

Article soumis à l'*American Educational Research Journal*. 646 Learning, Research  
& Development Center, University of Pittsburgh, Pittsburgh PA 15260

## ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the relative benefits of mastery learning, overlearning, and fluency building instruction, on academic performance and long-term retention. College students enrolled in introductory statistics classes ( $n = 168$ ) were asked to practice every week using a computerized flashcard program until they attained various mastery criteria. Results confirm that practicing until mastery has been attained improves exam scores, success rate, and long-term retention. While engaging students in overlearning trials provides additional benefits, especially for long-term retention, there was no significant benefit of fluency building instruction on academic achievement or long-term retention. Despite the alleged detrimental effects of drill and practice, a positive relationship was found between the amount of practice and attitudes toward the course, the subject matter, as well as toward the practice activity. Students in the overlearning condition receiving fluency building instruction showed more positive attitudes toward computerized practices. The theoretical and practical implications of the study are discussed.

## PROBLEM DEFINITION

Much research has shown that the amount of time spent by students on academic tasks in the classroom correlates highly with academic achievement (Fischer et al., 1980; Stallings, 1975). However, according to Stallings (1980), simply increasing time-on-task does not guaranty improved learning or better academic performance; the nature of the activities involved must also be taken into consideration. Using a fine-grained analysis of classroom activities, Greenwood, Delquadri, and Hall (1984) found that some activities contribute more than others to the acquisition of the target skills and to the academic success of students. They proposed as an alternative to the traditional time-on-task notion, the concept of "opportunity to respond," which can be defined as the occurrence of teacher-formulated instruction (questions asked, materials presented, prompts, etc.) followed by appropriate academic responding (Greenwood et al., 1984). They found the frequency of opportunities to respond to be more predictive of academic performance than time-on-task measures. Thus, any instructional antecedents and methods that increase the rate of correct academic responses for most students constitute efficient means for increasing academic achievement (Greenwood et al., 1984; Greenwood, Hart, Walker & Risley; 1994). These findings confirm earlier observations made by Rosenshine and Berliner (1978), that the most effective teaching methods are characterized by a pattern of controlled practice, consisting of factual questions, student academic responding, and adult academic feedback. For his part, Heward (1994) suggested that the frequency count of students' responses to the curriculum within a given instruction period may well be the most useful and readily available measure to assess how active an instruction method is. It can be argued that it is precisely this capacity to produce high response frequency that explains the well-documented effectiveness of computer-assisted instruction (Gilligham & Guthrie, 1987; Kulik & Kulik, 1987), Direct Instruction (Adams & Engelmann, 1996; Stallings, 1975; White,

1988), peer-tutoring (Cohen, Kulik & Kulik, 1982; Delquadri, Greenwood, Stretton, & Hall, 1983), and teaching techniques, such as choral responding, flashcards, practice sheets, and guided notes (Heward, 1994).

While there is ample empirical evidence substantiating the relation between response opportunities and academic performance, much remains to be discovered concerning the conditions that are more likely to produce optimal learning performances. Among them, many recurring questions concern the appropriate amount of practice needed for optimal learning (Ebbinghaus, 1885/1964; Heward, 1994, Judd & Glaser, 1969; Roshenshine & Berliner, 1978; Thorndike, 1921). For example, how many times should students practice a specific skill? When should we interrupt practice on a specific topic and move on to something else? How should we schedule practice periods in order to optimize learning without submitting students to useless practice that can produce negative attitudes toward such a repetitive task? The most widely recognized criterion comes from the various instruction models grouped under the “mastery learning” perspective, such as Bloom’s Learning for Mastery (Block & Anderson, 1975; Bloom, 1976) or Keller’s Personalized System of Instruction (Keller, 1968). In these models, the progression of students through the learning units is contingent on attaining a mastery criterion, most often defined as an accuracy level somewhere between 80% and 90% of correct responses. Students who are unable to reach this level are provided with corrective activities, such as alternate reading or peer tutoring; then, they need to take the test again until the mastery criterion is attained. The effectiveness of these methods, when compared to traditional teaching methods, has been clearly demonstrated (Kulik, Kulik, & Bangert-Drowns, 1990; Kulik, Kulik & Cohen, 1979; Guskey & Gates, 1986; Slavin, 1987). At the same time, some empirical evidence leaves open the question of whether or not such a single accuracy criterion is sufficient to define true mastery.

*Overlearning Research*

One such area of study is the overlearning effect. Research findings on overlearning show that continuing practicing after learners have attained high accuracy criterion may improve retention (Driskell, Willis, & Cooper, 1992). Many educational researchers have also stressed the importance of engaging students in frequent revisions of mastered skills (Brophy & Good, 1986; Hirsch, 1996; Rosenshine & Stevens, 1986; Vockell & Schwartz, 1988). Despite a large body of data supporting the positive effect of overlearning on retention, and despite the wide acceptance of the value of overlearning in education and training, research on this topic suffers from several methodological shortcomings that justify some concerns about its practical value for education. Numerous authors have stressed the low ecological validity of many studies on memory (Bahrick, 1979; Neisser, 1983; Semb & Ellis, 1994). According to Bahrick (1979), memory research has contributed little toward understanding acquisition and retention of complex knowledge under ecologically realistic conditions. Similar objections can be raised toward studies on overlearning. For example, most studies were performed in laboratory settings or involved trivial or circumscribed learning tasks (e.g., lists of nonsense syllables, paired-associates, spelling of short lists of words). Very few studies have been conducted in classroom settings on meaningful academic content; and these have generally yielded inconclusive results. For example, Reynolds and Glaser (1964) trained 75 high school students to recognize science terms up to various levels of learning, no difference in retention was observed after two days or three weeks. Another shortcoming of overlearning studies, exemplified by the above study, is that most of them use very short retention periods. For example, in the Driskell et al. (1992) meta-analysis, the median retention interval for comparisons involving cognitive tasks was two days, and the longest one was 28 days. Both the lack of implementation in applied settings and the short retention measures are especially troublesome if we consider one of the conclusions of Driskell et al.'s (1992) meta-analysis, namely that for cognitive tasks, the increased retention due to overlearning is likely to dissipate after only five to

six weeks, a time span few educators would consider of any practical value. While some correlational studies of teacher behaviors suggest that engaging students in overlearning is associated with higher academic achievement (Brophy & Evertson, 1976; Brophy & Good, 1986), or that effective teaching methods often provide periodic reviews of learned material (Rosenshine & Stevens, 1986), the evidence they offer for the effectiveness of overlearning in school settings is only indirect. Furthermore, they do not allow for the quantification of the benefits gained from repeated practice nor do they offer any guidelines as to the quantity of overlearning needed to ensure long-term retention.

#### *Precision Teaching and Fluency Research*

Practitioners and scholars from the Precision Teaching movement (Binder, 1993) have also questioned the appropriateness of operationally defining a mastery criterion solely in terms of accuracy, and tried to provide answers to the “how much practice is needed” question. According to them, students who want to progress and become competent on a given composite skill or knowledge task must achieve both accuracy and speed on its components and prerequisites (Binder, 1993; 1996; Kubina & Morrison, 2000). For this reason, Precision Teaching specialists propose that progress through curriculum hierarchies should not be based on accuracy-only criteria, but on fluency criteria, fluency being defined as accuracy plus speed (Binder, 1996). Several experimental and applied studies in this area confirm that practicing beyond a traditional mastery criterion up to a high fluency level significantly improves not only the students’ academic performance and retention (Ivarie, 1986; Olander, Collins, McArthur, Watts & McDade, 1986), but also their endurance, defined as the maintenance over time of highly accurate and fast responses (Binder, 1996; Binder, Haughton, & Van Eyk, 1990). Moreover, fluency facilitates the transfer of these newly acquired skills to applied settings or to more



complex skills (Bucklin, Dickinson, & Brethower, 2000; Evans & Evans, 1985; Haughton, 1972; Johnson & Layng, 1992).

However, because (a) fluency training always involves practicing beyond initial mastery, and (b) repeated practice is accompanied by a decrease in response latency (Judd & Glaser, 1969; Newell & Rosebloom, 1981), it becomes hard to ascertain whether the observed benefits of fluency training are caused by the achieved fluency level or simply by the amount of practice needed to establish such distinct fluency levels. This has led Dougherty and Johnson (1996) to suggest that fluency might not be distinguishable from overlearning or automaticity. Binder (1996) argued, however, that overlearning could be considered the procedural description of the phenomenon, whereas fluency could be viewed as its measurable outcome. In this respect, fluency could nevertheless be useful both as a measure of the degree of learning that occurs beyond the 100% accuracy level and as a criterion to decide when practice could be stopped. A similar proposal was made by Judd and Glaser (1969) in their studies on the effect of overlearning on response latency. They argued that response latency could be an accurate measure of learning progress, and could thus be used for instructional decision making, especially in a situation where response accuracy is high.

The focus placed in Precision Teaching classes on measuring performance through response frequency, and on using high-paced prompting and fluency-coaching techniques to encourage students to engage in high-speed responding has led some researchers and teachers to make an even stronger claim (Berquam, 1981; Browne, Dunne, & Cooper, 1996; Kelly; 1995; McCarty, 1999). They argue that if one recognizes that response fluency accurately measures the degree of learning, it follows (a) that

students can be specifically trained to increase that frequency beyond what could be obtained simply by engaging them in overlearning trials, and (b) that such an enhanced fluency provides benefits beyond the incidental fluency that naturally results from repeated practice. This hypothesis implies that response frequency would not just be an epiphenomenon of overlearning practice, but could be controlled by some antecedent stimuli such as pacing instructions or incentives. There is no doubt that such a demonstration would have great educational value, since it would represent, much like the well-known spacing effect (Dempster, 1988), a way to obtain greater learning without any additional amount of practice. To our knowledge, no study has examined if subjects could be specifically trained, by any means other than engaging them in repeated practice, to decrease their response latency. There is, however, some empirical evidence suggesting that paced practice could provide additional benefits over unpaced overlearning practice. For example, in an experimental study on the performance of two groups of third graders on a paired-associates task, Berquam (1981) concluded that fluency-trained students had greater retention levels than students in an unpaced practice condition, although the latter group completed 60% more practice problems. Unfortunately, the author did not report any accuracy measures, only using response rates as indicators of retention. Also, although he found significant differences on three of his four indicators of retention, he failed to demonstrate a significant effect on the most relevant one. The author also did not adequately control for prior differences in performance. Shirley and Pennypacker (1994) used a single-case experimental design to compare the effect of various fluency criteria on the spelling performance of two eight graders; they observed higher retention rates from speeded practice for one subject but not for the other. On a spelling instruction task, Ormrod and Spivey (1990) measured retention after three weeks; they found no statistically significant difference in accuracy between paced and unpaced overlearning practices. Their data nevertheless did show a

difference of 0.36 standard deviation in favor of the paced practice group, suggesting that statistical significance could have been achieved with a larger sample.

Beside insufficient control of amount of practice, inadequate control of initial differences in student abilities is another methodological problem observed in many studies trying to link academic performance to fluency level. Most of these studies are correlational in nature. For instance, Binder (1984, in Binder, 1996) found that students who achieved higher response rates showed less performance decrements when asked to maintain their performance level for long intervals. However, since shorter response latency is a well-known characteristic of high ability students (McFarland, 1928; 1930; Spearman, 1914; Tinker, 1931, Wolf & Stroud, 1961), it is not clear whether the benefits observed for students who achieved high fluency levels can be attributed to the training itself or to preexisting high intellectual aptitudes.

In summary, while many applied studies in educational settings have demonstrated the importance of attaining mastery, defined as high accuracy levels, the importance of engaging students in overlearning activities beyond this initial mastery level remains to be demonstrated. Much also needs to be learned about the impact of (a) fluency instructions in the form of paced practice, or (b) reaching fluency aims on the development, maintenance, and application of academic knowledge and skills.

### *Purpose of the Study*

The present study was designed to investigate the relative benefits of mastery learning, as well as paced and unpaced overlearning, on academic performance and long-term retention. Efforts were made to circumvent limitations of prior studies by (a) controlling for initial differences in cognitive abilities, (b) controlling the amount of practice, and (c)

experimenting in natural academic settings with meaningful academic content. The main research questions were: (a) Does overlearning lead to better academic performance and long-term retention than terminating practice when initial mastery is attained; (b) Does paced practice, namely training students to increase their correct response rate per minute, provide any additional benefits beyond what can be obtained by mere practice?

The study also aimed at evaluating the students' attitudes toward the subject matter and toward computerized practice under the various practice conditions. There is a prevailing belief among schoolteachers that repeated practice could have negative effects on student attitudes and motivation (Bennett, Finn, & Cribb, 1999). Such beliefs are manifested in popular sayings like "drill and kill," and are maintained and disseminated by influential authors in education (e.g., Kohn, 1999). Interestingly, we were unable to identify a single experimental study demonstrating such a detrimental effect of drill-and-practice. In fact, the few published studies on this topic report either no effect on attitudes (e.g., Davies, 1972) or positive effects on (a) student motivation (McDermott & Stegemann, 1987; Smith, 1980; Weitzman, 1964), (b) their attitude toward the subject matter (Mevarech, Siber & Fine, 1991; Vincent, 1977; Wittman, 1996), and (c) the practice activity itself (Heath-Legg, 1992; Lanchantin, 1991). Also, Nathan & Baron (1995) have shown that students often prefer drill-and-practice programs to other types of computer programs, including games and simulations. Nevertheless, to safeguard against any unintended adverse effects, as well as to establish the social validity of teaching methods involving a large amount of practice, we found it important to ensure that the repeated practice required for overlearning not have such negative impacts on student attitudes.

## METHOD

### *Participants*

A total of 190 college students enrolled in an introductory quantitative methods course constituted the initial pool of participants. They were distributed among eight groups and four professors from two colleges of the greater Montreal area. Twenty-two students abandoned the course before the end of the semester, and were excluded from the study. Within each group, the remaining students were matched in terms of abilities (see below), and then randomly assigned to three experimental conditions: (a) mastery learning only; (b) accuracy-oriented overlearning, and (c) fluency-oriented overlearning.

### *Training Materials and Practice Instructions*

Four distinct—but largely overlapping—item banks, one for each professor, were developed and grouped into nine different practice units; they varied in size between 497 and 529 items. They were adapted to the lesson sequence and vocabulary of the two textbooks used (Amyotte, 1998; Grenon & Viau, 1999), as well as to the specific topics covered by each professor. Items on specific topics not covered by a professor were also removed from his/her students' item bank. The items were designed to provide practice at various skill levels, including declarative and procedural knowledge (Anderson, 1983). Using task analysis techniques, complex problem-solving skills were broken into series of smaller steps and prerequisite skills; the questions were then designed to train each of those components separately or in small sequences of a few steps at a time (Englemann & Carnine, 1982). The practice activities were controlled by the PracticeMill computerized flashcard software (Péladeau, 2000). The software was installed on the colleges' computer network and was accessible seven days a week from

numerous computer rooms. The computer program collected data on each student, including date, time, and duration of practice, total score obtained on each practice unit, as well as answers and response time for each item. The practice software also controlled students' access to practice files, and provided them with different practice instructions based on their experimental condition.

The professors were asked to include the computerized weekly practices in their course activities, and were invited to give students a minimum of 15 points (out of 100) for attending those practice sessions and attaining the weekly practice criterion. The actual number of points they chose to give varied from five to twenty. They were also given the choice to schedule the practice periods during or outside class hours. All of them adopted a mixed solution, scheduling some practice time during class hours, but letting students do most of it outside class hours. As soon as a professor completed a given topic, the related practice unit was made available to the students. Students were initially instructed to practice each available unit at least once weekly until they reached an accuracy criterion of 85% on each of them, or until they made five consecutive unsuccessful attempts.

### *Experimental Conditions*

After the first two weeks of computer practice, students in each group were ranked according to their prior ability level and initial performance on the first two practice units. The ability level was measured using the high school GPA score used by Quebec colleges for student selection. This index is computed from the standardized scores obtained by students during their last two years of high school. In the case of 34 students, for whom this score could not be obtained, an IQ test was administered and used as an ability measure (Otis, 1962). Within each group, trios of matched-ability students were created and randomly assigned to one of the following experimental conditions.

*Mastery group.* Students in the mastery condition had to practice a specific unit until they reached a stable level of 85%. This stability criterion was attained when the last performance on a specific week was above 85%, and was followed the next week by an initial performance equal or above that same criterion or by an average of at least 85% on the first two trials. When the student reached that criterion for a specific practice unit, it was automatically removed from his weekly practice load and made unavailable for the remainder of the semester.

*Overlearning group - accuracy instructions.* After attaining the same mastery criterion as the first group, members of this first overlearning group were asked by the computer program to continue practicing the mastered unit twice a week for up to five weeks. They were instructed to maintain or further increase their accuracy level. This group will henceforth be referred to as the high-accuracy condition.

*Overlearning group - fluency instructions.* After reaching the initial mastery criterion, students in the second overlearning group, called the fluency condition, had to continue practicing each mastered unit twice a week for five consecutive weeks. The number of practice sessions and items was controlled to ensure that they received the same amount of practice as the other overlearning group. However, contrary to the former group, these students were asked to focus on increasing their correct response rate. At the beginning of a weekly practice on mastered units, they were given their highest frequency score expressed in number of correct responses per minute, and were instructed to increase that response rate. Their performance on each practice unit was expressed in that same response rate measure.

All the students were informed that a study was being conducted on the effect of computerized practice, but were not told of the existence of various experimental groups within each class. Each week, when they began practicing, they were just given the list of practice units, each with its performance criterion for the week. They were not told in advance what performance level would bring a given unit to be judged mastered and thus removed from their practice load. The professors were informed of the three different experimental conditions, and of the fact that those conditions would produce individual discrepancies in amount of practice. However, they were not told which students were in each experimental condition.

*Special Comparison Group*



Of the 168 students who completed the course, only 54% ( $n = 90$ ) did practice enough to reach the minimal mastery criterion needed to be included in the study. Those who did not were excluded from the three experimental groups; but we decided to include them in a special comparison group. Major differences in the practice contingencies and classroom management behavior of the four professors seem to explain the large percentage of non-participation. Indeed, the percentage of students who practiced enough to reach the initial mastery criterion varied from 33% for the most permissive professor up to 85% for the professor who awarded the highest number of points and maintained the most constant pressure to participate. We also found a moderate relationship between the prior ability level of the students and their amount of practice. The ability level of the non-participating students was 0.78 standard deviation below that of the students who remained in their experimental group ( $CI_{95} = [0.46, 1.12]$ ). There was also a clear interaction between the students' aptitudes and the professors' practice contingencies. High ability students generally participated regardless of the practice contingencies they were exposed to, while lower ability students were much less likely to participate when there was less incentive or pressure to do so. Attrition and failure to practice enough were not related to the various treatment conditions.

Despite a clear self-selection bias that made those students nonequivalent, we decided to supplement the study with such quasi-experimental data, and try to control, both statistically and experimentally, for the observed initial differences in ability level. Also, since most students in this comparison group did profit from some practice and from the potential benefit of continuous assessment of their performance, they cannot be considered equivalent to a non-treatment condition. Nevertheless, we thought that the inclusion of such a group would allow us to measure the additional benefit of achieving mastery, as well as shed some light on the factors that affect student participation.

### *Dependent Measures*

*Academic performance.* The impact of various practice conditions on knowledge application was assessed by comparing the performance of the students on their respective end-of-semester exams. The exams, prepared independently by each professor, consisted mostly of application problems; the students were asked to perform various complex tasks on sample data sets, such as constructing a frequency table, using graphics to illustrate a distribution, computing chi-square values, performing and interpreting hypothesis tests, etc. When questions from the computerized practice units were used in an exam, those items were excluded when computing the exam score.

*Retention.* To assess whether the three experimental conditions could produce differences in long-term retention of practiced skills, we administered a retention test to a sub-sample of 83 students. This retention test consisted of 44 questions covering topics introduced in the first half of the course. We restricted the retention test to those topics because they were the ones on which there were clear differences in practice conditions between the mastery group and the two overlearning conditions. We excluded topics for which most students had not had enough time to either reach the mastery level or engage in overlearning trials. Twenty-six of the 44 questions were taken directly from the pool of questions they had practiced, while 18 consisted of new questions, similar in format but involving different examples or values. By including these two types of questions we could verify whether any observed differences could be attributed to a simple retention of responses to specific questions or to successful transfer to new examples. This retention test was given approximately 6 months after they had ceased practicing the topics covered by the retention test.

*Attitudes.* A short custom-made attitude questionnaire was administered to the 83 students who participated in the retention test. This survey consisted of seven statements whereby students were asked to respond on a 5-point Likert scale ranging from “strongly disagree” to “strongly agree.” The questions covered attitudes toward the course and the teaching they received (three items), toward statistics as a subject matter (two items), and toward the computerized practice itself (two items). An open-ended question allowed the students to express in writing their opinion on any topic related to the course, on the computerized practice, and on the experiment.

#### *Retention test procedure*

All the students in the three experimental groups were contacted and asked to participate in a study on the teaching effectiveness of quantitative methods. No reference was made to the previous study. They were scheduled at a specific time and location at their college, and were offered \$20 for their participation. Students from the special comparison group were also invited to participate in the retention post-test. The following criteria were used to select students from this group: (a) those with the highest ability level, (b) those who had successfully completed the course, and (c) those who were enrolled in the classes of the two professors with the lowest participation rates. Selecting only the best students in the non-mastery group considerably reduced the difference in initial ability level between students in the comparison group and those in the three experimental conditions. Also, since the majority of the students who failed the course were required to take it again the following semester, we had to eliminate students currently enrolled in this course. The decision to restrict the selection of non-mastery students to the four classes with the lowest participation rates was made to ensure that the sample would include students who would have most likely participated if they had been provided with stronger incentives.

The retention test and attitude survey were administered by the experimenter or his research assistant. Students were first asked to sign a consent form in which they were informed of the purpose of the follow-up study. The attitude survey was administered to the students followed by the paper and pencil retention test. They were told that the purpose of this test was to assess their retention of the material they had learned during the course. It was emphasized that this test was not intended to evaluate them, but to compare the effectiveness of different practice conditions that had been experimented during the previous semester. They were told that they had 20 minutes to complete this questionnaire, but that they should have plenty of time to answer all questions.

#### *Data Analysis*

Several problems prevented us from using only the final exams and aggregating the standardized exam scores across the various groups. First, it was not possible to assume that the exams were of equal difficulty level, nor that they tested similar sub-skills or covered the same content areas. Also, because of huge differences found in the participation rate between various groups, aggregating standard scores would have confounded the experimental effects with the implementation, and would have inflated variance heterogeneity in the different groups when comparing the experimental conditions. For that reason, we chose to analyze the difference in exam scores for each professor separately, and use meta-analytic techniques to summarize the overall effect (Schmidt & Hunter, 1990). This strategy has the additional benefit of providing information about the generalizability of the teaching technique by allowing a direct assessment of the stability of results across professors.

We encountered another problem with the analysis of exam scores. Professors administered three or four exams during the semester at intervals of four or five weeks

and, except for one exam administered by a single professor, none were cumulative. We have to consider the fact that it took typically between two to four weeks for the students to master specific units, and an additional five weeks to establish clear differences between the mastery only condition and the two overlearning conditions. This means that while differences between experimental groups were established during the entire semester, most of the final exams covered only the last topics of the course. These were topics for which there had not been enough time, either to establish clear differences between experimental groups, or to allow most students to even reach the minimal mastery criterion. To minimize this problem, we compared the scores on the first two periodic exams using only those students who had mastered at least half of the units covered in the first half of the course, while the comparison of scores for the remaining exams was made using only those students who had mastered half of the units introduced in the second half of the course. Comparisons for the single cumulative exam were made for all students in the different experimental conditions.

The impact of the various experimental conditions on academic performance, retention, and attitudes, was assessed using bivariate regression analyses. When statistical control for initial differences was required, hierarchical multiple regression analyses or partial correlation analyses were conducted. The obtained correlation coefficients were then transformed into Cohen's  $d$  measure of effect size (Cohen, 1969), and reported along with a 95% confidence interval. Several authors have criticized significance testing, and suggested that effect size measures be reported either in addition to or in place of those tests (Cohen, 1994; Morrisson & Henkel, 1970; Oakes, 1986; Schmidt, 1996). These repeated criticisms have led to changes in the fifth edition of the Publication Manual of the American Psychological Association (APA), where it is noted that "because confidence intervals combine information on location and precision and can often be directly used to infer significance levels, they are, in general, the best reporting strategy.

The use of confidence intervals is therefore strongly recommended.” (p. 22) In conformity with that trend, as well as to some recommended changes to the AERA editorial policy (Thompson, 1996), and to the statistical practice of educational researchers (Keselman et al., 1998), we have opted to present and interpret effect sizes and confidence intervals rather than p values or significance levels. We will use as a guideline, for the interpretation of those effect sizes, Cohen’s definitions of small, medium, and large effect sizes, which correspond to differences of at least 0.2, 0.5 and 0.8 standard deviation respectively. For purposes of comparison, the median standardized difference of the 181 meta-analytic studies related to education reported by Lipsey and Wilson (1993) was 0.39, while Hattie, Briggs, & Purdie’s (1996) synthesis of 304 meta-analyses on educational interventions yielded an effect size of 0.40.

## RESULTS

### *Treatment Implementation*

Table 1 presents descriptive measures for variables designed to assess (a) the initial equivalence of the three experimental samples and the comparison group, and (b) the integrity of the implementation. As mentioned previously, the data show a substantial difference in aptitude levels between students who did not participate (non-mastery group) and those who did. This difference is found on the measures of both prior academic aptitude ( $d = 0.87$ ,  $CI_{95} = [0.54, 1.22]$ ) and initial performance on each practice unit ( $d = 0.54$ ;  $CI_{95} = [0.19 - 0.90]$ ). Further analyses will seek to take these important differences into account. The three experimental groups were similar in terms of prior academic achievement. However, we found the initial performance level of the mastery group students to be slightly superior to that of students in the two overlearning conditions ( $d = 0.35$ ;  $CI_{95} = [-0.11, 0.84]$ ).

The number of practice sessions represents the most tangible measure of implementation. Table 1 clearly shows that the two overlearning groups end up with about twice as much practice as the students in the mastery condition, and three times as much as the students who did not reach the mastery criterion. The present study also aimed at establishing differences in response speed between the two overlearning conditions, with the fluency group showing a faster response rate and the accuracy group demonstrating a higher percentage of accurate responses. The data seem to confirm this assumption. The fluency group students were able to multiply their initial correct response rate by a factor of 4.0, whereas those in the high accuracy condition multiplied their initial rate by a factor of 3.4 ( $d = 0.58$ ,  $CI_{95} = [-0.02, 1.21]$ ) despite a slightly higher number of trials. This latter group also did achieve moderately more accurate performances than the fluency group ( $d = 0.61$ ,  $CI_{95} = [0.02, 1.24]$ ).

The large discrepancies observed in terms of within-group variability on the final accuracy measure may also reflect implementation conditions. The data show a standard deviation more than twice as small for the mastery group than for the high accuracy group, and more than three times smaller than for the fluency group. This is consistent with the fact that the accuracy level was used as the termination criterion for the mastery group, creating a floor effect on the distribution of that variable. The slightly larger variance observed in the fluency condition, when compared with the other overlearning group, is also consistent with the experimental instructions. Our examination of the performance profiles of individual students in the fluency group revealed that the instruction to focus on increasing the response rate was often followed by a decrease in accuracy; it appeared that the students were trying hard to respond more quickly, often at the cost of accuracy.

### *Academic Achievement*

*Success rates.* One of the main goals of any teaching activity is to help students better understand the subject matter and ultimately succeed. By far, the most impressive difference observed between the four groups was directly related to the issue of success rate. Historically, the introductory course in quantitative methods has one of the lowest success rates of all compulsory core courses in the social sciences college program (Commission d'évaluation de l'enseignement collégial, 1995). Approximately one third of the students who complete the course fail to reach the minimum passing grade. Of the 78 students who completed the course but did not practice enough to reach the mastery criterion, 32 (41%) failed, while only one student failed among the 90 who reached the mastery criterion. This huge difference in failure rate still holds when we take into account the prior academic aptitudes of the students ( $d = 0.87$ ,  $CI_{95} = [0.55, 1.22]$ ). Based on the characteristics of the students who failed, we estimated that the expected failure rate in the three experimental groups should have been 27%. This finding is consistent not only within, but also between groups. There was a direct relationship between the participation rate induced by the different professors and the success rate observed in their groups. The professor whose students least participated (33%) was also the one with the highest failure rate (35% of those who completed the course), while the one with the highest level of participation (85%) obtained the lowest failure rate (2%). A regression analysis between the failure rate observed in the eight groups and their participation rate confirms this strong relationship ( $r = -.91$ ,  $CI_{95} = [.55, .98]$ ).

One alternative explanation of such differential success rates between and within groups might be the amount of points obtained by meeting the practice requirements. Since up to 20 points could be obtained simply by practicing and since the most successful professors were also those who had given the highest number of points for practice, one



could hypothesize that the observed discrepancy in success rates was simply caused by the absolute number of points obtained for this specific activity. To rule out this alternative explanation, we need to demonstrate that practice also improved the students' performance on other course activities, especially on the various exams administered by the professors. Effect sizes on exam scores were computed separately for all 12 exams, and an overall effect size was computed using meta-analytic statistical procedures. For all comparisons involving the non-experimental group, effect sizes were computed both on the original scores and on scores statistically adjusted for differences in prior academic performance. As shown in Table 2, the unadjusted differences between the non-mastery group and the three experimental groups suggest that practicing up to mastery or beyond increases exam scores by a margin varying between 0.56 and 0.83 standard deviation above the performance of those who did not reach the mastery criterion. The adjusted differences, after controlling for prior academic achievements, suggest that part of this difference may be attributed to the observed initial differences, but that practice still produces a modest positive impact, with standardized differences ranging between 0.16 and 0.43. Comparisons of exam scores between those who just reached the mastery criterion and those who engaged in overlearning show that the latter two groups performed slightly to moderately better, with their exam scores exceeding those of the mastery group by 0.42 to 0.57 standard deviation. Engaging in overlearning, with accuracy or fluency instructions, does not seem to make a difference, both groups obtaining almost identical scores ( $d = -0.03$ ).

The separate analysis of the exam scores for each of the four groups brings an additional benefit, namely the ability to establish the consistency of the observed differences, and thus assess the generalizability of the conclusions based on an aggregate measure. The academic benefit of reaching mastery performance and of engaging in overlearning trials was observed in a large majority of the exams. In fact, when looking at the unadjusted

scores, only three of the 36 effect sizes computed between the non-mastery condition and the three other experimental conditions (e.g., 4 x 3 exams x 3 comparisons) were in the opposite direction. The ratio was six out of 36 when using adjusted scores. A similar stability level in the direction of the effect sizes across professors and exams was found when comparing the mastery group with the two overlearning conditions (only 3 negative effect sizes out of 24). Noteworthy is that 7 of the 9 negative results observed among these 60 comparisons came from a single professor. The only comparisons yielding inconsistent results involve the two overlearning conditions: there is an equal proportion of negative and positive effect sizes, confirming the absence of any systematic difference between these two conditions.

In only one case the professor's final exam was cumulative, covering the whole semester's content. It is worth noting that it was on that particular exam that the most important beneficial effects were observed; not only did the mastery group significantly surpass the non-mastery group (adjusted standardized difference = 0.51,  $CI_{95} = [-0.40, 1.52]$ ), but the performance of the two overlearning groups exceeded that of the mastery group by no less than an additional 1.15 standard deviation ( $CI_{95} = [-0.04, 2.59]$ ).

### *Retention*

Bivariate comparisons between various subgroups on the retention test are presented in Table 3. We can see in that table the effect sizes obtained for the total score of the post-test, as well as separately for recall and transfer items. The selection, for the retention post-test, of the best students among those who had not practiced enough, significantly reduced the important initial differences of that group in terms of prior academic

achievement and initial comprehension. Compared to students in the three experimental conditions, students from the non-mastery comparison group who participated in the retention post-test had only slightly lower scores on academic aptitude ( $d = 0.24$ ;  $CI_{95} = [-0.20, 0.69]$ ) and almost identical scores on the initial comprehension measure ( $d = 0.11$ ;  $CI_{95} = [-0.33, 0.55]$ ). Further statistical control for the remaining differences did not modify the main observations; consequently, we can present unadjusted effect sizes. The performance gap between the non-mastery and the mastery groups illustrates the important benefit of reaching mastery. The mean score of students in the first group was 55.7% ( $SD = 11.3$ ) as opposed to a total retention score of 65.3% ( $SD = 13.9$ ) in the mastery group; it corresponded to a difference of 0.77 standard deviation. While part of this higher retention score can be attributed to the higher accuracy level attained during the course, the comparison of the relative loss in accuracy suggests that students in the mastery condition retained a little bit more of what they had learned than students who did not practice enough to reach the mastery criterion ( $d = 0.22$ ;  $CI_{95} = [-0.39, 0.85]$ ). A large benefit in performance was also found for students in either overlearning condition, when compared to the mastery group. The two overlearning groups obtained almost identical retention scores of 75.2% for the high accuracy condition and 75.1% for the fluency condition yielding effect sizes of respectively 0.85 and 0.82, when compared to students in the mastery condition. The cumulative benefit of reaching mastery and engaging in overlearning trials is expressed by very large differences between the non-mastery group and both the high accuracy ( $d = 1.95$ ) and fluency group ( $d = 1.87$ ). Whether students engaged in overlearning were instructed to maintain and further increase their accuracy or to focus on improving their response rate did not influence long-term retention; both groups achieved similar high retention levels ( $d = -0.02$ ). Another substantial difference worth noting is the amount of time taken to answer the retention post-test. Not only did the students in the two overlearning conditions obtain much higher scores, but they did so in less time than the other two groups. Indeed, they

answered all 44 questions in an average time of 10.7 minutes, compared to 12.8 minutes for the other two groups ( $d = -0.74, CI_{95} = [-1.22, -0.29]$ ), which suggests that students in both overlearning conditions achieved higher proficiency.

### *Attitudes*

Attitude comparisons among classes yielded important differences, especially in the case of attitudes toward the course and toward practice. Students who were in the classes of professors who had induced higher participation rates showed more positive attitudes toward this activity ( $r = .32, CI_{95} = [.12, .50]$ ). The data in the bottom half of Table 3 show comparison results on attitude measures statistically adjusted for the observed differences between classes with different professors. The table shows the standardized differences between the various groups for both the overall score and the three subscales. The data reveal that participating students show more positive attitudes than nonparticipating students. These differences in attitude are especially large and consistent in the case of the global score ( $d = 0.66$ ) and the Course subscale ( $d = 0.96$ ). While there is no noticeable difference in attitude toward practice between the non-mastery and mastery groups, students in both overlearning conditions show slightly to moderately more positive attitudes toward practice. Interestingly, students who were instructed to focus on increasing response rate had more positive attitudes toward practice than both the students who stopped at initial mastery ( $d = 0.53, CI_{95} = [-0.11, 1.16]$ ) and those in the high-accuracy overlearning condition ( $d = 0.47, CI_{95} = [-0.18, 1.15]$ ). In short, contrary to popular belief among educators, there does not seem to be any detrimental effect of engaging students in overlearning trials beyond initial mastery. All differences between the high accuracy group and the mastery group are negligible, ranging from -0.01 to 0.26 standard deviation, most of them in favor of the overlearning condition. The only potential indication of a negative impact was found

for the fluency group students who showed slightly more negative attitudes toward statistics than the students in the high accuracy overlearning condition ( $d = -0.32$ ,  $CI_{95} = [-0.98, -0.33]$ ). However, their attitudes toward the subject matter did not differ from those of students in the mastery and non-mastery conditions.

## DISCUSSION

The main purpose of this study was to examine the impacts of various amounts of practice and various practice conditions, on academic performance and long-term retention. More specifically, we tried to verify if fluency building practices would provide additional benefits compared to standard overlearning practices where students are simply asked to maintain their accuracy level. Comparisons between students who reached the mastery criterion and those who did not lead us to conclude that practicing until mastery does provide a benefit, whether we look at exam scores, success rate, or long-term retention. In this respect, our results support previous findings which show that practicing until mastery has a positive impact on academic achievement (Block & Burns, 1976; Guskey & Gates, 1986; Kulik et al., 1979; 1990; Slavin, 1987), as well as on long-term retention (Farr, 1987).

Comparisons between students in the two overlearning groups and those in the mastery condition also show that engaging students in overlearning trials provides further benefits, especially when looking at the long-term retention of the learned material. These results confirm findings from laboratory studies on memory which suggest that overlearning improves long-term retention (Driskell et al., 1992; Farr, 1987); they bring much needed ecological validity to this area of research by showing that the benefits hold true in an applied setting. However, contrary to Driskell et al.'s (1992) observation that the effect of overlearning of cognitive skills only lasts five or six weeks, we

observed a much longer retention effect. Indeed, we found large skill differences about five to six months after the students had stopped practicing.

Another important research question looked at the differential effectiveness of standard overlearning trials versus paced practice focusing on an increase in response rate. Our results suggest that while students in the paced practice condition were able to attain slightly higher response rates than those in the standard overlearning condition, that difference impacted neither academic achievement nor long-term retention. These results coincide with some prior research where no significant effect was found (Makepeace, 1998; Ormrod & Spivey, 1990; Pedego, 1999), but contradict the conclusions of other experimental studies, such as Berquam (1981) and Kelly (1995).

Finally, the results of the current study suggest that the alleged detrimental effect of drill and practice is nothing more than a myth. Not only did we find no supporting evidence for this detrimental effect, but our data indicate that repeated practice may even result in more positive attitudes (a) toward the course, (b) toward the subject matter, and (c) toward computerized practice. These results confirm the conclusions of previous studies, which show that students often prefer drill-and-practice software over other types of educational software (Nathan & Baron, 1995), and that this learning technique often produces positive affective outcomes (Heath-Legg, 1992; Lanchantin, 1991; McDermott & Stegemann, 1987; Mevarech, Siber & Fine, 1991; Smith, 1981; Vincent, 1977; Weitzman, 1964; Wittman, 1995). In fact, focusing the practice during the retention building phase on an increase in correct response rate rather than on the maintenance of high accuracy levels may increase the interest in such an activity and, consequently, the general satisfaction toward the course. A similar conclusion was reached by Pedego (1999), who found that students appeared to prefer faster fluency-

based training to slower overlearning training. This finding also provides empirical support for Lindsley's (1996) observation that fluency training is enjoyable.

An appropriate interpretation of these findings should take into account both the methodological strengths and weaknesses of the present research. From the beginning, we rejected the option of a controlled experiment in a laboratory setting. Instead, we asked existing college professors to incorporate a weekly practice activity into their existing course. The great amount of effort spent in assessing the implementation process and the effects of these teaching techniques in a setting as similar as possible to standard college instruction increased the ecological validity and allowed us to collect valuable information about implementation issues. It also allowed for the circumvention of two of the major weaknesses of applied studies in education, namely teacher and implementation biases. First, by performing pairing and random assignments within each class, and then letting the software control the administration of experimental conditions to different students in the same class, we were able to approximate a double-blind control situation and eliminate the teacher or class bias. Thus, even if the grades given by each professor were never tested for reliability or validity, the fact that they did not know to which experimental condition each student belonged decreased the likelihood of a bias related to the experimental conditions.

A second major weakness of many evaluations of educational interventions concerns the lack of data on the quality of the implementation process. Applied studies often fail to obtain statistically or practically significant results simply because a large proportion of individuals assigned to the experimental groups are never exposed to the experimental conditions (Cook & Poole, 1982; Rossi, Freeman, & Lipsey, 1999). By collecting implementation data for each student, we were able to restrict the analysis to only those students who were actually exposed to the various experimental conditions

and, for the retention part of our study, to the selected topics for which we were able to establish distinct practice conditions corresponding to our various experimental conditions. Considering the poor implementation observed in some classes, if we had simply compared the students initially assigned to the various experimental conditions we would have probably obtained inconclusive results or trivial differences. On the other hand, our strict selection of students and topics might be considered as a threat to both the internal and external validity of our findings, especially for comparisons involving the non-mastery group. The creation of a comparison group of students who did not reach the minimal mastery criterion can introduce two important types of selection bias: academic aptitudes, and differences in the contingencies imposed by the different professors. We were able to statistically control for these differences when we compared the success rates and performance on the exams. But, it is still possible that these students differed on other unmeasured dimensions, such as initial motivation or interest toward the subject matter. For that reason, we believe that the observed effect sizes are only indicative of the potential benefit of both mastery learning and overlearning in the framework of computer-controlled practice. However, we believe that such a bias is unlikely to affect comparisons between the three experimental conditions, since the failure to practice enough was found to be unrelated to the treatment conditions and did not result in any noticeable initial differences. We also consider the findings on the retention test to be less prone to such a selection bias. Students in the non-mastery condition who participated in this retention test were those with the highest ability levels in classes with the lowest participation rates. Such a selection ensured that they were representative of students who were most likely to have participated, provided they would have been offered better incentives to do so. These selection criteria greatly reduce the likelihood that an unmeasured initial difference between participating and non-participating students could explain the observed differences.



However, the selection of students and topics that were tested may also reduce the external validity of the findings, especially with regard to the observed effect sizes. It is unlikely that a professor who would apply a similar teaching technique in his own class would observe performance improvements or retention increases of similar sizes, for at least two reasons. First, our implementation data suggest that unless professors rewarded that practice “generously,” it is very likely that a significant proportion of the students would not practice enough and would never reach the initial mastery level. It is also very likely that for numerous topics, especially those introduced toward the end of the course, there would not be enough practice opportunities for the students to engage in overlearning, and even sometimes to reach mastery. This situation represents a practical challenge to educators and instructional designers. Given the benefit of practicing up to and beyond initial mastery, how can teaching materials and practice activities be designed so that even the topics introduced at the end of a course receive the required amount of practice to ensure that they will be mastered and retained? Also, since overlearning practice seems to be especially beneficial for long term retention, it is very likely that the longer the time span between the exam and the initial instruction, the more likely we would observe an increase in academic performance. Our data tend to support that hypothesis to some extent. Out of four professors, only one administered a cumulative exam covering the content of the entire semester. The between group differences measured on this specific exam yielded the largest benefits for both the mastery and overlearning groups on academic performance.

Another potential limit to external validity is the fact that the majority of contradictory findings observed on the exam scores came from the two groups of the same professor. While the low participation rate in his classes along with the random variation in the assignment process may account for these results, we cannot rule out the possibility of

an incongruence between the two sources of information or of an interaction between the professors' teaching styles and the practice requirements.

Our inability to observe any benefit of paced overlearning practice over unpaced practice should also be carefully interpreted: it should not be interpreted as a refutation of the importance of attaining response fluency or automaticity. Although students in the paced condition were able, despite a similar amount of practice, to achieve higher response rates than those in the unpaced overlearning condition, it is not clear whether this faster performance truly reflects a decrease in response latency or whether it is caused by faster reading, word skipping, or more efficient cue selection. One way to partially test this alternative explanation would be to give students in both the paced and unpaced overlearning conditions the opportunity to respond as fast as they can, and then verify if the observed difference still holds. Our study only provides evidence that the specific pacing instruction that was used did not produce any academic benefit beyond the differences observed on attitude measures. Thus, the initial question remains: assuming that response fluency is a good measure of association strength (Judd & Glaser, 1969; Peterson, 1965), is there an experimental manipulation which would, for an equal amount of practice, reduce this response latency? We would also have to demonstrate that such a decrease in response latency brings educational benefits that are assumed to be associated with greater association strength, such as enhanced comprehension, retention, or transfer. The fact that some authors have been able to obtain higher response rates with an equal or even lesser amount of practice (Berquam, 1981; Ormrod & Spivey, 1990), suggests that such a manipulation may exist. However, the practical value of this proposal remains unproven until (a) we can identify specific practice instructions that reliably produce such an effect in an educational setting, and (b) it is demonstrated that such a decrease in response latency produces enhanced retention or transfer.

It is also important to stress that even if further research fails to identify such conditions, behavior rates and response latency could still be useful as measuring devices, allowing one to determine whether specific students need further practice or whether they should move on and concentrate on other material. This preoccupation with finding a criterion for the right amount of practice can be found in the early history of psychological and educational research (Ebbinghaus, 1885/1964; Thorndike, 1921). More recently, Drikell et al. (1995) reaffirmed the importance of further experimental research to identify the point above which the cost of additional practice outweighs the obtained educational benefits. In 1969, Judd and Glaser suggested that “measuring response latency may provide a means of determining the optimal amount of overlearning practice for a particular student and particular group of words” (p. 29). To our knowledge, with the exception of Taymans’ (1985) study, no experimental research has pursued this potentially useful avenue. In fact, we must turn to the Precision Teaching literature to find some tentative answers to this question. The huge amount of frequency data obtained through years of intervention and teaching efforts by precision teachers has led to the development of normative fluency standards for several tool skills (Haughton, 1980), as well as procedures for the development of performance standards for more complex skills (White, 1985). Whether such fluency aims provide adequate criteria for identifying the right amount of practice or whether other types of criteria based either on response latency measures or relative response rates would be more adequate or useful, remains a question that invites further empirical research.

Finally, we must emphasize that even without any empirical evidence for an effect of paced practice on application or retention, there are at least two reasons why one may still want to engage students in paced practice. First, as we have been able to confirm in this study, focusing practice on the increase of response rate may have a motivational value and help maintain, or at least prevent, a loss of interest. A second reason

mentioned by Bruce (1999) is that fluency building techniques may provide a way to improve learning efficiency. From this point of view, any instructional method that allows one to dispense the same amount of practice and achieve the same amount of learning in less time should be preferred to a less efficient method. In this respect, paced practice may allow teachers and students to save precious instructional time, time that may be used for other kinds of activities.

## REFERENCES

- Adams, G. L., & Englemann, S. (1996). *Research on Direct Instruction: 25 years beyond DISTAR*. Seattle, WA: Educational Achievement Systems.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- American Psychological Association (2001). *Publication manual of the American Psychological Association (5<sup>th</sup> ed.)*. Washington DC: Author.
- Amyotte, L. (1996). *Méthodes quantitatives: Applications à la recherche en sciences humaines* [Quantitative methods: Applications in social sciences research]. Ville St-Laurent, Quebec, Canada: Édition du Renouveau Pédagogique.
- Bahrick, H. P. (1979). Maintenance of knowledge: Questions about memory we forgot to ask. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 296-308.
- Bennett, W. J., Finn, C. E., & Cribb, J. T. E. (1999). *The educated child: A parent's guide from preschool through eight grade*. New York: Free Press.
- Berquam, E. M. (1981). The relation between frequency of response and retention on a paired associates task. *Dissertation Abstracts International*, 42(06), 2460A. (UMI No. 8127415)
- Binder, C. (1993). Behavioral fluency: A new paradigm. *Educational Technology*, 23(10), 8-14.
- Binder, C. (1996). Behavioral fluency: Evolution of a new paradigm. *The Behavior Analyst*, 19, 163-197.
- Binder, C., Haughton, E., & Van Eyk, D. (1990). Increasing endurance by building fluency: Precision teaching attention span. *Teaching Exceptional Children*, 22, 24-27.
- Block, J. H., & Anderson, L. W. (1975). *Mastery learning in classroom instruction*. New York: MacMillan.
- Block, J. H., & Burns, R. B. (1976). Mastery learning. In L. S. Shulman (Ed.), *Review of research in education: Vol. 4* (pp. 3-49). Itasca, IL: F.E. Peacock.
- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Brophy, J., & Everton, C. (1976). *Learning from teaching. A developmental perspective*. Boston: Allyn and Bacon.

Brophy, J. E., & Good, T. L. (1986). Teacher behavior and student achievement. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research*

- Engelmann, S., & Carnine, D. (1982). *Theory of instruction: Principles and applications*. New York: Irvington.
- Evans, S. S., & Evans, W. H. (1985). Frequencies that ensure skill competency. *Journal of Precision Teaching*, 6, 25-30.
- Farr, M. J. (1987). *The long-term retention of knowledge and skills: A cognitive and Instructional Perspective*. New York: Springer.
- Fischer, C. W., Berliner, D. C., Filby, N. N., Marlianve, R., Cahen, L. S., & Dishaw, M. M. (1980). Teaching behaviors, academic learning time, and student achievement: An overview. In C. Denham & A. Lieberman (Eds.), *Time to learn* (pp. 7-32). Washington, DC: National Institute of Education.
- Gillingham, M. G., & Guthrie, J. T. (1987). Relationships between CBI and research on teaching. *Contemporary Educational Psychology*, 12, 189-199.
- Greenwood, C. R., Delquadri, J. C., & Hall, R. V. (1984). Opportunity to respond and student academic performance. In W. L. Heward, T. E. Heron, D. S. Hill, & J. Trap-Porter (Eds.), *Focus on behavior analysis in education* (pp. 58-88). Columbus, OH: Charles E. Merrill.
- Greenwood, C. R., Hart, B., Walker, D., & Risley, T. (1994). The opportunity to respond and academic performance revisited: A behavioral theory of developmental retardation and its prevention. In R. Gardner III, D. M. Sainaito, J. O. Cooper, T. E. Heron, W. L. Heward, J. W. Eshleman, & T. A. Grossi (Eds.), *Behavior analysis in education* (pp. 213-223). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Grenon, G., & Viau, S. (1999). *Méthodes quantitatives en sciences humaines (2<sup>ième</sup> édition)* [Quantitative methods in human sciences (2<sup>nd</sup> edition)]. Montréal, Quebec, Canada: Gaétan Morin.
- Guskey, T. R., & Gates, S. L. (1986). Synthesis of research on the effects of mastery learning in elementary and secondary classrooms. *Educational Leadership*, 43(8), 73-80.
- Hattie, J., Biggs, J., & Purdie, N. (1996). Effects of learning skills interventions on student Learning: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66, 99-136.
- Haughton, E. (1972). Aims, growing, and sharing. In J. Jordan & L. Robbins (Eds.), *Let's try doing something else kind of thing* (pp. 20-39). Reston, VA: The Council for Exceptional Children.
- Haughton, E. (1980). Practicing practices: learning by activity. *Journal of Precision Teaching*, 1(1), 29-30.

- Heath-Legg, A. J. (1992). *The use of keyboard familiarization and basic word processing in a first grade spelling program*. Fort Lauderdale, FL: Nova University. (ERIC Document Reproduction Service No. ED348663)
- Heward, W. L. (1994). Three “low-tech” strategies for increasing the frequency of active student response during group instruction. In R. Gardner III, D. M. Sainaito, J. O. Cooper, T. E. Heron, W. L. Heward, J. W. Eshleman, & T. A. Grossi (Eds.), *Behavior analysis in education* (pp. 283-320). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Hirsch, E. D. (1996). *The schools we need and why we don't have them*. New York: Doubleday.
- Ivarie, J. J. (1986). Effects of proficiency rates on later performance of a recall and writing behavior. *Remedial and Special Education, 7*(5), 25-30.
- Johnson, K. R., & Layng, T. V. J. (1992). Breaking the structuralist barrier: Literacy, numeracy with fluency. *American Psychologist, 47*, 1475-1490.
- Judd, W. A., & Glaser, R. (1969). Response latency as a function of training method, information level, acquisition, and overlearning. *Journal of Educational Psychology Monograph, 60*(4 Pt. 2), 1-30.
- Keller, F. S. (1968). “Good-bye, teacher...”. *Journal of Applied Behavior Analysis, 1*, 78-89.
- Kelly, R. L. (1996). A functional analysis of the effects of mastery and fluency on maintenance. *Dissertation Abstracts International, 57*(2), 639A. (UMI No. 9616720)
- Keselman, H. J., Huberty, C. J., Lix, L. M., Olejnik, S., Cribbie, R. A., Donahu, B., et al.. (1998). Statistical practices of educational researchers: An analysis of their ANOVA, MANOVA, and ANCOVA analyses. *Review of Educational Research, 68*, 350-386.
- Kohn, A. (1999). *The schools our children deserve*. New York: Houghton Mifflin.
- Kubina, R. M., & Morrison, R. S. (2000). Fluency in education. *Behavior and Social Issues, 10*, 83-99.
- Kulik, J. A., & Kulik, C. L. C. (1987). Review of recent research literature on computer-based instruction. *Contemporary Educational Psychology, 12*, 222-230.
- Kulik, J. A., Kulik, C. L. C., & Cohen, P. A. (1979). A meta-analysis of outcome studies of Keller's Personalize System of Instruction. *American Psychologist, 34*, 307-318.



- Kulik, C. L. C., Kulik, J. A., & Bangert-Drowns, R. L. (1990). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 60*, 265-299.
- Lanchantin, S. (1991). *Systematic development of an instructional module on writing topic sentences for fifth grade students*. (M.S. Thesis). New York: New York Institute of Technology (ERIC Document Reproduction Service No. ED341072)
- Lindsley, O.R. (1996). The four free-operant freedoms. *The Behavior Analyst, 19*, 199-210.
- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (1993). The efficacy of psychological, educational, and behavioral treatment: Confirmation from meta-analysis. *American Psychologist, 1993, 48*, 1181-1209
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automaticity. *Psychological Review, 95*, 492-527.
- Makepeace, M. D. (1998). The effect of rate vs. number of emissions of an operant behavior on behavior probability. *Dissertation Abstracts International, 59*(4), 1835B. (UMI No. 9828812)
- McCarty, A. L. (1999). A comparison of the effects of temporal requirement and response form on retention, equivalence and endurance. *Dissertation Abstracts International, 61*(2), 1066B. (UMI No. 9954044)
- McDermott, P. A., & Stegemann, J. H. (1987). *The comparative effects of computer-assisted-instruction of motivation and achievement of learning disabled students*. Philadelphia, PA: Pennsylvania University. (ERIC Document Reproduction Service No. ED309611)
- McFarland, R. A. (1928). The role of speed in mental ability. *Psychological Bulletin, 25*, 595-612.
- McFarland, R. A. (1930). Experimental study of the relationship between speed and mental ability. *Journal of General Psychology, 3*, 67-96.
- Mevarech, Z. R., Silber, O., & Fine, D. (1991). Learning with computers in small groups: Cognitive and affective outcomes. *Journal of Educational Computing Research, 7*(2), 233-243.
- Morrison, D. E., & Henkle, R. E. (1970). *The significance test controversy - A reader*. Chicago: Adline.
- Nathan, R., & Baron, L. J. (1995). The effects of gender, program type, and content on elementary children's software preferences. *Journal of Research on Computing in Education, 27*(3), 348-360.

- Neisser, U. (1983). The rise and fall of the sensory register. *The Brain and Behavioral Sciences*, 6, 1-54.
- Newell, A., & Rosenbloom, P. S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the power law of practice. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisitions* (pp. 1-55). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Oakes, M. (1986). *Statistical inference: A commentary for the social and behavioral sciences*. New York: Wiley.
- Olander, C. P., Collins, D. L., McArthur, B. L., Watts, R. O., & McDade, C. E. (1986). Retention among college students: A comparison of traditional versus Precision Teaching. *Journal of Precision Teaching*, 4, 80-82.
- Ormrod, J. E., & Spivey, N. R. (1990). Overlearning and speeded practice in spelling instruction. *Psychological Reports*, 67(2): 365-366.
- Otis, A. S. (1962). *Examen Otis-Ottawa pour le recrutement du personnel* [Otis-Ottawa exam for personnel selection]. Ottawa, Ontario, Canada: Édition de l'Université d'Ottawa.
- Pedego, S. E. (1999). The comparative effects of single and yoked learning channel sets under overlearning and fluency training conditions on the retention of paired associate information. *Dissertation Abstracts International*, 60(4), 1836B. (UMI No. 9928126)
- Péladeau, N. (2000). *PracticeMill* (Version 1.2) [Computer software]. Montreal: Quebec, Canada: Provalis Research.
- Peterson, L. R. (1965). Paired associate latencies after the last error. *Psychonomic Sciences*, 2, 167-168.
- Reynolds, J. H., & Glaser, R. (1964). Effects of repetition and spaced review upon retention of a complex learning task. *Journal of Educational Psychology*, 55, 297-308.
- Rosenshine, B., & Berliner, D. C. (1978). Academic engaged time. *British Journal of Teacher Education*, 4(1), 3-16.
- Rosenshine, B., & Stevens, R. (1986). Teaching Functions. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook on research in teaching* (pp. 376-391). New York: Macmillan.
- Rossi, P., Freeman, H., & Lipsey, M. (1999). *Evaluation: A systematic approach* (6<sup>th</sup> edition). Newbury Park, CA: Sage.
- Schmidt, F. L. (1996). Statistical significance testing for cumulative knowledge psychology: Implications for the training of researchers. *Psychological Methods*, 1, 115-129.

- Schmidt, F., & Hunter, J.E. (1990). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. Newbury Park, CA: Sage.
- Semb, G. B., & Ellis, J. A. (1994). Knowledge taught in school: What is remembered? *Review of Educational Research*, 64, 253-286.
- Shirley, M. J., & Pennypacker, H. S. (1994). The effects of performance criteria on learning and retention of spelling words. *Journal of Precision Teaching*, 12, 73-86.
- Slavin, R. E. (1987). Mastery learning reconsidered. *Review of Educational Research*, 57(2), 175-213.
- Smith, E. S. (1980). The effect of computer-assisted instruction on academic achievement, school daily attendance, and school library usage a Margaret Murray Washington Career Center. *Dissertation Abstract International*, 41(6), 2431A. (UMI No. 8026342)
- Stallings, J. (1975). Implementation and child effects of teaching practices in Follow Through classrooms. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 40 (Serial No. 163).
- Stallings, J. (1980). Allocated academic learning time revisited, or beyond time on task. *Educational Researcher*, 9(11), 11-16.
- Taymans, J. M. (1985). An investigation of the relationship between response latency during overlearning and retention for learning disabled students engaged in computer-assisted instruction. *Dissertation Abstracts International*, 47(2), 503A. (UMI No. 8608867)
- Thompson, B. (1996). AERA editorial policies regarding statistical significance testing: Three suggested reforms. *Educational-Researcher*, 25(2), 26-30.
- Thorndike, E. L. (1921). The Psychology of drill in arithmetic: The amount of practice. *Journal of Educational Psychology*, 12, 183-194.
- Tinker, M. A. (1931). The significance of speed in test response. *Psychological Review*, 38, 450-454.
- Vincent, A. T. (1977). The effects of supplementary computer-assisted instruction on the mathematics achievement and attitude toward mathematics of EMR high school students. *Dissertation Abstracts International*, 39(2), 736A. (UMI No. 7812963)
- Vockell, E. L., & Schwartz, E. (1988). *The computer in the classroom*. Santa Cruz, CA: Mitchell.
- Weitzman, D. L. (1964). *Effect of tutoring on performance and motivation ratings in secondary school students*. Oakland, CA: Oakland Unified School District. (ERIC Document Reproduction Service No. ED001562)

- White, O. R. (1985). Aim \* star wars (setting aims that compete): Episode 1. *Journal of Precision Teaching*, 6, 7-13.
- White, W. A. T. (1988). A meta-analysis of Direct Instruction in special education. *Education and Treatment of Children*, 11(4), 364-374.
- Wittman, T.-K. (1996). The relationship between automatization of multiplication facts and elementary school children's mathematics anxiety. *Dissertation Abstracts International*, 57(1), 108A. (UMI No. 9615505)
- Wolf, W., & Stroud, J. (1961). IQ test completion and intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 52, 245-253.

Table 1. Comparison of experimental groups  
with regard to implementation variables

	<b>Non mastery</b>	<b>Mastery</b>	<b>High Accuracy</b>	<b>Fluency</b>
	<b>M (SD)</b>	<b>M (SD)</b>	<b>M (SD)</b>	<b>M (SD)</b>
<b>Initial differences</b>				
Academic Aptitude	78.0 (9.9)	86.5 (10.7)	88.8 (12.5)	87.3 (12.6)
Initial Accuracy (%)	67.0 (12.1)	74.9 (7.5)	72.3 (9.8)	70.9 (9.9)
<b>Process</b>				
Number of Trials	33.0 (44.9)	53.8 (27.2)	100.5 (42.9)	91.5 (31.1)
Total acceleration	2.1 (1.2)	2.3 (0.8)	3.4 (1.0)	4.0 (1.2)
<b>Outcome</b>				
Final Accuracy (%)	77.5 (11.1)	89.0 (2.0)	91.1 (4.7)	87.8 (6.1)
<b>Sample Size</b>	n = 78	n = 31	n = 29	n = 30

Table 2. Differences between experimental conditions on the pooled periodic and final exams expressed in standard deviation units, with 95% confidence intervals.

	Non mastery	Mastery	High Accuracy
<b>Mastery</b>			
Unadjusted	0.56 [ 0.34 - 0.78 ]		
Adjusted	0.31 [ 0.09 - 0.53 ]		
<b>High Accuracy</b>			
Unadjusted	0.83 [ 0.50 - 1.09 ]		
Adjusted	0.43 [ 0.19 - 0.67 ]	0.57 [ 0.25 - 0.91 ]	
<b>Fluency</b>			
Unadjusted	0.57 [ 0.33 - 0.83 ]		
Adjusted	0.16 [-0.08 - 0.40 ]	0.42 [0.05 - 0.76 ]	-0.03 [-0.49 - 0.39 ]

Table 3. Differences between experimental conditions on the retention test and attitude questionnaire expressed in standard deviation units, with 95% confidence intervals

	Non mastery	Mastery	High Accuracy
<b>Retention test</b>			
<b>Mastery</b>			
Total score	0.77 [ 0.13 - 1.46 ]		
Recall	0.76 [ 0.12 - 1.45 ]		
Transfer	0.57 [-0.06 - 1.24 ]		
<b>High Accuracy</b>			
Total score	1.95 [ 1.11 - 2.94 ]	0.85 [ 0.19 - 1.56 ]	
Recall	1.63 [ 0.83 - 2.55 ]	0.48 [-0.16 - 1.16 ]	
Transfer	1.63 [ 0.83 - 2.54 ]	1.04 [ 0.36 - 1.80 ]	
<b>Fluency</b>			
Total score	1.87 [ 1.07 - 2.82 ]	0.82 [ 0.19 - 1.52 ]	-0.02 [-0.67 - 0.63 ]
Recall	1.76 [ 0.96 - 2.68 ]	0.68 [ 0.05 - 1.37 ]	0.28 [-0.38 - 0.96 ]
Transfer	1.49 [ 0.74 - 2.35 ]	0.89 [ 0.24 - 1.60 ]	-0.21 [-0.89 - 0.45 ]
<b>Attitude questionnaire</b>			
<b>Mastery</b>			
Global Attitude	0.71 [-0.09 - 1.20 ]		
Course	0.75 [-0.23 - 1.03 ]		
Statistics	0.43 [-0.42 - 0.83 ]		
Practice	0.09 [-0.21 - 1.06 ]		
<b>High Accuracy</b>			
Global Attitude	0.96 [ 0.09 - 1.50 ]	0.20 [-0.41 - 0.86 ]	
Course	0.87 [-0.24 - 1.09 ]	-0.01 [-0.60 - 0.66 ]	
Statistics	0.40 [-0.25 - 1.09 ]	0.26 [-0.36 - 0.91 ]	
Practice	0.44 [-0.04 - 1.33 ]	0.13 [-0.50 - 0.77 ]	
<b>Fluency</b>			
Global Attitude	0.66 [ 0.04 - 1.39 ]	0.20 [-0.41 - 0.83 ]	0.02 [-0.63 - 0.65 ]
Course	0.71 [-0.19 - 1.12 ]	0.09 [-0.53 - 0.70 ]	0.11 [-0.59 - 0.71 ]
Statistics	0.12 [-0.56 - 0.72 ]	-0.10 [-0.72 - 0.51 ]	-0.32 [-0.98 - 0.33 ]
Practice	0.52 [ 0.33 - 1.76 ]	0.53 [-0.11 - 1.16 ]	0.47 [-0.18 - 1.15 ]

ARTICLE II

QUELQUES MISES AU POINT  
AU SUJET DU TRANSFERT DES APPRENTISSAGES



## ARTICLE II

### QUELQUES MISES AU POINT AU SUJET DU TRANSFERT DES APPRENTISSAGES

#### AVANT PROPOS

Les résultats obtenus lors de la recherche et décrits au chapitre précédent aillaient bien au-delà de nos espérances. L'ampleur des écarts observés sur les taux de réussites autant que sur les mesures de rendement scolaire, particulièrement sur le niveau de rétention à long terme avait de quoi nous réjouir et nous rassurer quant à la valeur de nos propositions pédagogiques. Cependant, en dépit de ces résultats impressionnants, nous n'entretenons que très peu d'espoir quant à la capacité de cette étude à influencer un tant soit peu les pratiques pédagogiques des enseignants. Dès le départ, il était clair que le type de pratiques pédagogiques proposées n'avait pas la faveur populaire. Les difficultés rencontrées lors des tentatives de recrutement des professeurs, les objections aux pratiques informatisées soulevées par ceux-ci, mais également les propos de plusieurs spécialistes de la réforme de l'éducation au Québec face à ce type de pratique d'enseignement sont, pour nous, autant d'indications que la pédagogie de la maîtrise, les pratiques répétées, les exercices gradués et toutes autres propositions liées à ce que l'on pourrait appeler une pédagogie « instructionniste » ou « instructiviste » (Finn & Ravitz, 1996) ne jouissent pas aujourd'hui d'une très bonne réputation. Il ne fait aucun doute que les propositions pédagogiques qui découlent de l'étude sont clairement à contre-courant de toute une vague de pédagogies dites « centrées sur l'enfant », incluant le

mouvement socioconstructivisme, la pédagogie par projet ou par la découverte, et qui semblent avoir pris une ampleur jamais vue au Québec avec la dernière réforme de l'éducation au Québec. Cette impression s'est vue confirmée par la publication en 1999 d'un numéro de la revue *Virage*, revue publiée par le ministère de l'Éducation du Québec et entièrement consacrée à la promotion de cette réforme. Marie Françoise Legendre, principale conseillère et porte-parole du ministère en matière de pédagogie, y dénonce une vision de l'enseignement qui assimile l'acquisition des compétences à un effort visant à décomposer une compétence complexe en sous-habiletés pour entraîner ces habiletés de façon séparée (Legendre, 1999). Pour celle-ci, une telle conception de l'entraînement des compétences est clairement incompatible avec l'esprit de la réforme. Or, cette description correspond en tout point à la stratégie que nous avons adoptée pour la construction du matériel pédagogique et l'organisation des activités de pratiques hebdomadaires. Il nous semble difficile de concilier un tel rejet de cette stratégie d'enseignement avec les effets bénéfiques importants que nous avons été en mesure d'observer chez les élèves ayant participé à notre étude. Bien qu'il eût été facile pour nous d'identifier des études d'orientation comportementale pour appuyer une telle stratégie, de tels arguments n'auraient fait que confirmer les prétentions des détracteurs, puisque pour bien des gens, l'approche comportementale est depuis longtemps dépassée et appartient désormais à l'histoire ancienne de l'éducation autant que de la psychologie. Il aurait été bien difficile de tenter de les convaincre du contraire.

Cependant, les articles récents publiés par Anderson, Reder et Simon (1998; 1999), figures éminentes de la psychologie cognitive américaine, laissent clairement entrevoir qu'une telle conception de l'enseignement peut également s'appuyer sur les découvertes dans ce domaine. Autrement dit, malgré le fait que la psychologie comportementale et la psychologie cognitive ne s'entendent souvent pas quant à ce qui constitue l'objet d'étude de la psychologie et sur la démarche scientifique à adopter, ces deux grands courants

semblent partager une vision très semblable lorsqu'il s'agit de faire des recommandations pratiques sur les méthodes d'enseignement. Devant l'essor phénoménal du socioconstructivisme au cours de la dernière décennie, une alliance stratégique entre les psychologies comportementale et cognitive nous apparaît donc parfaitement possible et souhaitable.

Le deuxième article proposé pour les fins de la thèse a donc pour objectif d'intervenir dans le débat public au Québec et tenter de réhabiliter certaines pratiques aujourd'hui dénoncées en prenant appui sur les résultats d'études en psychologie autant cognitive que comportementale. Nous avons voulu insister plus particulièrement sur deux aspects : la nécessité de décomposer les habiletés complexes pour procéder à l'entraînement systématique des sous-habiletés et l'importance des pratiques répétées pour consolider les apprentissages et favoriser le transfert. Malheureusement, les contraintes d'espace inhérentes à la publication d'un article nous ont obligés à remettre à plus tard le traitement du rôle des pratiques répétées pour nous concentrer sur la question de la décomposition des habiletés complexes. La lecture des ouvrages des principaux spécialistes de la réforme en éducation au Québec, que l'on pense à des auteurs comme Jacques Tardif, Philippe Perrenoud, Philippe Meirieu, et des travaux en psychologie cognitive nous ont amené à aborder cette question par le biais des écrits sur le transfert, et plus particulièrement ceux traitant directement ou indirectement de la notion de transfert vertical. Cette notion de transfert vertical, fondamentale pour la compréhension des relations entre les habiletés et connaissances de base et les habiletés complexes, nous apparaît comme une perspective sur cette question en mesure de permettre un rapprochement entre approches behaviorale et cognitive. De plus, la préoccupation pour le transfert des apprentissages est également centrale aux travaux de plusieurs des auteurs francophones et occupe une place importante dans les documents d'orientation de la réforme de l'éducation au Québec. Il semble cependant difficile d'aborder la

question du transfert vertical sans préalablement revenir sur la définition du transfert lui-même et sans préciser l'étendu des phénomènes qu'il recouvre. La raison est que l'utilisation du terme transfert par beaucoup de ces auteurs francophones semble restreindre indûment l'étendu du phénomène au point d'exclure la possibilité de considérer le transfert vertical comme faisant partie du phénomène de transfert.

QUELQUES MISES AU POINT  
AU SUJET DU TRANSFERT DES APPRENTISSAGES

Normand Péladeau, Jacques Forget et François Gagné

Université du Québec à Montréal

Article soumis à la *Revue des sciences de l'éducation*. C.P. 6128, succursale  
Centre-ville Montréal (Québec)

## SOMMAIRE

L'objectif du présent article est d'examiner le discours de plusieurs pédagogues de langue française concernant le transfert et de faire la démonstration que la conception du transfert véhiculée par ces auteurs est, à plusieurs égards, contraire aux données issues des recherches en psychologie autant cognitive que comportementale. Il ressort que ces auteurs restreignent indûment la définition du transfert à ses formes les plus improbables et négligent, dans leurs propositions de réforme des pratiques d'enseignement, deux autres paramètres intimement liés à l'existence du transfert, soit l'acquisition et la rétention des apprentissages. L'article examine plus en détail les nombreuses études portant sur le phénomène de transfert vertical, phénomène qui permet de comprendre l'articulation entre les habiletés de base et les habiletés complexes et la nécessité d'une structuration des enseignements. En véhiculant des conceptions erronées sur la nature du transfert et en négligeant ou niant l'existence du phénomène de transfert vertical, ces pédagogues francophones proposent des pratiques pédagogiques qui sont non seulement peu efficaces mais qui favorisent également les meilleurs élèves au détriment des élèves en difficultés et ceux provenant de milieux défavorisés.

## INTRODUCTION

La notion de transfert des apprentissages se situe au cœur du débat entourant la réforme de l'éducation et le choix des méthodes pédagogiques au Québec et dans plusieurs pays européens d'expression française. En 1994, un colloque tenu à Lyon et réunissant plusieurs des plus grands noms de la pédagogie contemporaine de langue française est entièrement consacré à la problématique du transfert des apprentissages (Meirieu & Develay, 1996). Tardif publie quelques années plus tard un livre sur cette question (Tardif, 1999). En fait, la lecture des principaux ouvrages contemporains de langue française qui discutent de pédagogie nous amène à constater l'omniprésence d'une préoccupation pour le transfert des apprentissages (Meirieu & Develay, 1996; Perrenoud, 1997; Rey, 1996; Tardif, 1992; 1999). Pour ces auteurs, la faible quantité de transfert entre les apprentissages scolaires et la vie de tous les jours constitue l'un des principaux motifs justifiant la nécessité de changements des pratiques pédagogiques. Les propositions de réforme ont d'ailleurs pour but d'optimiser ce transfert et ainsi augmenter la valeur utile des apprentissages scolaires. Plusieurs affirment également que la notion de transfert serait sous-jacente à la définition de compétence, que celle-ci soit transversale ou disciplinaire (Perrenoud, 1997; Rey, 1996). Si les auteurs francophones discutent beaucoup de transfert, c'est cependant dans les écrits scientifiques anglophones qu'on retrouve la plupart des études empiriques sur la question. La recherche sur le phénomène de transfert des apprentissages remonte en fait au début du XX<sup>e</sup> siècle avec les travaux de Thorndike et Woodworth (1901). Depuis le milieu des années soixante, plusieurs ouvrages de langue anglaise ont été consacrés à cette question (Cormier & Hagman, 1987; Ellis, 1965; Detterman & Sternberg, 1993; Haskell, 2001; McKeough, Lupart & Marini, 1995; Singley & Anderson, 1989. Depuis le début des années 90, deux

rapports du National Research Council américain ont recensé les travaux de recherche sur cette question (Druckman & Bjork, 1991; Reder & Klatzky, 1994).

La plupart des auteurs francophones reconnaissent explicitement cette influence des études américaines sur leur conception du transfert et affirment s'appuyer sur ces études. Cependant, quiconque consulte ces ouvrages ne peut qu'être frappé par l'écart important entre les conceptions et les conclusions issues des deux groupes linguistiques. Comme nous le verrons plus loin, certaines conclusions des auteurs francophones contredisent celles issues de la littérature scientifique anglo-saxonne. De plus, les auteurs francophones occultent plusieurs notions fondamentales dans l'étude du transfert des apprentissages et certaines conclusions de recherches. Ces omissions et ces déformations ne sont pas sans conséquences puisqu'elles donnent lieu à des propositions de pratiques pédagogiques qui, selon toute vraisemblance, sont non seulement loin d'être optimales mais risquent de nuire aux apprentissages des élèves et de décourager l'utilisation de méthodes plus efficaces.

Il serait trop long dans le cadre d'un article de réviser l'ensemble de la littérature sur le transfert des apprentissages et d'identifier tous les éléments de dissonance entre auteurs. Nous nous attarderons plus particulièrement à trois aspects : 1) l'étendue du phénomène de transfert; 2) le lien qui relie le transfert avec les deux autres principaux paramètres de l'apprentissage que sont l'acquisition et la rétention; et 3) le phénomène de transfert vertical.

### L'ÉTENDUE DU PHÉNOMÈNE DE TRANSFERT

Il est opportun de définir la notion de transfert et de préciser l'étendue des phénomènes qu'il recouvre. Nous définissons le transfert comme toute influence, positive ou



négative, que peut avoir l'apprentissage ou la pratique d'une tâche sur les apprentissages ou les performances subséquentes. Pour mieux saisir la portée de cette définition, examinons la façon courante d'évaluer et de mesurer le transfert dans le cadre des recherches expérimentales. Le devis de recherche le plus simple implique une comparaison de deux groupes. Le groupe expérimental est soumis à l'apprentissage d'une tâche A (appelée tâche-source) puis à l'apprentissage d'une seconde tâche B (tâche-cible). Le groupe de contrôle est directement exposé à la situation d'apprentissage de la tâche B sans l'apprentissage préalable de la tâche A. Si la performance du groupe expérimental sur la tâche B est supérieure à celle du groupe de contrôle, il y a transfert positif de la tâche A vers la tâche B. Si au contraire, la performance du groupe expérimental est inférieure à celle du groupe de contrôle, le transfert est négatif. Enfin, si la qualité d'exécution des deux groupes est équivalente, on conclura qu'il n'y a pas de transfert d'apprentissage.

Cette définition correspond à la formulation de la plupart des auteurs américains quelle que soit leur orientation théorique (Adams, 1992; Brooks & Dansereau, 1987; Cormier & Hagman, 1987; Ellis, 1965; Gagné, 1962; Gick & Holyoack, 1987; Haskell, 2001, Marini & Genereux, 1995; Schmidt & Young, 1987). Les nombreuses études ayant porté sur cette problématique se sont souvent attardées à des formes plus précises de transfert (vertical ou latéral, spontané ou assisté, proximal ou distal, etc.) ou encore à des contextes spécifiques d'application tels les apprentissages verbaux, les tâches motrices, les apprentissages scolaires, et plus récemment, les situations de résolution de problèmes. Cependant, toutes ces formes sont autant de manifestations différentes du phénomène de transfert. Si quelques auteurs francophones semblent souscrire à une telle définition de portée générale (Charlott & Stech, 1996; De Landsheere, 1992; Mendelsohn, 1996), force est de constater que la majorité d'entre eux traitent d'une façon beaucoup plus restreinte ce phénomène.

La première restriction de sens consiste à limiter la notion de transfert aux situations de résolution de problèmes ou à une de ses formes très particulières qu'est le raisonnement analogique. Par exemple, Rey (1996) affirme : « les études psychologiques qui traitent du transfert ne sont pas si nombreuses. Elles portent principalement sur l'utilisation de l'analogie dans la résolution de problèmes » (p. 78). Bracke (1998) et Tardif (1999) précisent que le transfert et le raisonnement analogique ne sont pas équivalents; ils identifient néanmoins le raisonnement analogique comme une étape du processus de transfert, qui lui se situe dans un contexte de résolution de problèmes. Cette association entre le transfert et la résolution de problèmes ou le raisonnement analogique est une erreur historique importante, puisque, comme le constate Haskell (2001), ce n'est qu'assez tardivement dans l'histoire des recherches sur le transfert que la psychologie cognitive s'est intéressée au phénomène du transfert dans le cadre de son analyse expérimentale du processus de résolution de problèmes. En fait, selon Ellis (1965), les toutes premières tentatives pour associer résolution de problèmes et transfert remonteraient au début des années 60 avec la publication d'un article de Schulz (Schulz, 1960). Par ailleurs, Haskell (2001) rappelle que l'étude du raisonnement analogique comme mécanisme de résolution de problèmes est encore plus récente; le transfert analogique n'a été reconnu comme une forme particulière de transfert que très récemment. Il existerait d'ailleurs, pour cet auteur, plusieurs autres formes de transfert n'impliquant pas la présence de raisonnement analogique. À cet égard, l'examen de l'ouvrage d'Ellis (1965) consacré au transfert permet de constater la diversité des comportements étudiés; on y retrouve, par exemple, les apprentissages discriminatifs simples, la mémorisation de listes de mots appariés (*paired-associates*) ou de syllabes sans signification, l'apprentissage de chaînes complexes de comportements ou encore l'exécution de tâches psychomotrices comme dans les études classiques de Judd (1906)

sur le lancer de dards ou les tests de poursuite sur cylindre (*tracking task*). Dans un contexte davantage en lien avec le milieu de l'éducation, certaines études publiées au début du XX<sup>e</sup> siècle ont examiné les effets de l'apprentissage de matières scolaires comme le latin sur la performance des élèves dans d'autres matières (Pond, 1938). Force est de constater que plusieurs de ces exemples de transfert n'appartiennent nullement à des situations de résolution de problèmes et n'impliquent pas nécessairement de processus de raisonnement analogique.

Une deuxième restriction de sens également fautive qui, si elle n'est pas toujours explicite, caractérise la plupart des exemples que l'on donne du transfert d'apprentissage dans les ouvrages de langue française, consiste à réduire le transfert à un phénomène spontané se devant d'apparaître sans aucune assistance extérieure. Une telle conception erronée se retrouve non seulement chez les auteurs francophones mais également chez une minorité d'auteurs contemporains américains. C'est le cas notamment de Detterman (1993) qui rejette l'étiquette de transfert d'apprentissage dès que le sujet se voit indiquer la possibilité d'utiliser des stratégies ou des principes généraux, comme ce fut le cas dans l'étude classique de Judd (1906), ou encore lorsqu'on suggère au sujet la possibilité d'examiner la similitude entre la tâche cible et la tâche source apprise antérieurement (Gick & Holyoak, 1980). Contrairement à une telle position, il est important de préciser que si, à la suite d'un apprentissage initial, la simple mention d'une possibilité d'application ou l'énonciation d'une règle permet à un élève d'identifier la présence d'une similitude et d'appliquer une solution apprise antérieurement ou d'atteindre plus rapidement un niveau de maîtrise, on doit alors conclure qu'il y a bel et bien transfert d'apprentissage. La définition du transfert ne précise aucunement la nature de la réponse émise en situation de transfert, selon quels paramètres ou dans quelles conditions il devra se faire. Cette précision revêt une grande importance lorsqu'on interprète les données de recherche. Elle nous amène à conclure que le transfert, s'il ne se produit pas toujours de

façon spontanée, est en fait plus répandu que ce que laissent croire les seules études sur le raisonnement analogique. D'ailleurs, dans ce domaine, Gick et Holyoak (1987) établissent une distinction entre le transfert spontané (*spontaneous transfer*) et le transfert assisté (*informed transfer*). Ils constatent que si la première forme est souvent difficile à établir en situation de raisonnement analogique, la deuxième, qui s'apparente à la notion d'application, est au contraire très fréquente et relativement facile à obtenir.

Cette distinction est également importante d'un point de vue pragmatique lorsqu'on pose la question de l'utilité de la formation reçue à l'école. Bien des auteurs francophones ont en effet remis en question l'utilité des apprentissages scolaires dans un enseignement traditionnel en alléguant l'absence de transfert à l'extérieur de l'école; ils se servent de cette prétendue absence pour défendre la nécessité d'un enseignement en contexte (Perrenoud, 1999; Tardif, 1999; Tardif et Meirieu, 1996). En fait, même si l'on accepte l'hypothèse que la formation reçue à l'école ne soit pas souvent appliquée directement, ou que ces élèves ne fassent pas spontanément ce lien entre leurs apprentissages scolaires et les exigences d'un nouvel emploi, il semble injustifié de conclure sur cette base à l'échec de la mission de l'école. Ce type d'application spontanée pourrait bien être, comme le prétendent ces auteurs, peu fréquent. Cependant, il est important de reconnaître qu'il s'agit d'une forme très limitée de transfert. Lorsqu'il s'agit d'évaluer la mission de l'école, la réelle question n'est-elle pas de déterminer dans quelle mesure les apprentissages que devra faire l'élève en situation de nouvel emploi ou dans la vie de tous les jours se trouveront facilités par les apprentissages qu'il a pu faire en contexte scolaire?

Ceci dit, même si le transfert est plus fréquent que ce que certains auteurs laissent croire, on ne doit pas en conclure qu'il n'est pas nécessaire d'identifier les conditions propres à favoriser un plus grand transfert ou des formes plus difficiles, qu'elles soient spontanées

ou non. Cependant, une intervention efficace en ce sens nécessite une meilleure compréhension du phénomène et implique la reconnaissance du transfert, non pas uniquement sous ses aspects les plus spectaculaires et improbables, mais sous toutes ses formes.

### LE TRANSFERT, L'ACQUISITION ET LA RÉTENTION

Les trois principaux paramètres par lesquels on évalue la qualité d'un apprentissage, qu'il soit scolaire ou non, sont l'acquisition, la rétention, et le transfert des apprentissages. Ces trois éléments sont à ce point imbriqués qu'il est difficile d'identifier des ouvrages de langue anglaise consacrés au transfert qui ne traitent pas également de l'acquisition et de la rétention (p.ex., Adams, 1992; Bernstein & Gonzalez, 1968; Druckman & Bjork, 1991; Shea & Morgan, 1979; Hagman, 1980). Ajoutons que le transfert se trouve subordonné à l'existence de ces deux autres paramètres de l'apprentissage. Il ne peut en effet y avoir de transfert de connaissances si ces connaissances ne sont pas tout d'abord acquises dans une tâche source et si leur accessibilité n'est pas assurée par des conditions favorisant leur rappel. Cela peut sembler aller de soi, particulièrement dans le cas de l'acquisition, puisque l'existence d'un apprentissage initial fait partie intégrante de la définition même du transfert. Le modèle cognitif proposé par Tardif (1999) reconnaît implicitement ces différents paramètres lorsqu'il est question des processus d'encodage des apprentissages et de leur accessibilité en mémoire à long terme. Or, plusieurs chercheurs américains reconnaissent qu'un des principaux problèmes méthodologiques des études n'ayant pas réussi à démontrer l'existence de transfert est qu'elles ne comportaient souvent aucun moyen pour s'assurer que les conditions d'apprentissage initial donnent lieu à une acquisition de la tâche source ou à la rétention de ces apprentissages (Bereiter, 1995; Haskell, 2001; Singley & Anderson, 1989). Autrement dit, l'absence observée de transfert pourrait tout

simplement s'expliquer par une absence d'acquisition ou de rétention de cet apprentissage initial.

Il n'y a vraisemblablement pas que les chercheurs qui aient fait une telle omission. L'examen de la littérature scientifique de langue française sur le transfert révèle en effet un intérêt négligeable pour toutes les questions liées à l'acquisition et à la rétention des apprentissages. Les actes du colloque de Lyon (Meirieu et Devely, 1996) consacré au transfert des apprentissages illustrent bien cette affirmation puisqu'à aucun moment on n'y aborde la problématique des conditions favorisant l'acquisition et la rétention des apprentissages, conditions pourtant intimement liées à l'avènement du transfert. Si l'ouvrage de Tardif (1999) semble faire exception, le traitement qu'on y retrouve des conditions favorisant la rétention à long terme reflète bien peu l'état actuel des connaissances dans ce domaine. L'auteur accorde une large place à sa stratégie dite « d'indexation conditionnelle » des connaissances, mais omet de mentionner plusieurs des principaux facteurs identifiés par les recensions sur ce sujet (Druckman & Bjork, 1992; Farr, 1987). Par exemple, il ne discute à aucun moment de l'importance du niveau d'apprentissage initial, de la quantité de pratique et de surapprentissage, de la distribution de ces pratiques dans le temps ou de l'importance des révisions, autant de facteurs reconnus essentiels à la rétention à long terme des apprentissages.

Insister, comme le font plusieurs auteurs de langue française, sur l'absence de transfert pour justifier des changements des pratiques pédagogiques, et discuter des moyens visant à favoriser un tel transfert en l'absence de considérations pour les mécanismes favorisant l'acquisition et la rétention des apprentissages, présuppose que l'école s'acquitte adéquatement de ces tâches. Or, à l'instar des auteurs qui soulignent l'urgence d'adopter une pédagogie de la maîtrise (Bloom, 1971; Keller, 1968), force est de constater que les enseignants réussissent rarement à amener l'ensemble de leurs élèves à acquérir les

connaissances et les habiletés de base et que ces élèves peuvent souvent progresser à l'intérieur d'une matière, dans leur formation, et d'un niveau à l'autre, sans avoir maîtrisé adéquatement les apprentissages les plus élémentaires. Et si certains élèves réussissent à saisir une notion, les enseignants ne parviennent que rarement à appliquer des conditions favorables à la rétention à long terme de ces apprentissages. En somme, il serait surprenant d'observer la présence de transfert, puisque beaucoup d'élèves n'ont jamais acquis les connaissances ou les habiletés requises, et une bonne partie de ceux qui l'on fait s'empressent d'oublier ce qu'ils ont appris aussitôt les examens terminés! Il est donc clair que toute tentative de réforme de l'enseignement visant à favoriser le transfert sans du même coup assurer la maîtrise des notions et des habiletés, et sans avoir implanté les conditions qui favorisent leur rétention à long terme est vouée à l'échec.

Ceci dit, on ne doit pas en conclure que l'examen de la problématique du transfert en éducation devrait être relégué à plus tard, une fois que l'on aura assuré les conditions favorables à l'acquisition et la rétention des connaissances ou des habiletés. Si l'acquisition peut être envisagée comme une condition nécessaire à l'apparition du transfert, le transfert est lui-même une condition préalable à l'acquisition d'autres connaissances ou habiletés. Ainsi, il semble que le transfert serait directement impliqué dans de nombreuses formes d'apprentissage, telles la formation de concepts, l'apprentissage discriminatif ou l'établissement de relations d'équivalence (Butterfield, Slocum & Nelson, 1993).

Une dernière raison qui justifie de conserver l'objectif de favoriser le transfert est que les conditions favorisant l'acquisition, la rétention et le transfert ne sont pas toujours les mêmes et, dans certains cas, semblent s'opposer. Ainsi, certaines conditions de pratique qui favorisent une acquisition rapide et une meilleure rétention auraient pour effet de diminuer la probabilité qu'il y ait transfert d'apprentissage et pourraient même engendrer

des transferts négatifs, nuisant ainsi aux apprentissages subséquents. C'est le cas notamment lorsqu'on soumet des élèves à un surapprentissage d'une habileté sans faire varier adéquatement les contextes d'application. Inversement, certaines conditions de pratique propres à favoriser le transfert d'un apprentissage, comme lorsqu'on varie systématiquement les conditions de pratiques, auraient pour conséquence de retarder l'acquisition et la rétention (Cormier & Hagman, 1987; Reder & Klatzky, 1994). La planification pédagogique doit alors être envisagée comme un travail minutieux de dosage des conditions dans le but d'atteindre ces objectifs d'acquisition, de rétention et de transfert. Si certaines pratiques traditionnelles centrées trop fortement sur l'acquisition rapide et la mémorisation engendrent très peu transfert, nous sommes d'avis que des interventions pédagogiques centrées exclusivement sur des objectifs de transfert résulteront en une absence d'acquisition et une faible rétention, et pourraient aboutir à l'échec d'un grand nombre d'élèves.

### LE TRANSFERT VERTICAL

L'une des notions sur le transfert les plus négligées par les auteurs francophones est sans doute celle de transfert vertical. Mentionnons que la notion de transfert vertical porte sur les relations hiérarchiques existant entre l'acquisition d'habiletés simples et complexes dans un même domaine. Le transfert latéral (ou horizontal) porte, quant à lui, sur toutes les autres formes de transfert. Pourtant, en 1992, dans son livre sur l'enseignement stratégique, Tardif reconnaît l'importance d'une telle notion lorsqu'il affirme que « la distinction la plus fonctionnelle a peut-être été établie par Gagné en 1970 lorsqu'il a distingué le transfert vertical et le transfert horizontal » (Tardif, 1992, p. 277). Il est donc surprenant de constater que les écrits francophones publiés par la suite sur la question du transfert à l'école ne font jamais mention d'une telle distinction ni ne discutent ses implications. Il faut aussi constater que Tardif lui-même semble oublier l'existence de ce



phénomène. Son livre de 1992 comportait une quinzaine de pages sur le transfert et accordait une place importante à la discussion entourant la notion de transfert vertical. Or, dans un ouvrage subséquent (Tardif 1999) entièrement consacré au transfert des apprentissages, à aucun moment il ne discute du phénomène de transfert vertical. Cette omission n'est pas fortuite et ne peut pas être interprétée comme le reflet d'une évolution des connaissances scientifiques sur la question qui aurait rendu obsolète une telle distinction. Une telle omission s'explique plutôt par le fait que les propositions pédagogiques actuellement mises de l'avant par cet auteur, et par bien d'autres, dans le cadre de la réforme scolaire au Québec vont à l'encontre des principes mis en évidence par les travaux de Robert M. Gagné et par ceux de nombreux chercheurs ayant étudié cette question. La présentation qui suit devrait permettre de comprendre pourquoi ce concept de transfert vertical indispose bien des pédagogues francophones.

#### *Les recherches sur le transfert vertical*

Les travaux de Gagné sur les notions de transfert vertical et horizontal remontent au début des années 60 et s'inscrivent en continuité avec ceux sur l'enseignement programmé (Gagné, 1962; Gagné et Paradise, 1961). Réticent à expliquer les écarts de rendement entre des élèves soumis à un même enseignement en faisant référence à des différences initiales sur le plan des aptitudes ou de l'intelligence, Gagné suggère plutôt que ces écarts pourraient être attribuables à une absence d'entraînement explicite sur des habiletés plus élémentaires. Il émet alors l'hypothèse d'une hiérarchie des apprentissages impliquant que la maîtrise de certaines connaissances de base et de certaines habiletés dites « préalables » rendrait possible l'apprentissage d'habiletés de plus haut niveau. Ce phénomène, qu'il identifie à la notion de transfert vertical, impliquerait non pas uniquement un rôle de facilitation des apprentissages complexes mais sous-tendrait l'existence d'une loi selon laquelle un individu ne pourrait maîtriser une habileté

complexe sans d'abord en maîtriser ses éléments. Les nombreuses études réalisées au cours des années subséquentes ont permis de vérifier l'existence de telles hiérarchies (White & Gagné, 1974; Winkles, 1986). Ainsi, Uprichard (1970) a pu observer chez des enfants d'âge préscolaire que, peu importe l'ordre dans lequel on présente les activités d'apprentissage, ceux-ci n'acquièrent jamais les notions de « plus petit » ou « plus grand » avant d'avoir maîtrisé le concept d'égalité. De même, un élève ne peut accomplir adéquatement des transformations algébriques simples sans avoir d'abord bien maîtriser les nombres, la notion d'égalité et les opérations arithmétiques de base (Gagné, 1962). De nombreuses études ont démonté l'existence de telles hiérarchies d'apprentissages dans divers domaines comme la lecture (Samuels, 1975), la trigonométrie (Winkles, 1986), l'écologie (Griffiths & Grant, 1985), la chimie (Griffiths, Kass, & Cornish, 1983), l'économie (Hurst et al. 1978) ou la photographie (Weldman & Smith, 1989).

Outre les écrits portant explicitement sur le phénomène de transfert vertical, plusieurs autres champs d'étude ont confirmé l'existence de telles hiérarchies d'apprentissages. Ainsi, les travaux issus du modèle d'enseignement de précision, particulièrement ceux effectués par Haughton au cours des années 70 (Haughton, 1972) et les travaux sur le concept de fluidité comportementale (Binder, 1996; Johnson & Layng, 1992), confirment l'idée qu'une consolidation des habiletés de base par une augmentation de la vitesse de réponse permet d'assurer l'acquisition et la rétention d'apprentissages plus complexes. Les recherches sur la théorie de la générativité comportementale (Epstein, 1996) démontrent également l'importance du phénomène de transfert vertical dans l'apparition des habiletés dites « de haut niveau » telles la résolution de problèmes et la créativité. Dans la plus célèbre de ces expériences, publiée dans la revue *Nature* en 1984 (Epstein, Kirshnit, Lanza & Rubin, 1984), les chercheurs démontrent que les comportements caractéristiques de l'« insight » ou que l'on associe à la notion de

créativité et aux situations de résolution de problèmes, s'expliqueraient à partir d'un phénomène de transfert vertical de comportements élémentaires appris antérieurement et consolidé par des pratiques répétées et variées. Les auteurs ont également pu démontrer que l'omission de l'un ou l'autre de ces apprentissages élémentaires empêche l'avènement de cet « insight ».

Cette notion de hiérarchies d'apprentissages est omniprésente non seulement dans les théories béhavioristes de l'apprentissage mais aussi en psychologie cognitive. C'est le cas notamment des études sur le développement des automatismes en cognition. Ainsi, Laberge et Samuels (1974) proposent un modèle cognitif d'apprentissage de la lecture qui repose sur l'établissement d'automatismes sur le plan des habiletés de décodage grapho-phonétique dans un premier temps, suivi d'habiletés de fusion des sons en syllabes. Le caractère hiérarchique de ces apprentissages a d'ailleurs été mis en évidence par Jeffrey et Samuels (1966) qui démontrent qu'en l'absence d'un apprentissage explicite de sous-habiletés liées au décodage, les élèves ne sont pas en mesure d'apprendre à lire. Selon ce modèle, les élèves doivent non seulement apprendre à faire ces correspondances lettres-sons avec un haut taux d'exactitude, mais doivent également automatiser ces habiletés par des pratiques répétées pour être en mesure d'accomplir les habiletés de fusion de sons nécessaires à l'énonciation des syllabes.

Dans une recension des études sur les processus cognitifs en jeu dans le transfert d'apprentissages, Cormier et Hagman (1987) constatent que l'automatisation des tâches élémentaires au moyen de pratiques répétées facilite l'acquisition et augmente le niveau de performance à des tâches plus complexes. Les travaux sur les habiletés de résolution de problèmes d'experts démontrent également que leur performance ne repose pas sur l'utilisation de stratégies particulières mais sur la disponibilité d'un large répertoire de connaissances et d'habiletés de base consolidées par de nombreuses années de pratiques

(Chase & Simon, 1973; Glaser, 1984). D'autre part, dans une des oeuvres maîtresses de la psychologie cognitive, Singley et Anderson (1989) accordent une place important au transfert vertical. Ils constatent que ce type de transfert est impliqué non seulement dans l'acquisition d'habiletés cognitives à l'intérieur d'un domaine mais explique également l'avènement du transfert entre domaines. On peut également concevoir l'importance accordée par Ausubel (1968), mais également de la majorité des théoriciens constructivistes, aux connaissances préalables dans tout nouvel apprentissage comme une reconnaissance implicite de l'importance du transfert vertical.

#### *Hierarchie des apprentissages et méthodes d'enseignement*

La démonstration de l'existence de hiérarchies d'apprentissages et de séquences d'acquisition a des implications considérables pour la structuration des enseignements. Un des corollaires de ce principe serait qu'il existerait une ou quelques séquences optimales qui faciliteraient les apprentissages. Cependant, si l'on peut déduire qu'un enseignement qui respecte ces séquences par une structuration allant du simple au complexe s'avérerait hautement efficace, on ne peut rejeter d'emblée la possibilité que les élèves puissent également acquérir ces habiletés élémentaires à travers l'apprentissage direct d'habiletés plus complexes. Il est clair pour White et Gagné (1974) que la simple démonstration de l'existence de hiérarchies d'apprentissages n'est pas suffisante pour établir la supériorité d'une stratégie pédagogique sur une autre.

Plusieurs études empiriques entreprises dans la lignée des travaux de Gagné ont cependant permis de répondre à cette question et ont fait ressortir la supériorité d'une stratégie de présentation allant du simple au complexe (Anderson, 1968; Mattoon, 1992; Scandura, 1966). Ainsi, dans une série d'études réalisées en contexte scolaire sur l'acquisition d'habiletés de résolution de problèmes en mathématique, Scandura (1966)

démontre que des élèves soumis à des pratiques répétées sur des habiletés préalables obtiennent de meilleurs résultats que les élèves exposés directement à un enseignement et à des exercices portant sur ces habiletés terminales. Dans une autre étude sur l'efficacité relative de deux stratégies de présentation dont l'ordre allait du simple au complexe dans un cas et du complexe au simple dans l'autre cas, Resnick et ses collaborateurs (Caruso & Resnick, 1971; Resnick, Siegel & Kresh, 1971) démontrent qu'un enseignement dont la séquence respecte une hiérarchie des apprentissages constitue le meilleur moyen pour s'assurer que la majorité, voire la totalité des élèves, comprennent et maîtrisent ces habiletés. Ils constatent également que pour une minorité d'élèves, soit les meilleurs, la stratégie qui consiste à omettre les habiletés préalables pour aborder directement les situations complexes peut également s'avérer efficace tout en nécessitant moins de temps. Si ces observations semblent contredire la nature inexorable du principe d'une hiérarchie des habiletés, les auteurs constatent que ces élèves talentueux auraient acquis les habiletés préalables au cours de leur apprentissage des tâches complexes, et qu'uniquement une fois ces apprentissages de base réalisés, ont-ils été en mesure d'accomplir la tâche complexe demandée. Ces élèves plus doués semblent donc être en mesure de combler les vides dans l'enseignement, tandis que les élèves moins doués n'y parviennent pas. Yao (1989) constate également une diminution de performance chez la plupart des sujets lorsqu'on retire certaines séquences d'un enseignement structuré. Cette diminution serait cependant beaucoup moins marquée chez les élèves plus compétents dans la matière enseignée.

Les conséquences de ces données sur les apprentissages en milieu scolaire démontrent qu'il n'est pas toujours nécessaire de décomposer un apprentissage et qu'une approche globale, partant de situations complexes, peut, sous certaines conditions, être tout aussi efficace et, dans certains cas, nécessiter un temps moindre. Cependant, il est également clair qu'une telle stratégie où sont omis certains apprentissages d'habiletés préalables a

de forts risques d'entraîner une augmentation de la variabilité des performances, accentuant ainsi les écarts entre les meilleurs élèves et ceux ayant des difficultés. D'autres études expérimentales ont d'ailleurs confirmé l'existence d'une telle interaction entre le niveau d'habiletés et le type de stratégie d'enseignement (Naylor & Briggs, 1963; Snow & Lohman, 1984). En 1986, Snow conclut des études ayant examiné la question des interactions aptitudes-traitement :

« Il y a des preuves substantielles que les élèves les plus faibles réussissent mieux lorsque l'enseignement est minutieusement structuré, lorsque les leçons sont décomposées dans une séquence d'unités simples, et lorsque l'enseignant exerce une supervision soutenue tout au long de l'activité et fournit des rétroactions fréquentes. Ces élèves réussissent moins bien dans des enseignements traditionnels ou dans des environnements qui requièrent une plus grande quantité d'activités autonomes de l'élève pour combler les limites d'un enseignement moins structuré ou incomplet. Dans ce type de situation, les élèves plus talentueux excellent » (Snow, 1986, p. 1030; traduction libre).

Dans une recension des études empiriques sur le transfert, Baldwin et Ford (1988) concluent qu'une méthode d'enseignement globale à partir de mises en situations complexes peut s'avérer avantageuse uniquement si le niveau d'aptitude de l'ensemble des apprenants est élevé et si le niveau de complexité de la tâche est faible. Ces observations rendent compte du phénomène selon lequel les élèves de milieux défavorisés et ceux qui présentent des difficultés d'apprentissage éprouveraient plus de difficultés avec des approches pédagogiques moins structurées telles la pédagogie par projets, l'apprentissage par la découverte ou par problèmes et dans les autres formes de pédagogie « centrées sur l'enfant » (Chall, 2000; Delpit, 1995). Il semble bien que les élèves de milieux plus favorisés et les plus doués soient davantage en mesure de profiter de situations d'apprentissages moins structurées en comblant les lacunes dans l'enseignement qui leur est dispensé.

Pour ces raisons, le concept de transfert vertical et le principe de l'organisation hiérarchique des habiletés posent problème à ceux qui favorisent une pédagogie centrée sur les projets, l'approche par la découverte ou par problèmes, ou qui proposent un apprentissage à partir de situations « authentiques » ou complexes. L'hypothèse selon laquelle l'apprentissage de certaines habiletés ou connaissances serait préalable à l'apprentissage d'habiletés plus complexes légitime en effet une perspective « instructiviste » (Finn & Ravitz, 1996) en éducation et justifie une structuration des enseignements incompatible avec plusieurs recommandations pédagogiques mises de l'avant dans le cadre de la réforme scolaire actuelle. Il n'est donc pas surprenant de constater que déjà, en 1992, Tardif prend ses distances face au concept de transfert vertical. L'auteur prétend alors apporter à cette notion ce qu'il identifie comme une extension pour en réduire ses supposées limites. Il énonce la possibilité que le transfert vertical puisse se faire autant en allant du simple au complexe que du complexe vers le simple. Il affirme en effet que l'apprentissage vertical facilite l'acquisition de nouvelles connaissances superordonnées mais également d'habiletés subordonnées. Cette modification, toute simple en apparence, n'en est pas moins radicale, puisqu'elle va à l'encontre du principe d'une organisation hiérarchique des habiletés, tel que le sous-tend le modèle de Gagné et les travaux de bien d'autres chercheurs d'orientation cognitive et comportementale. Il ne s'agit donc pas d'une extension du concept, comme l'affirme Tardif, mais d'une réfutation qui ne repose sur aucune base empirique et sur aucune donnée expérimentale. Tout au plus, l'auteur fournit-il un exemple inspiré des écrits sur l'approche globale en lecture où la familiarité avec un mot de vocabulaire permettrait à un enfant d'acquérir la connaissance d'une relation grapho-phonétique. Cet exemple ne pouvait être plus mal choisi puisque de nombreuses études ont démontré l'inefficacité de cette stratégie d'enseignement de la lecture comparativement à une approche phonétique basée sur le transfert du simple au complexe (Adams, 1994; Chall, 1996; Rayner, Foorman, Perfetti, Pesetski, & Seidenberg, 2001).

Dans ses ouvrages subséquents, Tardif passe non seulement sous silence la notion de transfert vertical, mais s'oppose même à l'idée d'une structuration des enseignements s'appuyant sur ce principe. Ainsi, dans son livre consacré au transfert des apprentissages, il affirme que l'enseignement d'habiletés composante dans des contextes simplifiés « retarde indûment les moments de recontextualisation et écarte toute référence à des situations de recontextualisation au cours de l'apprentissage initial » (1999; p. 146). Il ajoute que les élèves « doivent investir dans des projets à long terme étant donné l'impossibilité de développer des compétences dans un cadre d'exercices morcelés ou de savoirs fragmentés » (1999; p. 154). Dans un ouvrage précédent sur les nouvelles technologies de l'information, Tardif (1998) rejette également la stratégie basée sur le transfert vertical en associant toutes formes de segmentation du contenu, d'exercices sur des habiletés ou des connaissances spécifiques, voire même toute structuration des activités de formation, à un « paradigme d'enseignement » qu'il propose d'abandonner au profit d'un « paradigme d'apprentissage ». Il rejoint ainsi les propos de Meirieu (1993) pour qui la structuration des enseignements ne sert qu'à sécuriser le maître et n'a pas de véritables liens avec l'apprentissage fait par l'élève. Ce type d'argument, loin d'être singulier, est omniprésent dans le discours des auteurs francophones et s'inscrit dans un mouvement que l'on pourrait qualifier d'« anti-didactique », mouvement qui se réclame le plus souvent du socioconstructivisme radical tout en prétendant, à tort, s'appuyer sur les découvertes de la psychologie cognitive. Ce type de rationnel se retrouve chez Perrenoud (1997), pour qui l'« apprentissage au transfert » n'est possible que dans des situations d'apprentissages complexes où l'élève ne maîtrise pas suffisamment les connaissances et les habiletés nécessaires pour mener à terme un projet. Francoeur-Bellavance (1997) pose également la nécessité d'une pédagogie par projets à partir de situations complexes et transdisciplinaires, en opposition aux méthodes plus



structurées d'enseignement comportant des tâches simples, des exercices dont le contenu et le niveau de difficulté sont soigneusement contrôlés et dont la maîtrise peut être facilement évaluée. Legendre (2001), conseillère au ministère de l'Éducation du Québec, rejette également l'utilité de la notion de transfert vertical et de hiérarchie d'apprentissages lorsqu'elle affirme que « l'accent mis, dans le Programme de formation, sur le développement de compétences ne repose pas sur une vision séquentielle et linéaire de l'apprentissage » (p. 3). Elle précise: « Il arrive que certains esprits critiques assimilent la compétence à un modèle d'apprentissage séquentiel qui fractionne en petites unités facilement gérables les connaissances à acquérir ou les habiletés à développer. Ce faisant, ils utilisent un référentiel béhavioriste, sans pousser davantage la réflexion ». (p.3)

Le fait d'assimiler l'idée d'un enseignement séquentiel à un « référentiel béhavioriste » n'est pas entièrement dénué de sens, puisque les travaux de Gagné s'inscrivent dans la lignée de l'enseignement programmé. Cependant, l'importance d'une structuration séquentielle des enseignements est aussi reconnue par les plus importants auteurs de la psychologie cognitive. Dans sa recension des écrits sur le transfert, Adams (1992) insiste sur l'importance du phénomène de transfert vertical et sur la nécessité de fragmenter les apprentissages complexes. Il donne comme exemple l'apprentissage des mathématiques et affirme que « la nécessité d'un enseignement fractionné des mathématiques est évidente en soi, et l'entraînement sur la totalité une absurdité » (p. 21). En fait, la stratégie qui consiste à décomposer, simplifier les apprentissages, pour ensuite réintroduire des situations plus complexes est largement répandue autant dans le domaine de la formation du personnel que du design pédagogique (*instructional design*). On parlera tantôt d'entraînement partiel-total (*part-to-whole transfer*; Adams, 1992; Schmidt & Young, 1987), d'entraînement de sous-tâches (*part-task training*; Reder & Klatzky, 1994) ou de transfert d'habiletés composantes-composites (Johnson & Layng,

1992). En fait, on pourrait affirmer que tout le domaine du design pédagogique s'appuie sur cette idée d'une hiérarchie d'apprentissages et d'une structuration graduée des apprentissages. Romiszowki (1981) constate en effet l'omniprésence d'une telle préoccupation non seulement chez les auteurs issus de la tradition béhavioriste mais également chez les théoriciens cognitivistes dont Ausubel et Landa. Ainsi, Landa (1976) propose la segmentation d'une habileté complexe en « opérations élémentaires » et une présentation en séquence au moyen d'une stratégie « boule de neige » (*snowball*) qui s'apparente à la technique d'enchaînement séquentiel (*forward chaining*). La théorie d'apprentissage structural de Scandura (1984) cherche également à préciser les « composantes atomiques » et propose une stratégie de séquentiation allant du simple au complexe. Dans sa théorie de l'élaboration, Reigeluth (1983) démontre comment le principe de séquentiation inclusive (*subsumptive sequencing*) et l'utilisation des organisateurs avancés chez Ausubel, la proposition de curriculum en spirale de Bruner, ainsi que la théorie des schémas en psychologie cognitive, sont autant de perspectives justifiant une séquentiation des enseignements allant du simple au complexe. Les travaux d'Ericsson, Krampe et Tesch-Römer (1993) sur la pratique délibérée dans différents domaines tels les sports professionnels et la musique ont aussi clairement démontré que l'atteinte d'un haut niveau d'excellence dépend en bonne partie de la capacité à isoler et à pratiquer des séquences de sous-habilités simples jusqu'à l'atteinte d'un haut niveau de maîtrise sur chacune de ces sous-habilités. Ce principe semble d'ailleurs bien connu de la majorité des sportifs professionnels et de leurs entraîneurs ainsi que des musiciens professionnels (Hallam, 1997).

Qui plus est, plusieurs chercheurs cognitivistes semblent non seulement reconnaître la nécessité de structurer et segmenter les enseignements, mais ils formulent de sérieuses mises en garde contre les dangers d'un enseignement fondé sur des mises en situation complexes ou sur des pédagogies non structurées dites « centrées sur l'enfant ».

Ainsi, Ausubel (1968) porte un jugement sévère sur les différentes formes d'apprentissage par la découverte ou de pédagogie par projets. Il rappelle dans un ouvrage récent (Ausubel, 2000) que les situations naturelles d'apprentissage mises de l'avant par ces courants pédagogiques ne réussissent que rarement à fournir une quantité suffisante et adéquatement espacée de pratique, ni suffisamment d'occasions de répéter les composantes les plus difficiles. De plus, l'apprentissage en contexte de projet ne bénéficie pas des avantages qu'offrent une sélection, une présentation et une organisation soignée du matériel, pas plus que les effets bénéfiques reconnus d'une séquentiation du contenu, d'un rythme de progression et une gradation des difficultés. Il ajoute qu'il est impossible dans un tel contexte d'apprentissage d'obtenir le dosage optimal de répétitions intra-tâches, des variabilités intra-tâches et inter-tâches propres à favoriser la compréhension, la rétention et le transfert des apprentissages. De même, Singley et Anderson (1989) soulignent l'importance d'utiliser les hiérarchies d'apprentissages dans la séquentiation des enseignements et mettent en garde contre les risques d'apprentissage en situations complexes. Pour ces auteurs, ce type de situation a toutes les chances de surcharger les capacités cognitives de l'élève et de réduire sa motivation et son niveau d'attention. Ils prétendent même que l'élève soumis à un apprentissage en situation complexe est souvent réduit à faire un apprentissage par cœur empêchant ainsi toute possibilité de transfert. Une telle affirmation peut surprendre dans la mesure où c'est justement dans le but de réduire l'importance de la mémorisation que certains proposent une pédagogie différenciée basée sur des apprentissages « signifiants » en s'appuyant sur le projet et des méthodes d'apprentissage par problèmes ou en situations complexes. Cette affirmation semble cependant trouver confirmation dans les études comparatives sur l'apprentissage de la lecture qui démontrent que, contrairement à une croyance répandue, l'approche globale en lecture nécessite de plus grands efforts de mémorisations que les approches phonétiques (Fleisch, 1981; Adams & Engelmann, 1996).

Plus récemment, Anderson, Reder et Simon (1996; 1998), qui figurent parmi les plus importants chercheurs cognitivistes, réitèrent leur opposition aux propositions pédagogiques issues des courants socioconstructivistes et aux tenants de l'apprentissage en contexte (*situated learning*) qui prétendent pourtant s'appuyer sur les découvertes de la psychologie cognitive. Ils démontrent comment les découvertes en psychologie cognitive justifient plutôt la nécessité de décomposer et de décontextualiser plusieurs apprentissages. Ceci dit, aucun de ces auteurs, ni même Ausubel (1968; 2000) ne rejettent pour autant la nécessité de soumettre les élèves à des situations complexes d'apprentissage puisque que ce type de contexte permet la pratique d'habiletés distinctes propres à ces situations. Ils reconnaissent de plus que la pratique en contexte réaliste joue un rôle primordial dans la motivation des élèves à apprendre. Cependant, pour eux, l'idée de fonder l'enseignement majoritairement sur ce type de situations est contraire aux principes mis en évidence par les études en psychologie cognitive.

## CONCLUSION

Le nouveau programme d'éducation au Québec se veut un virage vers la réussite et a pour particularité de mettre l'accent sur l'utilisation des savoirs dans la vie réelle et dans des apprentissages ultérieurs. Il s'agit à n'en pas douter d'un effort louable visant à favoriser un plus grand transfert des apprentissages scolaires. Pourtant, les changements des pratiques pédagogiques proposés par les principaux ténors de cette réforme vont à l'encontre des découvertes issues des recherches sur le transfert réalisées par les chercheurs en psychologie, qu'ils soient béhavioristes ou cognitivistes. Ces propositions de changement traduisent une méconnaissance du phénomène du transfert. A l'instar de Mendelsohn (1996) qui remarque que l'utilisation du terme transfert chez les auteurs francophones se limite souvent à des exemples de transfert distal (*far transfer*), nous avons constaté une restriction de l'étendue du phénomène qui limite celui-ci à ses formes

les plus spectaculaires, mais également les plus improbables. Or, une connaissance approfondie de ce phénomène passe au contraire par la reconnaissance et par l'étude du transfert sous toutes ses formes. À cet égard, une des formes les plus répandues de transfert et, malgré tout, complètement négligée par la majorité des pédagogues francophones est le transfert vertical. Pourtant, ce type de transfert, qui permet de mieux comprendre les liens existant entre les connaissances de différents niveaux de complexité, est omniprésent dans les domaines de la psychologie de l'éducation, de la formation et du design pédagogique. Cette négligence se traduit, dans le cadre de la réforme, par une absence d'articulation quant aux relations existant entre les connaissances et les habiletés dites « de base », et les compétences dites « de haut-niveau ». Cela donne lieu à une juxtaposition contrefaite de deux niveaux de savoirs, chacun répondant à des principes distincts d'apprentissage. Il y aurait, d'une part, des savoirs élémentaires, qui s'accommodent d'exercices répétés visant la mémorisation, et d'autre part, des « capacités supérieures » qui, elles, requièrent des mises en situation complexes et multidimensionnelles et une pédagogie centrée sur la découverte et la construction des savoirs. Une telle position, très répandue chez les auteurs québécois (Carbonneau & Legendre, 2002; Gagnon, 2002; Groupe de travail sur la réforme du curriculum, 1997), sous-estime l'ampleur des interactions entre les différents niveaux de savoir, interactions mises en évidence dans de nombreuses études réalisées sous l'égide de la psychologie cognitive et comportementale. Faute de pouvoir s'appuyer sur ces interactions, les propositions de changement risquent de produire les effets contraires à ceux recherchés. Cette méconnaissance du transfert a également amené plusieurs pédagogues francophones à négliger deux paramètres essentiels de l'apprentissage, soit l'acquisition et la rétention, conditions pourtant essentielles à l'avènement du transfert.

Cette négligence des fondements empiriques de l'apprentissage et du transfert conduit ces auteurs à faire la promotion de pratiques pédagogiques qui, selon toute

vraisemblance, sont inefficaces. Elles risquent non seulement d'augmenter le taux d'échecs des élèves, mais également de décourager l'adoption de pratiques plus efficaces. En fait, le principal reproche adressé au discours socioconstructiviste n'est pas tellement lié à ce qu'ils proposent, mais plutôt à ce qu'ils s'efforcent de rejeter, aux pratiques qu'ils tentent de décourager, pratiques ayant pourtant démontré leur efficacité. Plus surprenant encore est de constater que les recommandations mises de l'avant par ces experts et reprises par le ministère de l'Éducation, correspondent précisément aux conditions favorisant la réussite des meilleurs élèves au détriment des élèves moins talentueux ou moins bien préparés. Ce fait illustre encore une fois l'idée que l'on ne juge pas du caractère progressiste d'une mesure éducative ou d'une réforme du système d'enseignement par le discours qui l'a mis en place mais par les effets qu'elle produit ultimement sur la réussite des élèves. Et à cet égard, on ne peut que déplorer le peu d'empressement des experts à fournir des preuves empiriques de l'efficacité des changements proposés ou du ministère de l'Éducation à mettre en place des mécanismes dans le but d'évaluer les effets d'une telle réforme. Ces preuves sont indispensables non seulement parce que les recherches en psychologie remettent en question les fondements empiriques de telles propositions, mais également parce que les études évaluatives de réformes semblables entreprises dans des écoles aux États Unis (Richard & Bissonnette, 2002) et en Europe (Favre, Nidegger, Osiek & Saada, 1999) soulignent le caractère potentiellement néfaste de telles pratiques pédagogiques.

## RÉFÉRENCES

- Adams, M.J. (1994). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Adams, G.L. and Engelmann, S. (1996). *Research on Direct Instruction: 25 Years beyond Distar*. Seattle: Educational Achievement Systems.
- Adams, J.A. (1992). *Revue historique et critique de la recherche sur l'apprentissage, la rétention et le transfert des habiletés motrices* (dossier EPS n° 13), Paris, Revue EPS.
- Anderson, J. R., Reder, L. M., & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25, 5-11.
- Anderson, J. R., Reder, L. M. & Simon, H. (1998). Radical constructivism and cognitive psychology. In D. Ravitch (Ed.) *Brookings papers on education policy 1998*. Washington, DC: Brookings Institute.
- Anderson, R.C. (1968). *An analysis of a class of problem solving behavior. Final report*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED020776)
- Ausubel, D. P. (1968). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Boston: Kluwer Academic.
- Baldwin, T. T, & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41, 61-105.
- Bereiter, C. (1995). A dispositional view of transfer. In A. McKeough, J. Lupart, & A. Marini (Eds.), *Teaching for transfer: Fostering generalization in learning* (pp. 21-34). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bernstein, B. R., & Gonzalez, B. K. (1968). *Learning, retention, and transfer Vol. 1*. Technical Report 68-C-0215-1. Orlando, FL: Naval Training Device Center.
- Binder, C. (1996) Behavioral Fluency: Evolution of a New Paradigm. *The Behavior Analyst*, 19, 163-197.
- Block, B. (1971). *Mastery learning: Theory and practice*. New York, Holt, Rinehart & Winston.
- Bracke, D. (1998a). Vers un modèle théorique du transfert: les contraintes à respecter. *Revue des sciences de l'éducation*, 24(2), 235-266.

- Brooks, L. W., & Dansereau, D. F. (1987). Transfer of information: An instructional perspective. In S. M. Cormier & J.D. Hagman (Eds.), *Transfer of learning: Contemporary research and applications* (pp. 121-149). New York: Academic Press.
- Butterfield, E.C., Slocum, T.A. et Nelson, G.D. (1993). Cognitive and behavioral analyses of teaching and transfert: Are they différent? In D.K. Deterrnan & R. J Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (p. 192-258). Norwood, NJ: Ablex.
- Carbonneau, M., & Legendre, M.F. (2002). Pistes pour une relecture du programme de formation et de ses référents conceptuels. *Vie Pédagogique*, 125, 12-17.
- Caruso, J.L. & Resnick, L.B. (1971). *Task sequence and over-training in children's learning and transfer of double classification skills* (Publication No. 1971/18). Pittsburgh: University of Pittsburgh, Learning Research and Development Center.
- Chall, J. S. (1996). *Learning to read: The great debate (3rd ed.)*. Forth Worth, TX: Harcourt Brace.
- Chall, J.S. (2000). *The Academic Achievement Challenge What Really Works in the Classroom?* New York. Guilford Press.
- Charlott, B. & Stech. S. (1996). L'entrée par la sociologie : processus sociaux, subjectivité et transferts. In P. Meirieu et M. Develay (dir.) en collaboration avec C. Durand et Y. Mariani, *Le transfert des connaissances en formation initiale et continue* (p. 26-30). Lyon: Centre régional de documentation pédagogique de l'Académie de Lyon.
- Chase, W. G. & Simon, H. A. (1973). The mind's eye in chess. In: W. G. Chase (Ed.), *Visual Information Processing* (pp. 215-281). New York: Academic Press.
- Cormier, S.M., & Hagman, J.D. (1987). *Transfer of learning: contemporary research and applications*. San Diego: Academic Press.
- De Landsheere, G. (1992). *Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation*. 2e éd. Paris: PUF.
- Delpit, L. D. (1995). *Other people's children: Cultural conflict in the classroom*. New York: New Press.
- Detterman, D. K. (1993). The case for the prosecution: Transfer as an epiphenomenon. In D. K. Detterman & R. J. Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (pp. 1-24). Norwood, NJ: Ablex.
- Detterman D.K & Sternberg, R. J. (1993). *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction*. Norwood, NJ: Ablex.



- Druckman, D., & Bjork, R. A. (Eds.). (1991). *In the mind's eye: Enhancing human performance*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ellis, H.C. (1965). *The transfer of learning*. New York: MacMillan.
- Epstein, R. (1996) *Cognition, Creativity and Behavior*. Westport, CO: Praeger.
- Epstein, R., Kjrshnit, R., Lanza, R., & Rubin, R. (1984). "Insight" in the pigeon: Antecedents and determinants of an intelligent performance. *Nature*, 308, 61-62.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. Th., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
- Favre, B, Nidegger, C., Osiek, F, & Saada, E.H. (1999) *Le changement : un long fleuve tranquille ? Dossier établi à la fin de la phase d'exploration (1994-1998) de la rénovation de l'enseignement primaire*. Genève, Service de la recherche en Education. Département de l'Instruction publique.
- Farr, M.J. (1987). *The long-term retention of knowledge and skills: A cognitive and instructional Perspective*. New York: Springer.
- Finn, C.E. & Ravitz, D. (1996). *Education reform. A report from the Educational Excellence Network to its Education Policy Committee and the American people*. Indianapolis: Hudson Institute.
- Francoeur-Bellavance, S. (1997) *Le travail en projet. Une stratégie pédagogique transdisciplinaire*. Longueuil : Intégra.
- Flesch, Rudolf. (1981) *Why Johnny still can't read - a new look at the scandal of our schools*. New York: Harper and Row
- Gagné, R. M. (1962). The acquisition of knowledge. *Psychological Review*, 69, 355-365.
- Gagné, R. M., & Paradise, N. E. 1961. Abilities and learning sets in knowledge acquisition. *Psychological Monographs*, 7, (14, Whole no. 518).
- Gagnon, N. (2001). Le programme de formation du secondaire: Un outil pour préparer les jeunes au XXI<sup>e</sup> siècle. *Vie pédagogique*, 121, 9-12.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1987). The cognitive basis of knowledge transfer. In S. M. Cormier & J. D. Hagman (Eds.), *Transfer of learning contemporary research and application* (pp. 9-45). New York: Academic Press.

- Glaser, R. (1984). Education and thinking: The role of knowledge. *American Psychologist*, 39, 93-104.
- Griffiths, A.K., Kass, H., Cornish, A.G. (1983). Validation of a learning hierarchy for the mole concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 649-654.
- Griffiths, A. K., & Grant, B. A. C. (1985). High school students' understanding of food webs: identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 421-436.
- Groupe de travail sur la réforme du curriculum (1997). *Réaffirmer l'école*. Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation.
- Hallam, S. (1997) What do we know about practising? Towards a model synthesising the research literature. In Jørgensen H. & A. C. Lehmann (Eds.) *Does practice make perfect? Current theory and research on instrumental music practice*, Norges musikkhøgskole, NMH-publikasjoner: Oslo. 1997, Volume 1: pp. 123-139.
- Hagman, J. D. (1980). *Effects of training task repetition on retention and transfer of maintenance skill* (RR 1271). Alexandria, VA: Army Research Institute.
- Haskell, R.E. (2001). *Transfer of Learning: Cognition, Instruction, and Reasoning*. San Diego, CA: Academic Press.
- Haughton, E. (1972). Aims: Growing and sharing. In J. B. Jordan & L. S. Robbins (Eds.), *Let's try something else of this kind* (pp. 20-39). Arlington, VA: The Council for Exceptional Children.
- Hurst, J., et. al. (1978). Hierarchical analysis of learning objectives in economics. *Theory and Research in Social Education*, 6(3), 1-13.
- Jeffrey, W.E., & Samuels, S.J (1966). The effect of method of reading training on initial training and transfer. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 57, 159-163.
- Johnson, K. R., & Layng, T. V. J. (1992). Breaking the structuralist barrier: Literacy, numeracy with fluency. *American Psychologist*, 47, 1475-1490.
- Judd, C. H. (1908). The relation of special training and general intelligence. *Educational Review*, 36, 42-48.
- Keller, F.S. (1968). "Good-bye, teacher...". *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1, 78-89.
- LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293-323.

- Landa, L. (1976). *Instructional Regulation and Control: Cybernetics, Algorithmization, and Heuristics in Education*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Legendre, M.F. (2001). A propos des critiques sur la notion de compétence. *Virage*, 3(1), 3.
- Marini, A., & Genereux, R. (1995). The challenge of teaching for transfer. In A. McKeough, J. Lupart, & A. Marini (Eds.), *Teaching for transfer. Fostering generalization in learning* (pp. 1-20). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mattoon, J.S. (1992). *Learner control and part/whole-task practice methods in instructional simulation*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED346114)
- McKeough, A., Lupart, J., & Marini, A. (1995), *Teaching for transfer. Fostering generalization in learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Meirieu, P. (1993). *L'envers du tableau: Quelle pédagogie pour quelle école?* Paris ESF éditeur.
- Meirieu, P. et Develay, M. (dir.) en collaboration avec C. Durand et Y. Mariani (1996). *Le transfert des connaissances en formation initiale et continue*, Lyon: Centre régional de documentation pédagogique de l'Académie de Lyon.
- Naylor, J. C., & Briggs, G. E. (1963). Effects of task complexity and task organization on the relative efficiency of part and whole training methods. *Journal of Experimental Psychology*, 65, 217-224.
- Mendelsohn, P. (1996). Le concept de transfert. In P. Meirieu et M. Develay (dir.) en collaboration avec C. Durand & Y. Mariani, *Le transfert des connaissances en formation initiale et continue* (p. 11-19). Lyon: Centre régional de documentation pédagogique de l'Académie de Lyon.
- Perrenoud, P. (1997). *Pédagogie différenciée: des intentions à l'action*. Paris: Éditions sociales françaises.
- Pond, F. L. (1938). Influence of the study of Latin on word knowledge. *School Review*, 46, 611-618.
- Rayner, K., Foorman, B.R., Perfetti, E., Pesetsky, D., & Seidenberg, M.S. (November 2001). How Psychological Science Informs the Teaching of Reading. *Psychological Science in the Public Interest*, 2, 31-74.
- Reder, L. M. & Klatzky, R. (1994) Transfer: Training for Performance. In Druckman, D. & Bjork, R. A. (Eds.) *Learning, Remembering, Believing: Enhancing team and individual performance*. Washington, D.C.: National Academy Press.

- Reigeluth, C. (1983) *Instructional Design: Theories and Models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1983.
- Rey, B. (1996). *Les compétences transversales en question*. Paris, ESF.
- Resnick, L.B., Siegel, A.W., & Kresh, E. (1971). Transfer and sequence in learning double classification skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 11, 139-149.
- Richard, M. & Bissonnette, S. (2002). Le danger qui guette la réforme de l'éducation québécoise: Confondre les apprentissages scolaires avec les apprentissages de la vie. *Vie Pédagogique*, 123, 45-49.
- Romiszowski, A.J. (1981). *Designing Instructional Systems: Decision-Making in Course Planning and Curriculum Design*. New York, Nichols.
- Samuels, S.J. (Mai, 1975). *Hierarchical subskills in the reading acquisition process*. Paper presented at the Annual Meeting of the International Reading Association (20th, New York City, May 13-16, 1975). (ERIC Document Reproduction Service No. ED105430)
- Scandura, J. M. (1984). Cognitive instructional psychology: System requirements and research methodology. *Journal of Computer-Based Instruction*, 1(2), 32-41.
- Scandura, J.M. (1966). Prior learning, presentation order, and prerequisite practice in problem solving. *Journal of Experimental Education*, 34, 12-18.
- Schmidt, R. A., & Young, D. E. (1987). Transfer of movement control in motor skill learning. In S. M. Cormier & J. D. Hagman (Eds.), *Transfer of Learning*, (pp. 47-49). Orlando, FL: Academic Press.
- Schulz, R. W. (1960) Problem solving behavior and transfer. *Harvard Educational Review*, 30, 61-77.
- Shea, J.B., & Morgan, R.L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 183.
- Singley, M.K., & Anderson, J.R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Snow, R. E. 1984. Individual differences and the design of educational programs. *American Psychologist*, 42, 137-144.
- Snow, R. E., & Lohman, D. F. (1984). Toward a theory of cognitive aptitude for learning from instruction. *Journal of Educational Psychology*, 76, 347-376.

- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Les Éditions LOGIQUES.
- Tardif, J., en collaboration avec A. Presseau (1998). *Intégrer les nouvelles technologies de l'information. Quel cadre pédagogique?* Paris: ESF.
- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Montréal: Les Éditions LOGIQUES.
- Tardif, J., & Meirieu, P. (1996). Stratégie pour favoriser le transfert des connaissances. *Vie pédagogique*, 98, 4-7.
- Uprichard, A.E. (1970). The effect of sequence in the acquisition of three set relations : An experiment with preschoolers. *Arithmetic Teacher*, 17, 597-604.
- Thorndike, E. L., & Woodworth, R. R. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. *Psychological Review*, 8, 247-261.
- Wedman, J.F & Smith, P.L. (1989) *An examination of two approaches to organizing Instruction. Proceedings of Selected Research Papers presented at the Annual Meeting of the Association for Educational Communications and Technology*. Dallas, TX. (ERIC Document Reproduction Service No. ED308850)
- White, R.T. & Gagné, R.M. (1974). Past and future research on learning hierarchies. *Educational Psychologist*, 11, 19-28.
- Winkles, J. (1986). Achievement, understanding, and transfer in a learning hierarchy. *American Educational Research Journal*, 23, 1275-1288.
- Yao, K. (1989). *Factors related to the skipping of subordinate skills in Gagné's learning hierarchies*. Paper presented at annual meeting of the Association for Educational Communications and Technology, Dallas, TX In M.L. Simonson & D. Frey, eds. Proceedings of selected research paper presentations, 661-74. Ames, IA: Iowa State University

## CONCLUSION

En 1992, dans un numéro spécial du *Journal of Applied Behavior Analysis*, consacré à l'éducation, plusieurs auteurs soulignent le fait que nous disposons déjà de plusieurs technologies d'enseignement efficaces et de nombreuses données d'évaluations démontrant leur efficacité (Carnine, 1992; Lindsley, 1992; Greer, 1992; Axelrod, 1992). Le problème est que le système d'éducation américain ignore ces méthodes, demeure imperméable aux données de recherches et conclusions des études évaluatives et fait reposer ses choix éducatifs essentiellement sur des dogmes et des modes (Carnine, 1992). Lindsley (1992) prétend même qu'il serait irresponsable d'investir davantage de fonds publics dans la recherche en éducation sans auparavant voir à l'implantation des conclusions de ce que les recherches ont déjà démontré, et ce depuis de nombreuses années. Malheureusement, rien ne nous laisse croire que la situation diffère au Québec. On enseigne encore la lecture du français selon une méthode s'inspirant de l'approche globale (*whole language*) en dépit d'une quantité considérable d'études démontrant son inefficacité (Adams, 1994; Chall, 1996; Rayner et al., 2001). Le discours officiel des représentants du ministère et des principaux experts de la dernière réforme de l'éducation semble exclure d'emblée l'adoption de méthodes pourtant reconnues comme efficaces. Nos propres travaux de recherches qui portent sur l'utilisation de pratiques informatisées sur des contenus segmentés apparaissent clairement s'opposer à la philosophie d'enseignement mis de l'avant par le ministère de l'Éducation. Pour toutes ces raisons, il pourrait apparaître quelque peu futile de discuter des avenues de

recherches pouvant être développées dans la poursuite logique des conclusions de la présente étude.

Ce n'est pourtant pas les questions de recherche qui manquent. D'une part, il est important de préciser que notre incapacité à démontrer l'importance des contingences de vitesse sur la performance des élèves ne saurait constituer une réponse définitive à cette question. Tout au plus, avons-nous démontré que les instructions précises utilisées dans le cadre de cette étude pour encourager les élèves à augmenter leur rythme de réponse n'ont pas été en mesure de produire les effets supposés de l'entraînement à la fluidité. Selon un logique popperienne, seule l'accumulation d'échecs répétés à produire de tels effets, au moyen de diverses méthodes, permettra-t-elle d'éliminer la vraisemblance des hypothèses mises de l'avant par les auteurs en enseignement de précision. Cependant, compte tenu des efforts précédents infructueux et l'absence de données empiriques pour supporter cette hypothèse, il nous semble justifié d'affirmer que le fardeau de la preuve se trouve dorénavant dans le camp des promoteurs de ces techniques.

Nous avons cependant pu identifier un effet bénéfique potentiel de l'application de contingence de vitesse, soit une attitude légèrement plus positive envers la pratique répétée. Ce facteur affectif nous apparaît important et mériterait de faire l'objet d'une étude plus approfondie, puisqu'il pourrait s'avérer utile pour motiver les élèves à s'engager dans des activités bénéfiques de surapprentissage. Par ailleurs, nous devons rappeler que la question principale posée par le titre du premier article quant à la quantité de pratiques nécessaires n'a été qu'en partie répondue et demeure toujours pertinente. Tous au plus avons-nous pu démontrer l'importance des révisions constantes et du surapprentissage, soit la nécessité de dépasser un critère de maîtrise défini uniquement à partir d'une mesure de justesse. La question de savoir à quel moment, au cours de ce surapprentissage, il est souhaitable d'interrompre ou à tous le moins de commencer à espacer les pratiques, demeure entière. Judd et Glaser proposaient déjà en 1969 la

possibilité que la mesure de la latence de réponse puisse offrir une réponse à une telle question. Or, à notre connaissance, si l'on fait exception de l'étude doctorale de Tayman (1985), aucun effort de recherche n'a été déployé pour explorer cette hypothèse. La question qui consiste à savoir si le meilleur prédicteur des effets bénéfiques de la pratique consistera en une mesure de la latence de réponse, de la fréquence de réponse par minute, d'une courbe d'accélération ou d'un accroissement relatif du taux de réponses, demeure une question empirique. Il nous semble prématuré aujourd'hui de rejeter l'une ou l'autre de ces mesures pour des questions d'ordre strictement théorique (p.ex., Lindsley, 1996). Les recherches sur le surapprentissage et la mémoire à long terme nous ont cependant appris que la réponse à une telle question n'a rien d'un choix simple, puisque la relation entre la pratique et la rétention semble régir en partie par un principe d'une diminution progressive du retour sur investissements (Farr, 1989; Driskell et al. 1992). L'objectif de déterminer à quel moment on devrait diminuer ou interrompre les pratiques sur une habileté précise doit donc nécessairement tenir compte de la quantité des apprentissages à réaliser en fonction du temps disponible ainsi que de l'importance des effets attendus à long terme. Encore une fois, la réponse consistera à déterminer le bon dosage de pratiques et d'instruction permettant d'optimiser la quantité et la qualité des apprentissages.

La question de l'espacement des pratiques en contexte d'enseignement demeure également que partiellement répondu (Dempster, 1988). Plusieurs chercheurs dans le domaine de l'éducation reconnaissent l'importance de faire suivre un nouvel apprentissage par des pratiques groupées, pour ensuite soumettre les élèves à des pratiques plus espacées (Johnson & Layng, 1992; Reder & Klatzky, 1994). Mais au delà de l'énoncé de ce principe, les enseignants ne disposent pas de critères fonctionnels permettant de déterminer à quel moment ils doivent procéder à un étalement des



pratiques, ainsi que la quantité requise et l'espace optimal permettant d'assurer le maintien des apprentissages.

La structuration des contenus et de la décomposition des habiletés semble également soumise à cette même logique d'optimisation et de recherche d'efficacité. S'il est envisageable de concevoir des séquences d'apprentissages pour des habiletés complexes favorisant la réussite de tous, les contraintes de temps inhérentes à la plupart des contextes d'apprentissage nous obligent à rechercher plutôt un compromis permettant à un plus grand nombre d'individus d'atteindre une grande quantité d'apprentissages dans le temps qui nous est alloué. Cependant, cette préoccupation pour les contraintes de temps pourrait bien être injustifiée en raison de la faible efficacité des méthodes d'enseignement utilisées aujourd'hui. Il est clair pour nous qu'il est tout à fait possible de présenter une structuration accrue des contenus d'enseignement et d'augmenter la quantité de pratiques offerte aux élèves tout en diminuant le temps requis à leur enseignement.

Il est important également de rappeler que toutes recherches devraient impérativement tenir compte des interactions possibles entre les techniques d'enseignement favorisant la réussite et les aptitudes initiales des élèves. Il y a fort à parier que tous ces facteurs énumérés précédemment n'auront pas les mêmes effets sur les meilleurs élèves et sur les élèves éprouvants des difficultés. Peu importe si l'on cherche à favoriser la réussite du plus grand nombre d'élèves ou à promouvoir l'excellence, une meilleure compréhension de ces interactions aptitudes-traitement s'avère essentielle à l'atteinte de tels objectifs.

Beaucoup d'observateurs et chercheurs du milieu de l'éducation pourraient juger une telle énumération de questions de recherche comme appartenant à une autre époque et fort loin des préoccupations contemporaines en éducation. Ils n'auraient pas tout à fait tort

puisque plusieurs des interrogations soulevées ici correspondent aux intérêts de chercheurs oeuvrant il y a de ça 30 ou même 40 ans. Mais, comme l'a souligné Paul Meehl (1978) en parlant de la psychologie<sup>1</sup>, les théories gagnent et perdent en popularité, apparaissent et disparaissent, non pas en raison de l'accumulation d'évidences favorables ou défavorables, mais bien plus en raison d'un désintéressement progressif ou de l'avènement de nouvelles idées à la mode. Les sciences de l'éducation, encore plus que la psychologie, n'ont pas le caractère cumulatif qui nous impressionne tant dans les sciences comme la physique ou l'astronomie, et bien des questions jugées cruciales il y a plusieurs décennies sont malheureusement demeurées sans réponse et mériteraient qu'on y consacre aujourd'hui du temps et des ressources.

Tous ces efforts de recherches risquent cependant de demeurer vain si l'on ne tente pas d'intervenir également sur la scène publique afin de rétablir la légitimité des techniques éducatives que nous proposons. Pour cette raison, les études visant à répondre à l'une ou l'autre des questions mentionnées précédemment devraient préférablement s'inscrire dans un large projet de démonstration. Il nous semble de plus essentiel d'attacher une attention particulière à la validité écologique de telles études. La démonstration de l'efficacité d'une technique d'enseignement devra se faire préférablement, dans de vraies classes, avec de vrais enseignants et dans des conditions les plus normales possibles. Mais l'histoire nous dit qu'il serait illusoire de croire que la publication de tels résultats

---

<sup>1</sup> Meehl fait en fait référence à ce qu'il appelle la « soft psychology », ce qui inclus pour lui la psychologie clinique, la psychologie sociale, communautaire, et scolaire.

serait suffisant pour infléchir un changement des pratiques d'enseignement ou des politiques gouvernementales en matière d'éducation. On se doit également intervenir publiquement pour rétablir certains faits, dénoncer les dogmes et les modes qui ne reposent sur aucune donnée d'études. Il en résultera inévitablement des affrontements avec des collègues et d'autres intervenants du milieu de l'éducation. Mais nous disposerons alors d'un avantage sur ceux-ci, celui d'avoir à notre disposition des données d'intervention démontrant l'efficacité de ce que nous proposons, ce qui fait grandement défaut à un grand nombre d'intervenants du milieu de l'éducation.

## RÉFÉRENCES

- Adams, M.J. (1994). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Axelrod, S. (1992). Disseminating an effective educational technology. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 25, 31-35.
- Carnine, D. (1992). Expanding the notion of teachers' rights: Access to tools that work. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 25, 13-19.
- Chall, J. S. (1996). *Learning to read: The great debate (3rd ed.)*. Forth Worth, TX: Harcourt Brace.
- Dempster, F. N. (1988). The spacing effect: A case study in the failure to apply the results. *American Psychologist*, 43, 627-634.
- Driskell, J. E., Willis, R. P., & Cooper, C. (1992). Effect of overlearning on retention. *Journal of Applied Psychology*, 77, 615-622.
- Greer, R.D. (1992). L'enfant terrible meet the educational crisis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 25, 65-69.
- Johnson, K. R., & Layng, T. V. J. (1992). Breaking the structuralist barrier: Literacy, numeracy with fluency. *American Psychologist*, 47, 1475-1490.
- Judd, W. A., & Glaser, R. (1969). Response latency as a function of training method, information level, acquisition, and overlearning. *Journal of Educational Psychology Monograph*, 60(4 Pt. 2), 1-30.
- Lindsley, O.R. (1992). Why aren't effective teaching tools widely adopted? *Journal of Applied Behavior Analysis*, 25, 21-26.
- Lindsley, O.R. (1996). The four free-operant freedoms. *The Behavior Analyst*, 19, 199-210.
- Meehl, P. E. (1978). Theoretical risks and tabular asterisk: Sir Karl, sir Ronald, and the slow progress of soft psychology. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46, 806-834.
- Farr, M.J. (1987). *The long-term retention of knowledge and skills: A cognitive and instructional Perspective*. New York: Springer.
- Rayner, K., Foorman, B.R., Perfetti, E., Pesetsky, D., & Seidenberg, M.S. (November 2001). How Psychological Science Informs the Teaching of Reading. *Psychological Science in the Public Interest*, 2, 31-74.

- Reder, L. M. & Klatzky, R. (1994) Transfer: Training for Performance. In Druckman, D. & Bjork, R. A. (Eds.) *Learning, Remembering, Believing: Enhancing team and individual performance*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Taymans, J. M. (1985). An investigation of the relationship between response latency during overlearning and retention for learning disabled students engaged in computer-assisted instruction. *Dissertation Abstracts International*, 47(2), 503A. (UMI No. 8608867)

APPENDICE A

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Je, soussigné, autorise Normand Péladeau à utiliser les différentes données recueillies à mon sujet lors du cours de méthodes quantitatives dispensé à l'hiver 2000. Ces données incluent des informations socio-démographiques, les résultats obtenus sur le logiciel de cartes-éclair PracticeMill, et les résultats aux examens et travaux. Ces données devront être utilisées dans le but d'évaluer l'efficacité de méthodes d'enseignement et d'identifier les facteurs favorisant la réussite à ce cours.

Je suis en accord avec l'exigence imposée au chercheur selon laquelle les données recueillies à mon sujet devront demeurer strictement confidentielles. Les résultats présentés publiquement seront dénominalisés de telle sorte qu'il sera impossible à quiconque d'identifier une personne ayant participé à cette étude.

Je garde également le droit de réviser ma décision et de retirer mon autorisation en tout temps jusqu'à la fin du cours.

Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Nom: \_\_\_\_\_

(en lettres d'imprimerie)

## LES RÉSULTATS

Les résultats de cette étude devraient être publiés en 2002. Si vous désirez obtenir un résumé des résultats de cette étude, veuillez indiquer ci-dessous la meilleure façon de vous rejoindre:

Adresse: \_\_\_\_\_ Courriel: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

APPENDICE B

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LE TEST DE SUIVI  
ET MESURE D'ATTITUDE



## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Je, soussigné, autorise Normand Péladeau à utiliser les différentes données recueillies à mon sujet lors du cours de méthodes quantitatives dispensé à l'automne 2000. Ces données incluent des informations socio-démographiques, les résultats obtenus sur le logiciel de cartes-éclair PracticeMill, les résultats aux examens et travaux ainsi qu'un test d'une durée maximale de 20 minutes. Ces données devront être utilisées dans le but d'évaluer l'efficacité de méthodes d'enseignement et d'identifier les facteurs favorisant la réussite à ce cours.

Je suis en accord avec l'exigence imposée au chercheur selon laquelle les données recueillies à mon sujet devront demeurer strictement confidentielles. Les résultats présentés publiquement seront dénominalisés de telle sorte qu'il sera impossible à quiconque d'identifier une personne ayant participé à cette recherche.

Je garde le droit de réviser ma décision et de me retirer en tout temps de cette recherche.

J'atteste également avoir reçu la somme de \$10 pour ma participation à cette étude.

Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Nom: \_\_\_\_\_  
(en lettres d'imprimerie)

## QUESTIONNAIRE D'ATTITUDES

Indiquez votre niveau d'accord avec les 7 énoncées ci-dessous à l'aide de l'échelle suivante:

1 Fortement en désaccord	2 Plutôt en désaccord	3 Ni en accord ni en désaccord	4 Plutôt en accord	5 Fortement en accord
--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------	--------------------------	-----------------------------

- Q1. De façon générale, l'enseignement dispensé dans ce cours favorise les apprentissages.....1    2    3    4    5
- Q2. La statistique est une matière facile à comprendre.....1    2    3    4    5
- Q3. J'ai personnellement de la difficulté à comprendre les statistiques....1    2    3    4    5
- Q4. J'ai apprécié le cours de méthodes quantitatives .....1    2    3    4    5
- Q5. Je trouve la matière du cours de méthodes quantitatives ennuyante. .1    2    3    4    5
- Q6. Les pratiques sur ordinateur (PracticeMill) aident à mieux comprendre la matière. ....1    2    3    4    5
- Q7. Les pratiques sur ordinateur (PracticeMill) sont ennuyantes .....1    2    3    4    5

Autres commentaires sur les pratiques sur ordinateur ou sur le cours: \_\_\_\_\_

---



---



---

APPENDICE C

TEST DE RÉTENTION DES APPRENTISSAGES  
ADMINISTRÉ LORS DU SUIVI

Nom: \_\_\_\_\_

Résultat: \_\_\_\_\_ Temps: \_\_\_\_\_

**TEST DE SUIVI**

1. L'axe vertical d'un graphe est appelé:

- A) L'axe des X C) L'horizontale E) L'abscisse  
 B) L'ordonnée D) La verticale

2. Pour connaître la situation d'emploi des étudiants collégiaux, un professeur recueille ce tableau de données auprès de 6 étudiants de son cours.

AGE	SEXE	EMPLOI
18	M	Temps plein
17	F	Temps plein
20	M	Temps partiel
19	F	Temps partiel
18	F	Sans emploi
19	M	Sans emploi

a. Les réponses «sans emploi» sont une:

- A) Variable C) Donnée E) Unité statistique  
 B) Modalité D) Statistique

a. Quelle est l'échantillon du sondage?

- A) Les six étudiants de son cours D) Les étudiants de son cours  
 B) Les étudiants avec un emploi E) Les étudiants collégiaux  
 C) Les étudiants sans emploi

c. Combien y a-t-il de variables? \_\_\_\_\_

b. Combien y a-t-il d'unités statistiques? \_\_\_\_\_

3. La donnée numérique \_\_\_\_\_ est le résultat d'un décompte, sa valeur est un entier.

- A) Qualitative C) Nominale E) Discrète  
 B) Continue D) D'intervalles

4. La mesure du nombre de personnes dans la classe est une variable:

- A) Quantitative Continue    C) Qualitative    E) Ordinale  
 B) Quantitative Discrète    D) D'intervalles
5. La construction de cet échantillon se fait par sélection à intervalles fixes dans la base de données.

- A) Aléatoire systématique    D) Aléatoire simple  
 B) Par grappes    E) Stratifié  
 C) Systématique non aléatoire

6. La construction de cet échantillon se fait par sélection aléatoire de sous-groupes hétérogènes.

- A) Aléatoire simple    C) Par grappes    E) Aléatoire systématique  
 B) À l'aveuglette    D) Stratifié

7. Un chercheur étudie la nature des graffitis dans les toilettes du collège Lionel-Groulx et obtient le tableau suivant:

TOILETTE	TYPE DE CONTENU
Homme	Obscénité
Homme	Obscénité
Homme	Message politique
Femme	Attaque personnelle
Femme	Obscénité
Mixte	Attaque personnelle

a. Combien y a-t-il de modalités pour la variable TOILETTE? \_\_\_\_

b. Combien y a-t-il de données? \_\_\_\_

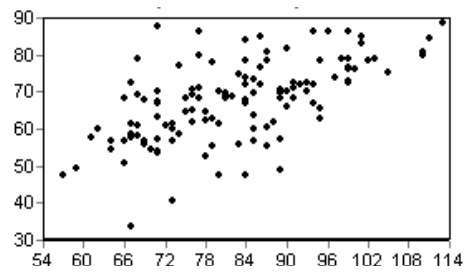
c. Quelle est la population de cette étude?

- A) Les graffitis dans les toilettes du collège    D) Les toilettes du collège  
 B) Les étudiants collégiaux    E) Les 6 graffitis observés  
 C) Les hommes et les femmes

d. La colonne TYPE DE CONTENU est une:

- A) Variable    C) Donnée    E) Modalité  
 B) Valeur    D) Unité statistique

8. Un chercheur tente de recueillir un échantillon comprenant autant d'hommes et que de femmes parce que la population ciblée compte également 50% d'hommes et de femmes. Il s'agit de l'échantillonnage:.
- A) Par quotas                      C) Au jugé                      E) Systématique non aléatoire  
 B) À l'aveuglette                      D) Par grappe
9. Graphique permettant d'identifier facilement le pourcentage d'individus ayant une salaire supérieure ou inférieure à \$40,000.
- A) Diagramme circulaire                      C) Diagramme linéaire                      E) Ogive  
 B) Histogramme.                      D) Diagramme à bandes
10. Graphique présentant les données groupées par modalités.
- A) Chronogramme                      C) Histogramme                      E) Ogive  
 B) Diagramme circulaire                      D) Polygone de fréquences
11. Graphe utilisé pour représenter la distribution de données d'intervalles.
- A) Diagramme circulaire                      C) Chronogramme                      E) Diagramme linéaire  
 B) Diagramme à bandes                      D) Histogramme
12. Graphique pour présenter l'évolution du taux de divorce depuis les 30 dernières années.
- A) Histogramme                      C) Diagramme linéaire                      E) Chronogramme  
 B) Diagramme circulaire                      D) Polygone de fréquences
13. Si je calcule la racine carrée de la moyenne des carrés des écarts à la moyenne, j'obtiens:
- A) Le coefficient de variation                      C) L'écart moyen                      E) L'écart-type  
 B) La variance                      D) L'étendue
14. Mesure de dispersion représentant l'étendue des valeurs de la moitié des individus au centre de la distribution?
- A) La variance                      C) L'écart interquartile                      E) L'étendue  
 B) L'écart-type                      D) L'écart moyen
15. Quel est le nom de ce graphique?



- A) Chronogramme                      C) Histogramme                      E) Ogive  
 B) Diagramme de dispersion        D) Diagramme linéaire

16. Quel est le nom de ce graphique?

- A) Diagramme linéaire                C) Histogramme                      E) Ogive  
 B) Diagramme de dispersion        D) Diagramme circulaire

17. Pour chacune des questions suivantes, dites si l'énoncé se rapporte à une variable:

A) Nominale      B) Ordinale      C) D'intervalles      D) De rapport

1. On peut comparer les distances entre deux valeurs, mais pas les valeurs elles-mêmes ..... A   B   C   D
2. Exemple: La durée d'un long-métrage..... A   B   C   D
3. Exemple: Le dernier diplôme obtenu (DES, DEC, Baccalauréat, etc.)A   B   C   D
4. Exemple: La température ambiante..... A   B   C   D
5. Exemple: Le nombre de passagers dans une automobile. .... A   B   C   D
6. Exemple: Le nom de la station de métro la plus près de chez vousA   B   C   D
7. Exemple: La taille d'un individu ..... A   B   C   D
8. Exemple: Type de pente de ski (débutante, intermédiaire, experte)A   B   C   D
1. Le point zéro de cette échelle est absolu. .... A   B   C   D
10. Cette échelle classe en catégories qualitatives tout en respectant le principe de transitivité (i.e. si  $A > B$  et  $B > C$ , alors  $A > C$ ).... A   B   C   D

18. \_\_\_\_\_ est la meilleure mesure de tendance centrale lorsque la distribution est très asymétrique.

A) Le centile                      C) La moyenne                      E) Le mode  
 B) La médiane                      D) L'écart-type

19. Voici un tableau portant sur le lien entre la langue maternelle et l'opinion face aux fusions municipales:

		Langue maternelle		
		Anglais	Français	
Pour	Oui	2	7	9
Les		+-----+		
Fusions	Non	3	8	11
		+-----+		
		5	15	20

- a. Comment calcule-t-on le pourcentage des gens favorables à la fusion chez les anglophones?

- A)  $2 \div 5 \times 100$                       C)  $3 \div 5 \times 100$                       E)  $2 \div 20 \times 100$   
 B)  $5 \div 20 \times 100$                       D)  $2 \div 9 \times 100$

- b. Comment calcule-t-on le pourcentage de francophones chez les gens favorables à la fusion?

- A)  $8 \div 20 \times 100$                       C)  $7 \div 15 \times 100$                       E)  $8 \div 15 \times 100$   
 B)  $8 \div 11 \times 100$                       D)  $7 \div 9 \times 100$

20. Pour les 6 chiffres suivants: 1 2 2 3 4 6

c. Calculez le mode: \_\_\_\_\_

b. Calculez la moyenne: \_\_\_\_\_

a. Calculez la médiane: \_\_\_\_\_

d. Calculez l'étendue: \_\_\_\_\_

21. Quelle mesure est utilisée pour comparer la variation de deux distributions différentes?

- A) L'étendue                      C) L'écart-type                      E) Le coefficient de variation  
 B) La variance                      D) L'écart moyen

22. De quel symbole s'agit-il?

$\mu$

- A) La moyenne d'une population                      D) La moyenne d'un échantillon



- B) La variance d'une population      E) La variance d'un échantillon  
 C) L'écart-type d'une population      F) L'écart-type d'un échantillon

23. De quelle équation s'agit-il?  $\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$

- A) L'écart-type d'une population    C) L'écart-type d'un échantillon E) L'écart moyen  
 B) La variance d'un échantillon    D) La variance d'une population

24. De quelle équation s'agit-il?  $\sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}}$

- A) La variance d'une population    C) L'écart type d'un échantillon E) L'écart moyen  
 B) La variance d'un échantillon    D) L'écart-type d'une population

25. De quel symbole s'agit-il?  $s^2$

- A) La moyenne d'une population      D) La moyenne d'un échantillon  
 B) La variance d'une population      E) La variance d'un échantillon  
 C) L'écart-type d'une population      F) L'écart-type d'un échantillon