

# « J'AIME PAS LES STATS ! » MESURE ET ANALYSE DE L'ATTITUDE A L'EGARD DU COURS DE STATISTIQUE DANS UNE ECOLE DE MANAGEMENT

Kevin CARILLO<sup>1</sup>, Nadine GALY<sup>2</sup>, Cameron GUTHRIE<sup>3</sup> et Anne VANHEMS<sup>4</sup>

## TITLE

"I hate statistics !" The measure and analysis of attitudes towards statistics in a management school

## RESUME

L'enseignement de la statistique s'avère particulièrement difficile auprès des étudiants d'école de management. En effet, les cours de statistique sont souvent perçus comme secondaires par rapport à des disciplines telles que la finance ou le marketing. A cela s'ajoutent des *a priori* négatifs envers la statistique : certains n'aiment tout simplement pas la matière ou pensent qu'ils auront des difficultés à la comprendre, d'autres la jugent inutile ou ne veulent pas faire l'effort d'investissement nécessaire. L'attitude développée par les élèves va ainsi exercer un impact sur leur comportement académique, leur façon d'appréhender le cours et au final sur leur réussite à l'examen. Notre étude nous a permis de mesurer l'attitude des étudiants d'école de management à l'égard des cours de statistique, de mettre en relation cette attitude avec leurs caractéristiques personnelles, et de vérifier son impact sur la réussite du module. Pour mesurer l'attitude envers le cours de statistique, nous avons adapté l'instrument *Survey of Attitudes Towards Statistics* (SATS 36) de Schau (2003b). Le questionnaire a été traduit et administré à 420 étudiants de première année d'école de management (niveau L3) durant un cours d'introduction à la statistique. Une analyse confirmatoire et l'étude des indices de fiabilité et de validité a permis de valider la version française de l'échelle.

**Mots-clés :** *enseignement de la statistique en école de management, Survey Attitudes Towards Statistics (SATS), traduction d'instrument de mesure.*

## ABSTRACT

Statistics is a particularly difficult subject for business school students. Statistics classes are often seen as secondary to disciplines such as finance or marketing. Furthermore, students sometimes have an *a priori* negative attitude towards statistics: some do not like it or simply think they will have difficulty understanding it while others consider it useless or will not make the necessary effort to succeed. Initial attitudes towards statistics influence a students' overall academic performance, their understanding of the course, and ultimately their success on the final exam. Our study examines the relationship between business school students' attitudes towards statistics, personal characteristics and success in the statistics course. We adapted a well-documented and validated instrument from Schau (2003b), the *Survey of Attitudes Towards Statistics* (SATS 36) to measure attitudes towards statistics. The questionnaire was translated and administered to 420 first year students from Toulouse Business School (L3) during an introductory statistics course. Factorial analysis, reliability and validity tests fully validate the French version of the instrument.

---

<sup>1</sup> University of Toulouse, Toulouse Business School, [k.carillo@tbs-education.fr](mailto:k.carillo@tbs-education.fr)

<sup>2</sup> University of Toulouse, Toulouse Business School, [n.galy@tbs-education.fr](mailto:n.galy@tbs-education.fr)

<sup>3</sup> University of Toulouse, Toulouse Business School, [c.guthrie@tbs-education.fr](mailto:c.guthrie@tbs-education.fr)

<sup>4</sup> University of Toulouse, Toulouse Business School, [a.vanhems@tbs-education.fr](mailto:a.vanhems@tbs-education.fr)

« *J'aime pas les stats !* »

**Keywords:** *business statistics education, Survey Attitudes Towards Statistics (SATS), translation of measure instrument.*

## 1 Introduction

L'enseignement de la statistique s'avère particulièrement difficile auprès des étudiants d'école de management. Lorsqu'ils intègrent leur école, les étudiants ne s'attendent pas forcément à recevoir un enseignement approfondi en statistique. Ils ressentent parfois une certaine appréhension et peuvent développer des *a priori* négatifs. Certains élèves n'aiment pas la matière ou pensent qu'ils auront des difficultés à la comprendre, tandis que d'autres la jugent inutile ou ne veulent pas faire l'effort d'investissement nécessaire.

Bien que la plupart des élèves en école de management saisissent l'importance de ces enseignements pour leur carrière future (Griffith *et al.*, 2012) et les trouvent intéressants (Suliman, 2015), les cours de statistique sont souvent perçus comme secondaires par rapport à des disciplines telles que la finance ou le marketing. Aussi, avec un recrutement ouvert aux élèves des filières de préparation scientifique, économique, technique et littéraire, les écoles de management accueillent souvent des populations très variées et qui ne sont pas forcément tournées vers les matières quantitatives.

L'importance de l'attitude dans le contexte d'un cours introductif à la statistique est aujourd'hui largement reconnue (Waters, Martelli *et al.*, 1988 ; Gal, Ginsburg *et al.*, 1997; Leong, 2006). L'attitude développée par les élèves exerce un impact sur leur comportement académique, sur leur façon d'aborder le cours et au final sur leur réussite à l'examen (Vanhoof, Castro Sotos *et al.*, 2006, Ramirez, Schau *et al.*, 2012). Il est important de mieux comprendre les facteurs qui influencent les attitudes envers les cours de statistique en école de management.

L'objectif de notre étude est de mesurer l'attitude des étudiants d'école de management à l'égard des cours de statistique, de relier cette attitude à leurs caractéristiques personnelles et la réussite du module. Pour ce faire, nous avons adapté en version française l'instrument de Schau (1992, 2003b), le *Survey of Attitudes Towards Statistics* (SATS) largement utilisé dans la littérature relative à l'appréhension de l'apprentissage de la statistique.

Après avoir fait l'état des recherches antérieures, nous présenterons la méthodologie de recherche et plus particulièrement le contexte, l'orientation et les objectifs du cours de statistique enseigné à TBS et le profil des étudiants interrogés. La deuxième partie de notre étude traitera de l'instrument SATS et de sa validation dans le contexte français. Dans une troisième partie, nous exposerons les principaux résultats : nous mettrons en évidence les liens entre l'attitude, l'origine scolaire et le genre et nous étudierons l'impact de l'attitude à l'égard de la statistique sur les résultats à l'examen. Enfin dans une quatrième partie nous concluons sur nos résultats et discuterons de la prise en compte d'un tel instrument dans l'organisation des enseignements et la pédagogie.

## 2 Revue de littérature

L'objectif des cours de statistique et en particulier dans les écoles de management est de former de futurs professionnels qui auront une culture statistique et sauront mettre en œuvre le raisonnement et les outils adéquats pour répondre à une problématique donnée. Une grande

*K. Carillo et al.*

partie de ce savoir, voire la totalité pour certains est dispensé dans un cours introductif de première année. Au-delà de l'apport pédagogique, les enseignants doivent motiver au mieux les étudiants et leur inculquer une culture statistique nécessaire à la mise en œuvre des enseignements et leur évolution si besoin. Ainsi, comme le relèvent Ramirez *et al.* (2012), durant les cours de statistique les étudiants doivent :

- croire qu'ils sont capables de comprendre et utiliser les outils statistiques ;
- penser que la statistique est utile à la fois dans leur vie professionnelle et personnelle ;
- reconnaître que la statistique peut être une matière intéressante ;
- être prêts à s'investir et à faire des efforts pour acquérir des compétences et une culture statistique ;
- prendre conscience du fait que les outils statistiques ne sont pas faciles à apprendre mais pas trop difficiles non plus.

Ces cinq points résument « l'attitude » envers la statistique (Schau, 2003a).

## 2.1 L'attitude envers la statistique

Il existe une abondante recherche sur l'attitude des étudiants à l'égard du cours de statistique, mais on ne relève pas vraiment de consensus sur la façon dont elle doit être conceptualisée. Cette absence de consensus s'illustre dans les variations importantes qu'il existe dans les questionnaires conçus pour mesurer cette attitude. Ramirez *et al.* (2012) présentent dans une revue de littérature 15 mesures, utilisées entre 1980 et 2007 pour des recherches publiées dans des revues académiques ou présentées à des conférences.

Quatre de ces mesures ont été plus particulièrement utilisées dans plusieurs travaux de recherche. Elles comprennent entre une à six composantes pour mesurer l'attitude. Il s'agit de « *Statistics Attitude Survey* » (SAS) de Roberts et Bilderback (1980 ; Roberts et Saxe, 1982), « *The Attitude Toward Statistics* » de Wise (1985), et de « *Survey of Attitudes Toward Statistics-28* » (SATS-28) (Schau, 1992) et de sa version ultérieure complétée par deux autres composantes « *Survey of Attitudes Toward Statistics- 36* » (SATS-36) (Schau, 2003b).

Roberts et Bilderback (1980) ont conçu le SAS pour prédire la réussite des étudiants dans le cours de statistique. Le SAS fournit une unique note globale d'attitude. En dépit de sa large utilisation, il a reçu de nombreuses critiques en raison notamment du contenu et de la structure de ses composants. Le fait que le score de l'attitude à l'égard de la statistique soit unidimensionnel est une hypothèse contestable selon la plupart des théories d'attitude (Albarracin, Johnson *et al.*, 2005). Ensuite, certains items évaluent plus la capacité des étudiants à utiliser des concepts statistiques ou résoudre des problèmes que réellement l'attitude (Wise, 1985 ; Gal et Ginsburg, 1994 ; Rhoads et Hubele, 2000). Pour répondre aux problèmes soulevés par le SAS, Wise (1985) a élaboré l' « ATS » qui ne requiert aucune connaissance préalable en statistique et peut être administré dès le premier cours. Ce test mesure deux composantes séparées de l'attitude : « Field » concerne l'attitude à l'égard de l'utilisation des outils statistiques dans leur champ d'étude, et « Course » s'intéresse à l'attitude au sein du cours auquel ils sont inscrits. L'ATS a donné lieu lui aussi à quelques critiques : l'utilisation de ses deux composantes n'est pas clairement justifiée et ne couvrent pas le concept de l'attitude envers la statistique (Wise, 1985 ; Gal et Ginsburg, 1994 ; Rhoads et Hubele, 2000).

Schau (1992 ; Schau, Stevens *et al.*, 1995) a développé le questionnaire SATS-28 (*Survey of Attitudes Toward Statistics*) et ensuite le questionnaire SATS-36 (Schau, 2003b)

« *J'aime pas les stats !* »

afin d'adresser les lacunes des instruments existants. SATS est aujourd'hui largement utilisé pour évaluer l'impact d'une variété d'activités et d'approches pédagogiques sur l'attitude, tel qu'un apprentissage actif (Carlson et Winquist, 2011) ou constructiviste (Tsao, 2006) ou la conception et la collecte des bases de données par les élèves (Carnell, 2008). De nombreuses études ont validé la validité et la fiabilité de l'instrument (Bond *et al.*, 2012).

## 2.2 Les déterminants de l'attitude

Un nombre de facteurs cognitifs et démographiques peuvent influencer sur la performance des élèves dans des cours de statistique et leur attitude envers la matière, tels que le genre, la formation antérieure, les capacités en mathématiques et les capacités de conceptualisation.

Les deux variables qui ont fait le plus fréquemment l'objet d'études sont le genre et la formation antérieure des élèves, en particulier en mathématiques.

Les résultats de l'influence du genre sur la performance académique et la perception des cours de statistique sont mixtes. Dans une méta-analyse de treize études et dix-huit échantillons, Schram (1996) conclut que les femmes obtiennent de meilleures notes que les hommes, mais que les hommes sont plus performants sur les examens. Les différences dépendent aussi du type de cours et du département académique qui le propose. Schram (1996) trouve notamment que les femmes obtiennent de meilleurs résultats dans les écoles de management. Les travaux de Haley *et al.* (2007) confirment ces résultats tandis que Rochelle and Dotterwich (2007) et Cotti *et al.* (2013) ne trouvent aucun lien entre genre et performance dans un cours de statistique en école de management.

La relation entre les expériences précédentes en méthodes quantitatives et la réussite en cours de statistique (Schutz *et al.*, 1998 ; Lalonde et Gardner, 1993 ; Elmore et Vasu, 1986 ; Woehlke et Leitner, 1980) et les attitudes envers la matière (Ex. Dempster et McCorry, 2009) est établie dans la littérature. Sulieman (2015) a notamment trouvé que les attitudes négatives envers la statistique en école de management sont principalement dues à la difficulté de la matière et une aversion aux mathématiques.

## 3 Méthodologie de la recherche

L'étude porte sur l'enseignement de la statistique délivré dans la première année du cursus de Toulouse Business School (niveau L3) durant l'année universitaire 2013-2014.

Dans l'enseignement en management et gestion, les méthodes de statistique et modélisation sont particulièrement importantes compte tenu de l'incertitude existant dans les phénomènes économiques. Elles permettent ainsi la description de base de données, l'extrapolation de résultats d'enquêtes ou la réalisation de prévision ou de simulation permettant de faciliter la prise de décision. Par ailleurs, avec le développement croissant des bases de données et l'accès facilité à l'information, elles sont aussi un instrument de base du Data mining et du Big Data.

L'objectif du cours de statistique est de compléter les connaissances des étudiants des méthodes de statistique appliquées dans les différents domaines des affaires et de savoir formaliser et résoudre une problématique de gestion.

Le cours se déroule sur 36 heures et est organisé de la façon suivante : une heure et demi de cours en amphithéâtre par semaine (groupe de 80 étudiants environ) suivie de trois heures

*K. Carillo et al.*

de travaux dirigés sur le même thème (groupe de 40 étudiants environ). Les cours théoriques sont répartis en six chapitres : statistiques descriptives et lois de probabilités, estimation, tests, régression linéaire et séries chronologiques. Ils sont relativement peu mathématisés et théoriques, les professeurs renvoyant à une bibliographie pour les démonstrations ou les besoins en théorie plus pointus. L'objectif principal est d'apporter les fondements nécessaires pour des applications plus concrètes en travaux dirigés. Les travaux dirigés se présentent sous la forme d'exercices appliqués reliés à différentes disciplines de gestion, et plus particulièrement au marketing et à la finance. Les calculs sont directement réalisés sur ordinateur et nécessitent une certaine maîtrise du tableur Microsoft Excel.

### 3.1 L'échantillon

L'échantillon interrogé concerne les étudiants ayant suivi le cours d'introduction à la statistique de première année (niveau L3) à Toulouse Business School durant l'année universitaire 2013-2014.

Les phases pré et post du questionnaire (questionnaire préliminaire et questionnaire post) ont été administrées respectivement lors du premier et du dernier cours de statistique en présence d'un professeur. Afin de pouvoir relier les réponses des questionnaires aux informations administratives sur la signalétique des étudiants et la note moyenne obtenue au module, il a été demandé aux étudiants de renseigner leur code étudiant, qui a constitué la clé de fusion des différents fichiers. L'échantillon final ne comporte aucune donnée manquante car les étudiants n'ayant pas répondu à toutes les questions du questionnaire ont été exclus de l'échantillon. La version préliminaire de SATS (version-pré) compte ainsi 420 réponses exploitables qui ont permis de valider les composantes de l'attitude. Après fusion avec les variables de signalétique, l'échantillon est réduit à 388 individus. 325 étudiants ont répondu à la version « post » de SATS. Après fusion avec les réponses de la version « pré », on retient 261 réponses.

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques de l'échantillon.

TABLEAU 1 – *Description de l'échantillon*

<b>Variable</b>	<b>Modalités</b>	<b>%</b>
Genre	Garçon	42,1%
	Fille	57,9%
Prépa	Prépa Littéraire	3,8%
	Prépa ES Scientifique	46,4%
	Prépa EC Economique	40,2%
	Prépa EC Technologique	9,6%
Age	18 ans	0,4%
	19 ans	8,4%
	20 ans	70,9%
	21 ans	17,2%
	22 ans	2,3%
	23 ans	0,4%
	24 ans	0,4%

« *J'aime pas les stats !* »

Tous les étudiants proviennent d'une classe préparatoire :

- près de la moitié ont suivi la filière EC/S (classes préparatoires économiques et commerciales, voie scientifique) ;
- 40% ont choisi les classes EC/E (voie économique, réservée aux titulaires d'un baccalauréat ES économique et social) ;
- environ 10% sont originaires de EC/T (voie technologique, réservée aux bacheliers titulaires d'un baccalauréat STMG, sciences et technologies du management et de la gestion) ;
- un peu moins de 5% ont une formation littéraire A/L (lettres uniquement) et B/L (lettres et sciences sociales).

Les filles sont légèrement plus nombreuses (58%). Près de 90% de l'échantillon a entre 20 et 21 ans.

## 3.2 Les instruments de mesure

### 3.2.1 L'attitude envers la statistique

Nous avons utilisé le SATS-36 de Schau (2003b) pour mesurer l'attitude envers la statistique. L'instrument comporte six composantes, notamment :

- « affect » (6 items) : sentiment envers la statistique ; plus le score est élevé, plus le sentiment est positif ;
- « cognitive competence » (6 items) : perception de la compétence intellectuelle et la capacité à appliquer les outils statistiques ; plus le score est élevé, plus la perception est forte ;
- « value » (9 items) : perception de l'utilité, de la pertinence et de la valeur de la statistique dans la vie professionnelle et personnelle ; plus le score est élevé, plus la perception est forte ;
- « difficulty » (7 items) : perception de la difficulté de la statistique comme sujet d'étude ; plus le score est élevé, plus la perception de la difficulté est faible ;
- « interest » (4 items) : niveau d'intérêt envers la statistique ; plus le score est élevé, plus l'intérêt est fort ;
- « effort » (4 items) : quantité de travail que l'étudiant prévoit de mettre en œuvre dans le cours de statistique ; plus le score est élevé, plus l'effort prévu est important.

Les 36 items sont mesurés sous formes d'échelles de Likert à 7 modalités codées de 1 (pas du tout d'accord) à 7 (tout à fait d'accord), 4 correspondant à ni en accord, ni en désaccord.

Il existe deux versions du questionnaire : une à administrer avant le cours (« pré-SATS ») et une autre après le cours (« post-SATS »). La version complète du SATS-36 en version anglaise est consultable en ligne (<http://evaluationandstatistics.com>) . La version préliminaire du questionnaire SATS-36 a été administrée au tout début du premier cours. Les étudiants se « projettent » dans le cours et le temps utilisé pour les différents items est le futur. La version « post » a été distribuée à la fin du dernier cours, et permet de mesurer l'attitude *a posteriori*. Les items restent identiques, mais le temps utilisé est le passé.

**La traduction de l'instrument STATS** — L'instrument SATS a été traduit de l'anglais vers d'autres langues, notamment l'italien (Chiesi et Primi, 2009), le coréen (Yi et Jeon, 2009), le russe (Khavenson, Orel et Tryakshina, 2012) et le néerlandais (Vanhoof *et al.*, 2011). La

*K. Carillo et al.*

version française de SATS a été conçue en utilisant une méthode de « retraduction » (« back-translation ») (Brislin, 1970). Une première traduction de l'anglais vers le français a été effectuée et cette version a ensuite été retraduite du français vers l'anglais par un traducteur bilingue (de langue maternelle anglaise). La version originale anglaise et la version retraduite ont été comparées pour vérifier leur similarité et corriger les éventuelles erreurs de traduction. La version française peut être ainsi considérée comme une traduction fidèle de la version originale. Elle est reproduite en annexe.

**La validation de l'instrument SATS en français** — Dans un premier temps, les items formulés « négativement » ont été inversés afin qu'un score élevé pour chaque item soit associé à un niveau élevé de la composante. Le questionnaire ayant été rempli sur format papier, les quelques données manquantes ont été imputées grâce à une technique de type « maximisation d'espérance » (Esperance Maximization : EM). Par ailleurs, en suivant rigoureusement les recommandations des travaux de référence sur l'instrument SATS (Schau, Stevens *et al.*, 1995 ; Dauphinee, Schau *et al.*, 1997 ; Gribbons et Hocevar, 1998), une technique de « item parcelling » a été utilisée afin de regrouper certains items en « parcelles » de 3 ou 4 items pour chaque dimension. Cette stratégie a été suggérée par les auteurs dans le but de réduire les problèmes de non-normalité de certains items. A chaque étudiant est donc associé un score moyen par « parcelle », qui a ensuite été utilisé comme mesure observée affectée à chaque dimension de SATS. Le tableau 2 présente les scores moyens, écarts-types, les coefficients  $\alpha$  de Cronbach, et les coefficients de normalité (skewness et kurtosis) associés à chaque item.

Afin de faciliter la lecture des tableaux, on note :

- affect : le sentiment envers la statistique (« Affect ») ;
- compt : la perception de la compétence intellectuelle et la capacité à appliquer les outils statistiques (« Cognitive Competence ») ;
- value : perception de l'utilité, de la pertinence et de la valeur de la statistique dans la vie professionnelle et personnelle (« Value ») ;
- diff : perception de la difficulté de la statistique comme sujet d'étude (« Difficulty ») ;
- int : niveau d'intérêt envers la statistique (« Interest ») ;
- eff : quantité de travail que l'étudiant prévoit de mettre en œuvre dans le cours de statistique (« Effort »).

La répartition des items par « parcelle » est aussi indiquée. Le tableau 3 résume les scores globaux (moyenne et écart type) pour chaque dimension de l'instrument SATS (calculés en faisant la moyenne des scores des « parcelles ») ainsi qu'une comparaison avec les scores trouvés dans la littérature. Le tableau 4 présente les corrélations (coefficients de Spearman) entre les six dimensions.

« J'aime pas les stats ! »

TABLEAU 2 – Moyennes, scores moyens, écarts-types,  $\alpha$  et normalité des items de l'échelle SATS<sup>5</sup>

Dimensions SATS /Items		PRE				POST			
		Moy.	Std.	Skew.	Kurt.	Moy.	Std.	Skew.	Kurt.
affect pre : $\alpha = 0,76$ post : $\alpha = 0,77$	Q3 <sup>1</sup>	4,14	1,05	0,06	1,36	3,35	1,59	0,31	-0,60
	Q4 <sup>1</sup>	4,55	1,74	-0,29	-0,77	4,05	1,72	0,04	-0,94
	Q15 <sup>1</sup>	3,34	1,57	0,18	-0,55	3,31	1,71	0,33	-0,74
	Q18 <sup>2</sup>	5,38	1,59	-0,67	-0,54	5,80	1,53	-1,23	0,65
	Q19 <sup>2</sup>	4,57	1,29	-0,04	0,10	3,90	1,46	-0,20	-0,45
	Q28 <sup>2</sup>	4,92	1,85	-0,51	-0,83	5,05	1,80	-0,59	-0,70
compt pre : $\alpha = 0,83$ post : $\alpha = 0,83$	Q5 <sup>1</sup>	4,58	1,53	-0,23	-0,48	4,71	1,68	-0,36	-0,84
	Q11 <sup>1</sup>	5,25	1,45	-0,43	-0,66	5,29	1,69	-0,81	-0,35
	Q26 <sup>2</sup>	4,06	1,57	-0,08	-0,43	4,99	1,44	-0,65	0,12
	Q31 <sup>1</sup>	5,77	1,04	-0,80	1,33	5,49	1,22	-0,93	1,12
	Q32 <sup>2</sup>	4,83	1,19	-0,08	-0,21	4,35	1,52	-0,24	-0,65
	Q35 <sup>2</sup>	4,31	1,39	-0,11	-0,33	4,25	1,54	-0,11	-0,74
value pre : $\alpha = 0,76$ post : $\alpha = 0,83$	Q7 <sup>1</sup>	5,91	1,23	-1,07	0,73	5,23	1,49	-0,69	-0,13
	Q9 <sup>1</sup>	4,67	1,32	-0,13	0,19	4,06	1,54	-0,21	-0,31
	Q10 <sup>2</sup>	5,20	1,24	-0,29	-0,23	4,45	1,47	-0,43	0,06
	Q13 <sup>2</sup>	4,81	1,42	-0,34	-0,20	4,65	1,41	-0,19	-0,48
	Q16 <sup>1</sup>	5,14	1,56	-0,67	-0,21	4,33	1,63	-0,38	-0,54
	Q17 <sup>3</sup>	3,98	1,81	-0,09	-0,99	3,02	1,62	0,53	-0,52
	Q21 <sup>2</sup>	5,56	1,44	-1,06	0,76	5,14	1,59	-0,63	-0,41
	Q25 <sup>2</sup>	5,26	1,36	-0,47	-0,13	4,79	1,50	-0,35	-0,33
Q33 <sup>3</sup>	5,36	1,45	-0,82	0,37	4,56	1,55	-0,37	-0,37	
diff pre : $\alpha = 0,59$ post : $\alpha = 0,70$	Q6 <sup>1</sup>	3,93	1,13	-0,02	1,00	3,66	1,57	0,09	-0,81
	Q8 <sup>1</sup>	3,95	1,04	-0,14	2,07	3,75	1,57	0,23	-0,67
	Q22 <sup>2</sup>	3,76	1,06	-0,21	1,58	3,26	1,21	-0,13	-0,43
	Q24 <sup>1</sup>	3,19	1,09	-0,30	-0,30	3,35	1,23	0,35	0,21
	Q30 <sup>2</sup>	3,95	1,15	0,21	0,66	4,57	1,47	-0,20	-0,47
	Q34 <sup>2</sup>	3,37	1,14	-0,16	-0,18	3,32	1,42	0,43	-0,24
	Q36 <sup>2</sup>	3,99	1,13	0,27	1,66	4,23	1,38	0,12	0,15
eff pre : $\alpha = 0,80$ post : $\alpha = 0,73$	Q1	5,94	1,03	-0,94	0,89	4,00	1,77	-0,04	-0,94
	Q2	5,42	0,98	-0,09	-0,64	3,59	1,41	0,12	-0,40
	Q14	5,57	1,04	-0,53	0,42	5,10	1,38	-0,47	-0,46
	Q27	6,20	1,06	-1,75	4,02	5,89	1,55	-1,53	1,65
int pre : $\alpha = 0,80$ post : $\alpha = 0,83$	Q12	3,92	1,63	-0,06	-0,67	3,31	1,68	0,28	-0,78
	Q20	4,82	1,25	-0,25	-0,04	3,98	1,54	-0,29	-0,52
	Q23	5,64	1,12	-0,82	0,91	4,89	1,44	-0,81	0,54
	Q29	5,05	1,30	-0,50	0,08	4,13	1,50	-0,34	-0,34

<sup>5</sup> En exposant, le « parcel » correspondant à chaque item.



K. Carillo *et al.*

**La structure factorielle des composantes de l'attitude** — Des analyses préliminaires ont permis d'explorer la structure et la dimensionnalité des composantes de l'attitude de SATS. Tout d'abord, une analyse factorielle exploratoire (composantes principales, rotation orthogonale Varimax, réalisée avec le logiciel SPSS 19.0) a permis d'étudier la concordance entre les variables latentes identifiées par l'analyse factorielle et la structure originelle à six dimensions. L'analyse a suggéré une structure à 4 dimensions en regroupant les composantes *affect*, *compt* et *diff* en un seul facteur (Tableau 5). Ce résultat est dû à la présence de fortes corrélations entre les trois composantes, ce qui coïncide avec les résultats de la littérature (Schau, Stevens *et al.*, 1995 ; Dauphinee, Schau *et al.*, 1997 ; Hilton, Schau *et al.*, 2004 ; Cashin et Elmore, 2005). Les résultats de notre analyse factorielle concordent avec les recommandations de Cashin et Elmore (2005) qui prônent la fusion des items des dimensions « affect », « cognitive competence » et « difficulty » en un seul et unique facteur latent.

TABLEAU 3 – Moyenne (écart-type) par dimension / Comparaison avec la littérature

Dimensions SATS	Moyenne (écart type) pour chaque dimension SATS			
	Etude (pre)	Etude (post)	Schau (2003a)	Tempelaar (2007)
affect	4,48 (1,04)	4,25 (1,12)	4,03 (1,14)	4,52 (1,10)
compt	4,80 (1,01)	4,85 (1,11)	4,91 (1,09)	5,08 (0,89)
value	5,10 (0,84)	4,47 (0,99)	4,86 (1,01)	5,05 (0,83)
diff	3,73 (0,60)	3,72 (0,85)	3,62 (0,78)	3,59 (0,77)
int	5,78 (0,82)	4,08 (1,24)		5,07 (0,99)
eff	4,86 (1,06)	4,65 (1,14)		6,37 (0,72)

TABLEAU 4 – Corrélations (Spearman) entre les différentes dimensions de SATS<sup>6</sup>

Dimensions SATS	affect		compt		value		diff		int	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
affect	1	1								
compt	,755	,745	1	1						
value	,267	,394	,259	,268	1	1				
diff	,481	,537	,509	,657	,133	,177	1	1		
int	,405	,476	,322	,315	,557	,647	-	,234	1,000	1
eff	,156	,216	,195	,188	,330	,193	-	-	,327	,244

<sup>6</sup> Pour toutes les valeurs indiquées, la p-valeur est inférieure à 0,0001.

« J'aime pas les stats ! »

TABLEAU 5 – Analyse factorielle exploratoire (composantes principales / Varimax rotation)<sup>7</sup>

Rotated Component Matrix				
	Component			
	1	2	3	4
affect <sup>1</sup>	,728	,373	,038	-,027
affect <sup>2</sup>	,809	,275	,082	-,037
compt <sup>1</sup>	,800	,251	,148	,032
compt <sup>2</sup>	,839	,138	,099	-,006
diff <sup>1</sup>	,738	-,138	-,132	,240
diff <sup>2</sup>	,598	-,313	,019	,313
int1 (Q1)	-,021	,642	-,061	,285
int2 (Q2)	,290	,791	,126	,135
int3 (Q14)	,100	,630	,245	,304
int4 (Q27)	,211	,779	,274	,149
eff1 (Q12)	,151	,092	,824	,076
eff2 (Q20)	,082	,113	,827	,020
eff3 (Q23)	-,107	,099	,768	,055
eff4 (Q29)	,057	,098	,681	,199
value <sup>1</sup>	,197	,386	,221	,630
value <sup>2</sup>	,037	,358	,240	,558
value <sup>3</sup>	,049	,207	,040	,825

Afin de poursuivre notre investigation, plusieurs analyses factorielles confirmatoires (Tableau 6), réalisées avec le logiciel d'analyses statistiques Lisrel 8.80, ont permis de tester différents modèles : Modèle 1 (6 facteurs), Modèle 2 (4 facteurs selon les suggestions de Cashin et Elmore, 2005) et Modèle 3 (un seul facteur unique). Les critères d'évaluation de la qualité des différents modèles structurels testés sont les suivants :

- Chi carré relatif :  $\chi^2/df < 3$  (Ullman et Bentler, 2003 ; Kline, 2005) ;
- RMSEA < 0,05 (RMSEA < 0,08 toléré) (MacCallum, Browne *et al.*, 1996) ;
- Goodness of Fit : GFI > 0,90 (Byrne, 1994) ;
- Normed Fit Index : NFI > 0,90 (Bentler et Bonett, 1980 ; Byrne, 1994) ;
- Relative fit index : RFI proche de 1 (Bollen, 1986) ;
- The Goodness of Fit Index > .90 (Byrne, 1994) ;
- Comparative Fit Index : CFI > 0,93 (Byrne 1994).

Dans le cas du modèle SATS à 6 composantes, les résultats nous ont permis de conclure que la structure à 6 facteurs était la plus adaptée à la structure inhérente prônée par les données. En effet, l'analyse conjointe des critères mentionnés ci-dessus permet de démontrer de manière explicite la supériorité du modèle à 6 traits.

De la même manière, nous avons testé la dimensionnalité de l'instrument initial SATS dans lequel les composantes *effort* et *interest* sont absentes : Modèle 4 (4 facteurs), Modèles 5 (2 facteurs : *affect/compt/diff* et *value*), Modèle 6 (un seul facteur unique). Les analyses ont permis de conclure à la supériorité du Modèle 4 (4 composantes/facteurs) pour l'instrument initial SATS.

<sup>7</sup> Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = 0,851/Bartlett's Test of Sphericity Chi-Square = 3233,2 / df = 136 / sig = 0,000. Pour les dimensions dont les variables sont regroupées en « parcel », l'identifiant de chaque « parcel » est indiqué en exposant. Pour les 2 autres dimensions, l'identifiant de la variable est indiqué.

TABLEAU 6 – Test de la dimensionnalité de l'instrument SATS

MODELES		Nb. Traits (factors)	$\chi^2$	df	$\chi^2/df$	RMSEA	GFI	NNFI	CFI	RFI
6 composantes	Modèle 1 pre	6 traits	288.92	104	2,8	0.065	0.93	0.96	0.97	0.93
	Modèle 1 post	6 traits	187.82	104	1,8	0.050	0.94	0.98	0.98	0.95
	Modèle 2 pre	4 traits	396.57	113	3,5	0.078	0.90	0.94	0.95	0.92
	Modèle 2 post	4 traits	275.77	113	2,4	0.068	0.91	0.96	0.97	0.93
	Modèle 3 pre	1 trait	1682.57	119	14,1	0.23	0.57	0.68	0.72	0.66
	Modèle 3 post	1 trait	1233.73	119	10,4	0.21	0.59	0.74	0.77	0.72
4 composantes	Modèle 4 pre	4 traits	51.76	21	2,5	0.057	0.97	0.98	0.99	0.96
	Modèle 4 post	4 traits	40.78	21	1,9	0.051	0.97	0.98	0.99	0.97
	Modèle 5 pre	2 traits	120.41	26	4,6	0.094	0.94	0.94	0.96	0.93
	Modèle 5 post	2 traits	109.77	26	4,2	0.10	0.93	0.95	0.96	0.93
	Modèle 6 pre	1 trait	345.38	27	12,8	0.17	0.84	0.81	0.86	0.80
	Modèle 6 post	1 trait	394.48	27	14,6	0.21	0.77	0.77	0.83	0.76

### 3.2.2 Le genre, l'expérience précédente et le niveau académique général

Deux items sur le questionnaire pré-test ont mesuré le genre et la classe préparatoire des élèves.

Le niveau académique est mesuré par le classement aux épreuves écrites du concours d'entrée à TBS obtenu des documents administratifs de l'école.

### 3.2.3 La note attendue et la note obtenue en cours de statistique

La note attendue a été mesurée par un item au questionnaire : *Quelle note pensez-vous obtenir à l'évaluation du module de statistiques ? (note sur 20)*. La note obtenue par l'élève provient des documents administratifs de TBS. Elle est la moyenne de la note sur un contrôle continu qui évalue la réalisation d'un projet par groupe de 3 étudiants et celle d'un examen final d'une durée de trois heures.

## 4 Résultats

Dans un premier temps, nous avons calculé les statistiques sur les 6 composantes d'attitude avant le cours (questionnaire préliminaire), après le cours (questionnaire post) et leur évolution. Ceci nous a permis de faire un constat global sur l'attitude des étudiants envers la statistique et son évolution durant le cours. Ensuite, nous avons vérifié si les composantes de l'attitude sont reliées aux caractéristiques personnelles des étudiants : genre, type de classe préparatoire suivie, et le niveau académique général. Pour ce faire, nous avons réalisé pour chacune des 6 composantes des tests de comparaison de moyenne par prépa d'origine (ANOVA complétée par des tests de Tukey permettant de comparer les moyennes deux à deux) et par genre (tests de Student). Nous avons aussi étudié leur corrélation avec le niveau académique évalué par le rang d'admissibilité au concours.

« *J'aime pas les stats !* »

## 4.1 L'attitude pré- et post-cours et son évolution

Le tableau 7 nous montre que globalement, en tout début de cours (questionnaire préliminaire), les étudiants n'ont pas vraiment d'*a priori* négatif, ils anticipent l'utilité que peut avoir cette matière dans leur future vie professionnelle, et la perçoivent comme moyennement difficile (score le plus faible). Dans un second temps (questionnaire post), on observe que le score de l'ensemble des composantes a diminué, sauf la perception de la difficulté et de la compétence intellectuelle. Ainsi, même si la matière ne s'est pas révélée plus difficile, il apparaît que suite au cours, l'attitude des étudiants s'avère moins positive. Le cours n'a pas atteint son objectif dans la mesure où en fin de module, les étudiants se sentent à la fois moins attirés, moins intéressés et moins prêts à faire des efforts dans la matière. L'utilité aussi leur paraît moins forte, mais leur perception de la compétence à appliquer les outils statistiques reste inchangée.

TABLEAU 7 – *Statistiques globales par composante de l'attitude*<sup>8</sup>

	Composantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Questionnaire préliminaire	Affect	1,500	7,000	4,533	0,971
	Compt	2,333	7,000	4,801	0,915
	Value	2,556	7,000	5,124	0,805
	Diff	1,250	5,500	3,724	0,576
	Eff	2,750	7,000	5,814	0,833
	Int	2,000	7,000	4,913	1,000
Questionnaire Post	Affect	1,000	7,000	4,291	1,107
	Compt	1,333	6,833	4,857	1,102
	Value	1,333	7,000	4,517	0,921
	Diff	1,429	6,429	3,729	0,815
	Eff	1,250	7,000	4,734	1,101
	Int	1,000	7,000	4,140	1,153
Evolution	Affect	-4,167	3,167	-0,242 <sup>(a)</sup>	1,149
	Compt	-3,333	3,333	0,055	1,053
	Value	-4,000	2,000	-0,607 <sup>(a)</sup>	0,982
	Diff	-2,280	2,429	0,005	0,869
	Eff	-5,250	2,000	-1,080 <sup>(a)</sup>	1,086
	Int	-6,000	2,250	-0,773 <sup>(a)</sup>	1,232

## 4.2 L'attitude en fonction du niveau académique général

Les tableaux 8a et 8b nous ont permis de vérifier si les composantes pré et post étaient liées au niveau académique des étudiants. Le niveau académique est mesuré par le rang d'admissibilité suite aux épreuves écrites du concours. Plus le rang est faible, plus le niveau académique est élevé. Des étudiants plus à l'aise dans les matières académiques pourraient en

<sup>8</sup> Les statistiques ne sont pas tout à fait identiques à celles du tableau 3 car elles ont été recalculées sur le sous-échantillon des étudiants ayant répondu aux deux questionnaires (261 étudiants). Le symbole (a) indique que le test de comparaison de moyennes à 0 est significatif au risque de 1%.

K. Carillo et al.

effet avoir une attitude envers la statistique plus positive dans la mesure où ils auraient une perception moindre de la difficulté.

Que ce soit dans la version préliminaire ou dans la version post, on ne trouve aucun lien significatif entre une des composantes et le niveau académique.

Par ailleurs lorsqu'on étudie les corrélations pré-post par composante, on peut observer que même si elles restent significatives, elles ne sont pas très fortes, entre 0,255 et 0,468. Ceci nous montre que les composantes de l'attitude pré et post ont tendance à évoluer dans le même sens, mais que c'est loin d'être systématique. Un étudiant par exemple qui avait un faible (fort) score d'affect avant le cours n'aura pas systématiquement un faible (fort) score dans cette composante après le cours.

TABLEAU 8a – Etude de la corrélation entre les composantes Pré et Post et le niveau académique<sup>9</sup>

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-Pré_Affect	<b>1</b>	<b>0,719</b>	<b>0,247</b>	<b>0,445</b>	0,081	<b>0,337</b>	<b>0,394</b>	<b>0,397</b>	0,050	<b>0,176</b>	-0,056	0,094	0,007
2-Pré_Compt	<b>0,719</b>	<b>1</b>	<b>0,263</b>	<b>0,472</b>	<b>0,171</b>	<b>0,308</b>	<b>0,329</b>	<b>0,468</b>	0,054	<b>0,291</b>	-0,025	0,108	-0,103
3-Pré_Value	<b>0,247</b>	<b>0,263</b>	<b>1</b>	0,117	<b>0,310</b>	<b>0,494</b>	0,082	<b>0,163</b>	<b>0,359</b>	0,039	<b>0,241</b>	<b>0,254</b>	-0,006
4-Pré_Diff	<b>0,445</b>	<b>0,472</b>	0,117	<b>1</b>	-0,051	0,056	<b>0,138</b>	<b>0,212</b>	-0,053	<b>0,255</b>	-0,072	-0,096	-0,076
5-Pré_Eff	0,081	<b>0,171</b>	<b>0,310</b>	-0,051	<b>1</b>	<b>0,273</b>	<b>0,165</b>	<b>0,226</b>	<b>0,132</b>	0,081	<b>0,397</b>	<b>0,170</b>	0,017
6-Pré_Int	<b>0,337</b>	<b>0,308</b>	<b>0,494</b>	0,056	<b>0,273</b>	<b>1</b>	<b>0,134</b>	<b>0,139</b>	<b>0,214</b>	0,027	0,100	<b>0,352</b>	0,034
7-Post_Affect	<b>0,394</b>	<b>0,329</b>	0,082	<b>0,138</b>	<b>0,165</b>	<b>0,134</b>	<b>1</b>	<b>0,779</b>	<b>0,336</b>	<b>0,544</b>	<b>0,197</b>	<b>0,443</b>	0,028
8-Post_Compt	<b>0,397</b>	<b>0,468</b>	<b>0,163</b>	<b>0,212</b>	<b>0,226</b>	<b>0,139</b>	<b>0,779</b>	<b>1</b>	<b>0,259</b>	<b>0,675</b>	<b>0,200</b>	<b>0,333</b>	-0,056
9-Post_Value	0,050	0,054	<b>0,359</b>	-0,053	<b>0,132</b>	<b>0,214</b>	<b>0,336</b>	<b>0,259</b>	<b>1</b>	<b>0,153</b>	<b>0,171</b>	<b>0,614</b>	0,121
10-Post_Diff	<b>0,176</b>	<b>0,291</b>	0,039	<b>0,255</b>	0,081	0,027	<b>0,544</b>	<b>0,675</b>	<b>0,153</b>	<b>1</b>	0,066	<b>0,238</b>	-0,002
11-Post_Eff	-0,056	-0,025	<b>0,241</b>	-0,072	<b>0,397</b>	0,100	<b>0,197</b>	<b>0,200</b>	<b>0,171</b>	0,066	<b>1</b>	<b>0,201</b>	-0,003
12-Post_Int	0,094	0,108	<b>0,254</b>	-0,096	<b>0,170</b>	<b>0,352</b>	<b>0,443</b>	<b>0,333</b>	<b>0,614</b>	<b>0,238</b>	<b>0,201</b>	<b>1</b>	-0,008
13-Rang Ecrit	0,007	-0,103	-0,006	-0,076	0,017	0,034	0,028	-0,056	0,121	-0,002	-0,003	-0,008	<b>1</b>

TABLEAU 8b – P-value associée à chacun des tests de significativité portant sur le coefficient de corrélation.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-Pré_Affect	0	0,000	0,000	0,000	0,190	0,000	0,000	0,000	0,424	0,004	0,364	0,130	0,913
2-Pré_Compt	< 0,0001	0	< 0,0001	< 0,0001	0,006	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,387	< 0,0001	0,687	0,080	0,097
3-Pré_Value	< 0,0001	< 0,0001	0	0,058	< 0,0001	< 0,0001	0,185	0,008	< 0,0001	0,533	< 0,0001	< 0,0001	0,924
4-Pré_Diff	< 0,0001	< 0,0001	0,058	0	0,416	0,371	0,026	0,001	0,397	< 0,0001	0,246	0,120	0,224
5-Pré_Eff	0,190	0,006	< 0,0001	0,416	0	< 0,0001	0,008	0,000	0,034	0,190	< 0,0001	0,006	0,783
6-Pré_Int	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,371	< 0,0001	0	0,030	0,025	0,001	0,669	0,106	< 0,0001	0,581
7-Post_Affect	< 0,0001	< 0,0001	0,185	0,026	0,008	0,030	0	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	< 0,0001	0,653
8-Post_Compt	< 0,0001	< 0,0001	0,008	0,001	0,000	0,025	< 0,0001	0	< 0,0001	< 0,0001	0,001	< 0,0001	0,371
9-Post_Value	0,424	0,387	< 0,0001	0,397	0,034	0,001	< 0,0001	< 0,0001	0	0,013	0,006	< 0,0001	0,053
10-Post_Diff	0,004	< 0,0001	0,533	< 0,0001	0,190	0,669	< 0,0001	< 0,0001	0,013	0	0,291	0,000	0,977
11-Post_Eff	0,364	0,687	< 0,0001	0,246	< 0,0001	0,106	0,001	0,001	0,006	0,291	0	0,001	0,963
12-Post_Int	0,130	0,080	< 0,0001	0,120	0,006	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,000	0,001	0	0,894
13-Rang Ecrit	0,913	0,097	0,924	0,224	0,783	0,581	0,653	0,371	0,053	0,977	0,963	0,894	0

<sup>9</sup> Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha=0,05$ .

« *J'aime pas les stats !* »

### 4.3 L'attitude en fonction de la classe préparatoire d'origine

Les tableaux 9 et 10 synthétisent les résultats du croisement de l'attitude et de la classe préparatoire d'origine. Pour les 3 composantes *affect*, *compt* et *diff*, les différences sont significatives. Dans la version préliminaire, les prépas ECS ont des scores plus élevés pour l'*affect* et *compt* : ils aiment plus que les autres la statistique et se sentent aussi plus compétents. Les ECT ressentent quant à eux, une plus grande difficulté *a priori*.

La version post montre que les ECS conservent leur score plus élevé pour *affect* et *compt*, et que ce sont aussi ceux qui perçoivent avec une plus grande facilité le cours (score *diff* le plus élevé).

Quelle que soit la prépa d'origine, les scores moyens dans la perception de l'utilité, l'intérêt et la quantité d'effort sont comparables et ont significativement diminué entre la version pré et post.

TABLEAU 9 – Tests d'analyse de la variance entre chacune des composantes et la classe préparatoire d'origine<sup>10</sup>

		Affect	Compt	Value	Diff	Eff	Int
Version Pré.	R <sup>2</sup>	0,053	0,076	0,019	0,04	0,001	0,01
	F	7,215	10,538	2,542	5,342	0,096	1,293
	Pr > F	< <b>0,0001</b>	< <b>0,0001</b>	0,056	<b>0,001</b>	0,962	0,277
Version Post	R <sup>2</sup>	0,098	0,178	0,007	0,122	0,026	0,013
	F	9,328	18,601	0,621	11,929	2,287	1,097
	Pr > F	< <b>0,0001</b>	< <b>0,0001</b>	0,602	< <b>0,0001</b>	0,079	0,351
Evolution	R <sup>2</sup>	0,024	0,058	0,008	0,062	0,023	0,003
	F	2,079	5,239	0,733	5,676	1,988	0,254
	Pr > F	0,103	<b>0,002</b>	0,533	<b>0,001</b>	0,116	0,858

<sup>10</sup> Le tableau présente le R<sup>2</sup> associé à chacun des modèles d'analyse de la variance, la valeur de la statistique de Fisher et la p-value associée.

TABLEAU 10 – Test de Tukey mettant en évidence les différences significatives par composante entre classes préparatoires d'origine<sup>11</sup>

		Affect	Compt	Value	Diff	Eff	Int
Version Pré.	Prépa Littéraire	4,02	4,18	<b>5,56<sup>(a)</sup></b>	3,91	5,58	5,23
	Prépa ECS	<b>4,70</b>	<b>5,03</b>	<b>5,23<sup>(a)</sup></b>	3,81	5,85	4,93
	Prépa ECE	4,45	<b>4,73</b>	4,97	3,70	5,79	4,82
	Prépa ECT	4,30	4,23	5,07	<b>3,37<sup>(c)</sup></b>	5,87	5,12
Version Post	Prépa Littéraire	3,33	3,85	4,56	3,50	4,75	4,40
	Prépa ECS	<b>4,63</b>	<b>5,34</b>	4,59	<b>4,03</b>	4,74	4,23
	Prépa ECE	4,06	4,52	4,42	3,49	4,61	3,99
	Prépa ECT	3,99	4,35	4,53	3,35	5,25	4,26
Evolution	Prépa Littéraire	-0,68 <sup>(**)</sup>	-0,34	-1,00 <sup>(***)</sup>	-0,41	-0,83 <sup>(**)</sup>	-0,83 <sup>(**)</sup>
	Prépa ECS	-0,06	<b>0,30<sup>(**)(b)</sup></b>	-0,64 <sup>(***)</sup>	<b>0,23<sup>(**)(b)</sup></b>	-1,11 <sup>(***)</sup>	-0,70 <sup>(***)</sup>
	Prépa ECE	-0,39 <sup>(**)</sup>	-0,21 <sup>(**)</sup>	-0,55 <sup>(***)</sup>	-0,21 <sup>(**)</sup>	-1,18 <sup>(***)</sup>	-0,83 <sup>(***)</sup>
	Prépa ECT	-0,31	<b>0,12</b>	-0,54 <sup>(**)</sup>	<b>-0,02</b>	-0,62 <sup>(***)</sup>	-0,86 <sup>(***)</sup>

#### 4.4 L'attitude en fonction du genre

La littérature académique a mis en évidence la complexité de l'influence du genre sur la performance académique et la perception des cours de statistique, notamment en concluant en des résultats mixtes voire contradictoires (Cotti *et al.*, 2013 ; Haley *et al.*, 2007 ; Rochelle et Dotterwich, 2007 ; Schram, 1996). Il nous a donc semblé important de tester dans un premier temps l'invariance factorielle de l'instrument SATS, c'est-à-dire de s'assurer que les paramètres du modèle d'équations structurelles sont invariants selon le genre. Pour cela, les recommandations de Vandenberg et Lance (2000) ont été rigoureusement suivies en utilisant le logiciel d'analyses statistiques Lisrel 8.80. La procédure consiste dans un premier temps à tester le modèle en incluant les deux sous-groupes (hommes et femmes dans notre cas), puis chacun des sous-groupes séparément. Une fois la convergence du modèle assurée dans ces trois cas (ainsi que l'obtention de résultats satisfaisants en termes de critères d'évaluation des analyses factorielles confirmatoires correspondantes), quatre tests d'invariance distincts (*configural invariance*, *weak invariance*, *strong invariance*, *complete invariance*) doivent être conduits (Meredith, 1993) permettant de conclure en l'absence d'invariance factorielle ou bien en une invariance factorielle partielle voire totale. En l'absence de critères d'évaluation clairs pour les différents tests, les recommandations de Cheung et Rensvold (2002) et Comşa (2010) furent suivies, à savoir :

- *Configural invariance* : utilisation des critères « classiques » d'évaluation pour les analyses factorielles confirmatoires ( $\chi^2$ , RMSEA, CFI, NNFI, GFI, SRMR) ;
- *Weak factorial invariance* : comparaison des modèles configural / weak factorial invariance – 90% Intervalles de confiance RMSEA inclus l'un dans l'autre –  $\Delta CFI < 0.02$ ,  $\Delta RMSEA < 0.02$  ;

<sup>11</sup> Les valeurs en gras montrent une différence significative (risque de 5%). Le symbole (a) indique que seule la différence entre ECS et Littéraire d'une part et ECE d'autre part est significative ; le symbole (b) que seule la différence entre ECS d'une part, ECE et Littéraire d'autre part est significative ; et le symbole (c) que seule la différence entre ECT d'une part, ECE et ECS d'autre part est significative. Les symboles (\*), (\*\*), (\*\*\*) indiquent que l'évolution entre les versions pré et post est significative au risque de 10%, 5% ou 1%.

« J'aime pas les stats ! »

- *Strong factorial invariance* : comparaison des modèles strong/weak factorial invariance – 90% Intervalles de confiance RMSEA inclus l'un dans l'autre –  $\Delta\text{CFI} < 0.02$ ,  $\Delta\text{RMSEA} < 0.02$ .
- *Complete factorial invariance* : comparaison des modèles complete/strong factorial invariance – 90% Intervalles de confiance RMSEA inclus l'un dans l'autre –  $\Delta\text{CFI} < 0.02$ ,  $\Delta\text{RMSEA} < 0.02$ .

TABLEAU 11 – Tests d'analyse d'invariance structurelle de l'instrument SATS selon le genre

Modèle	$\chi^2$ (df)	RMSEA (90% IC)	$\Delta\chi^2$ ( $\Delta$ df)	CFI ( $\Delta$ CFI)	GFI	SRMR	Comparaison Modèles	Décision
<i>Modèles globaux - PRE</i>								
<i>Hommes + Femmes</i>	288.92 (104)	0.065		0.97	0.93	0.053		Accepté (convergence /modèles satisfaisants)
<i>Hommes</i>	215.88 (104)	0.077		0.96	0.88	0.055		
<i>Femmes</i>	122.59 (75)	0.052		0.98	0.94	0.057		
<i>Tests d'invariance structurelle - PRE</i>								
<i>Modèle 1: Baseline configural invariance</i>	398.561 (104)	0.066 (0.056 ; 0.076)		0.966	0.917	0.063		Accepté
<i>Modèle 2: Weak invariance</i>	415.97 (219)	0.066 (0.056 ; 0.075)	17.40 9 (115)	0.96 (0.06)	0.910	0.066	1 versus 2	Accepté
<i>Modèle 3: Strong invariance</i>	647.775 (247)	0.0881 (0.0799 ; 0.0964)	231.8 05 (28)	0.929 (0.031)	0.875	0.085	2 versus 3	Rejeté
<i>Modèle 4: Complete invariance</i>	775.822 (285)	0.0908 (0.0831 ; 0.0985)	128.0 47 (38)	0.918	0.850	0.111	4 versus 5	Rejeté
<i>Modèles globaux - POST</i>								
<i>Hommes + Femmes</i>	107.85 (104)	0.014		1	0.93	0.046		Accepté (convergence /modèles satisfaisants)
<i>Hommes</i>	145.15 (104)	0.047		0.98	0.91	0.050		
<i>Femmes</i>	174.64 (104)	0.061		0.97	0.90	0.057		
<i>Tests d'invariance structurelle - POST</i>								
<i>Modèle 1: Baseline configural invariance</i>	289.98 (208)	0.049 (0.0350 ; 0.0624)		0.98	0.90	0.057		Accepté
<i>Modèle 2: Weak invariance</i>	313.46 (219)	0.052 (0.038 ; 0.064)	14.48 (11)	0.98 (0.002)	0.89	0.063	1 versus 2	Accepté
<i>Modèle 3: Strong invariance</i>	633.821 (247)	0.099 (0.0890 ; 0.108)	320.3 6 (28)	0.92 (0.056)	0.82	0.118	2 versus 3	Rejeté
<i>Modèle 4: Complete invariance</i>	723.179 (285)	0.098 (0.0888 ; 0.106)	89.36 (38)	0.91 (0.009)	0.80	0.123	4 versus 5	Rejeté



K. Carillo et al.

Les résultats, présentés dans le tableau 11, indiquent une invariance factorielle partielle selon le genre car les tests d'invariance factorielle forte (*strong factorial invariance*) n'ont pas été concluants. Par la suite, la présence d'invariance factorielle selon le genre fut confirmée en suivant la procédure recommandée par Jöreskog et Sörbom (2006), pour laquelle un test du Chi carré permet d'évaluer les hypothèses :  $H_0$  : Le modèle est 'factoriellement' identique selon le genre /  $H_1$  : Le modèle n'est 'pas factoriellement' identique selon le genre. Le tableau 12 résume les résultats et permet de conclure de manière définitive en l'existence d'invariance factorielle (bien que partielle ou 'faible') des versions 'pre' et 'post' de l'instrument SATS selon le genre.

TABLEAU 12 – Test de validation de l'invariance factorielle selon le genre

Hypothèses	$\chi^2$	df	p-value
<b>Modèle PRE</b>			
<i>Egalité (Ho)</i>	531.74	257	0.000
<i>Différence (H1)</i>	407.80	212	0.000
$\Delta$	123.84	45	2.73E-09
<b>Modèle POST</b>			
<i>Egalité (Ho)</i>	380.947	257	0.000
<i>Différence (H1)</i>	289.980	208	0.000
$\Delta$	90.967	49	0.0003

Une fois l'invariance factorielle validée, une analyse des différences entre les composantes de l'attitude selon le genre fut conduite (voir tableau 13). Dans la version préliminaire, les garçons semblent plus aimer la statistique que les filles et se sentent plus compétents, alors que les filles semblent prêtes à faire plus d'efforts, même si elles perçoivent le cours de statistique comme un peu moins difficile.

Dans la version post, le degré d'*affect* et de *compt* des garçons reste plus élevé, la quantité de travail que les filles ont fourni reste supérieure à celle des garçons, mais la perception de la difficulté du cours est inversée. Comme on l'a déjà constaté précédemment, à l'exception de la composante *compt*, tous les scores moyens ont diminué que ce soit pour les filles ou pour les garçons.

TABLEAU 13 – Tests de Student mettant en évidence les différences significatives par composante entre les genres<sup>12</sup>

		Affect	Compt	Value	Diff	Eff	Int
<b>Vers. Pré</b>	Homme	<b>4,74</b>	<b>4,99</b>	5,17	<b>3,64</b>	<b>5,68</b>	5,04
	Femme	<b>4,38</b>	<b>4,66</b>	5,09	<b>3,79</b>	<b>5,92</b>	4,82
<b>Vers. Post</b>	Homme	<b>4,55</b>	<b>5,12</b>	4,57	<b>3,90</b>	<b>4,56</b>	4,27
	Femme	<b>4,10</b>	<b>4,66</b>	4,48	<b>3,61</b>	<b>4,86</b>	4,05
<b>Evo.</b>	Homme	-0,19(*)	0,13	-0,60(***)	<b>0,26(***)</b>	-1,12(***)	-0,77(***)
	Femme	-0,28(***)	0,00	-0,61(***)	<b>-0,18(***)</b>	-1,05(***)	-0,77(***)

<sup>12</sup> Les valeurs en gras montrent une différence significative entre les genres (risque de 5%) et les symboles (\*), (\*\*), (\*\*\*) indiquent que l'évolution entre les versions pré et post est significative au risque de 10%, 5% ou 1%.

« *J'aime pas les stats !* »

#### 4.5 L'étude des résultats obtenus au module

Trois types de résultats sont étudiés dans le tableau 14 : d'une part, la note attendue dans la version Pré du questionnaire, c'est-à-dire la note finale que les étudiants espèrent obtenir alors que le module n'a pas encore commencé ; ensuite la note attendue dans la version Post du questionnaire, c'est-à-dire la note finale que les étudiants espèrent obtenir alors que le module vient de se terminer ; enfin la note finale réellement obtenue. Entre le début et la fin du cours, la note moyenne attendue baisse de manière significative de plus de un point alors que la moyenne de la note finale réelle est beaucoup plus élevée. Il semble que les étudiants aient eu du mal à apprécier ce que l'on attendait d'eux à l'examen, même si des annales des examens des années précédentes étaient en libre accès sur l'intranet et si une séance avait été consacrée à des exercices de révision préparatoires à l'examen.

Ainsi, la corrélation entre la note attendue à la fin du module et la note réelle est significative (tableau 15b), mais elle n'est pas très élevée (0,366 ; tableau 15a).

TABLEAU 14 – *Statistiques descriptives des notes finales attendues et de la note finale réellement obtenue*

	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Note finale attendue - Pré	3,00	20,00	12,64	2,12
Note finale attendue - Post	6,00	18,00	11,53	2,35
Evolution de la note attendue	-11,00	7,00	-1,03	2,50
Note finale réelle	4,80	18,24	14,08	2,05

TABLEAU 15a – *Etude de la corrélation entre les notes finales attendues et la note finale réellement obtenue*<sup>13</sup>

	Note finale attendue - Pré	Note finale attendue - Post	Note finale réelle
Note finale attendue - Pré	<b>1</b>	<b>0,394</b>	0,102
Note finale attendue - Post	<b>0,394</b>	<b>1</b>	<b>0,366</b>
Note finale réelle	0,102	<b>0,366</b>	<b>1</b>

TABLEAU 15b – *P-value associées à chacun des tests de significativité pourtant sur le coefficient de corrélation*

	Note finale attendue - Pré	Note finale attendue - Post	Note finale réelle
Note finale attendue - Pré	0	0,000	0,100
Note finale attendue - Post	< 0,0001	0	< 0,0001
Note finale réelle	0,100	< 0,0001	0

<sup>13</sup> Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha=0,05$ .

## 4.6 L'impact de l'attitude sur la note finale obtenue au module

Le tableau 16 met en évidence la relation entre les composantes de l'attitude et les résultats obtenus au module. Les variables genre, type de classe préparatoire suivie (recodées sous forme dichotomique) et le rang d'admissibilité ont été introduites comme variables de contrôle. Nous avons testé 6 modèles :

1. La note finale est expliquée par les composantes de l'attitude (version Pré) ;
2. La note finale est expliquée par les composantes de l'attitude (version Pré) et les variables de contrôle ;
3. La note finale est expliquée par les composantes de l'attitude (version Post) ;
4. La note finale est expliquée par les composantes de l'attitude (version Post) et les variables de contrôle ;
5. La note finale est expliquée par les composantes de l'attitude (versions Pré et Post) ;
6. La note finale est expliquée par les composantes de l'attitude (versions Pré et Post) et les variables de contrôle.

La seule composante qui soit liée au résultat est le niveau d'effort consenti. Ainsi, il semble qu'au-delà du sentiment ou de l'utilité perçus, de l'intérêt pour la matière, de la capacité à l'appliquer, ce qui joue le plus sur la réussite à l'examen reste le travail fourni. L'attitude joue assez peu sur le résultat final puisque le modèle (5), comprenant les 6 composantes Pré et Post, n'explique que 14,5% des variations de la note finale.

« J'aime pas les stats ! »

TABLEAU 16 – Impact des composantes de l'attitude Pré et Post sur la note finale obtenue au module<sup>14</sup>

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Note Finale	Note Finale	Note Finale	Note Finale	Note Finale	Note Finale
Pré_Affect	-0,021 (0,194)	0,140 (0,18)			-0,069 (0,2)	0,165 (0,183)
Pré_Compt	0,128 (0,209)	-0,180 (0,202)			-0,048 (0,211)	-0,267 (0,197)
Pré_Value	0,014 (0,186)	-0,081 (0,173)			-0,041 (0,193)	-0,186 (0,178)
Pré_Diff	0,242 (0,257)	-0,002 (0,247)			0,226 (0,254)	-0,100 (0,244)
Pré_Eff	0,387(**) (0,164)	0,343(**) (0,156)			0,069 (0,168)	0,031 (0,158)
Pré_int	-0,033 (0,153)	0,118 (0,143)			0,043 (0,154)	0,149 (0,142)
Post_Affect			-0,046 (0,181)	0,053 (0,168)	-0,033 (0,195)	-0,0005 (0,176)
Post_Compt			0,479(**) (0,198)	0,184 (0,19)	0,497(***) (0,215)	0,264 (0,2)
Post_Value			-0,179 (0,165)	-0,148 (0,155)	-0,174 (0,176)	-0,103 (0,162)
Post_Diff			0,084 (0,199)	0,031 (0,187)	0,041 (0,211)	0,030 (0,195)
Post_Eff			0,453(***) (0,112)	0,491(***) (0,107)	0,434(***) (0,125)	0,515(***) (0,115)
Post_int			-0,006 (0,139)	0,033 (0,129)	-0,002 (0,149)	-0,014 (0,136)
Rang Ecrit		-0,001(***) (0,00021)		-0,001(***) (-0,0002)		-0,001(***) (0,0002)
Homme		-0,570(**) (0,255)		-0,597(**) (0,234)		-0,616(**) (0,25)
Prépa Littéraire		0,515 (0,716)		0,726 (0,676)		0,896 (0,683)
Prépa ECS		2,314(***) (0,435)		2,207(***) (0,419)		2,432(***) (0,426)
Prépa ECE		1,048(**) (0,433)		1,183(***) (0,407)		1,429(***) (0,416)
Constante	10,495(***) (1,324)	12,632(***) (1,353)	10,324(***) (-0,856)	11,262(***) (0,986)	9,696(***) (1,363)	12,347(***) (1,389)
Observations	261	261	261	261	261	261
R-squared	0,036	0,220	0,141	0,290	0,145	0,319
F	1,572	6,354(***)	6,954(***)	9,191(***)	3,492(***)	6,637(***)

<sup>14</sup> Le tableau reporte la valeur des coefficients associés à chaque variable explicative (l'erreur standard associée est entre parenthèse), le nombre d'observations prises en compte, le R<sup>2</sup> de chacun des modèles et la statistique de Fisher du test de significativité globale. Les symboles (\*), (\*\*), (\*\*\*) indiquent si le test associé est significatif au risque de 10%, 5% ou 1%.

## 4.7 L'attitude et la note attendue

L'objectif ici est de mettre en relation les composantes de l'attitude avec la note attendue (tableau 17). Quatre modèles ont été testés :

1. La note attendue dans la phase Pré-cours expliquée par les composantes de l'attitude Pré-Cours ;
2. La note attendue dans la phase Pré-cours expliquée par les composantes de l'attitude Pré-Cours et les variables de contrôle ;
3. La note attendue dans la phase Post-cours expliquée par les composantes de l'attitude Post-Cours ;
4. La note attendue dans la phase Post-cours expliquée par les composantes de l'attitude Post-Cours et les variables de contrôle.

Les modèles (1) et (2) nous montrent un lien significatif entre *Affect*, *Compt*, et *Diff* avec la note attendue. Plus l'attirance envers la matière, plus la compétence perçue et la facilité à l'aborder sont fortes, plus la note attendue est élevée. Les variables de contrôle ont un faible pouvoir explicatif ( $R^2$  de 37,8% pour le modèle (1) et de 38,9% pour le modèle (2)). Seule la variable *homme* est significative, confortant l'idée que les garçons attendent une note en moyenne plus élevée que les filles. La prépa d'origine et le niveau académique ne jouent pas sur la note attendue dans la phase pré-cours.

En fin de module, les mêmes composantes, *Affect*, *Compt*, et *Diff* sont liées à la note attendue dans cette phase Post-Cours, mais le coefficient de *Diff* a changé de signe. *Eff* devient aussi significative, alors qu'elle ne l'était pas dans les modèles (1) et (2). Les étudiants provenant d'une classe préparatoire ECS s'attendent à une meilleure note que les autres.

« *J'aime pas les stats !* »TABLEAU 9 – *Impact des composantes de l'attitude (Pré et Post) sur la note finale attendue au module (note attendue Pré et note Attendue Post)*<sup>15</sup>

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Note Attendue-Pré	Note Attendue-Pré	Note Attendue-Post	Note Attendue-Post
Pré_Affect	0,455(***) (0,161)	0,407(**) (0,164)		
Pré_Compt	0,836(***) (0,174)	0,810(***) (0,184)		
Pré_Value	0,211 (0,155)	0,223 (0,158)		
Pré_Diff	0,393(*) (0,214)	0,541(**) (0,226)		
Pré_Eff	0,164 (0,136)	0,233 (0,142)		
Pré_int	-0,099 (0,127)	-0,151 (0,13)		
Post_Affect			0,282(*) (0,16)	0,309(*) (0,158)
Post_Compt			1,351(***) (0,178)	1,126(***) (0,184)
Post_Value			-0,054 (0,146)	-0,043 (0,147)
Post_Diff			-0,299(*) (0,181)	-0,356(**) (0,18)
Post_Eff			0,193(*) (0,1)	0,251(**) (0,102)
Post_int			0,197 (0,124)	0,202 (0,123)
Rang Ecrit		0,000 (0,0002)		0,000 (0,0002)
Homme		0,501(**) (0,232)		0,204 (0,225)
Prépa Littéraire		-0,357 (0,651)		-0,417 (0,663)
Prépa ECS		-0,401 (0,396)		1,034(**) (0,4)
Prépa ECE		-0,001 (0,395)		0,251 (0,387)
Constante	3,543(***) (1,1)	2,918(**) (1,266)	3,431(***) (0,763)	4,307(***) (0,984)
Observations	261	261	261	261
R-squared	0,378	0,389	0,536	0,570
F	25,750(***)	14,308(***)	42,883(***)	26,010(***)

<sup>15</sup> Le tableau reporte la valeur des coefficients associés à chaque variable explicative (l'erreur standard associée est entre parenthèse), le nombre d'observations prises en compte, le R<sup>2</sup> de chacun des modèles et la statistique de Fisher du test de significativité globale. Les symboles (\*), (\*\*), (\*\*\*) indiquent si le test associé est significatif au risque de 10%, 5% ou 1%.

## 5 Discussion

Notre étude nous a tout d'abord permis de mesurer l'attitude des étudiants d'une école de management française à l'égard de la statistique. La mesure a été effectuée à partir de l'instrument SATS qui a été adapté en version française. Les résultats montrent que l'attitude avant le cours est globalement positive. Cette attitude ne dépend pas du niveau académique. Certaines composantes sont plus liées au genre ou au type de classe préparatoire antérieure. Les garçons et les étudiants ayant suivi une classe préparatoire ECS (voie scientifique) sont plus confiants dans leurs capacités à appliquer la statistique et sont plus attirés par la matière, les filles sont prêtes à faire plus d'efforts pour travailler le module et les étudiants provenant d'une classe préparatoire ECT (voie technologique) perçoivent plus que les autres la statistique comme une matière difficile.

A une ou deux exceptions près, quel que soit le profil des étudiants, le score moyen de chacune des composantes baisse dans la version post. Il y a donc eu une certaine dégradation de l'attitude tout au long du cours. C'est un signal à prendre en compte mais ce n'est pas vraiment alarmant tant que les scores restent au-dessus du score moyen.

En ce qui concerne les résultats obtenus au module, les composantes d'attitude jouent peu, la seule significativement liée à la note finale étant l'effort, c'est-à-dire la quantité de travail que l'étudiant était prêt ou a consacré à la matière. Au-delà de l'intérêt, de la valeur perçue, du sentiment ou de la compétence perçue, c'est la capacité à s'investir dans la matière qui amène aux meilleurs résultats. Lorsque l'on relie la note attendue (et non la note réelle) aux composantes, les résultats sont tout autres. Que ce soit dans la version pré ou post, l'attirance envers la matière (*affect*) et la compétence perçue (*compt*) sont très significatives dans notre modèle. Ainsi, plus l'étudiant est attiré par la matière ou plus il se sent compétent, plus il s'attend à obtenir une bonne note. En ce sens, l'attitude est liée aux résultats attendus. Si les composantes *eff* et *diff* ne sont pas significatives dans l'explication de la note attendue en début de module, elles le deviennent dans la version post. Ainsi plus l'effort consacré au cours a été important, plus la note attendue est élevée, ce qui paraît bien réaliste. Il est plus difficile d'interpréter l'autre relation « plus la difficulté perçue est grande, plus on s'attend à obtenir une bonne note », sachant que les composantes *diff* et *eff* ne sont pas corrélées entre elles.

## 6 Conclusion

L'objectif de notre étude était, comme annoncé en introduction, de mesurer l'attitude des étudiants d'école de management à l'égard des cours de statistique, de relier cette attitude à leurs caractéristiques personnelles et la réussite du module. La section précédente nous a permis de résumer les différents résultats obtenus, et il s'agit maintenant de faire un bilan de notre étude, en mettant en avant les points positifs et les limitations, dans le but d'améliorer notre enseignement de la statistique. En d'autres termes, il s'agit maintenant de proposer des solutions d'innovation pédagogique pour répondre à chaque conclusion de notre étude.

Certains résultats ne sont pas toujours faciles à interpréter et rendent plus difficile d'imaginer des solutions pédagogiques adaptées. Ainsi, il est encourageant de noter l'attitude *a priori* globalement positive, mais comment peut-on interpréter la baisse des scores de la plupart des composantes à la fin du cours : est-elle liée au contenu du programme ? A la façon dont il est enseigné ? Au moment où il est enseigné ?

« *J'aime pas les stats !* »

Malgré tout, l'intérêt d'une mesure et d'une analyse multidimensionnelle de l'attitude vis à vis de la statistique est important. Administré avant l'enseignement de la statistique, l'instrument permet un diagnostic précis de la population d'étudiants et permet de mettre en place, en amont, une approche pédagogique adaptée au public. Ainsi, si les sentiments envers la statistique sont globalement négatifs (*affect*), une approche plus « ludique » sera plus appropriée ; si les élèves perçoivent la statistique comme globalement inutile (*value*) alors l'intervention de professionnels témoignant de l'importance de l'usage des outils statistiques en entreprise peut être une solution. Par ailleurs, il est aussi possible d'influer sur la formation de groupes de travail ou de projet en s'assurant un mélange homogène des différentes attitudes ou bien en s'assurant d'inclure dans chaque groupe des membres aux perceptions complémentaires. Finalement, l'administration du questionnaire en fin de cours permet de quantifier de manière subtile l'impact du cours sur les étudiants.

En conclusion, notre étude propose un outil de diagnostic permettant à l'enseignant d'engager le cours de statistique dans un cercle vertueux d'excellence pédagogique... car au final, au-delà de la note, l'objectif ultime d'un cours introductif à la statistique est de générer une attitude globalement positive à l'égard de la statistique, d'en percevoir la pertinence mais aussi de générer une propension à son utilisation dans un futur proche et plus éloigné : « *J'aime les stats !* ».

## 7 Références

- [1] Albarracín, D., B. T. Johnson, and M. P. Zanna (eds.) (2005), *The handbook of attitudes*, Psychology Press.
- [2] Bentler, P. M. and D. G. Bonett (1980), Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures, *Psychological bulletin*, **88**(3), 588.
- [3] Bollen K. A. (1986), Sample size and Bentler and Bonett's nonnormed fit index, *Psychometrika*, **51**(3), 375-377.
- [4] Bond, M. E., S. N. Perkins, and C. Ramirez (2012), Students' Perceptions toward Statistics: An Exploration of Attitudes, Conceptualizations, and Content Knowledge of Statistics, *Statistics Education Research Journal*, **11**(2), 6-25
- [5] Brislin, R. W. (1970), Back-translation for cross cultural research, *Journal of Cross-Cultural Psychology*, **1**(3), 185-216.
- [6] Byrne, B. M. (1994), Testing for the factorial validity, replication, and invariance of a measurement instrument: A paradigmatic application based on the Maslach Burnout Inventory, *Multivariate Behavioral Research*, **29**(3), 289-311.
- [7] Cashin, S. E. and P. B. Elmore (2005), The Survey of Attitudes Toward Statistics scale: A construct validity study, *Educational and Psychological Measurement*, **65**(3), 509-524.
- [8] Cheung, G. W. and R. B. Rensvold (2002), Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance, *Structural Equation Modeling*, **9**, 233-255.
- [9] Chiesi, F. and C. Primi (2009), Assessing statistics attitudes among college students: Psychometric properties of the Italian version of the Survey of Attitudes toward Statistics (SATS), *Learning and Individual Differences*, **19**(2), 309-313.



K. Carillo et al.

- [10] Comşa, M. (2010), How to compare means of latent variables across countries and waves: Testing for invariance measurement. An application using Eastern European societies, *Sociología*, **42**(6), 639-669.
- [11] Cotti, C., M. Johnson, D. Robson, and S. Taegnoi (2013), The Gender Gap in Early Business Courses: Determinants of Performance in Economics and Statistics, *Journal of the Academy of Business Education*, 14.
- [12] Dauphinee, T. L., C. Schau, and J. J. Stevens (1997), Survey of Attitudes Toward Statistics: Factor structure and factorial invariance for women and men, *Structural Equation Modeling: a multidisciplinary journal*, **4**(2), 129-141.
- [13] Dempster, M. and N. K. McCorry (2009), The role of previous experience and attitudes toward statistics in statistics assessment outcomes among undergraduate psychology students, *Journal of Statistics Education*, **17**(2).
- [14] Elmore, P. B. and E. S. Vasu (1986), A Model of Statistics Achievement Using Spatial Ability, Feminist Attitudes and Mathematics-Related Variables as Predictors, *Educational & Psychological Measurement*, **46**(1), 215.
- [15] Gal, I. and L. Ginsburg (1994), The role of beliefs and attitudes in learning statistics: Towards an assessment framework, *Journal of Statistics Education*, **2**(2), 1-15.
- [16] Gal, I., L. Ginsburg, and C. Schau (1997), Monitoring attitudes and beliefs in statistics education, *The assessment challenge in statistics education*, 37-51.
- [17] Gribbons, B. G. and D. Hocevar (1998), Levels of aggregation in higher level confirmatory factor analysis: Application for academic self-concept, *Structural Equation Modelling*, **5**(4), 377-390.
- [18] Griffith, J., L. Adams, L. Gu, C. Hart, and P. Nichols-Whitehead (2012), Students' Attitudes Toward Statistics Across the Disciplines: a Mixed-Methods Approach, *Statistics Education Research Journal*, **11**(2), 45-56.
- [19] Haley, M. R., M. F. Johnson, and E. W. Kuennen (2007), Student and professor gender effects in introductory business statistics, *Journal of Statistics Education*, **15**(3), 1-19.
- [20] Hilton, S. C., C. Schau, and J. A. Olsen (2004), Survey of Attitudes Toward Statistics: Factor Structure Invariance by Gender and by Administration Time, *Structural Equation Modeling*, **11**(1), 92-109.
- [21] Jöreskog, K. G. and D. Sörbom (2006), *LISREL 8.80 for Windows [Computer software]*, Lincolnwood, IL: Scientific Software International, Chicago.
- [22] Khavenson, T., E. Orel, and M. Tryakshina (2012), Adaptation of survey of attitudes towards statistics (SATS 36) for Russian sample, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, **46**, 2126-2129.
- [23] Kline, R. B. (Ed.) (2005), *Principles and practice of structural equation modelling*, Guilford Press, New York.
- [24] Lalonde, R. N. and R. C. Gardner (1993), Statistics as a second language? A model for predicting performance in psychology students, *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, **25**(1), 108.
- [25] Leong, J. L. (2006), High school students' attitudes and beliefs regarding statistics in a service- learning based statistics course, Thèse de doctorat, Georgia State University.

« J'aime pas les stats ! »

- [26] MacCallum, R. C., M. W. Browne, and H. M. Sugawara (1996), Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling, *Psychological methods*, **1**(2), 130.
- [27] Meredith, W. (1993), MI, factor analysis and factorial invariance, *Psychometrika*, **58**, 525-43.
- [28] Ramirez, C., C. Schau, and E. S. M. A. Emmioğlu (2012), The importance of attitudes in statistics education, *Statistics Education Research Journal*, **11**(2), 57-71.
- [29] Rhoads, T. R. and N. F. Hubele (2000), Student attitudes toward statistics before and after a computer integrated introductory statistics course, *IEEE Transactions on Education*, **43**(2), 182-187.
- [30] Rochelle, C. F., and D. Dotterweich (2007), Student success in business statistics, *Journal of Economics and Finance Education*, **6**(1), 19-24.
- [31] Roberts, D. M. and E. W. Bilderback (1980), Reliability and validity of a statistics attitude survey, *Educational and Psychological Measurement*, **40**(1), 235-238.
- [32] Roberts, D. M. and J. E. Saxe (1982), Validity of a statistics attitude survey: A follow up study, *Educational and Psychological Measurement*, **42**(3), 907-912.
- [33] Schau, C. (1992), Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS-28), <http://evaluationandstatistics.com>.
- [34] Schau, C. (2003a), Student's attitudes; The "other" important outcome in statistics education, In *Proceedings of the Joint Statistical Meetings*, 3673-3681.
- [35] Schau, C. (2003b), Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS-36), <http://evaluationandstatistics.com>.
- [36] Schau, C., J. Stevens, T. L. Dauphinee, and A. Del Vecchio (1995), The Development and Validation of the Survey of Attitudes toward Statistics, *Educational and Psychological Measurement*, **55**(5), 868-875.
- [37] Schram, C. M. (1996), A meta-analysis of gender differences in applied statistics achievement, *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, **21**(1), 55-70.
- [38] Schutz, P. A., L. M. Drogosz, V. E White, and C. Distefano (1998), Prior knowledge, attitude, and strategy use in an introduction to statistics course, *Learning and Individual Differences*, **10**(4), 291-308.
- [39] Sulieman, H. (2015), Students' Conceptions of Statistics: An Exploration of Attitudes across Majors, *International Research in Education*, **3**(2), 158-172.
- [40] Tempelaar, D. T., S. Schim van der Loeff, and W. H. Gijsselaers (2007), A structural equation model analyzing the relationship of students' attitudes toward statistics, prior reasoning abilities and course performance, *Statistics Education Research Journal*, **6**(2), 78-102.
- [41] Ullman, J. B. and P. M. Bentler (2003), *Structural equation modeling*, John Wiley & Sons, Inc.
- [42] Vanhoof, S., A. E. Castro Sotos, P. Onghena, L. Verschaffel, W. Van Dooren, and W. Van den Noortgate (2006), Attitudes toward statistics and their relationship with short- and long-term exam results, *Journal of Statistics Education*, **14**(3), n3.

*K. Carillo et al.*

- [43] Vanhoof, S., S. Kuppens, A. E. Castro Sotos, L. Verschaffel, and P. Onghena (2011), Measuring statistics attitudes: Structure of the survey of attitudes toward statistics (SATS-36), *Statistics Education Research Journal*, **10**(1), 35-51.
- [44] Vandenberg, R. J. and C. E. Lance (2000), A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices, and recommendations for organizational research, *Organizational research methods*, **3**(1), 4-70.
- [45] Waters, L.K., T. A. Martelli, T. Zakrajsek, and P. M. Popovich (1988), Attitudes toward statistics: an evaluation of multiples measures, *Educational and Psychological Measurement*, **48**(2), 513-516.
- [46] Wise, S. L. (1985), The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics, *Educational and Psychological Measurement*, **45**(2), 401-405.
- [47] Woehlke, P. L. and D. W. Leitner (1980), Gender differences in performance on variables related to achievement in graduate-level educational statistics, *Psychological Reports*, **47**(3f), 1119-1125.
- [48] Yi, H. S. and S. H. Jeon (2009), Validation Study of Korean Version of Survey of Attitudes Toward Statistics (K-SATS), *Korean Journal of Applied Statistics*, **22**(5), 1115-1129.

« *J'aime pas les stats !* »

## Annexe

Nous présentons en annexe la version française du questionnaire SATS. Pour les questions suivantes, les modalités de réponse sont codées de 1 (Pas du tout d'accord) à 7 (Tout à fait d'accord, 4 correspondant à Ni en accord, ni en désaccord.

J'apprécie d'avoir des cours de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utiliser les statistiques m'intéresse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
On présente rarement des résultats statistiques dans la vie de tous les jours	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La plupart des personnes apprennent rapidement les statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cela m'intéresse de comprendre les informations fournies par les statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'apprentissage des statistiques nécessite une grande discipline	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je n'aurai pas besoin d'utiliser les statistiques dans ma profession	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais faire beaucoup d'erreurs mathématiques dans le cours de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je prévois d'être présent à chaque cours de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les statistiques me font peur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apprendre les statistiques m'intéresse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les statistiques nécessitent des calculs longs et compliqués	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je suis capable d'apprendre les statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais comprendre les équations de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les statistiques n'ont aucun rapport avec ma vie de tous les jours	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les statistiques sont très techniques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comprendre les concepts statistiques va être difficile pour moi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La plupart des gens doivent changer leur façon de penser pour faire des statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

K. Carillo et al.

	1-Pas du tout d'accord	2	3	4-Ni en accord Ni en désaccord	5	6	7-Tout à fait d'accord
J'ai l'intention de faire tous mes exercices de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
J'ai l'intention de beaucoup travailler dans mon cours de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais aimer les cours de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais manquer de confiance en moi lorsque je vais devoir faire des exercices de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais avoir des difficultés pour comprendre le cours de statistiques à cause de ma façon de raisonner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les formules statistiques sont faciles à comprendre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les cours de statistiques ne servent à rien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le module de statistiques est un module compliqué	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les cours de statistiques devraient être obligatoires pour ma formation professionnelle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des compétences en statistiques vont améliorer mon employabilité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je ne vais rien comprendre au cours de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cela m'intéresse de pouvoir transmettre des données statistiques aux autres	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les cours de statistiques ne sont pas utiles pour la plupart des professions	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
J'ai l'intention de beaucoup travailler pour chacun de mes contrôles de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je ne vais pas aimer faire des contrôles de statistiques en classe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les notions de statistiques ne sont pas applicables dans ma vie en dehors de mon travail	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
J'utilise les statistiques dans ma vie de tous les jours	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je serai stressé pendant mes cours de statistiques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>