

Communauté française de Belgique

*Ministère de la Communauté française
Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique*

COMMENT METTRE EN EVIDENCE ET DEVELOPPER CHEZ L'APPRENANT LES COMPETENCES TRANSVERSALES REQUISES POUR LE PREPARER A L'ACCES A L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

Rapport intermédiaire de la recherche 255/96 par M. LEBRUN et J. LEGA

Article publié dans
Le Point sur la Recherche en Education
N° 4
Novembre 1997

et diffusé sur
<http://www.agers.cfwb.be/pedag/recheduc/point.asp>

Service général des Affaires générales, de la Recherche en éducation et du Pilotage interréseaux
9-13, rue Belliard 1040 Bruxelles
Tél. +32 (2) 213 59 11
Fax +32 (2) 213 59 91

1. PREAMBULE

Avant de décrire les intentions, les circonstances et la méthodologie de cette recherche exploratoire sur un échantillon limité d'étudiants, nous souhaitons mettre en avant les quelques réserves suivantes.

Les compétences dont nous parlons ici relèvent d'activités d'étudiants qui peuvent se présenter dans diverses orientations d'étude : "Savoir lire et interpréter un graphique" est bien une compétence attendue d'étudiants tout autant dans les domaines de l'histoire, de l'économie que dans celui des sciences. Néanmoins, il nous a bien fallu, pour mener cette recherche et aboutir sur des résultats quantitatifs, les actualiser dans un domaine précis, celui de l'enseignement et de l'apprentissage scientifiques.

Comme nous le verrons aussi, ces compétences, dévoilées à l'occasion d'une situation-problème en mathématiques, s'avèrent précieuses pour la réussite aux examens de physique et de chimie :

un caractère transversal réduit donc mais qui peut se manifester dans les différents domaines de l'éducation scientifique.

En conséquence, lorsque nous parlons de "l'accès à l'enseignement supérieur", il s'agit bien ici dans la limite de nos connaissances (quelle est l'ampleur du caractère transversal dont nous parlons ?), et en fonction du domaine soumis à investigation dans cette recherche de l'enseignement supérieur à orientation scientifique. Pour aller plus loin, il serait intéressant d'appliquer le test proposé à des étudiants se destinant par exemple à la psychologie et aux sciences de l'éducation ou encore à l'économie.

Une remarque générale sur laquelle il est bon d'insister : nous avons conçu notre test comme un outil permettant aux étudiants d'identifier leurs forces et leurs lacunes sur le plan cognitif et ainsi de mieux s'orienter dans le dédale des études supérieures. Notre recherche ne vise en rien la sélection d'étudiants ou l'éviction de ces derniers d'études qu'ils auraient choisies. Aux personnes qui animent des initiatives pédagogiques à l'université, nous offrons aussi un outil qui leur permettra de mieux conseiller les étudiants qui les consultent.

2. INTRODUCTION

La question de l'échec à l'université, en particulier en première candidature, fait couler beaucoup d'encre. Pourtant des efforts importants sont réalisés afin d'améliorer la transition entre les études secondaires et l'enseignement supérieur. Des innovations pédagogiques sont mises en place de manière précoce, comme les cours d'été, ou encore au courant de l'année académique : nous citons les monitorats, les services d'aide pédagogique aux étudiants, les séminaires sur les méthodes d'étude, etc.

L'efficacité de ces activités est bien souvent difficile à mesurer par méconnaissance des conditions initiales dans lesquelles se trouvent les étudiants qui y participent. Ainsi si on montre que telle activité améliore la qualité de la réussite des étudiants s'agit-il bien d'un effet de l'activité proprement dite ou alors est-ce que cet accroissement résulte du fait que les étudiants qui y participent sont les plus motivés, ceux qui sont déjà dans de bonnes conditions (oserions-nous dire psychologiques) pour réussir, etc.

Les conclusions qui nous sont rapportées montrent que ces activités ratent bien souvent le but qu'elles s'assignent (aider ceux qui en ont le plus besoin) et qu'elles n'améliorent pas de manière importante la réussite des étudiants. Diverses hypothèses peuvent expliquer ces résultats en demi-teinte comme par exemple le fait que les contenus des activités ne sont pas adéquats (certaines séances proposées aux étudiants constituent en fait de simples redites du cours) ou encore le fait que les étudiants qui assistent à ces activités ne sont pas ceux qui en auraient le plus besoin. On peut alors évoquer le faible encouragement à la participation à ces activités (parfois considérées, par les enseignants et les étudiants comme secondaires ou marginales par rapport aux cours prévus au programme), la méconnaissance des enseignants (du secondaire et de l'université) au sujet des difficultés réelles ou profondes des étudiants, la faible reconnaissance par les étudiants eux-mêmes de leurs aptitudes et compétences réelles, le peu de moyen dont disposent les étudiants pour s'auto-évaluer.

Tout ceci demande des indicateurs précoces afin de cerner les difficultés rencontrées par les étudiants, de cerner les étudiants "à risque", de les orienter enfin vers des activités adéquates ; des recherches montrent que les premiers tests réels rencontrés par les étudiants (les examens de janvier à l'UCL) arrivent bien trop tard.

Dans l'enseignement des sciences en particulier, les heures de mathématiques suivies dans l'enseignement secondaire sont souvent présentées comme un bon indicateur quantitatif de la réussite ultérieure des étudiants. Cependant peut-on se baser uniquement sur cet indicateur disponible et antécédent sur lequel on a finalement peu de prise alors que l'on sait que les lacunes constatées ne résultent généralement pas de connaissances acquises mais plutôt de compétences méthodologiques (prendre des notes, réaliser une synthèse etc.) ou disciplinaires (savoir activer les connaissances face à une situation problématique donnée). Comme pour le biais signalé dans l'évaluation des initiatives pédagogiques, pouvons-nous dire que c'est bien le fait d'avoir suivi un grand nombre d'heures de mathématiques qui prédomine dans la réussite ultérieure ou alors devons-nous chercher du côté des facteurs de motivation et d'aptitudes qui ont fait initialement choisir ce programme par l'étudiant ?

L'idée nous est alors venue de réaliser un test construit au départ non pas sur le contrôle de connaissances acquises ou non mais sur la capacité à activer des compétences données et jugées nécessaires sur la base de situations problématiques dans lesquelles les connaissances seraient maintenues aussi simples que possible. Mentionnons pour la clarté des propos : savoir lire ou interpréter un graphique, transposer un énoncé littéraire en graphique ou tableau, analyser le comportement d'une relation, vérifier la solution d'un problème ...

Même si, dans cette recherche, nous observons le fonctionnement de ces compétences dans un domaine de situations spécifiques liées, au sens général, aux mathématiques et à la physique nous appellerons ces compétences "compétences transversales" par le fait qu'elles constituent, comme nous le verrons, réellement des outils précieux dans des domaines extrêmement variés.

Une dernière réserve avant de commencer la description de cette recherche : les facteurs cognitifs ou méthodologiques qui seront mis en avant ici ne sont pas les seuls à expliquer la réussite ou l'échec d'un étudiant : Jean-Marie De Ketele, dans son article paru dans "Vie pédagogique" en 1990, cite également les facteurs d'intérêt pour les études poursuivies, la manière de se prendre en charge en se fixant des objectifs à court, moyen et long terme ... Ces facteurs de motivation et d'engagement de l'étudiant dans ses études sont importants et à garder en tête mais ils sortaient du cadre auquel nous nous sommes limités ici.

Les buts de la recherche entreprise sont multiples :

- *Mettre en évidence ces compétences et en particulier celles qui s'avèrent utiles pour la réussite des études supérieures ...*
- *Fournir aux enseignants et aux étudiants un outil leur permettant de jauger l'état actuel de la disponibilité cognitive et de la faculté d'utilisation de ces compétences ...*
- *Construire un outil (un manuel) permettant aux étudiants d'acquérir ou d'améliorer les compétences qui s'avèrent lacunaires ...*
- *Communiquer aux collègues de l'enseignement secondaire des éléments qui nous semblent encore, malgré les efforts déjà entrepris, lacunaires à la sortie de l'enseignement secondaire ...*
- *Proposer à nos collègues de l'enseignement supérieur des éléments sur lesquels il importerait d'agir pour que les étudiants profitent davantage de leurs enseignements ...*
- *Fournir aux enseignants et aux chercheurs un outil de mesure de "l'état initial" des étudiants afin qu'ils puissent mieux évaluer l'impact de leurs initiatives pédagogiques.*

3. METHODOLOGIE

Dès les années 90, nous avons listé "à priori" un ensemble de ces compétences en interrogeant des sources diverses : les déclarations d'enseignants de mathématiques et de sciences (université et enseignement secondaire), des énoncés plus "théoriques" provenant des sciences de l'éducation (par exemple, les capacités cognitives de base de J-M De Ketele), etc.

Nous avons alors construit des situations problèmes autour de ces compétences en les habillant de questions relatives aux mathématiques, à la physique et à la chimie en maintenant les contenus proprement disciplinaires à un niveau le plus simple possible (groupe A). Des questions plus classiques (groupe B) basées sur des connaissances (par exemple, donner la dérivée de $\sin(2x)$) ont été mélangées aux questions de départ.

Mentionnons que toutes ces questions ne nécessitent que des réponses brèves ou choisies dans un ensemble de réponses possibles (QCM).

C'est ainsi qu'un test lourd d'environ 120 questions a été élaboré et proposé à des étudiants de l'UCL suivant les cours d'été et à d'autres au début du premier quadrimestre de la première candidature à la Faculté des Sciences. Nous avons alors examiné la corrélation entre les résultats à ces questions et la réussite aux examens de janvier, les premiers examens que les étudiants rencontrent. Ceci nous a permis de mettre en évidence certaines questions qui présentaient une corrélation élevée.

Les conclusions de cette investigation antérieure à la recherche décrite ici sont les suivantes :

- Un sous-ensemble de quelques dizaines de questions (à réponse brève) est suffisant pour "prédire" la réussite des étudiants en maintenant une excellente corrélation avec les résultats de janvier. Autrement dit, cet extrait (initialement d'une vingtaine de questions) présente une corrélation pratiquement aussi élevée que le test complet ; ceci est important pour assurer l'utilisation dans un temps raisonnable du test ;*
- Les questions présentant les corrélations les plus élevées sont généralement celles du groupe A ; ainsi la question " Peux-tu exprimer en quelques mots la notion de dérivée" présente une corrélation nettement supérieure à celle portant sur la dérivée de la fonction $\sin(2x)$;*
- Les questions les plus déterminantes sont celles du volet concernant les mathématiques ; néanmoins, il nous a paru utile de laisser quelques questions en physique et en chimie ;*
- Le pouvoir discriminant du test élaboré s'avère supérieur ou plus fondamental par rapport à des indicateurs habituels quantitatifs comme les heures de mathématiques suivies dans le secondaire (en tout cas en ce qui concerne notre échantillon d'étudiants de la faculté des sciences).*

En 96-97, nous avons repris nos travaux sur ce test en utilisant sa version restreinte (les questions à corrélation élevée avec les résultats de janvier) augmentée de quelques questions toujours construites autour de nouvelles compétences transversales. Le questionnaire actuel est constitué de 61 questions (34 en mathématiques, 17 en physique et 10 en chimie) réparties sur 19 rubriques (11 en mathématiques, 4 pour la physique et 4 pour la chimie). Une rubrique est constituée d'une situation problème (subdivisée en plusieurs questions brèves) qui constitue l'habillage d'une compétence transversale donnée et mise en exergue dans la situation.

Dans le même temps, nous avons entrepris l'écriture d'un "manuel" qui devrait permettre aux étudiants d'évaluer par eux-mêmes leurs compétences et de trouver les éléments qui leur permettraient d'améliorer celles qui s'avèrent les plus faibles. Mentionnons qu'il s'agira d'un manuel pour l'étude personnelle et qui pourrait accompagner l'étudiant de la fin des études secondaires au premier quadrimestre de première candidature.

Composition du public cible

Remarque : les résultats ci-dessous entre accolades représentent le sous-échantillon des étudiants qui ont présenté l'examen de janvier 97 : au total 75 étudiants sur les 85 en début de quadrimestre.

Le questionnaire a été proposé la première semaine du premier quadrimestre ("à la rentrée 1996") à 85 sujets {75} de première candidature de la faculté des sciences de l'UCL. Cette population se décompose en

*22 {20} étudiants en chimie,
41 {37} étudiants en biologie,
11 {11} étudiants en géographie,
11 {7} étudiants en géologie.*

On y dénombre également 48 {43} garçons et 37 {32} filles;

Les âges se décomposent en

*11 {11} étudiants de 17 ans,
40 {34} étudiants de 18 ans,
27 {23} étudiants de 19 et 20 ans,
7 {7} étudiants de 21 ans et plus.*

Les "heures de mathématiques" en dernière année du secondaire (et telles qu'elles nous ont été déclarées par les étudiants dans le questionnaire) ont été divisées en trois groupes (variable H-Math) : "4" pour les 3,4,5 heures, "6" pour 6 heures et "8" pour 7 heures et plus. 34 {28} étudiants appartiennent au groupe "4", 36 {32} au groupe "6" et 15 {15} appartiennent au groupe "8".

Recherche des compétences les plus significatives et les plus transversales

La corrélation globale de notre test avec les résultats aux examens de janvier est de 0,57 avec un intervalle de confiance 90% de [0,42-0,69]¹ et une probabilité $p < 0,0001$ ². En ne conservant que les rubriques "mathématiques" cette corrélation est de 0,63.

Cette corrélation peut paraître peu élevée. Néanmoins la figure présentée plus loin montre que les populations d'étudiants (forts ou faibles au test, en réussite ou en échec en janvier) sont bien séparées. Rappelons aussi que nous ne prétendons pas épuiser les déterminants qui conduisent à la réussite ou à l'échec : d'autres facteurs (motivation, engagement ...) restent importants pour une explication plus large ou plus fondée de la réussite ou de l'échec des étudiants.

Ceci montre principalement qu'un test relativement léger (34 questions à réponses brèves) est bien indicatif de la réussite des étudiants et peut constituer une bonne mesure de l'état cognitif initial des étudiants s'engageant dans une initiative pédagogique.

Nous avons aussi examiné la corrélation entre les différentes rubriques et la réussite globale (résultat total) en janvier. En retenant une probabilité d'erreur $p < 0,07^3$ et en classant les différentes rubriques de la corrélation la plus élevée à la plus faible, nous obtenons le classement suivant des compétences inférées.

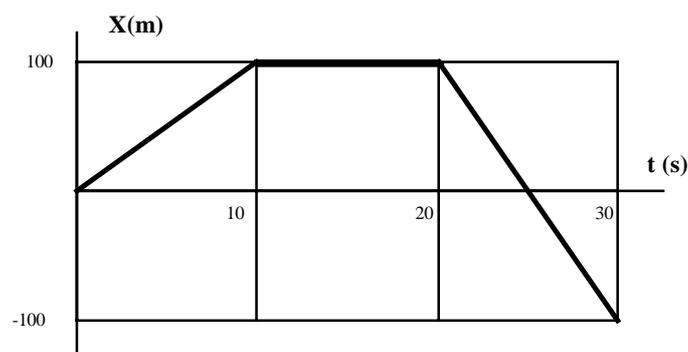
Q	TITRE	CORR_JAN	p_JAN
Q42	Lire et interpréter des informations sur un graphique	0,526	0,000
Q11	Transcrire mathématiquement un énoncé	0,448	0,000
Q5	Opérations sur les fonctions	0,340	0,003
Q83	Analyser des relations	0,289	0,012
Q12	Énoncer une formule	0,269	0,002
Q3	Analyser graphiquement ou numériquement une fonction donnée	0,261	0,024
Q74	Utilisation de la notion d'énergie	0,234	0,043
Q82	Extraction de racines	0,233	0,045
Q62	Construction géométrique dans une figure 3D	0,226	0,051
Q13	Déduire une relation d'autres relations	0,219	0,059
Q61	Grandeurs géométriques dans une figure 3D	0,219	0,060
Q21	Se représenter l'objet décrit par la relation	0,217	0,061
Q72	Calcul de grandeurs cinématiques dans un mouvement rectiligne	0,217	0,061

(CORR_... représente la valeur de la corrélation et p_... la valeur de la probabilité associée)

Il est important de souligner que cette sélection de compétences reste valide si au lieu d'examiner la corrélation avec la réussite globale de janvier on considère la corrélation partielle avec les examens de mathématiques, de physique et de chimie. L'adjectif "transversal" (tel que nous l'avons réduit aux études scientifiques) ne nous semble donc pas usurpé.

Afin d'éclairer au mieux le lecteur, nous donnons ci-dessous un exemple issu de la rubrique Q42 qui a lien avec la compétence "Lire et interpréter des informations sur un graphique".

La position X (exprimée en mètres) d'un mobile se déplaçant le long d'un axe est donnée en fonction du temps t (exprimé en secondes) sur le graphique suivant :



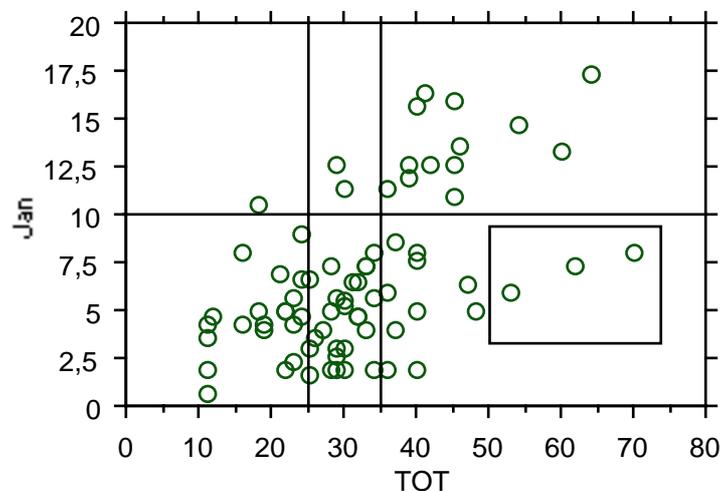
Que vaut la vitesse du mobile aux temps $t = 4 s$, $8 s$, $15 s$ et $25 s$?

$t = 4s$	$v =$		m/s
$t = 8s$	$v =$		m/s
$t = 15s$	$v =$		m/s
$t = 25s$	$v =$		m/s

Pour la question ($t=15s$), 7 étudiants sur 85 répondent une vitesse différente de 0, bien souvent une vitesse moyenne inspirée du quotient ($100m / 15s$). En ce qui concerne la question ($t=25s$), 32 étudiants sur 85 répondent que la vitesse est nulle (en supposant qu'à l'origine $x=0$, la vitesse ne peut être que nulle!). Nous soulignons que la corrélation de cette seule question avec les résultats globaux de janvier est de 0,526.

Analyse détaillée de la corrélation entre le résultat total au test (variable TOT) et le résultat total à l'examen de janvier (Jan).

L'histogramme ci-dessous présente les résultats de janvier (Jan) en fonction des résultats au test (TOT).



Les lignes pleines verticales présentent des coupures réalisées sur les résultats du test ; elles sont à comprendre comme suit :

<i>Les faibles (FA) pour</i>	$0 \leq TOT < 25$	<i>21 étudiants</i>
<i>Les moyens (MO) pour</i>	$25 < TOT < 35$	<i>26 étudiants</i>
<i>Les forts (FO) pour</i>	$TOT \geq 35$	<i>28 étudiants</i>

La ligne horizontale précise ce que nous entendrons dans cette analyse par réussite en janvier (note ≥ 10).

Nous observons dans notre échantillon que globalement 50% des "forts" réussissent (13/26), 2 étudiants sur les 28 "moyens" réussissent, 1 étudiant sur les 21 "faibles" réussit. Autrement dit, sur les 16 réussites, 13 étaient forts au test. Remarquons que globalement parmi les étudiants qui se présentent (75), seulement 16 réussissent en janvier soit à peu près 21% ; ceci est du, selon les enseignants, à une cohorte d'étudiants particulièrement "désastreuse". Nous constatons simplement que "être fort au test" fait plus que doubler la chance de réussite des étudiants par rapport à la moyenne (21%).

*Le rectangle encadré de pointillé (des étudiants forts au test mais qui ne réussissent pas en janvier, ce qui atrophie notre corrélation) est constitué de garçons âgés (19 ans et plus). Comme nous l'avons dit, la corrélation totale est de **0,57** avec un intervalle de confiance 90% de [0,42-0,69] et une probabilité $p < 0,0001$. Mentionnons que la corrélation partielle pour les filles est de **0,78** ($p < 0,0001$) et que la corrélation restreinte aux étudiants (garçons et filles) de 17 ans est de **0,89** ($p < 0,0001$) ; ce dernier point démontre la qualité de notre test pour les plus jeunes étudiants de notre échantillon.*

Comparaison des performances de l'indicateur "Heures de mathématiques" et de l'indicateur "Performance au test".

*Les étudiants ont été regroupés en 3 catégories (variable H-Math) : **4 heures** (3,4,5 heures), **6 heures** et **8 heures** (7,8 heures et plus).*

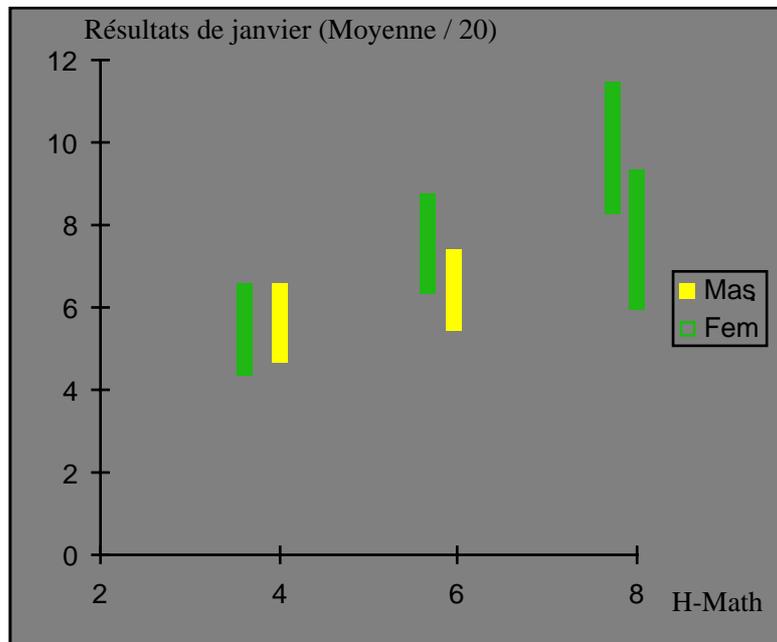
Deux remarques s'imposent :

- *le choix dans le secondaire à l'heure actuelle est de 2, 4 ou 6 heures de mathématiques accompagnées éventuellement d'heures complémentaires ;*
- *Les étudiants du groupe "8" représentent des étudiants qui généralement suivent un tel programme fort pour se présenter aux examens d'admission pour ingénieur civil. Ils se retrouvent après cette "spécialisation" dans un programme scientifique nettement plus faible, celui du groupe d'étudiants dont nous faisons l'investigation dans cette recherche.*

Tout en mentionnant le caractère provisoire des conclusions ci-dessous, nous aborderons cette question de 4 façons différentes :

1) Les résultats en janvier

Le graphique ci-dessous présente les résultats moyens de janvier (sur 20) en fonction des catégories d'heures de mathématiques en séparant les garçons (Mas) et les filles (Fem) :



Au vu de ces résultats et dans la limite de notre échantillon, "8 heures" de mathématiques n'assurent pas la réussite en janvier (le pourcentage des étudiants de cette catégorie qui réussissent (≥ 10) n'est que d'environ 40%. Précisons néanmoins encore une fois que le taux moyen de réussite pour l'échantillon ici analysé est de 21% et donc que le fait d'appartenir à ce groupe double les chances de réussite.

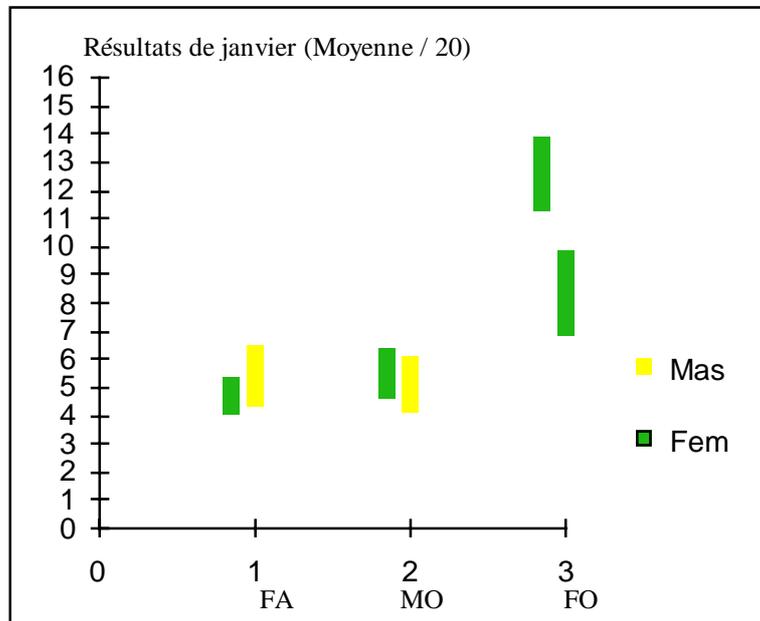
Les corrélations associées sont de (nous avons utilisé les heures de mathématiques réelles fournies par les étudiants) :

H-Math-JAN 0,290 avec un intervalle de confiance 90% de [0,104-0,456]
p=0,011

H-Math-JAN(garçon) 0,245 avec un intervalle de confiance 90% de [-0,010-0,470]
p=0,114

H-Math-JAN(fille) 0,380 avec un intervalle de confiance 90% de [0,095-0,608]
p=0,031

Le graphique ci-dessous présente les mêmes résultats (moyenne de janvier) en fonction des résultats au test (fort=FO, moyen=MO et faible=FA) séparés à nouveau pour les garçons et les filles :



La séparation est nettement plus manifeste pour les étudiants qui ont réalisé un bon score au test (par rapport au graphique précédent comparable en fonction des heures de mathématiques); autrement dit, les résultats se présentent avec un "escalier" important entre les forts et les autres.

La corrélation est aussi plus importante pour les filles.

2) La probabilité de réussite en janvier

Le tableau ci-dessous dresse la probabilité de réussite pour les étudiants dans un croisement entre les heures de mathématiques (catégories 4, 6 ou 8) et la réussite au test (catégories faible, moyen, fort) :

	FA	MO	FO	
4	10%	0%	33%	11% (+/- 6%)
6	0%	9%	46%	22% (+/- 8%)
8	0%	20%	71%	40% (+/- 16%)
	5% (+/- 5%)	7% (+/- 5%)	50% (+/- 13%)	

Le test que nous proposons présente un pouvoir discriminant et prédictif supérieur et des indications pour l'aide à fournir aux étudiants en début de quadrimestre supérieures par rapport aux informations pourtant largement évoquées provenant des seules heures de mathématiques. Rappelons encore une fois que notre propos n'est pas "d'éliminer" des étudiants qui auraient peu de chance de réussir mais de les orienter et de leur fournir de manière personnalisée des moyens qui leur permettraient de surmonter des lacunes bien identifiées dans les compétences à acquérir.

3) Une ANOVA⁴ comparative du test (FORCE) et des heures de mathématiques (HMA) pour expliquer la variance des examens de janvier.

En constatant la grande variation des résultats aux examens de janvier, il s'agit de voir si cette variation est mieux expliquée par le test ou par les heures de mathématiques.

ANOVA Table for Jan

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
FORCE	2	308,506	154,253	12,970	<,0001
HMA	2	30,156	15,078	1,268	,2882
FORCE * HMA	4	8,197	2,049	,172	,9518
Residual	66	784,935	11,893		

10 cases were omitted due to missing values.

Ce calcul statistique⁵ montre bien la qualité explicative du test (il explique 154,253 sur un total de variance de 183,3 soit 84%) en ce qui concerne les résultats de janvier (variable Jan). Il montre aussi que notre test mesure "autre chose" que les contenus acquis en suivant de nombreuses heures de mathématiques (la faible valeur du F relatif au chevauchement des variables FORCE et HMA).

4) Un facteur de qualité pour le test

Un des buts de notre test est d'essayer, par une coupure sur une variable, de sélectionner le mieux possible les étudiants qui vont réussir et de diagnostiquer le mieux possible les étudiants en état d'échec potentiel afin de leur fournir de manière ciblée l'aide précoce dont ils pourraient avoir besoin.

Le problème se résume comme ceci :

- A est le nombre d'étudiants au delà de la coupure et qui réussissent*
- B est le nombre d'étudiants en deçà de la coupure et qui échouent*
- C est le nombre d'étudiants au delà de la coupure et qui échouent*
- D est le nombre d'étudiants en deçà de la coupure et qui réussissent*

Il faut que A et B soient les plus grands possible et que C et D soient les plus petits possible. Examinons cela pour différentes coupures.

COUPURE	A	B	C	D	Q	Q1	Q2
<i>On retient les "forts"</i>	13	46	13	3	15,3	0,81	0,78
<i>On retient les "6" & "8" h-math</i>	13	25	34	3	3,2	0,81	0,42
<i>On retient les "8" h-math</i>	6	50	9	10	3,3	0,37	0,85
<i>On retient les 17-18 ans</i>	14	28	31	2	6,3	0,87	0,47

*La colonne Q contient le facteur de qualité formé par $A*B/C*D$ qui doit être le plus grand possible (idéalement infini, C et D étant égaux à 0). Une mention particulière pour le paramètre D qui doit être absolument maintenu petit par rapport à A+D (rejeter des étudiants qui réussiraient) ; ceci explique la paramètre Q1 formé par $A/(A+D)$ qui doit être le plus grand possible (idéalement 1). De même pour le paramètre Q2 formé par $B/(B+C)$ qui doit être la plus grand possible (idéalement 1).*

Ainsi la coupure sur les "6" & "8" h-math s'avère bonne pour Q1 (on sélectionne bien ceux qui vont réussir) mais mauvaise pour Q2 (on conserve trop d'étudiants qui vont quand même échouer). La coupure "8" h-math rejette trop d'étudiants qui réussissent malgré le fait qu'ils aient choisi un programme de mathématiques plus "faible".

Les cours d'été

En conservant nos trois catégories (faible, moyen et fort) relatives aux performances mesurées au test, nous avons voulu mesurer l'impact éventuel des cours d'été. La participation aux cours d'été est notée (CETE = "o"), la non participation (CETE = "n"). La comparaison des moyennes aux examens de janvier donne les résultats ci-dessous :

Unpaired t-test for Jan
Grouping Variable: CETE
Split By: FORCE
Hypothesized Difference = 0

	Mean Diff.	DF	t-Value	P-Value
n, o: Total	,283	73	,276	,7830
n, o: FAIBLE	-,774	19	-,701	,4921
n, o: FORT	2,991	24	1,594	,1240
n, o: MOYEN	-1,475	26	-1,309	,2018

Le tableau s'interprète ainsi : par exemple pour les moyens, ceux qui ont suivi les cours d'été ont 1,475 points sur 20 en plus (légèrement significatif : $p=0,2018$).

On remarque que les forts qui suivent ces cours réussissent moins bien que les autres et ce avec une différence de près de trois points sur 20 (le plus fortement significatif). Que viennent faire aux cours d'été des étudiants qui ont déjà de bonnes connaissances dans les matières mathématiques ?

Pour les plus faibles ou moyens, les cours d'été donnent un coup de pouce, insuffisant pour réussir en janvier (particulièrement, au vu de l'analyse complète, pour les faibles et moyens ayant suivi 6 heures de mathématiques).

L'analyse complète (dans la limite des incertitudes dues à l'échantillon) montre aussi, parmi les étudiants n'ayant pas suivi les cours d'été, "la bonne performance" des 4 heures "forts" au test qui ont un résultat en janvier supérieur aux 8 heures "moyens" au test ; ils mériteraient probablement un coup de pouce plus ciblé (en leur conseillant de suivre les cours d'été ou des séminaires plus méthodologiques!). Cette hypothèse devra être vérifiée avec un échantillon plus important.

Quelques conclusions préliminaires

Ces conclusions sont préliminaires car notre recherche doit être étendue à un échantillon plus large d'étudiants. Elles sont également à nuancer en fonction des caractéristiques particulières des étudiants appartenant à notre échantillon.

La qualité prédictive du test

Comme nous l'avons vu tout au long de cette analyse, la qualité du test est bien démontrée comme facteur prédictif de la réussite aux examens (voir par exemple l'analyse ANOVA réalisée plus avant). Ce test donne donc des résultats intéressants pour la réussite aux examens, résultats complémentaires à ceux fournis par les heures de mathématiques en fin de secondaire.

Le test, l'âge et le sexe

Nous avons remarqué que le test fonctionne principalement en "tout ou rien". Globalement être "fort" au test donne 50% de chance de réussir avec 35% pour les garçons et 78% pour les filles (en janvier, rappelons-le, la probabilité globale de réussite n'est que de 21% !). Un seul étudiant des "faibles" réussit (sur 20), deux "moyens" réussissent (sur 26).

En ce qui concerne les âges, être jeune semble constituer un atout important (17 ou 18 ans). Remarquons que plus de 80% des "forts" sont constituée de ces étudiants jeunes. Globalement le taux de réussite des 17-18 ans est de 31% (+/-8%) comparé à 7% (+/- 4%) pour les plus vieux.

Le test et les heures de mathématiques

Pour les heures de mathématiques, la catégorie "8 heures" l'emporte bien sûr largement en ce qui concerne la réussite en janvier ; ce n'est cependant pas une condition suffisante à la réussite. Environ 50% de ces étudiants sont forts (c'est peu) ce qui leur donne néanmoins de bonnes chances de réussir. Avoir fait "8 heures" de mathématiques ne donne que 40% (+/-16%) de chance de réussite. Etre "fort" et avoir fait "8 heures" donne une probabilité de réussite pratiquement doublée. Ces constats sont à nuancer par le fait que ces catégorisations successives appliquées à notre échantillon limité réduisent la qualité globale de nos conclusions ; ces chiffres sont à prendre ici et pour le moment comme des tendances générales.

Les cours d'été

Les cours d'été apportent un "plus" aux étudiants "faibles" et "moyens". Par contre pour les "forts" la participation au cours d'été semble diminuer la performance aux examens. Pour eux, la participation aux cours d'été cache, et ceci constitue une hypothèse, probablement d'autres variables comme l'anxiété, le manque de confiance en soi ...

Nous avons été frappé par le "bon" résultat des étudiants "4 heures de mathématiques" qui sont forts au test et qui n'ont pourtant pas participé aux cours d'été ... ils méritent sans doute un soutien plus spécifique et plus ciblé. Ceci reste également à démontrer dans une recherche ultérieure sur un échantillon plus vaste.

NOTES DE BAS DE PAGES

¹¹ Ces valeurs indiquent que, en précisant que le coefficient de corrélation se trouve entre 0,42 et 0,69, j'ai 90% de chances d'avoir raison.

² Cette probabilité (p) indique que le rejet de l'hypothèse nulle (H₀ : la corrélation est nulle) ne m'induit en erreur que dans un cas sur 10000.

³ Il n'y a que 7 cas sur 100 dans lesquels l'hypothèse nulle (il n'y a pas de corrélation) devrait être vérifiée.

⁴ Un calcul d'ANOVA tente d'expliquer la variation totale d'une mesure (ici les résultats de janvier - JAN) en fonction d'un ou de plusieurs paramètres (ici les heures de mathématiques - HMA et le résultat au test - FORCE). Quel paramètre explique au mieux la variation observée sur les résultats de janvier ?

⁵ Les "Mean square" sont les variances observées dues aux paramètres. On constate que les deux paramètres investigués (HMA et FORCE) expliquent bien la variation observée dans les résultats de janvier : le résidu inexpliqué (residual) est très faible. Le test F (test de Fisher) calcule le rapport de la variance expliquée par un paramètre et la variance résiduelle : on constate que ce rapport pour la variance expliquée par le résultat au test est très élevée (12.970) et que la probabilité de se tromper en disant cela (le rapport serait nul) est de 1 pour 10000.