



HAL
open science

Améliorer la réussite en statistiques des étudiants en psychologie : influence du feedback de comparaison sociale ou temporelle délivré dans un environnement numérique

Marine Delaval

► To cite this version:

Marine Delaval. Améliorer la réussite en statistiques des étudiants en psychologie : influence du feedback de comparaison sociale ou temporelle délivré dans un environnement numérique. Psychologie. Université Rennes 2, 2014. Français. NNT : 2014REN20035 . tel-01127489

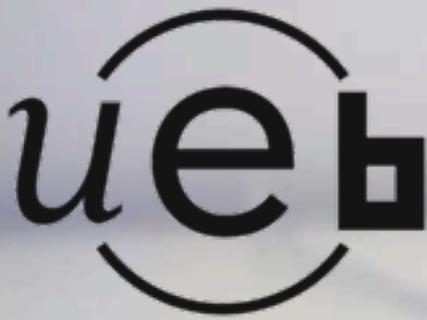
HAL Id: tel-01127489

<https://theses.hal.science/tel-01127489>

Submitted on 7 Mar 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



THÈSE / UNIVERSITÉ RENNES 2

sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ RENNES 2

Mention : Psychologie

École Doctorale Sciences Humaines et Sociales

Présentée par

Marine Delaval

Préparée au CRPCC (EA 1285)

Université Rennes 2

Centre de Recherches en Psychologie, Cognition et Communication

Améliorer la réussite en statistiques des étudiants en psychologie :

Influence du feedback de comparaison sociale ou temporelle délivré dans un environnement numérique

Thèse soutenue le 12 décembre 2014
devant le jury composé de :

Pascal BRESSOUX

Professeur en Sciences de l'Éducation, Université Pierre Mendès France Grenoble 2 et Institut Universitaire de France / **Examineur**

Delphine MARTINOT

Professeure en Psychologie Sociale, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand / **Rapporteur**

André TRICOT

Professeur en Psychologie Cognitive, Université Toulouse II Le Mirail / **Rapporteur**

Olivier LE BOHEC

Maître de Conférences en Psychologie Cognitive, Université Rennes 2 / **Examineur**

Nicolas MICHINOV

Professeur en Psychologie Sociale, Université Rennes 2 / **Directeur de thèse**

SOUS LE SCEAU DE L'UNIVERSITÉ EUROPÉENNE DE BRETAGNE

UNIVERSITÉ RENNES 2

École Doctorale Sciences Humaines et Sociales (ED 507)

Unité de Recherche CRPCC (EA 1285)

Centre de Recherches en Psychologie, Cognition et Communication

Améliorer la réussite en statistiques des étudiants
en psychologie :
Influence du feedback de comparaison sociale ou temporelle
délivré dans un environnement numérique

Thèse de Doctorat
Mention : Psychologie

Présentée par **Marine Delaval**

Directeur de thèse : **Nicolas Michinov**

Soutenue le 12 décembre 2014

Jury :

Pascal Bressoux

Professeur en Sciences de l'Éducation, Université Pierre-Mendès-France Grenoble 2 et
Institut Universitaire de France

Olivier Le Bohec

Maître de Conférences en Psychologie Cognitive, Université Rennes 2

Delphine Martinot

Professeure en Psychologie Sociale, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand

André Tricot

Professeur en Psychologie Cognitive, Université Toulouse II Le Mirail

REMERCIEMENTS

Et voilà ! Cette thèse clotûre quatre ans de vie et me donne l'occasion de remercier les personnes qui comptent. Cette tâche est un peu utopique, tant il y aurait de personnes à citer¹. Comme il n'y a pas d'ordre satisfaisant, je me contenterai d'un ordre catégoriel anarchique, qui j'espère ne froissera personne...

Je tiens donc à commencer par mes deux directeurs de thèse, Nicolas Michinov et Olivier Le Bohec, qui ont formé un duo toujours complémentaire et très réactif. Je remercie Olivier qui, n'en déplaise aux papiers officiels (!), a tenu son rang de co-directeur avec brio. Je le remercie bien sûr pour ses encouragements, son optimisme à toute épreuve et surtout pour avoir rendu notre collaboration si facile et plaisante (et pour avoir reconnu que je suis sa préférée). Et je remercie Nicolas, qui a su me guider toujours très efficacement, sans me mettre de pression et sans me rappeler que ma procrastination me perdrait un jour...

Merci aux membres de mon jury, Pascal Bressoux, Delphine Martinot et André Tricot, d'avoir accepté de lire cette thèse et d'apporter leur regard critique.

Ces quatre années de thèse auraient eu une toute autre saveur sans mes collègues de galère. Le « prix de la convivialité » revient en particulier à Anne-Laure, Benjamin, Célia, Emeline, Florian (qui grâce à moi ne confondra plus les symboles Psy et Phi) et Natacha. Avec eux j'ai partagé le quotidien de la thèse, les blagues bêtes, les faux articles² et les parties de ping-pong(-paf !) et j'ai surtout beaucoup ri, ce qui est quand même le principal.

Je remercie également Camille, Fabien, Genavee, Hélène, Joceran, Johanna, Medhi, Ophélie, Victor et Yvette, pour leur sympathique présence et leurs relectures efficaces. Je n'oublie pas bien sûr les Rennais non-CRPCCiens, Céline et Loïc (sans oublier Arthur), Fanny, Typhaine (nuance de gris !!!), Waafa et bien d'autres...

¹ Les personnes que j'aurais oubliées peuvent écrire leur nom ici :

² Mes hommages à Emmanuelle Bonjour pour nos échanges sur le concept innovant de « décroitation »

Je tiens à saluer les enseignants du CRPCC en général, et Yvonnick Noël en particulier, pour son expertise et sa disponibilité. Merci à ceux qui ont mis toute leur bonne volonté pour mener à bien mes études *via* leurs enseignements en statistiques : Alessandro Guida, Virginie Dodéler, Serban Musca, ainsi que les chargés de TD.

Je remercie également toutes les personnes sans qui le projet Exo-St@ts n'aurait pu voir le jour : Jérémie Nogues et Inès Nollet-Le Bohec, ainsi que les membres de la DSI, Yann André, Sylvain Costard, Hubert Hulliac, Yann Richard et Arnaud Saint Georges.

Merci à mes collègues de Caen, en particulier Virginie Bagneux et Jessica Mange, pour leur soutien des dernières semaines.

Parce que « sans musique, la vie serait une erreur », je fais un clin d'œil à l'Orchestre Symphonique Universitaire de Rennes (surtout au pupitre d'alto) et au Bagad de Cesson-Sévigné (surtout aux « ouin-ouin » ou « cornepouets »), dont les répétitions et concerts ont rythmé ma vie de doctorante.

J'adresse un remerciement ému à mes deux compagnons informatiques, feu Oswald (mort au combat) et Maurice qui a vaillamment terminé cette thèse (je le prie de m'excuser pour les insultes proférées vers la fin).

Une mention très spéciale à Camille, et ses missives sans queue ni tête (et pleines de parenthèses) qui agrémentent notre amitié depuis tant d'années.

Merci à mes parents, Catherine et Dominique, à mes frères, Gwenaël et Colin, et à mes belles-sœurs, Anne et Laure, à mes neveux et à tous les autres, et aussi à ma jolie-famille. Tous ne m'ont jamais franchement posé la question fatidique « alors, ça avance ta thèse ? », ce qui suffit à symboliser leur soutien moral sans faille.

Pour finir, la « palme d'or » revient sans hésitation à Lucie, qui a été parfaite et qui nous a supportés tous les trois (ma thèse, mon stress et moi) avec la joie de vivre qui la caractérise. Ma vie est très chouette et il faut bien reconnaître que c'est pas mal de sa faute...

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	11
CHAPITRE 1 – L’ENSEIGNEMENT DES STATISTIQUES À L’UNIVERSITÉ : APPORTS DES ENVIRONNEMENTS NUMÉRIQUES D’APPRENTISSAGE.	14
1. L’enseignement des statistiques : quelles difficultés ?.....	15
2. Les environnements numériques dans l’enseignement des statistiques	18
2.1. Historique.....	19
2.2. Les avantages des environnements numériques pour l’enseignement des statistiques..	21
2.3. Le cas particulier des exercices en ligne.....	23
3. Conclusion du chapitre 1	24
CHAPITRE 2 – LES FEEDBACKS : MODÈLES ET IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES	25
1. Qu’est-ce qu’un feedback ?.....	27
2. Comment agit un feedback ?	29
2.1. Modèle en cinq étapes (Bangert-Drowns et al., 1991).....	29
2.2. Théorie de l’intervention par feedback (Kluger & DeNisi, 1996).....	31
2.3. Modèle du feedback dans les systèmes informatisés (Mason & Bruning, 2001).....	32
2.4. Cadre conceptuel des feedbacks dans l’apprentissage multimédia (Narciss & Huth, 2004).....	34
2.5. Modèle du feedback efficace (Hattie & Timperley, 2007).....	36
3. Quel type de feedback ?	38
3.1. Temporalité du feedback	38
3.2. Niveau d’intervention du feedback	39
3.3. Contenu du feedback.....	40
3.4. Feedbacks centrés sur la tâche.....	44
3.5. Feedback centré sur le soi.....	46
4. Conclusion du chapitre 2	47
CHAPITRE 3 – COMPARAISONS SOCIALE ET TEMPORELLE.....	48
1. Comparaison sociale.....	49
1.1. Théorie initiale	49
1.2. Pourquoi se comparer ?.....	50
1.3. À qui se comparer ?.....	50
1.4. Influence de la comparaison sociale sur le soi.....	53

1.5. Comparaison sociale et milieu académique.....	55
1.6. Comparaison sociale et environnements numériques.....	59
2. Comparaison temporelle	61
2.1. Théorie initiale	61
2.2. Pourquoi se comparer ?.....	63
2.3. Comparaison temporelle dans l'éducation.....	64
3. Comparer les deux types de comparaisons, sociale et temporelle.....	64
3.1. Effets de la manipulation expérimentale du type de comparaison sur l'évaluation de soi	65
3.2. Effets de la manipulation expérimentale du type de comparaison sur les performances	66
4. Conclusion du chapitre 3	69

CHAPITRE 4 – INFLUENCE DES COMPARAISONS SOCIALES ET TEMPORELLES SUR LES PERFORMANCES EN STATISTIQUES DANS UN ENVIRONNEMENT NUMÉRIQUE

D'APPRENTISSAGE.	71
A. ÉTUDE 1	71
1. Introduction	71
2. Méthode	73
2.1. Participants.....	73
2.2. Matériel.....	73
2.3. Procédure.....	76
2.4. Mesures	80
3. Résultats	82
3.1. Analyses descriptives	82
3.2. Effet du feedback de comparaison sur la performance en ligne	83
3.3. Effet du feedback de comparaison sur la performance à l'examen	85
3.4. Effet de modération de la procrastination comportementale sur la performance en ligne.....	88
3.5. Effet de modération de la procrastination comportementale sur la performance à l'examen.....	90
4. Discussion de l'étude 1	95
5. Rôle modérateur de la procrastination comportementale.....	98
Résumé de l'étude 1	101
B. ÉTUDE 2	101
1. Introduction	101

2. Méthode	102
2.1. Participants.....	102
2.2. Matériel.....	102
2.3. Procédure.....	104
2.4. Mesures	105
3. Résultats	105
3.1. Analyses descriptives	105
3.2. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne	107
3.3. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen.....	109
4. Discussion de l'étude 2	110
Résumé de l'étude 2	112
C. ÉTUDE 3.....	112
1. Introduction	112
2. Méthode.....	113
2.1. Participants.....	113
2.2. Matériel.....	113
2.3. Procédure et mesures.....	115
3. Résultats	115
3.1. Analyses descriptives	116
3.2. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne	117
3.3. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen.....	120
4. Discussion de l'étude 3	122
Résumé de l'étude 3	124
D. DISCUSSION DU CHAPITRE 4.....	124
CHAPITRE 5 – MISE EN PLACE D'INTERVENTIONS PÉDAGOGIQUES EN TRAVAUX DIRIGÉS	127
A. ÉTUDE 4 : RÉDUIRE LA PROCRASTINATION PAR DES FICHES D'AUTO-ÉVALUATION	128
1. Introduction	128
2. Méthode.....	130
2.1. Participants.....	130
2.2. Matériel.....	130

2.3. Procédure.....	132
3. Résultats	132
3.1. Comparaison de cohortes.....	132
3.2. Objectif 4 : Effet du type de feedback et de la procrastination sur les performances....	140
3.3. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne	142
3.4. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen.....	144
4. Discussion de l'étude 4	145
4.1. Objectif 1 : augmenter le nombre d'utilisateurs d'Exo-St@ts.....	145
4.2. Objectif 2 : réduire les comportements de procrastination.....	146
4.3. Objectif 3 : améliorer la réussite des étudiants	146
4.4. Objectif 4 : examiner l'impact des feedbacks de comparaison.....	147
Résumé de l'étude 4	149
B. ÉTUDE 5 : RÉDUIRE LA PROCRASTINATION PAR DES BOÎTIERS INTERACTIFS.....	150
1. Introduction.....	150
1.1. Qu'est-ce qu'un boîtier interactif?.....	151
2. Méthode.....	154
2.1. Participants.....	154
2.2. Procédure.....	155
3. Résultats	156
3.1. Comparaison de cohortes.....	156
3.2. Objectif 4 : impact de l'usage des boîtiers interactifs sur l'utilisation d'Exo-St@ts	162
3.4. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne	165
3.5. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen.....	167
4. Discussion de l'étude 5	169
4.1. Objectif 1 : augmenter l'utilisation d'Exo-St@ts.....	169
4.2. Objectif 2 : réduire la procrastination.....	169
4.3. Objectif 3 : améliorer la réussite des étudiants	170
4.4. Objectif 4 : examiner l'impact de l'utilisation des boîtiers interactifs	171
4.5. Objectif 5 : examiner l'impact des feedbacks de comparaison.....	171
Résumé de l'étude 5	172
C – DISCUSSION DU CHAPITRE 5	172

DISCUSSION GÉNÉRALE	175
1. Effets des feedbacks de comparaison sociale et temporelle sur la réussite des étudiants en statistiques	179
2. Effets des interventions pédagogiques en Travaux Dirigés	181
3. Implications liées au terrain de recherche.....	182
4. Implications liées à la durée de la manipulation expérimentale	186
5. Conclusion	189
BIBLIOGRAPHIE	190
ANNEXES	214
INDEX DES TABLEAUX.....	226
INDEX DES FIGURES	228
INDEX DES ENCADRÉS	231

« Je sers la science et c'est ma joie »

Basile Landouye

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Dès la première année d'université, les étudiants de psychologie sont confrontés à l'apprentissage des statistiques, indépendamment de leur projet professionnel et de leurs attitudes envers cette matière. Ils sont amenés à aborder un vaste ensemble de notions alors qu'un certain nombre d'entre eux ne s'y attendaient pas et s'en passeraient bien volontiers (Gordon, 1995).

L'apprentissage des statistiques en psychologie s'accompagne alors de plusieurs écueils. Premièrement, les étudiants viennent de spécialités différentes avant leur entrée à l'université et leurs compétences en mathématiques sont nécessairement très variables en première année (Garfield & Ahlgren, 1988). Cette variabilité de niveau amène une forte hétérogénéité au sein des groupes d'étudiants suivant les cours de statistiques, avec les difficultés inhérentes à ce type de situations. Deuxièmement, suivre des cours de statistiques en première année de psychologie peut rappeler à certains étudiants un passé conflictuel avec les mathématiques (Garfield, 1995) et amener un *a priori* négatif, un manque d'intérêt, voire une certaine anxiété vis-à-vis de cette matière (Onwuegbuzie & Wilson, 2003). Pour ces raisons entre autres, l'apprentissage et la réussite des étudiants en statistiques constituent un défi sensible lorsque l'on s'intéresse aux enseignements délivrés dans les premières années d'études en psychologie. La littérature suggère que les statistiques sont la matière la moins appréciée des étudiants de psychologie (Sciutto, 1995a) et que jusqu'à 80% d'entre eux ressentent une anxiété envers elle (Hanna, Shevlin & Dempster, 2008 ; Onwuegbuzie & Wilson, 2003), susceptible de conduire à un échec aux examens.

Face à ce constat, cette thèse a pour objectif d'étudier des moyens d'améliorer l'apprentissage des statistiques des étudiants en psychologie. Nos travaux s'inscrivent de ce

fait dans un mouvement qui vise à interroger nos pratiques pédagogiques, afin de mieux comprendre l'enseignement que nous dispensons. Parmi les moyens disponibles pour optimiser l'apprentissage des statistiques, les systèmes d'enseignement assisté par ordinateur ont été utilisés (voir Sosa, Berger, Saw & Mary, 2011, pour une revue), avant d'être remplacés ces dernières années par les environnements numériques. En effet, grâce à ce type d'environnement, on peut offrir aux étudiants un complément au cours présentiel, leur permettant d'approfondir leur apprentissage. Les recherches basées sur ce type d'outils visent notamment à mieux appréhender l'impact réel qu'ils ont sur l'apprentissage. L'organisation de l'environnement numérique est-il adapté aux besoins des utilisateurs ? L'information (ou feedback) délivrée aux étudiants après un exercice leur est-elle bénéfique ? L'utilisation de l'environnement numérique améliore-t-elle significativement la réussite des étudiants ? Parmi cette diversité de questions, nous nous intéresserons à l'impact des feedbacks délivrés aux étudiants sur leurs performances. Le feedback est considéré comme un moyen efficace pour améliorer l'apprentissage (Serge, Priest, Durlach, & Johnson, 2013) et le support numérique permet de délivrer facilement et en temps réel, plusieurs types de feedbacks. Néanmoins, peu de recherches se sont intéressées à l'application de processus psychosociaux dans de tels environnements numériques, ce qui fera l'objet des recherches de cette thèse. Dans la lignée des théories fondatrices de la comparaison sociale (Festinger, 1954) et de la comparaison temporelle (Albert, 1977), nous nous intéressons plus précisément à l'impact de feedbacks de comparaison sociale et temporelle délivrés dans un environnement numérique d'apprentissage des statistiques.

L'objectif de cette thèse est donc d'étudier la manière d'améliorer l'apprentissage des statistiques par l'utilisation d'un environnement numérique d'apprentissage permettant de délivrer des feedbacks de comparaison. Il était attendu que ces feedbacks pourraient

influencer sous certaines conditions la participation et la réussite des étudiants. Pour répondre à cet objectif, la thèse est découpée en deux parties.

Dans une première partie, nous présenterons les différents aspects théoriques sur lesquels reposent les travaux de recherches empiriques. Le chapitre 1 présentera les difficultés rencontrées lors de l'enseignement des statistiques et abordera l'utilisation des environnements numériques dans ce contexte ; le chapitre 2 donnera un aperçu des différentes théories et modèles concernant les feedbacks utilisés dans le domaine de l'apprentissage, en particulier numérique ; le chapitre 3 fera un état des recherches concernant l'impact des comparaisons sociale et temporelle, notamment sur les performances académiques.

Dans une deuxième partie expérimentale, nous présenterons les recherches menées lors de la thèse. Le chapitre 4 livrera trois premières études qui ont cherché à tester les effets des feedbacks de comparaison sociale et temporelle sur les performances en statistiques. Le chapitre 5 présentera deux études où les étudiants ont été amenés à mieux utiliser l'environnement numérique au moyen d'interventions en Travaux Dirigés. Dans cette partie de la thèse, l'objectif de recherche sur l'influence des feedbacks de comparaison sera doublé d'un deuxième objectif d'intervention visant à optimiser l'utilisation de l'environnement numérique, sur la base d'une prise en compte des résultats des trois premières études. Enfin, la discussion générale mettra en perspective les résultats obtenus dans cette thèse.

CHAPITRE 1 – L’ENSEIGNEMENT DES STATISTIQUES À L’UNIVERSITÉ : APPORTS DES ENVIRONNEMENTS NUMÉRIQUES D’APPRENTISSAGE.

Dans la plupart des pays, y compris la France, les statistiques prennent une place importante dans les cursus de psychologie, ceci dès la première année d'étude. Pourtant, force est de constater que l'apprentissage des statistiques est souvent difficile pour des étudiants peu préparés. Pour pallier cette difficulté, de nombreuses recherches se sont développées pour analyser cet enseignement. Pour preuve, plusieurs revues spécialisées ont vu le jour, comme le *Journal of Statistics Education* (JSE), le *Statistics Education Research Journal* (SERJ), *Statistique et Enseignement*, ou encore *Teaching Statistics*. De même, des conférences spécialement dédiées à ces problématiques sont régulièrement organisées, comme l'*International Conference on Teaching Statistics* (ICOTS). Ces recherches visent notamment à recenser les ressentis des enseignants et des étudiants, examiner les difficultés rencontrées et imaginer des moyens d'y remédier. Certains chercheurs ont par exemple montré l'efficacité de l'utilisation des environnements numériques pour améliorer l'apprentissage des statistiques (Hsu, 2003). Ces recherches indiquent notamment que les environnements numériques offrent aux étudiants la possibilité de s'entraîner à des exercices (González & Birch, 2000), ou de contrôler le rythme des apprentissages et ainsi d'améliorer la compréhension (Larreamendy-Joerns, Leinhardt & Corredor, 2005).

Après un bref panorama des difficultés qui accompagnent généralement l'enseignement des statistiques, nous verrons dans ce chapitre différentes recherches qui ont examiné l'utilisation de supports numériques pour l'apprentissage des statistiques. Nous dresserons ainsi un état des lieux des différents types de supports proposés et de leurs apports.

1. L'enseignement des statistiques : quelles difficultés ?

Pour différentes raisons, les statistiques sont la « bête noire » des étudiants en psychologie (Sciutto, 1995b). D'autant plus que les statistiques ne sont pas leur discipline principale (Garfield, 1995 ; Garfield & Ben-Zvi, 2007) et qu'ils ne s'attendaient pas toujours à avoir cette matière dans leur cursus (Beaufils, 2000). Au-delà des difficultés de compréhension et d'apprentissage liées à la complexité des concepts abordés, il ressort que les statistiques font l'objet de représentations négatives et d'attitudes défavorables chez les étudiants (Gal & Ginsburg, 1994). Selon Gal et Ginsburg (1994), les enseignants de statistiques constatent que leurs étudiants « arrivent dans les cours de statistiques en ayant des idées négatives ou développent des sentiments négatifs » (para. 3). Peterson (1991) note que la plupart des étudiants devant suivre des cours de statistiques « ne se souviennent, après coup, que de la pénibilité et non du contenu du cours » (p. 56). Pour Connors, Mccown, & Roskos-Ewoldson (1998), si les étudiants en psychologie pouvaient choisir d'abandonner une de leur matière, ils choisiraient probablement les statistiques, celles-ci étant tellement différentes de leurs autres matières et leur rappelant trop les mathématiques. Dans la même perspective, Gordon (1995) a montré que 73% d'un échantillon d'étudiants en psychologie « n'auraient pas choisi de suivre un cours de statistiques s'ils en avaient eu le choix » (para. 2) et classe les raisons de ce rejet en deux catégories : des aspects pratiques, concernant l'utilité des statistiques dans le métier de psychologue (ex. : « ce ne sera pas utile dans mon futur métier ») et des évaluations personnelles sur l'intérêt de la matière (ex. : « je détestais les maths à l'école »). Partant de ces constats, de plus en plus de chercheurs se sont intéressés à ce problème de blocage vis-à-vis de l'enseignement des statistiques dans différents cursus universitaires (psychologie, santé, informatique, etc.), aussi bien en France (e.g., Bihan-Poudec, 2009) qu'à l'étranger (e.g., Becker, 1996 ; Garfield & Ben-Zvi, 2007 ; Garfield, 1993, 1995 ; Moore, 1997). Les recherches mettent notamment l'accent sur les attitudes des

étudiants envers les statistiques, leurs ressentis et leurs performances et cherchent à faire évoluer les pratiques d'enseignement pour dépasser ces obstacles et aider les étudiants à réussir en statistiques.

Les difficultés rapportées par ces études sont de différentes natures. Tout d'abord, les acquis en mathématiques des étudiants sont très variés selon leur parcours scolaire, alors même que les statistiques sont systématiquement associées à cette matière (Méot, 2003). Selon certains auteurs (e.g., Batanero, Godino, Vallecillos, Green & Holmes, 1994 ; Garfield & Ahlgren, 1988), une des principales raisons de l'échec d'un grand nombre d'étudiants en statistiques réside dans le manque de connaissances initiales du fait d'une faible expérience en mathématique. Ce manque de connaissances engrange des insuffisances dans les capacités mathématiques et de raisonnement abstrait. Pour Garfield (1995), beaucoup d'étudiants ont eu des expériences négatives avec les mathématiques ou les statistiques qui entraînent chez eux un préjugé négatif lorsqu'ils abordent les cours de statistiques en première année. Méot (2003) va dans le même sens lorsqu'il affirme que « l'origine scolaire et culturelle des étudiants de psychologie amène généralement ceux-ci à l'expérience de l'échec vis-à-vis du champ mathématique culturellement dominant et donc soit à un rejet, soit à des stress néfastes à l'apprentissage de ses avatars mathématiques » (p. 62). Selon leur expérience en mathématiques, les étudiants peuvent alors considérer d'emblée que les statistiques sont trop difficiles d'accès, étant donné qu'ils sont dans une filière réputée « non-scientifique » (Garfield, 1995 ; Garfield & Ben-Zvi, 2007).

Ces difficultés préliminaires peuvent mener à un désintérêt et/ou à un manque de motivation à s'investir dans cette matière qui peut nuire aux performances académiques. En effet, il arrive parfois que certains étudiants n'aient tout simplement pas le courage de travailler leurs cours ou n'arrivent pas à les travailler efficacement (Budé *et al.*, 2007; Gal & Ginsburg, 1994). Dans leur étude menée auprès de 200 étudiants de première année en

science médicale, Budé *et al.* (2007) montrent que les étudiants qui portent de l'intérêt aux statistiques en voyant leur pertinence, pensent qu'elles sont intéressantes et ont tendance à plus travailler afin d'obtenir de meilleurs résultats et réciproquement.

Enfin, la difficulté la plus étudiée est l'anxiété spécifique à l'apprentissage des statistiques. Cette anxiété est décrite par Onwuegbuzie, Da Ros et Ryan (1997) comme « un sentiment spécifique d'anxiété que les étudiants ressentent lorsqu'ils sont face à des statistiques dans n'importe quelle forme et à n'importe quel niveau » (p. 28). Onwuegbuzie et Wilson (2003) estiment que jusqu'à 80% des étudiants ressentent de l'anxiété face aux statistiques. Le terme de « statisticophobie » a même été utilisé pour décrire la crainte profonde des étudiants à l'égard des statistiques à l'université (Dillon, 1982).

Cette anxiété a fait l'objet d'un vaste champ de recherches (e.g., Bell, 1998 ; Bradley & Wygant, 1998 ; Onwuegbuzie & Wilson, 2003). Celles-ci ont notamment examiné ses antécédents, dont Onwuegbuzie et Wilson (2003) ont repéré trois catégories distinctes : les antécédents environnementaux – comme le genre, le pays d'origine, la culture (Bell, 1998 ; Benson, 1989 ; Bradley & Wygant, 1998 ; Onwuegbuzie & Daley, 1999), les antécédents situationnels – comme les connaissances antérieures, les attitudes envers les calculs, la satisfaction envers le cours (e.g., Watson, 1997 ; Zeidner, 1991) et enfin les antécédents dispositionnels – comme le niveau perçu en mathématiques (Zeidner, 1991), le niveau d'estime de soi (Benson, 1989), le perfectionnisme, la procrastination (i.e. la tendance à remettre au lendemain, Onwuegbuzie, 2000 ; Rodarte-Luna & Sherry, 2008) et les capacités cognitives (Gal & Ginsburg, 1994).

Plusieurs recherches ont d'ailleurs montré que cette anxiété face aux statistiques était négativement liée aux performances dans cette matière (Benson, 1989 ; Feinberg & Halperin, 1978 ; Onwuegbuzie & Daley, 1996 ; Onwuegbuzie & Seaman, 1995 ; Pretorius & Norman, 1992 ; Tremblay, Gardner & Heipel, 2000 ; Zeidner, 1991), voire qu'elle en était un des

meilleurs prédicteurs (Fitzgerald & Jurs, 1996 ; Onwuegbuzie, 2000, 2004), bien que la relation entre anxiété et performance est connue pour ne pas être linéaire (Yerkes & Dodson, 1908).

Tous ces obstacles conduisent au constat selon lequel les étudiants peinent à réussir dans cette matière. Par conséquent, les enseignants et chercheurs de ce domaine éprouvent souvent le besoin de trouver des moyens d'interventions permettant d'améliorer l'apprentissage des statistiques chez les étudiants de sciences humaines (e.g., Garfield & Ben-Zvi 2008 ; Wiberg, 2009). Dans certaines études menées dans les salles de cours, les enseignants ont modifié la structure de leur enseignement, par exemple en répartissant mieux les heures (e.g., Wiberg, 2009). D'autres ont proposé aux étudiants de s'appuyer davantage sur de vraies données, voire sur des données recueillies par les étudiants eux-mêmes (Smith, 1998 ; Wiberg, 2009). D'autres auteurs, enfin, se sont tournés vers des méthodes d'enseignement assisté par ordinateur (cf. Sosa *et al.*, 2011, pour une revue), profitant ainsi de l'essor des environnements numériques dans les enseignements universitaires ces dernières années.

2. Les environnements numériques dans l'enseignement des statistiques

Depuis plusieurs décennies et grâce à la démocratisation des technologies pédagogiques numériques, l'enseignement à l'université a utilisé celles-ci de façon croissante en complément, voire en remplacement des cours traditionnels. Ce constat s'applique aussi à l'enseignement des statistiques, où les technologies ont très vite montré des avantages non négligeables pour aider les étudiants à appréhender cette matière périlleuse. En effet, une simple recherche du terme « statistiques » dans des bases de données éducatives donne un très grand nombre de ressources disponibles développées par des enseignants de par le monde.

Ces ressources prennent des formes très variées (tutoriels, simulations, quiz, etc.) et s'adressent à des publics de tous niveaux. Dans cette partie, nous nous attacherons à faire un inventaire (non exhaustif) des différents environnements numériques utilisés pour l'apprentissage des statistiques à l'université. Après avoir fait un bref historique sur ces environnements, nous verrons les différents types d'environnements mis en place. Pour notre part, nous nous intéresserons plus particulièrement aux exercices (ou quizz) délivrés dans les environnements numériques, objet des travaux de cette thèse. Enfin, nous verrons les avantages et inconvénients de ces environnements qui ont été mis en évidence dans différentes études.

2.1. Historique

La première utilisation de la technologie numérique pour l'enseignement des statistiques remonte aux années soixante, où dès 1964, Grubb et Selfridge (cité par Hsu, 2003) ont développé un système d'aide à l'apprentissage des statistiques sur l'ordinateur IBM 650 RAMAC System, sous forme de tutoriels. Dans la même décennie, Johnson (1965) et Cooley (1969) ont développé des programmes générant des nombres aléatoires, pour former des distributions théoriques empiriques, dans le but d'enseigner cet aspect des statistiques. Dans le même temps, les méthodes d'analyses statistiques se sont enrichies de logiciels (comme SPSS³ ou SAS⁴) permettant de faciliter les analyses de données. Ces logiciels seront ainsi naturellement utilisés dans l'enseignement des statistiques (e.g., Gratz, Volpe & Kind, 1993 ; Walsh, 1994). Les années 70 ont également vu apparaître le logiciel d'apprentissage des statistiques « Minitab » (www.minitab.com), qui sera par la suite largement utilisé comme support dans l'enseignement universitaire (e.g., Stephenson, 1990). À cette période, plusieurs

³ Statistical Package for the Social Sciences

⁴ Statistical Analysis System

études ont appliqué des techniques de simulation, de tutoriels, ou d'exercices sur ordinateur (Edgar, 1973 ; Lehman, 1972 ; Tanis, 1973).

Au début des années 80, l'émergence des ordinateurs personnels (IBM en 1981 et Macintosh en 1984) permet davantage d'interactions entre les machines et les utilisateurs. Ce progrès s'accompagne d'une augmentation des programmes développés pour assister l'enseignement des statistiques (e.g., Emond, 1982 ; Fertuck, 1981 ; Stockburger, 1982).

L'utilisation de logiciels augmente dans les années 90 : de plus en plus de programmes sont utilisés pour assister les utilisateurs dans l'analyse des données, la prise de décision, ou encore pour démontrer et simuler des concepts statistiques abstraits. Certaines recherches font également état de tentatives d'applications d'outils multimédias (e.g., Erwin & Rieppi, 1999 ; González & Birch, 2000 ; Moore, 1993 ; Velleman & Moore, 1996). Ainsi, sont développés des environnements individualisés interactifs avec textes, sons, images, vidéos, animations, graphiques, afin que les étudiants puissent manipuler et travailler de façon autonome sur de nouveaux concepts appris. Cette décennie voit surtout apparaître une des plus grandes révolutions du siècle : le *World Wide Web*, développé à partir de 1989, va connaître une croissance extrêmement rapide. Ce nouvel outil permettra aux enseignants de construire et de mettre à disposition des étudiants toute sorte d'environnements d'apprentissage des statistiques (e.g., Krause, Stark & Mandl, 2009 ; Malloy & Jensen, 2001 ; Romero, Berger, Healy & Aberson, 2000). Cette utilisation des outils en ligne (« *online* ») ne cessera d'augmenter en nombre au point qu'aujourd'hui, quasiment plus aucune université ne se passe de tels supports.

Dans la partie suivante, nous verrons ce que peuvent apporter les environnements numériques à l'enseignement des statistiques à l'université. Puis, nous nous intéresserons plus particulièrement aux environnements proposant des quizz comme support d'apprentissage.

2.2. Les avantages des environnements numériques pour l'enseignement des statistiques

Tout d'abord, l'enseignement utilisant les environnements numériques est davantage orienté vers l'étudiant que l'enseignement traditionnel (Miller, Martineau & Clark, 2000 ; Rogers, 2000) : tous les étudiants peuvent participer de façon autonome et souvent anonyme (au lieu d'un nombre souvent minoritaire d'étudiants qui osent participer en classe). Cela participe notamment à augmenter leur motivation et leur engagement dans le processus d'apprentissage. Pour Chi (2009), l'interactivité et l'engagement qu'impliquent les environnements numériques permettent, dans certaines conditions, d'améliorer la compréhension en encourageant un raisonnement plus profond.

Un autre avantage important est qu'un tel environnement numérique est disponible n'importe où et n'importe quand, pour peu que l'on soit correctement équipé, ce qui est le cas d'une grande majorité d'étudiants de nos jours. Ainsi, l'apprentissage n'est pas limité dans le temps ni dans l'espace (Franklin & Peat, 2001). Cette particularité permet notamment d'améliorer l'accès à l'éducation (Miller *et al.*, 2000), d'atteindre les étudiants isolés (Duhaney, 2005) et permet aux étudiants d'étudier aux endroits et aux moments qui leur conviennent le mieux (Duhaney, 2005 ; Miller *et al.*, 2000).

Du fait de cette liberté d'utilisation, les étudiants ont un certain contrôle sur le matériel à leur disposition : ces dispositifs reposent en effet sur un principe d'apprentissage par autorégulation (Mandl & Krause, 2003), c'est-à-dire au degré auquel les étudiants peuvent réguler les aspects de leur pensée, motivation et comportement pendant l'apprentissage (Pintrich & Zusho, 2002). Cet aspect permet tout d'abord aux étudiants de travailler à leur rythme (Frederickson, Reed & Clifford, 2005 ; Lovett & Greenhouse, 2000), mais également d'être plus engagés dans le processus d'apprentissage (Larreamendy-Joerns *et al.*, 2005), traitant ainsi plus activement l'information (Stark, Mandl, Gruber & Renkl, 2002).

Au-delà des avantages qualitatifs des environnements numériques sur la motivation et sur l'engagement des étudiants, on peut s'interroger sur le champ de généralités des résultats obtenus dans ces études, de par la diversité des technologies impliquées et des publics ciblés (Reuchlin, 1995). Qu'en est-il de leur efficacité directe sur les performances ? Les étudiants réussissent-ils mieux à comprendre, retenir et réutiliser les connaissances apprises à l'aide de tels outils ? Plusieurs méta-analyses ont été effectuées pour répondre à ces questions. Dans une méta-analyse sur 59 études réalisées dans l'enseignement supérieur (Kulik, Kulik & Cohen, 1980), il a été montré un effet globalement positif de l'utilisation des technologies numériques par rapport aux enseignements traditionnels, sur les performances des étudiants et sur leurs attitudes envers l'enseignement dispensé. Quelques années plus tard, Kulik et Kulik analysent 99 études (1986), puis 254 (1989) et leurs conclusions vont dans le même sens. Hsu (2003) fait une méta-analyse de 25 études empiriques entre 1986 et 2002. Là encore, ses résultats indiquent un effet de l'utilisation d'ordinateurs pour l'enseignement des statistiques et une plus grande efficacité des environnements de type quiz, multimédia et tutoriel.

Ainsi, considérées dans leur ensemble, ces recherches et méta-analyses suggèrent que l'utilisation des environnements numériques peut amener un certain nombre d'avantages et contribuer à l'amélioration des performances des étudiants. Comme nous l'avons évoqué plus haut, il existe plusieurs sortes d'environnements numériques, tels les tutoriels, les simulations, ou encore les exercices pouvant prendre la forme de quiz. Ces derniers ont fait l'objet de quelques recherches dans le champ spécifique de l'enseignement des statistiques et possèdent des caractéristiques similaires aux environnements numériques en général, mais aussi certaines caractéristiques qui leur sont propres.

2.3. Le cas particulier des exercices en ligne

Dans ces environnements qui proposent des quizz, appelés aussi exercices, les étudiants peuvent tester leurs connaissances et leur compréhension au moyen de questions souvent assez courtes. Ils obtiennent ainsi un feedback immédiat sur leurs réponses, ce qui leur permet d'évaluer leur niveau et surtout de repérer les points qu'ils doivent améliorer en priorité. Ce type d'environnement propose de ce fait une « évaluation formative », que Kleitman et Costa (2014) définissent comme « une forme particulière d'évaluation qui n'est pas notée ou jugée par l'enseignant » (p. 151) et qui est généralement propice aux apprentissages.

On peut trouver plusieurs exemples de ce type d'exercices utilisés comme support à l'apprentissage des statistiques. On peut notamment citer :

- *e-status*, dans lequel chaque enseignant peut construire ses propres quizz (González, Jover, Cobo & Muñoz, 2010)
- *Stats-mIQ*, qui consiste en une banque de 45 questions formant 9 quizz que les étudiants doivent passer (Kleitman & Costa, 2014)
- *MathSV*, dans lequel 18 questions à choix multiples accompagnent des supports de cours en ligne (Macedo-Rouet, Ney, Charles & Lallich-Boidin, 2009)
- *COAS (Comprehensive Assessment of Outcomes in Statistics)* (del Mas, Garfield, Ooms & Chance, 2007)

Les études ayant utilisé ce type de support pour les statistiques rapportent un certain nombre de bénéfices des exercices en ligne. Premièrement, l'utilisation de ce type d'outil semble contribuer à l'amélioration des résultats aux examens. Par exemple, chez des étudiants de psychologie utilisant un exercice de statistiques (Stats-mIQ), Kleitman et Costa (2014) obtiennent un lien positif entre le nombre de quiz effectués et la note finale obtenue. De la même façon, González *et al.* (2010) obtiennent une amélioration des performances par

l'utilisation du site internet « e-status ». Deuxièmement, une des caractéristiques les plus appréciées des étudiants est la possibilité d'obtenir un feedback immédiat sur leurs actions. Cet aspect est souvent cité comme étant l'un des facteurs déterminants de l'efficacité de ce type d'environnement (Aberson, Berger, Healy & Romero, 2003 ; Kleitman & Costa, 2014 ; Larreamendy-Joerns *et al.*, 2005 ; Lovett & Greenhouse, 2000 ; Moreno, 2004 ; Moreno & Mayer, 2005 ; Morris, 2001 ; Timmerman & Kruepke, 2006).

3. Conclusion du chapitre 1

Les feedbacks délivrés semblent donc jouer un rôle central dans l'efficacité de ce type d'environnements numériques. Or, à notre connaissance les études utilisant des outils de quizz en ligne questionnent rarement les feedbacks qu'ils délivrent. Pourtant, la littérature, que nous verrons dans le chapitre suivant, s'accorde à dire que tous les formats de feedbacks ne sont pas efficaces, voire qu'ils peuvent nuire à l'apprentissage (Kluger & DeNisi, 1996). Il est donc nécessaire de s'interroger sur l'impact que peuvent avoir différents types de feedbacks sur la motivation et la réussite des étudiants et plus particulièrement dans des environnements numériques d'apprentissage. Dans le chapitre 2, nous aborderons la notion de feedback, puis nous verrons comment les différentes théories présentent son fonctionnement. Enfin, nous examinerons les formats de feedbacks qui ont été étudiés et leur influence sur le comportement des étudiants.

CHAPITRE 2 – LES FEEDBACKS : MODÈLES ET IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES

Dans un environnement numérique, l'interaction entre l'apprenant et l'enseignant est rare, voire inexistante (Mory, 2003). Le besoin de feedback (entendu ici de manière générale comme une information sur l'activité en cours) se fait alors plus crucial, dans le sens où le processus d'apprentissage repose davantage sur l'autorégulation. Le concept d'autorégulation réfère au degré auquel les étudiants peuvent réguler les aspects de leur pensée, motivation et comportement pendant l'apprentissage (Pintrich & Zusho, 2002). En pratique, l'autorégulation se manifeste dans le contrôle actif et la régulation de différents processus d'apprentissage, comme la fixation et l'orientation de buts, les stratégies mises en œuvre pour atteindre ces buts, la gestion des ressources cognitives, les efforts consentis, les réactions aux feedbacks externes et les résultats produits (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Pintrich (2000) et Zimmerman et Schunk (2001) ont identifié des hypothèses communes parmi les nombreux modèles sur l'autorégulation de l'apprentissage issus de la littérature. Premièrement, la plupart des modèles avancent que les apprenants sont actifs dans la construction de leurs propres significations par des influences variées dans leur environnement et par leur propre système cognitif interne. Deuxièmement, les individus sont capables de surveiller et de contrôler les aspects cognitifs, motivationnels et comportementaux de l'apprentissage. Troisièmement, cette régulation peut être contrainte ou facilitée par des facteurs intra-individuels comme la biologie ou le développement, autant que par des facteurs extra-individuels comme le contexte. Quatrièmement, les modèles d'autorégulation de l'apprentissage soulignent la capacité des individus à fixer des buts pour leur apprentissage. C'est par rapport à ces buts que l'apprentissage est évalué, avec un contrôle des processus d'apprentissage influencé par les résultats de cette évaluation. Enfin,

ces modèles positionnent l'apprentissage autorégulé comme médiateur entre les influences personnelles et contextuelles et la performance.

Les théories caractérisent l'apprentissage autorégulé par un certain nombre de phases à suivre. Dans la plupart des modèles, la première phase implique la planification, où les individus définissent la tâche, fixent des buts, élaborent des stratégies et se motivent. Ensuite, les individus mettent en œuvre leurs stratégies. Pendant cette phase les individus s'autorégulent en s'engageant dans une surveillance métacognitive, qui peut mener à des tentatives de contrôle du processus d'apprentissage par des changements dans un ou plusieurs foyers d'autorégulation. Par exemple, un individu peut remarquer qu'une stratégie d'apprentissage (e.g., la synthèse) ne semble pas mener à une rétention du matériel et passer à une autre stratégie (e.g., formuler des questions). Enfin, chacun des modèles inclut une phase autoréflexive où la performance, mesurée en termes de références intrinsèques et extrinsèques, est évaluée, menant souvent à des adaptations des croyances sur soi, des croyances sur les tactiques d'apprentissage et des contextes d'apprentissage. Ces adaptations peuvent alors influencer les activités futures d'apprentissage. Dans les contextes académiques, des cibles spécifiques, des critères, des standards et d'autres points de référence extérieurs aident à définir des buts prioritaires à atteindre. Le feedback est une information centrale à propos de la façon dont l'état actuel de l'étudiant (d'apprentissage et de performance) se rapporte à ces buts et standards.

Les outils en ligne ont le grand avantage de pouvoir délivrer des feedbacks adaptatifs et flexibles et permettent donc une grande liberté en termes de choix pédagogiques. Mais qu'en est-il de l'efficacité de ces feedbacks ? Que nous dit la littérature sur la façon dont les feedbacks agissent dans l'apprentissage ? Quelles sont les caractéristiques qui varient d'un feedback à l'autre et savons-nous quelles caractéristiques sont déterminantes pour l'efficacité du feedback ? Après avoir rapidement défini le concept de feedback, nous verrons dans ce

chapitre comment le feedback est modélisé dans les différentes théories développées ces dernières décennies. Nous verrons ensuite différents feedbacks existants, en distinguant les feedbacks centrés sur la tâche des feedbacks centrés sur l'individu.

1. Qu'est-ce qu'un feedback ?

Le terme de « feedback »⁵ a été à l'origine proposé par le mathématicien Norbert Wiener dans une approche cybernétique (Wiener, 1948). Un système cybernétique peut être défini comme un ensemble d'éléments en interaction, les interactions entre les éléments peuvent consister en des échanges de matière, d'énergie, ou d'information. Les éléments d'un système sont en interaction réciproque. L'action d'un élément sur un autre entraîne en retour une réponse (rétroaction ou « feedback ») du second élément vers le premier. On dit alors que ces deux éléments sont reliés par une boucle de feedback (ou boucle de rétroaction).

La notion de feedback est donc assez ancienne et correspond à une information donnée en retour d'une action. Naturellement, cette notion a assez vite été utilisée dans le domaine de l'éducation, dans la forme de retour donné au comportement d'un apprenant.

Dans un contexte d'apprentissage (et nous centrerons désormais notre propos sur ce domaine), un feedback⁶ peut être défini comme « une information communiquée à un apprenant dans l'intention de modifier sa pensée ou son comportement dans le but d'améliorer son apprentissage » (Shute, 2008, p. 154). Selon l'auteur de cette définition, ce concept est généralement considéré comme crucial dans les contextes éducatifs pour améliorer les connaissances et pour l'acquisition de compétences.

⁵ Nous utilisons le terme anglais plutôt que le terme français « rétroaction ».

⁶ Selon Nicol et Macfarlane-Dick (2006), on peut distinguer les feedbacks auto-générés des feedbacks externes. Les premiers sont des feedbacks que l'individu produit lui-même en contrôlant son engagement dans l'apprentissage et en évaluant ses progrès vers les buts visés. Les seconds sont des feedbacks délivrés par une source externe (un pair, un enseignant, un système, etc.) que l'individu doit enregistrer, comprendre et utiliser à bon escient. Nous nous centrerons dans ce chapitre uniquement sur les feedbacks externes.

Comme nous avons pu le voir précédemment, le feedback est un des avantages les plus appréciés par les étudiants utilisant des exercices en ligne (Cassady & Gridley, 2005 ; Kleitman & Costa, 2014). Il permet en effet aux étudiants d’avoir un aperçu de leur position actuelle dans le processus d’apprentissage et d’obtenir une information sur la manière de parvenir à la position désirée. En recevant un feedback, l’étudiant peut adapter son apprentissage dans l’optique d’atteindre les objectifs fixés (Stobart, 2008).

Outre son influence sur la réussite et les performances, le feedback est décrit comme facteur déterminant dans la motivation à apprendre (Shute, 2008), le feedback évaluatif verbal ou écrit comme réponse immédiate et directe à une performance académique étant une des interventions les plus efficaces pour encourager et améliorer la motivation des étudiants (Hattie & Timperley, 2007). De nombreuses recherches se sont intéressées à la relation entre feedback, motivation et apprentissage. Pour autant, les méta-analyses et revues de littératures réalisées sur le sujet (e.g., Bangert-Drowns, Kulik, Kulik & Morgan, 1991 ; Kluger & DeNisi, 1996 ; Narciss & Huth, 2004) ont remarqué beaucoup de résultats contradictoires et peu de patterns consistants pouvant être généralisés (Reuchlin, 1995). Ainsi, l’incertitude subsiste sur la façon dont un feedback exerce un ou des effet(s) sur le comportement d’un étudiant et les types de feedback les plus appropriés dans des situations spécifiques. Les auteurs s’accordent sur le fait que le type de feedback interagit nécessairement avec d’autres variables et qu’il est alors difficile de dégager des règles absolues. Néanmoins, nous verrons par la suite que certains types de feedbacks ont été largement étudiés alors que d’autres restent assez peu examinés. Après avoir fait une brève revue des différentes théories existantes sur les feedbacks et détaillé les différents types de feedbacks dégagés par ces théories, nous verrons que si les feedbacks sur la tâche ont été largement étudiés (sans beaucoup de consensus sur leur efficacité), les feedbacks focalisant l’attention sur le soi sont parfois trop vite jugés comme néfastes, alors que les résultats empiriques manquent.

2. Comment agit un feedback ?

Nous examinerons dans cette partie la façon dont les revues de littérature et méta-analyses les plus marquantes dans le domaine du feedback formatif décrivent et résument l'action de celui-ci dans le processus d'apprentissage.

2.1. Modèle en cinq étapes (Bangert-Drowns *et al.*, 1991)

Ces auteurs ont examiné quarante études sur le feedback en utilisant une technique de méta-analyse. Cet article largement cité décrit les opérations tant comportementales que cognitives qui sont mises en œuvre dans l'apprentissage. Le postulat de départ est que pour diriger son comportement, un apprenant a besoin de pouvoir enregistrer les changements physiques provoqués par son comportement. Autrement dit, l'apprenant change ses opérations cognitives et ainsi son activité en l'adaptant à la nouvelle information et en l'associant avec sa propre attente de performance. Les auteurs soulignent que :

Toute théorie qui décrit l'apprentissage comme un processus d'influence mutuelle entre les apprenants et leur environnement doit impliquer le feedback, implicitement ou explicitement car, sans feedback, l'influence mutuelle est par définition impossible. Ainsi, le concept de feedback apparaît souvent comme un élément essentiel des théories de l'apprentissage. (p. 214)

Bangert-Drowns *et al.* (1991) ont développé un modèle en cinq étapes, décrivant l'état de l'apprenant lorsqu'il évolue dans un cycle de feedback. Les cinq étapes sont représentées dans la Figure 1.

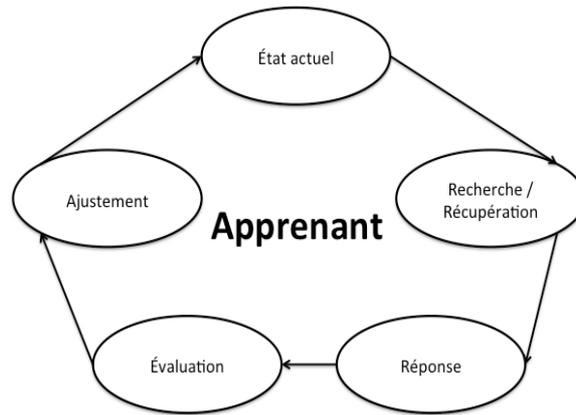


Figure 1 – Chapitre 2 : Modèle en cinq étapes d'un apprenant pendant un cycle de feedback (adapté de Bangert-Drowns et al., 1991)

Ces cinq étapes sont détaillées comme suit :

1. *L'état initial ou actuel* de l'apprenant. Cette étape est caractérisée par le degré d'intérêt, les buts, le degré d'auto-efficacité (Bandura, 1977) et les connaissances antérieures du sujet.
2. *Les stratégies de recherche et de récupération*. Ces mécanismes cognitifs de récupération de l'information en mémoire sont activés par une question posée par un agent externe (e.g., un enseignant, ou un système) à laquelle l'apprenant doit répondre. Le sujet définit alors des stratégies de recherche d'information afin de trouver la réponse à la question posée.
3. L'apprenant donne une *réponse* à la question. De plus, il ressent un certain degré de certitude sur sa réponse et a ainsi des attentes sur ce que le feedback va indiquer.
4. L'apprenant *évalue* sa réponse à la lumière des informations données par le feedback. La nature de cette évaluation dépend des attentes de l'apprenant sur le feedback. Par exemple, s'il était sûr de sa réponse et que le feedback confirme son exactitude, le chemin de récupération sera renforcé ou inaltéré. S'il était sûr de sa réponse mais que le feedback indique qu'elle est incorrecte, l'apprenant cherchera à comprendre cette incongruité.

5. Des *ajustements* sont faits sur les connaissances pertinentes, l'auto-efficacité, l'intérêt et les buts en conséquence de l'évaluation de la réponse. Ces états ajustés déterminent l'« état actuel » de la boucle suivante.

Ainsi, dans ce modèle à cinq étapes, le feedback a un rôle d'évaluation dont l'apprenant se sert pour ajuster son comportement et ses attitudes dans l'apprentissage afin d'atteindre les buts recherchés. Nous verrons que cet aspect de régulation du comportement par l'évaluation de l'écart entre le résultat et le but se retrouve dans la théorie de Kluger et DeNisi (1996), que nous présentons ci-après.

2.2. Théorie de l'intervention par feedback (Kluger & DeNisi, 1996)

Kluger et DeNisi (1996) ont réalisé une revue de littérature étendue sur les effets des feedbacks sur la performance, dans plusieurs perspectives et sur plusieurs décennies de recherches – depuis la recherche classique de Thorndike au début du XXème siècle. Ces auteurs ont notamment effectué une méta-analyse sur les résultats expérimentaux rapportés, afin de construire une théorie basée sur un certain nombre de variables (ou modérateurs). Leur théorie sur l'intervention par feedbacks (*Feedback Intervention Theory* – FIT) offre une approche large pour examiner les effets des feedbacks et de certains modérateurs comme le mode de présentation du feedback, la nouveauté et la complexité de la tâche, les contraintes de temps, les types de tâches (physique, mémoire, connaissance, vigilance). La FIT consiste en cinq arguments de base :

1. Le comportement est régulé par la comparaison entre les feedbacks et les buts ou standards de performance ;
2. Les buts ou standards sont organisés hiérarchiquement ;

3. L'attention est limitée ; par conséquent, seuls les écarts entre la performance actuelle et la performance désirée (i.e. feedback-standard) qui reçoivent de l'attention participent activement à la régulation du comportement ;
4. L'attention est normalement dirigée vers un niveau moyen de la hiérarchie ;
5. Les feedbacks changent le lieu d'attention et affectent ainsi le comportement.

Ce que l'on peut retenir de cette théorie est l'argument selon lequel le feedback agit par la *comparaison* qu'il offre entre la performance actuelle et les buts fixés ou standards de performance visés. Cette comparaison permet à l'individu d'estimer l'écart qu'il y a, ce qui provoque une régulation du comportement. Cet argument est cohérent avec des travaux antérieurs, par exemple ceux de Bandura et Cervone (1983) qui montraient que la motivation découlait d'une différence entre la performance obtenue et l'objectif fixé.

2.3. Modèle du feedback dans les systèmes informatisés (Mason & Bruning, 2001)

Ces auteurs ont effectué une revue de littérature sur les feedbacks délivrés dans les systèmes d'instructions informatisés et présenté un cadre théorique dont l'intention était d'aider les développeurs et enseignants à construire leurs propres outils. Leur cadre théorique, représenté dans la Figure 2, est basé sur des recherches examinant le type de feedback et son niveau d'élaboration en relation avec le niveau de réussite des étudiants, la complexité de la tâche, la temporalité du feedback et les connaissances antérieures.

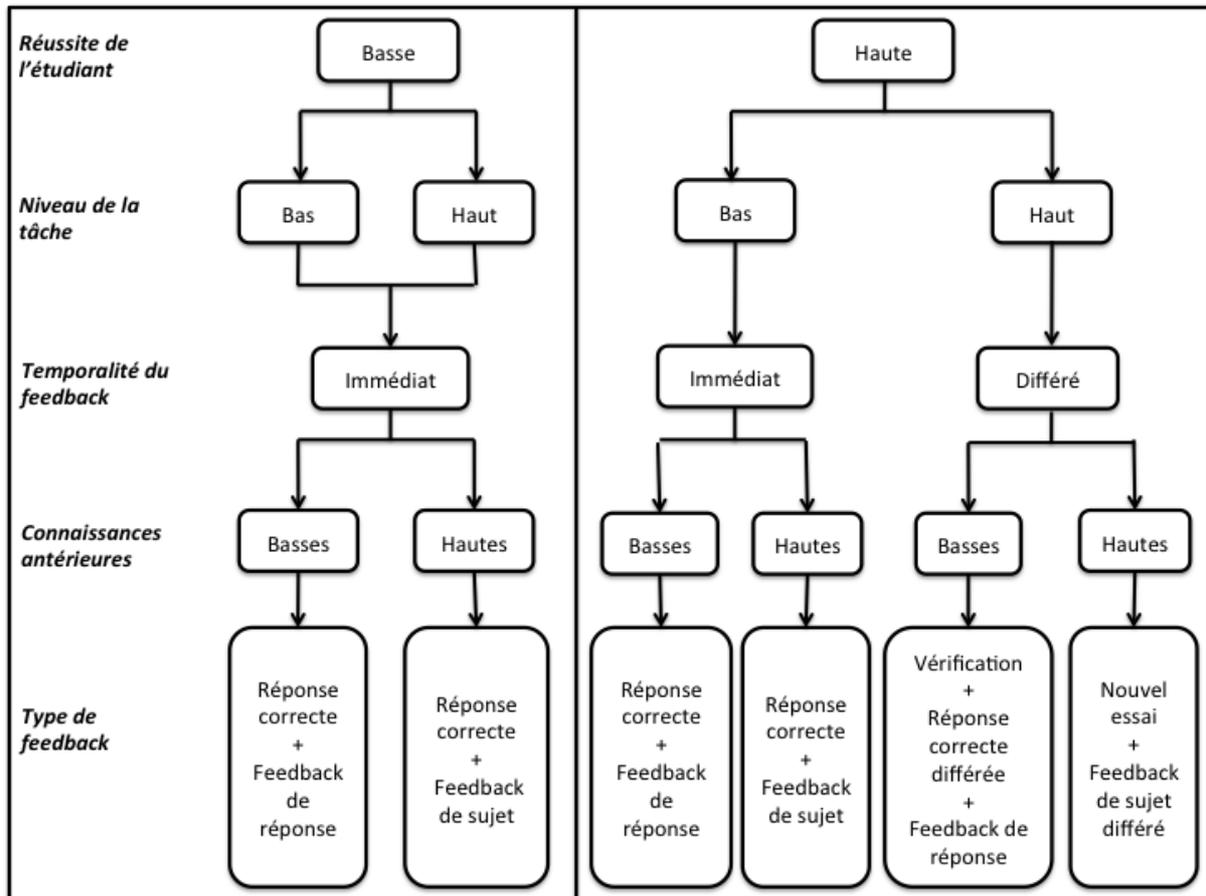


Figure 2 – Chapitre 2 : Arbre de décision du choix du feedback dans l'enseignement informatisé (Mason & Bruning, 2001)

Note. Les « feedbacks de réponse » sont des feedbacks où la réponse à une question est expliquée, alors que les « feedbacks de sujet » donnent des informations moins précises relatives au sujet abordé par la question dans lesquelles la réponse peut être localisée.

Le modèle de Mason et Bruning (2001) se présente sous la forme d'un arbre de décision, séparé en deux colonnes correspondant au niveau de réussite de l'étudiant. Selon ce modèle, si le niveau de réussite est bas, il vaut mieux délivrer des feedbacks immédiats quelle que soit la difficulté de la tâche. Si le niveau de réussite est haut, il vaut mieux délivrer des feedbacks soit immédiats si la tâche est facile, soit différés si la tâche est plus complexe.

En bas de l'arbre de décision, le type de feedback dépend du niveau initial de l'étudiant. Tout d'abord, le modèle prévoit qu'un feedback de réponse correcte (i.e. l'affichage de la bonne réponse) doit être délivré si le niveau de réussite est faible ou si le niveau de réussite est haut et la tâche facile. En revanche, si le niveau de réussite est haut et

que la tâche est difficile, le feedback sera de type vérification (i.e. validation ou non de la réponse donnée) si l'étudiant a de faibles connaissances antérieures et de type « nouvel essai » (i.e. le sujet recommence) s'il a de bonnes connaissances antérieures.

Enfin, on trouve une distinction du type de feedback qui ne varie pas en fonction du niveau de réussite de la difficulté de la tâche. Si l'étudiant a de faibles connaissances antérieures, le feedback approprié contient la réponse correcte et des explications précises concernant cette réponse. S'il a de bonnes connaissances antérieures, il convient plutôt de donner des informations relatives au sujet abordé par la question, dans lesquelles l'étudiant pourra localiser les explications concernant la réponse correcte.

En résumé, le cadre théorique de Mason et Bruning (2001) met en interaction les caractéristiques de la tâche (difficulté), de l'individu (niveau initial, réussite) et du feedback (temporalité, type de feedback). Nous retrouverons l'importance de cette interaction dans le modèle suivant, qui traite des feedbacks dans l'apprentissage multimédia.

2.4. Cadre conceptuel des feedbacks dans l'apprentissage multimédia (Narciss & Huth, 2004)

Ces auteurs ont proposé un cadre conceptuel pour les feedbacks dans l'apprentissage multimédia. Ce cadre est basé sur un corpus de recherches lié à des types de feedbacks élaborés, c'est-à-dire en opposition à des feedbacks « simples » ne donnant que la vérification de la réponse. Ces feedbacks élaborés peuvent être par exemple une explication de la bonne réponse, des indices pour trouver la bonne réponse, des exemples de stratégies à suivre, etc. Les tâches cognitives et l'analyse des erreurs servaient de base pour la conception des feedbacks élaborés et plus généralement pour la formalisation du cadre conceptuel en question. Globalement, Narciss et Huth (2004) affirment que les feedbacks interagissent avec le contexte d'enseignement et avec les caractéristiques de l'apprenant, ce qui va dans le sens

du cadre théorique de Mason et Bruning (2001). Le cadre conceptuel de Narciss et Huth pour la conception de feedbacks formatifs est représenté dans la Figure 3.

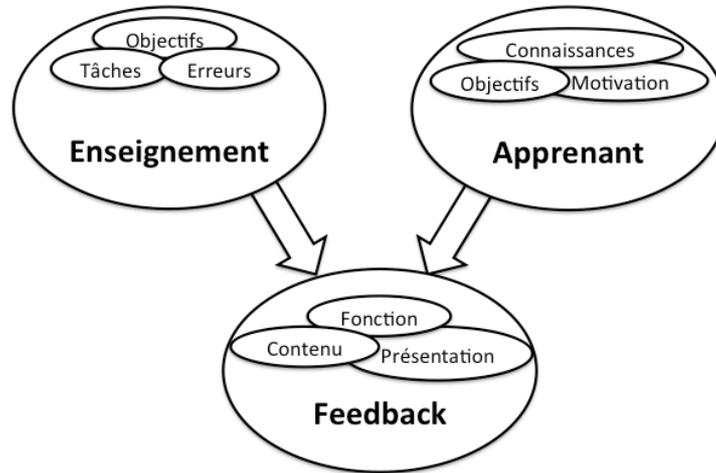


Figure 3 – Chapitre 2 : Facteurs interagissant avec le feedback pour influencer l'apprentissage (Narciss & Huth, 2004)

Les trois facteurs se détaillent comme suit :

1. *L'enseignement*. Ce facteur correspond au contexte et consiste en trois principaux éléments : les objectifs (e.g., buts de l'apprentissage ou standards relatifs à un cursus), les tâches d'apprentissage (e.g., items de connaissance, opérations cognitives, capacités méta-cognitives) et les erreurs et obstacles (e.g., les erreurs typiques, les stratégies incorrectes, les causes des erreurs).
2. *L'apprenant*. Ce facteur renvoie aux informations concernant l'apprenant qui sont pertinentes à la conception du feedback, incluant les objectifs de l'apprentissage, les connaissances, compétences et capacités antérieures et la motivation académique (e.g., le besoin de réussite, l'auto-efficacité et les capacités méta-motivationnelles).
3. *Le feedback*. Le facteur feedback consiste en trois principaux éléments : le contenu du feedback (e.g., aspects évaluatifs comme la vérification de la réponse donnée et les aspects informatifs, comme les indices donnés pour trouver la réponse, les explications et

les exemples corrigés), la fonction du feedback (i.e., cognitive, métacognitive et/ou motivationnelle) et le mode de présentation du feedback (i.e., temporalité, planification et adaptivité au niveau de réussite de l'étudiant).

En résumé, pour ce modèle également l'efficacité d'un feedback réside en l'interaction de caractéristiques issues de plusieurs facteurs. Cet effort d'identification des conditions d'efficacité des feedbacks sera ensuite repris par le modèle de Hattie et Timperley (2007).

2.5. Modèle du feedback efficace (Hattie & Timperley, 2007)

Le cadre conceptuel de Hattie et Timperley (2007) est également beaucoup cité comme référence dans les travaux sur les feedbacks. Leur analyse s'intéresse aux liens entre feedbacks, apprentissage et réussite. Leur modèle a pour objectif d'identifier les propriétés et les circonstances qui rendent les feedbacks efficaces. Comme d'autres modèles (Bangert-Drowns *et al.*, 1991 ; Kluger & DeNisi, 1996), le premier postulat de ces auteurs est que l'objectif de l'étudiant est de réduire l'écart entre la performance actuelle et le but désiré. Ils distinguent ensuite quatre manières de répondre à cet objectif. Les deux premières viennent des étudiants eux-mêmes : d'un côté, ils peuvent augmenter leurs efforts ou utiliser des stratégies plus efficaces. De l'autre, ils peuvent baisser le but à atteindre, ou à l'extrême, abandonner la tâche. Les deux dernières viennent de l'enseignant : d'une part, il peut fournir des objectifs appropriés et spécifiques. De l'autre, ils peuvent aider les étudiants à atteindre leurs objectifs en leur proposant des stratégies efficaces et en utilisant des feedbacks adéquats. Pour ces auteurs, le feedback est caractérisé par trois questions que les étudiants ont besoin de se poser lors d'un processus d'apprentissage : « Où vais-je ? », c'est-à-dire les objectifs à atteindre ; « Comment est-ce que je m'en sors ? », c'est-à-dire le niveau actuel atteint ; et «

Qu'est-ce que je fais ensuite ? », c'est-à-dire les prochaines étapes à suivre pour atteindre les objectifs.

En conclusion, les différents modèles et théories développés nous permettent de dégager quelques aspects consensuels de l'action du feedback délivré lors d'un apprentissage. Premièrement, le feedback est un élément d'une boucle qui se répète, dans laquelle l'apprenant ajuste son comportement en fonction de l'information que le feedback lui donne. Deuxièmement, le feedback permet un ajustement en montrant l'écart qu'il y a entre la performance actuelle de l'apprenant et les objectifs qu'il s'est fixé ou les standards qu'il doit atteindre. Enfin, dans tous les modèles que nous avons vus dans cette partie, il apparaît que différentes variables interagissent dans l'action d'un feedback sur l'apprentissage. La façon dont celui-ci agit sur l'apprenant dépend des caractéristiques de ce dernier (niveau de connaissances, motivation, etc.), mais aussi des caractéristiques de la tâche (difficulté, objectifs, etc.), ou encore de l'environnement (standard défini, etc.). Narciss et Huth (2004) suggèrent que l'adaptation du contenu, de la fonction (i.e. métacognitive, motivationnelle, etc.) et du format du feedback devrait être effectué en prenant en compte les objectifs de l'enseignement et les caractéristiques de l'apprenant pour maximiser la valeur informative du feedback.

Néanmoins, l'impact du feedback dépend des caractéristiques du feedback lui-même et les différentes revues de littérature nous montrent qu'il est difficile de dégager des patterns consistants concernant les types de feedbacks efficaces parmi le panel de feedbacks utilisés. Il paraît cependant certain que tout feedback n'est pas bénéfique : Kluger et DeNisi (1996) trouvent par exemple dans leur méta-analyse que, pour environ un tiers des études examinées, le feedback délivré a un effet *négatif* sur la performance. Quelles sont les caractéristiques d'un feedback qui déterminent l'effet qu'il aura sur l'apprentissage et les performances, outre

son interaction avec les caractéristiques de l'individu et du contexte ? Dans la partie suivante, nous verrons les différentes distinctions qu'il est possible de formuler concernant les feedbacks utilisés dans la littérature et l'impact des caractéristiques ainsi distinguées.

3. Quel type de feedback ?

Nous verrons dans cette partie les différents types de feedbacks que l'on peut retrouver dans les revues de littérature récentes effectuées sur le sujet, notamment celle de Shute (2008), qui est particulièrement pertinente pour notre problématique. Après avoir abordé la temporalité du feedback, une caractéristique étudiée depuis longtemps, nous distinguerons les feedbacks centrés sur la tâche des feedbacks centrés sur l'individu, tel que le proposent plusieurs auteurs (Hattie & Timperley, 2007 ; Kluger & DeNisi, 1996 ; Wilbert, Grosche & Gerdes, 2010).

3.1. Temporalité du feedback

Shute (2008) propose de distinguer les feedbacks selon leur *temporalité*, selon deux catégories : le feedback *immédiat*, c'est-à-dire donné juste après une question ou un ensemble de questions effectuées et le feedback *différé*, dont le délai peut varier de plusieurs minutes à plusieurs jours après la fin de l'évaluation. On peut par exemple retrouver cette distinction dans le modèle de Mason et Bruning (2001) que nous avons vu précédemment.

Les effets de la temporalité du feedback sur la motivation et la performance sont mitigés. D'après Shute (2008), il n'apparaît pas d'effet principal de la temporalité, mais plutôt une interaction de celle-ci avec d'autres facteurs. Elle note par exemple que beaucoup d'études de terrain démontrent une supériorité du feedback immédiat, alors que les études de laboratoire montrent plutôt un effet positif du feedback différé. Shute (2008) explique cela par le fait que chaque type de feedback a des effets positifs et négatifs à la fois, selon ce que l'on

mesure. Par exemple, les feedbacks immédiats peuvent avoir un effet positif dans le sens où ils augmentent la motivation à s'entraîner et fournissent des associations directes entre un comportement et son résultat. Leur effet négatif peut être qu'ils favorisent la dépendance à des informations qui ne sont plus disponibles lors du transfert et qu'ils encouragent des comportements moins consciencieux. Concernant les feedbacks différés, leur effet positif pourrait être d'encourager l'engagement de l'individu dans des processus cognitifs et métacognitifs, engendrant ainsi un sens de l'autonomie (et probablement une meilleure autorégulation). D'un autre côté, leur effet négatif pourrait être d'être frustrants et néfastes pour les individus en difficulté ou moins motivés. Selon Shute (2008), ces effets positifs ou négatifs peuvent être plus ou moins activés dans différentes conditions expérimentales ou contextes d'apprentissage. Un autre facteur pouvant interagir avec la temporalité du feedback est le niveau de l'apprenant (Mason & Bruning, 2001). La recommandation générale issue du cadre théorique de Mason et Bruning est que le feedback immédiat est plus approprié pour les étudiants à faible niveau de réussite, tant pour les tâches simples que pour les tâches complexes, tandis que les feedbacks différés sont plus adaptés aux étudiants à haut niveau de réussite, surtout pour des tâches complexes.

Ainsi, comme le montrent les différents modèles théoriques portant sur les feedbacks, la temporalité du feedback est une première caractéristique n'ayant pas d'impact unilatéral mais dont l'effet dépend d'autres facteurs touchant le contexte ou les caractéristiques de l'individu qui le reçoit.

3.2. Niveau d'intervention du feedback

Melis et Ullrich (2003) proposent quant à eux de distinguer les feedbacks locaux des feedbacks globaux. Une réponse *locale* informe essentiellement l'étudiant sur l'exactitude de sa réponse et est supposée encourager la correction des essais de l'étudiant. Une réponse

globale ajoute un accompagnement du processus général d'apprentissage, notamment sa navigation dans le matériel, sa métacognition et sa motivation. Selon les auteurs, les deux types de feedback n'ont pas le même objectif. Le feedback local est un soutien à la résolution de la tâche et est utilisé lorsque l'étudiant est concentré sur un exercice en particulier. À l'inverse, un feedback global ne concerne pas un exercice en particulier et est plutôt utilisé lorsque l'étudiant est sur le point de démarrer un nouvel exercice. Nous verrons par la suite que cette distinction local / global se retrouve fréquemment dans les différents types de feedbacks que nous décrirons plus loin. Ainsi, même si elle est rarement énoncée, cette distinction apparaît comme fondamentale lorsque l'on s'intéresse aux différents types de feedbacks existants.

3.3. Contenu du feedback

Une troisième distinction faite par les chercheurs concernant les feedbacks porte sur le contenu de celui-ci. En effet, un feedback peut contenir une grande diversité d'informations : un simple message de félicitations, une explication détaillée, un graphique d'évolution des performances, etc. Ce contenu peut être lui même découpé en plusieurs catégories et ce découpage diffère selon les revues de littérature. Néanmoins, une première distinction possible, issue de plusieurs modèles théoriques (Hattie & Timperley, 2007 ; Kluger & DeNisi, 1996 ; Wilbert *et al.*, 2010) concerne le lieu vers lequel le feedback porte l'attention de l'individu : d'un côté les feedbacks centrés sur la tâche, d'un autre les feedbacks centrés sur l'individu, i.e. le soi.

En effet, le postulat basique de la théorie de Kluger et DeNisi (1996) est que les feedbacks changent le lieu d'attention de l'apprenant parmi trois niveaux de contrôle : l'apprentissage de la tâche, la motivation à la tâche et les processus méta-tâches. Ces trois

niveaux de contrôle ainsi que le lieu d'attention auquel ils correspondent sont représentés hiérarchiquement dans la Figure 4.

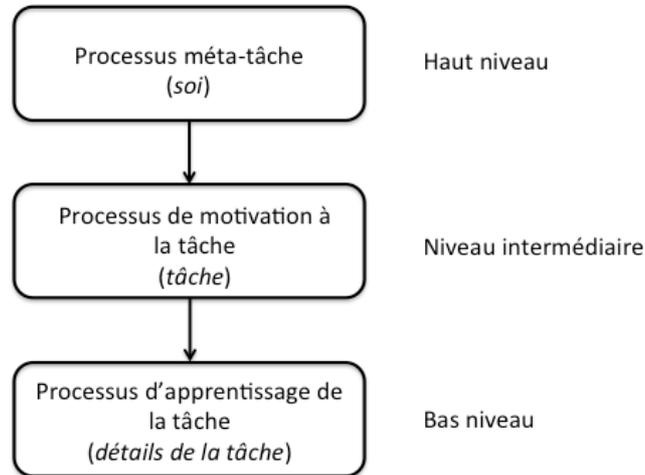


Figure 4 – Chapitre 2 : Hiérarchie des processus induits par les feedbacks (Kluger & DeNisi, 1996)

Par la suite, Hattie et Timperley (2007) présentent dans leur modèle quatre niveaux auxquels les feedbacks s'adressent :

1. Le premier niveau correspond au « soi », où le feedback est adressé aux caractéristiques de l'apprenant. Par exemple, un feedback qui félicite l'apprenant d'avoir répondu correctement.
2. Le deuxième niveau correspond à la « tâche », où le feedback a pour objectif de corriger le travail effectué. Le feedback est donc situé à un niveau de surface dans l'apprentissage. Par exemple, un feedback disant si la réponse donnée est correcte.
3. Le troisième niveau correspond au « processus », où le feedback est lié au processus à suivre pour compléter la tâche. Par exemple, un feedback présentant la correction d'un exercice.

4. Le dernier niveau correspond à la « régulation », où le feedback est lié aux processus que l'étudiant a en tête, comme l'auto-évaluation ou encore la volonté de recevoir un feedback. Dans l'idéal, ce feedback est adapté au niveau actuel de l'étudiant.

On peut remarquer une similitude avec le modèle hiérarchique de Kluger et DeNisi (1996) au moins pour les trois premiers niveaux. En effet, on retrouve un premier niveau s'adressant à l'individu, un deuxième niveau s'adressant à la tâche et un troisième correspondant aux détails de la tâche. On peut également noter que la distinction entre feedback local et global (Melis & Ullrich, 2003) se retrouve en filigrane dans ces niveaux : le deuxième niveau s'apparente au feedback local, alors que le quatrième niveau peut être considéré comme un feedback global.

Dans la même optique, Wilbert *et al.* (2010) ont récemment proposé un modèle alternatif liant les différentes normes de références avec la performance et la motivation. Ce modèle illustre comment le type de feedback évaluatif fourni et leurs normes de référence respectives interagissent avec l'attention et les buts pour influencer la performance. Ce modèle se base sur des travaux précédents (Rheinberg, 1980, cité par Wilbert *et al.*, 2010) qui distinguaient déjà trois types de feedbacks basés sur la *norme de référence* utilisée pour évaluer la réussite d'un étudiant : une norme de référence sociale, individuelle, ou critérielle. Une norme de référence sociale est obtenue lorsque la réussite de l'étudiant est évaluée en comparaison avec la réussite des autres. La norme de référence individuelle repose sur les performances passées de l'individu. La norme de référence critérielle utilise les propriétés inhérentes à la tâche comme standard de comparaison. Le modèle de Wilbert *et al.* (2010) reprend et enrichit cette distinction (voir Figure 5).

Pour les auteurs de ce modèle, seuls les feedbacks critériels permettent d'améliorer l'apprentissage, car ce sont les seuls à diriger l'attention vers la tâche. En effet, les feedbacks

individuels et sociaux dirigent l'attention ailleurs que sur la tâche, ce qui est pour eux négatif pour l'apprentissage.

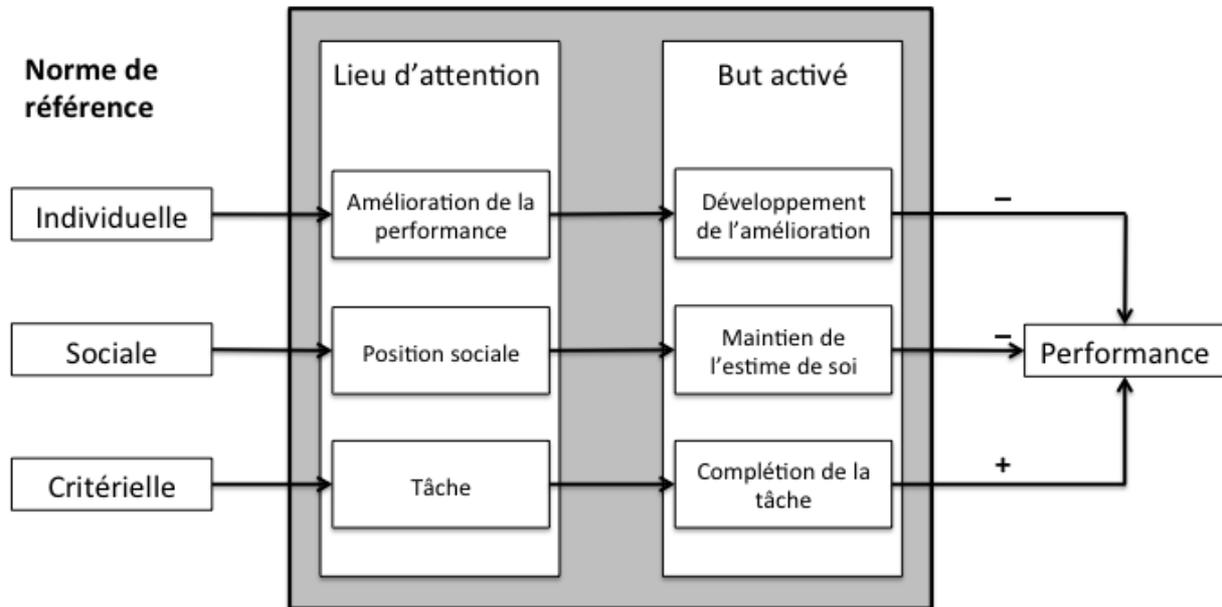


Figure 5 – Chapitre 2 : Modèle de l'impact de différentes normes de référence utilisées dans les feedbacks sur la fixation des buts et la performance (Wilbert et al., 2010)

De ces trois modèles (Hattie & Timperley, 2007 ; Kluger & DeNisi, 1996 ; Wilbert *et al.*, 2010), on peut conclure qu'une distinction fondamentale entre différents feedbacks se fait au niveau de l'endroit vers lequel ceux-ci dirigent l'attention de l'individu, la tâche ou le soi. On retrouve encore une fois la distinction entre feedback local (la tâche) et feedback global (le soi) (Melis & Ullrich, 2003). Nous allons par conséquent distinguer ces deux types de feedbacks dans les parties à suivre, où nous verrons quelles peuvent être les caractéristiques de chacun de ces deux types de feedbacks et comment ils ont été abordés dans la littérature, en particulier dans les études examinant les feedbacks délivrés dans des environnements numériques d'apprentissage.

3.4. Feedbacks centrés sur la tâche

Shute (2008) suggère de distinguer les feedbacks selon leur spécificité et leur complexité. Par ce moyen elle distingue trois types de feedbacks :

➤ **Le feedback de résultat** (« *Knowledge of Results* » = KR) : il s'agit d'un feedback de faible complexité puisque consistant simplement en une vérification de réponse. Ce feedback est le plus basique, puisqu'il réfère à l'effet d'une action en relation au but recherché et peut se retrouver aux débuts de la recherche sur le feedback avec les travaux de Thorndike (1911). Selon cet auteur, la connaissance d'un résultat particulier peut avoir un effet positif sur les performances d'un sujet lorsqu'un but a été correctement atteint. De même, il peut aussi avoir un effet négatif, surtout s'il y a encore un écart à combler entre le but et le résultat actuel. En effet, la *loi de l'effet* (Thorndike, 1911) provenant du courant behavioriste suggérait que la connaissance d'un résultat positif agit comme « renforçateur positif » et devrait augmenter la probabilité de persistance dans la tâche, alors qu'un feedback négatif réduit cette probabilité (i.e. agit comme punisseur). Cependant, les recherches empiriques conduites depuis ne corroborent qu'en partie ce principe : la valence d'un feedback ne sera pas le seul déterminant de son impact, d'autres facteurs venant interagir, tels que son contenu, le type de tâche, la difficulté de la tâche, etc. (Kluger & DeNisi, 1996). On retrouve ce type de feedbacks dans plusieurs environnements numériques (Bälter, Enström & Klingenberg, 2013 ; Buchanan, 2000 ; Wilson, Boyd, Chen & Jamal, 2011) et plus spécifiquement certains environnements dédiés à l'apprentissage des statistiques (González *et al.*, 2010). Par exemple, l'outil *e-status* (González *et al.*, 2010) donne un feedback consistant à évaluer les réponses données pour chaque question, en plus d'une note plus globale sur un ensemble de questions (on retrouve ici la distinction entre feedback local et global telle que la proposent Melis et Ullrich, 2003).

➤ **Le feedback de réponse correcte** (« *Knowledge of Correct Response* » = KCR) : il s'agit d'un feedback un peu plus complexe, consistant en la présentation de la bonne réponse,

associée ou non à la vérification de la réponse donnée. L'apprenant peut alors comparer sa réponse à la réponse correcte : en présence de vérification, cette comparaison demande peu d'efforts et donc peu d'approfondissement ; si la réponse correcte est délivrée sans vérification de la réponse donnée, l'individu doit lui-même effectuer la comparaison. De la même façon, la comparaison de la réponse correcte et de la réponse donnée sera plus ou moins complexe selon le type de tâche demandée (par exemple, selon si la question était ouverte ou sous forme de QCM). On retrouve par exemple ce type de feedback dans des outils numériques pour l'apprentissage des statistiques, dans lesquels les bonnes réponses à des questions ouvertes sont délivrées afin que les étudiants les comparent à leurs propres productions (Larreamendy-Joerns *et al.*, 2005).

➤ **Le feedback élaboré** (« *Elaborated Feedback* = EF), dont le degré d'élaboration varie beaucoup selon les études. Par exemple, cela peut être l'explication de la bonne réponse, un exemple de solution possible, une référence à du matériel pédagogique, etc. On peut retrouver des exemples de feedbacks élaborés dans des environnements numériques dédiés aux statistiques. Par exemple, les feedbacks délivrés dans *Stats-mIQ* (Kleitman & Costa, 2014) consistaient non seulement en la validation de la réponse donnée (KR), en l'affichage de la bonne réponse (KCR), mais également en l'explication de la réponse correcte.

Plusieurs études ont tenté de comparer ces différents types de feedbacks centrés sur la tâche. Par exemple, la méta-analyse de Bangert-Drowns *et al.* (1991) montre une moindre efficacité pédagogique des feedbacks de vérification (correct-incorrect) que des feedbacks de réponse correcte (donnant la bonne réponse). De la même façon, Kluger et DeNisi (1996) trouvent que les feedbacks de réponse correcte mènent à une amélioration des performances. Cependant, dans sa revue de littérature, Shute (2008) note que les études ayant comparé les feedbacks selon leur complexité donnent des résultats très inconsistants sur la motivation et la

performance des étudiants et conclut qu'encore une fois, d'autres facteurs doivent intervenir et médiatiser l'impact de la complexité du feedback sur la performance.

3.5. Feedback centré sur le soi

On trouve dans la littérature deux types de feedbacks centrés sur l'individu, c'est-à-dire qui ne centrent pas l'attention sur la tâche à réaliser. Le premier feedback consiste en la comparaison des performances d'un individu par rapport aux performances d'un ou plusieurs autres individus. Selon les auteurs, il est cité comme « feedback de référence à la norme » (Kluger & DeNisi, 1996) ou comme « feedback social » (Wilbert *et al.*, 2010). Le second feedback consiste en la comparaison des performances d'un individu par rapport à ses performances passées ou à ses performances à d'autres tâches. Selon les auteurs, il est cité comme « feedback de référence à soi » (Kluger & DeNisi, 1996) ou comme un « feedback individuel » (Wilbert *et al.*, 2010).

Globalement, les auteurs tendent à conclure que les feedbacks centrés sur l'individu mènent à de moins bonnes performances que les feedbacks centrés sur la tâche. Selon les résultats de Kluger et DeNisi (1996), plus le lieu d'attention induit par le feedback est bas dans la hiérarchie (voir Figure 4), plus le bénéfice est grand pour la performance. En d'autres termes, le feedback formatif qui focalise l'attention de l'apprenant sur les détails de la tâche encourage l'apprentissage et la réussite en comparaison aux feedbacks qui focalisent l'attention sur le soi, qui peuvent gêner l'apprentissage.

Wilbert *et al.* (2010) font une hypothèse allant dans le même sens. Pour eux, les feedbacks centrés sur l'individu, qu'ils soient individuels ou sociaux, redirigent l'attention loin de la tâche. Parce que le but est dirigé vers le soi, la motivation liée à la tâche et la performance devrait diminuer. Cependant, les résultats de leurs études ne confirment pas cette

hypothèse puisque le feedback social et le feedback individuel ne réduisent pas les performances.

4. Conclusion du chapitre 2

De manière générale, les études empiriques manquent concernant les feedbacks centrés sur l'individu. En effet, la plupart des études reprises dans les méta-analyses concernent des feedbacks centrés sur la tâche, leurs caractéristiques et les facteurs pouvant médiatiser leur influence. Les feedbacks centrés sur l'individu sont ainsi assez rapidement considérés comme néfastes alors que peu de résultats viennent étayer cette conclusion. De plus, lorsque de tels feedbacks sont utilisés, à notre connaissance les auteurs ne se réfèrent généralement pas aux processus psychosociaux auxquels ils renvoient, à savoir la comparaison sociale et la comparaison temporelle, deux processus pourtant bien connus de la littérature en psychologie sociale – bien que la seconde ait été beaucoup moins étudiée. Il semblerait que la littérature sur les feedbacks et la littérature sur les comparaisons sociale et temporelle ne se soient que rarement rencontrées, alors qu'elles abordent parfois sensiblement les mêmes processus. Dans le chapitre suivant, nous verrons ce que la littérature sur la comparaison sociale et la comparaison temporelle peut apporter en termes de connaissances sur l'influence de ces processus dans l'apprentissage et comment ces processus ont été abordés spécifiquement dans les études portant sur des environnements numériques d'apprentissage.

CHAPITRE 3 – COMPARAISONS SOCIALE ET TEMPORELLE

Nous avons pu voir dans le chapitre précédent que les travaux sur les feedbacks utilisés dans les environnements numériques d'apprentissage font peu cas des processus psychosociaux susceptibles d'améliorer l'efficacité des informations délivrées. Ce constat a été d'ailleurs énoncé par Monteil et Huguet (2001) concernant la comparaison sociale. Pour ces auteurs, « la possible composante de comparaison sociale des feedbacks a été négligée dans ce domaine de la littérature » (p. 368). Monteil (1998) est d'ailleurs le premier à utiliser le terme de « feedback de comparaison sociale » qu'il définit comme « l'intervention d'un agent externe qui, en évaluant la performance, la compétence ou le statut d'un individu, le place dans une situation de se comparer à autrui » (p. 172).

Si l'on se base sur les recherches effectuées sur les comparaisons sociale et temporelle, dans des domaines variés ou plus spécifiquement dans le domaine académique, il apparaît intéressant de questionner leur possible influence dans des environnements numériques. En effet et malgré des résultats parfois contradictoires ou trop peu nombreux, ces deux processus psychosociaux ont montré qu'ils pouvaient permettre d'augmenter, dans certaines conditions, la motivation des apprenants et par extension leurs performances. Ainsi, peut-on attendre une influence positive des comparaisons sociale et temporelle sur les performances académiques dans un environnement numérique de travail ?

Dans ce chapitre, nous présenterons tour à tour les théories de la comparaison sociale (Festinger, 1954) et de la comparaison temporelle (Albert, 1977b). Nous exposerons les différentes recherches et applications qui ont été conduites au sein de chacune de ces théories et plus spécifiquement dans le domaine éducatif, voire de l'éducation en ligne le cas échéant. Enfin, nous examinerons les rares recherches s'étant intéressées à la comparaison de ces deux

types de comparaison, afin de définir l'état actuel des recherches sur ce terrain précis, ce qui permettra d'exposer la problématique de cette thèse.

1. Comparaison sociale

1.1. Théorie initiale⁷

La théorie initiale de Leon Festinger (1954) part du postulat que toute personne a besoin d'évaluer ses aptitudes et opinions (Hypothèse 1). Il explique cette tendance par un désir de se connaître soi-même et de maintenir une représentation de soi-même qui soit stable et précise. Pour ce faire, les individus ont une préférence pour une comparaison la plus objective possible. En effet, dans certains cas, il est possible d'évaluer une opinion de manière objective : pour vérifier qu'un objet est bien fragile, il suffit d'essayer de le casser avec un marteau. Mais dans la plupart des cas, il n'y a pas d'information objective nous permettant de situer notre propre aptitude ou opinion ; nous nous tournons alors vers la comparaison sociale – c'est-à-dire la comparaison de notre propre aptitude ou opinion par rapport à celles d'une ou de plusieurs autre(s) personne(s) (Hypothèse 2).

Festinger (1954) développe dans sa théorie une série d'hypothèses sur le mécanisme de comparaison des aptitudes et opinions. Toute une partie de sa théorie porte notamment sur la tendance des groupes à vouloir réduire les divergences d'opinions lorsque celles-ci apparaissent. Néanmoins, étant donné qu'il est difficile, voire impossible, de changer l'aptitude de quelqu'un comme on peut le faire pour l'opinion (Hypothèse 5), certaines de ces hypothèses ne sont pertinentes que dans le cas des opinions. Dans la mesure où nous nous intéressons ici davantage à des questions d'apprentissage et donc de capacités ou de

⁷ La théorie initiale de Festinger (1954) comporte huit hypothèses. Nous ne présenterons que celles qui nous semblent pertinentes pour notre propos et dans un ordre suivant notre argumentation.

performances, nous n'aborderons pas ces hypothèses et ne nous intéresserons qu'aux quatre premières.

Ainsi, nous apprenons de la théorie initiale de Festinger (1954) que nous utilisons la comparaison sociale en l'absence de toute information objective permettant d'évaluer ses aptitudes et opinions. Parce que la comparaison sociale est une des inclinaisons les plus fondamentales et omniprésentes chez l'homme, il n'est pas surprenant de constater que le concept a été largement étudié ces cinquante dernières années (Corcoran, Crusius & Mussweiler, 2011).

1.2. Pourquoi se comparer ?

Comme nous l'avons vu auparavant, Festinger (1954) soutient dans sa théorie initiale que la comparaison sociale est utilisée à des fins d'évaluation de soi. À partir de la fin des années 70, des chercheurs tels que Goethals et Darley (1977) et Wills (1981) ont proposé que la comparaison sociale ne s'applique pas seulement aux aptitudes et opinions (évaluation de soi) : elle peut aussi permettre de protéger ou d'améliorer l'estime de soi (Wills, 1981) et d'augmenter ses compétences (amélioration de soi ; Wood, 1989).

Ainsi, la comparaison sociale est traditionnellement dépeinte comme un processus stratégique exécuté pour satisfaire des besoins fondamentaux comme l'évaluation de soi (*self-evaluation*), le développement personnel (*self-enhancement*) et l'amélioration de soi (*self-improvement*) (Kruglanski & Mayseless, 1990 ; Suls, Martin & Wheeler, 2002 ; Wood & Taylor, 1991).

1.3. À qui se comparer ?

Parmi les hypothèses qu'il formule, Festinger (1954) avance que, pour que cette évaluation soit la plus précise possible, il faut que la ou les personnes à qui l'on se compare

soient similaires à nous-mêmes sur la dimension visée (Hypothèse 3). Des recherches ultérieures ont montré que la similarité n'est pas tant recherchée sur la dimension visée, mais plutôt sur des attributs reliés à cette dimension, qui sont décisifs pour la précision de l'information de comparaison (Goethals & Darley, 1977). Ces attributs peuvent par exemple renvoyer à des caractéristiques individuelles comme l'âge, le genre, la catégorie sociale, etc. À titre d'illustration, si un jeune adulte veut évaluer ses capacités sportives, il est probable qu'il ne choisisse pas de se comparer à une personne âgée : dans le cas où il se découvrirait bien meilleur, il serait difficile d'attribuer le résultat aux seules capacités sportives.

Certaines études s'intéressant à la comparaison sociale en milieu scolaire ont cherché à savoir quelles cibles de comparaisons étaient choisies et avec quelles conséquences. Les résultats tendent à s'accorder sur le fait que les élèves ou étudiants choisissent souvent de se comparer à des camarades proches auxquels ils s'identifient (pour une synthèse, voir Huguet, Dumas, Monteil & Genestoux, 2001).

Au-delà de cet aspect de similarité qui semble faire unanimité, deux autres caractéristiques de la cible de comparaison peuvent être discutées : le *sens* de la comparaison (ascendante, latérale ou descendante) et l'*individualité* de la cible (individuelle ou collective).

1.3.1. Comparaison ascendante ou descendante

La cible de comparaison choisie peut avoir trois directions différentes :

- Ascendante : la cible de comparaison est *supérieure* à la personne sur le domaine visé,
- Latérale : la cible de comparaison est *égale* à la personne sur le domaine visé,
- Descendante : la cible de comparaison est *inférieure* à la personne sur le domaine visé.

Festinger (1954) argumente que dans le cas des aptitudes et contrairement aux opinions, il y a une tendance unidirectionnelle ascendante (Hypothèse 4). En effet, il y a selon lui dans les

cultures occidentales une valeur fixée à faire toujours mieux : plus la performance est haute, plus elle est désirable.

Plus tard, d'autres auteurs ont amené des précisions à cette tendance unidirectionnelle ascendante : d'un côté, Wills (1981) avance que les comparaisons sociales descendantes sont particulièrement utiles pour un objectif de maintien d'une bonne image de soi-même (protection de l'estime de soi). D'un autre côté, Wood (1989) pense que les comparaisons sociales ascendantes ont montré leur efficacité dans l'amélioration de ses aptitudes personnelles, notamment car elles permettent d'enregistrer des indices sur la manière de s'améliorer.

1.3.2. Comparaison à un individu spécifique ou à un groupe d'individus

La théorie initiale de la comparaison sociale de Festinger (1954) proposait que les cultures occidentales donnent une grande valeur au fait « d'être toujours meilleur, si bien que les individus obtenant de moins bonnes performances que le groupe veulent et pensent devoir, s'améliorer et réussir à être équivalent à *la moyenne du groupe* » (Festinger, 1954, p. 124). Cette proposition a reçu peu de support empirique jusqu'à maintenant, puisque la plupart des travaux sur la comparaison sociale s'intéressent à l'effet d'une comparaison à une cible bien *spécifiée*, contrairement à ce qu'évoquait Festinger dans ses premiers écrits sur le sujet. On trouve une exception dans le travail pionnier de Dreyer (1954), qui montrait que des participants qui se trouvaient dans une position inférieure à la moyenne des individus persistaient plus longtemps dans une tâche que les participants qui étaient dans une position supérieure. Ce résultat suggère que la comparaison ascendante avec le groupe d'appartenance agit positivement sur la persistance à la tâche, pouvant elle-même influencer la performance. Des travaux plus récents vont à l'encontre de ce résultat. Par exemple, Buckingham et Alicke (2002) ont montré que la façon dont des étudiants s'auto-évaluaient dépendait davantage des

comparaisons sociales faites par rapport à un individu spécifié que par rapport à la moyenne d'un groupe. Ainsi, étant donné le peu d'études et la contradiction des résultats, il est difficile de statuer sur la supériorité d'un type de comparaison sociale.

Par ailleurs, tout un champ de recherches s'est ensuite intéressé à cette tendance à vouloir *être meilleur que les autres*. Ces études ont montré un effet considéré comme classique dans la littérature sur la comparaison sociale dans le domaine académique : le « Big-Fish-Little-Pond-Effect » (ou BFLPE) qui concerne des comparaisons à une classe entière voire une école entière. Cet effet renvoie au fait que des élèves de même niveau auront un concept de soi scolaire plus faible lorsqu'ils se comparent à des élèves ayant des compétences plus élevées et inversement (Marsh & Parker, 1984). En ce qui concerne notre problématique, ce qui ressort généralement de ces études est que la comparaison à une cible « collective », comme un groupe ou une classe, ne donne pas les mêmes résultats que les comparaisons avec des cibles « individuelles ». Nous reviendrons sur ce point dans la partie de ce chapitre dédiée à la comparaison sociale dans le contexte académique.

1.4. Influence de la comparaison sociale sur le soi

La comparaison sociale a fait l'objet de recherches dans des domaines variés. Certains chercheurs se sont par exemple intéressés à ses effets dans le domaine de la santé : chez des patients atteints de cancer (e.g., Bennenbroek *et al.*, 2003 ; Buunk *et al.*, 2009, 2012), ou encore de lésion de la colonne vertébrale (e.g., Buunk, Zurriaga & González, 2006), mais aussi pour son rôle dans la prévention (e.g., Buunk, Gibbons & Visser, 2002). Dans la même lignée, la comparaison sociale a été examinée pour son rôle dans la qualité de vie en général (e.g., Buunk, Groothof & Siero, 2007), ou plus particulièrement dans la qualité de vie des personnes âgées (Frieswijk, Buunk, Steverink, & Slaets, 2007). Le monde du travail a également été l'objet de recherches concernant la comparaison sociale (e.g., Buunk, Zurriaga,

Peiró, Nauta & Gosalvez, 2005), plus particulièrement dans la compréhension du burn-out (e.g., Carmona, Buunk, Peiró, Rodríguez & Bravo, 2006 ; Van Der Zee, Bakker, & Buunk, 2001). Enfin, on peut citer, dans un tout autre registre, des travaux dans le domaine du marketing (e.g., Buunk & Dijkstra, 2011), des relations amoureuses (e.g., Buunk, Vanypere, Taylor & Collins, 1991 ; Lockwood, Dolderman, Sadler & Gerchak, 2004) ou encore dans le domaine de l'économie d'énergie (e.g., Cialdini, 2003).

Nous avons vu plus tôt que l'on considérait généralement avoir recours à la comparaison sociale pour s'évaluer, se valoriser ou s'améliorer. Dans cette perspective, on peut considérer que la comparaison sociale peut intervenir dans les réactions affectives, la motivation, ou encore le comportement (Corcoran *et al.*, 2011).

Parmi les comportements qui peuvent être influencés par la comparaison sociale, le plus étudié reste la performance. Cet objet d'étude est antérieur à la théorie de Festinger (1954). Par exemple, Triplett (1898) montrait déjà que des cyclistes faisaient de meilleurs temps de courses lorsqu'ils étaient en compagnie d'autres cyclistes que lorsqu'ils étaient seuls. Depuis cette étude pionnière, l'effet de la comparaison sociale sur la performance en général a été largement examiné sur les tâches cognitives, par exemple dans les domaines des tâches de production d'idées. Un feedback de comparaison sociale montrant la performance d'une personne en comparaison à la performance des autres améliore la performance à une tâche de production d'idées (Paulus, Larey, Putman, Leggett & Roland, 1996 ; Roy, Gauvin & Limayem, 1996 ; Zhou, 2008). Par exemple, Paulus et ses collaborateurs (1996) montrent qu'en situation de comparaison sociale, des étudiants produisent davantage d'idées originales que les étudiants en condition contrôle ; leur perception de performance va également dans ce sens.

Si les études citées précédemment concernent plutôt le monde du travail, la performance a bien sûr été abordée dans le contexte scolaire ou plus généralement académique, où elle est prédominante (Marsh & Hau, 2003 ; Marsh & Parker, 1984).

1.5. Comparaison sociale et milieu académique

Dans un système qui repose sur la performance, comme le sont beaucoup de systèmes éducatifs occidentaux, les enfants sont très tôt amenés à se comparer à leurs camarades, eu égard aux attentes de performance des parents et des enseignants (Levine, 1983). Plus que cela, il est même difficile d'éviter toute comparaison en milieu scolaire, où les élèves sont constamment confrontés aux informations de comparaison sociale sur, notamment, les notes, l'apparence physique, ou encore la performance en sport (Buunk, Kuyper & van der Zee, 2005 ; Levine, 1983). Partant de là, les chercheurs se sont intéressés à l'impact de cette comparaison sociale sur les performances scolaires et sur les facteurs modulant cet impact (e.g., Altermatt & Pomerantz 2005 ; Blanton, Buunk, Gibbons, & Kuyper 1999 ; Dumas, Huguet, Monteil, Rastoul & Nezlek, 2005 ; Huguet *et al.*, 2001 ; Light, Littleton, Messer & Joiner, 1994).

1.5.1. Quel impact sur les performances ?

En général, il a été montré que la comparaison sociale avait un impact positif sur les performances des élèves ou étudiants. Par exemple, Foot et Lee (1970) ont montré que des enfants obtenaient de meilleurs résultats à une tâche motrice lorsqu'ils avaient connaissance des scores des autres enfants que lorsqu'ils recevaient uniquement leur propre score. En d'autres termes, lorsque des individus apprennent que d'autres ont de meilleurs résultats qu'eux, ils essaient d'améliorer leur propre performance et généralement ils y parviennent. Light et ses collaborateurs (1994) ont quant à eux montré que des élèves de 11 ans amélioreraient davantage leurs performances lorsqu'ils travaillaient avec quelqu'un plutôt que

seul. Plus spécifiquement, ils amélioreraient leurs performances à une tâche d'informatique lorsqu'ils travaillaient en présence d'un autre élève ; ils s'amélioreraient même lorsqu'ils travaillaient simplement aux côtés d'un autre élève, sur des ordinateurs séparés, sans aucune interaction.

Les effets positifs ont été montrés pour la comparaison sociale ascendante en particulier. Par exemple, avec un échantillon de 485 élèves, Altermatt et Pomerantz (2005) montrent que lorsque le meilleur ami d'un élève faible s'améliorait, l'élève en question s'améliorait également, bien qu'il s'auto-évalue moins positivement. Blanton et ses collaborateurs (1999) ont aussi montré que les processus de comparaison sociale affectent même la performance future. Juste avant qu'ils reçoivent leur bulletin du deuxième trimestre, les auteurs demandaient à des élèves, pour chaque cours, avec qui ils préféreraient comparer leur note (i.e. choix de comparaison) et comment ils s'auto-évaluaient en comparaison à la plupart de leurs camarades (i.e. évaluation comparative). Les résultats montrent que les deux aspects de la comparaison sociale prédisent indépendamment les performances académiques à la fin du troisième trimestre (3 mois après). Spécifiquement, les élèves étaient meilleurs lorsqu'ils se comparaient à des bons élèves et lorsqu'ils s'évaluaient comme meilleurs que leurs camarades. Dumas *et al.* (2005) et Huguet *et al.* (2001) ont trouvé des résultats similaires concernant l'effet positif de la comparaison ascendante sur les performances.

Lorsque les chercheurs s'intéressent à des standards plus collectifs de comparaison, ils trouvent généralement l'inverse. C'est le « Big-Fish-Little-Pond-Effect » que nous avons succinctement abordé plus haut. Par exemple, Marsh (1991) a montré que la réussite moyenne de l'école affectait non seulement négativement le concept de soi académique des étudiants mais affectait aussi les notes, le niveau d'aspiration et l'assiduité. Plus spécifiquement, à niveau égal mais dans des classes de niveaux différents, un élève dans une classe ayant un bon niveau réussissait moins bien qu'un élève dans une classe de moindre niveau. De la

même façon, Farkas, Sheehan et Grobe (1990) trouvent que dans les écoles dans lesquelles le niveau des classes était élevé, les notes des élèves diminuaient. De même, Zeidner et Schleyer (1999) reportent cet effet chez des enfants surdoués. Marsh (1991), en revanche, montre que cet effet sur les notes est médiatisé par les effets de la comparaison sociale sur le concept de soi académique : lorsque les effets de la réussite moyenne de l'école sur le concept de soi académique sont contrôlés, l'effet négatif sur les notes est réduit.

Il semble ainsi que, selon les standards de comparaison (i.e. spécifié ou collectif), la comparaison sociale puisse avoir des effets différents. Deux groupes de chercheurs ont tenté de « réconcilier » les deux ensembles de recherche (comparaison à un individu vs. comparaison à un groupe). Tout d'abord, Chanal et Sarrazin (2007) montrent que la comparaison sociale à un groupe supérieur n'est pas nécessairement délétère : si le groupe en question est choisi par l'enfant, on retrouve le même effet positif sur les performances qu'avec une comparaison ascendante individuelle. Selon les auteurs, cela montre que seule la comparaison sociale *explicite* à un groupe peut avoir un effet positif sur les performances. Ce résultat est corroboré par l'étude conduite par Seaton et ses collaborateurs (2008), dans laquelle les auteurs montrent que l'effet positif de la comparaison ascendante et le BFLPE peuvent co-exister. De la même façon que Chanal et Sarrazin (2007), ils évoquent l'intervention de la variable concernant le choix de la comparaison sociale. En effet, qu'elle soit choisie par l'individu ou forcée par l'environnement, modifie, selon eux, l'influence que la comparaison sociale peut avoir : une comparaison sociale forcée avec une classe entière dont la plupart des élèves sont meilleurs peut en effet être mal vécu par un élève.

1.5.2. Quel impact sur d'autres facteurs académiques ?

Outre la performance, d'autres conséquences comportementales liées à la performance ont été analysées dans le cadre de la comparaison sociale. Santrock et Ross (1975) ont par

exemple examiné les effets de différentes formes de comparaison sociale dans la résolution d'un problème par des jeunes de enfants sur la confiance en soi, la persévérance dans une tâche et l'attention sur une tâche. Les enfants étaient répartis en quatre conditions expérimentales : une condition contrôle dans laquelle ils recevaient des récompenses en étant seuls ; une condition de « comparaison sociale négative » où ils recevaient moins de récompenses que les autres ; une condition de « comparaison sociale positive » où ils recevaient plus de récompenses que les autres ; une condition de « comparaison sociale latérale » où ils recevaient autant de récompenses que les autres. Leurs résultats indiquent que les enfants de la condition « comparaison sociale négative » montraient moins d'attention à la tâche et avaient moins confiance en eux, mais persévéraient plus que les enfants des trois autres conditions. Ainsi, même si la comparaison sociale négative peut motiver les élèves à persévérer, ils le font moins efficacement. À l'inverse, une comparaison positive peut mener des élèves à être trop confiant, au point qu'ils estiment inutile de travailler longtemps pour résoudre le problème. France-Kaatrude et Smith (1985) ont également étudié les effets de l'information de comparaison sociale sur la persévérance à la tâche et ont montré que des enfants à qui on donnait la possibilité de comparer leur performance à un pair qui obtenait des résultats similaires persévéraient davantage que ceux qui pouvaient se comparer à des pairs inférieurs ou supérieurs. Plus récemment, Rakoczy, Harks, Klieme, Blum et Hochweber (2013) ont utilisé deux types de feedbacks dans une tâche de mathématiques proposée à des adolescents. Le premier était un « feedback orienté vers les processus », dans lequel étaient notés les points forts et les points à améliorer chez l'élève. Le deuxième était un « feedback de comparaison sociale », dans lequel la note de l'élève était comparée à la note moyenne obtenue par 30 élèves de son âge. Leurs résultats montrent qu'il n'y a pas de différence entre les deux feedbacks en ce qui concerne la réussite des élèves ; en revanche, le feedback orienté sur les processus est perçu comme plus utile.

Ainsi, l'influence de la comparaison sociale dans le domaine académique semble varier selon la cible de comparaison et les mesures étudiées. Qu'en est-il de son impact dans des environnements numériques d'apprentissage, dans lesquels les interactions sociales sont complètement modifiées et où les comportements peuvent être totalement anonymes ?

1.6. Comparaison sociale et environnements numériques

Un dispositif de comparaison sociale en ligne permet de délivrer celle-ci *en temps réel*, contrairement à beaucoup d'études qui délivrent le feedback une seule fois ou à des moments définis – essentiellement pour des raisons pratiques. On peut penser que la comparaison sociale en temps réel donne lieu à des mécanismes bien différents – cela permet par exemple de créer de nombreuses opportunités de se comparer au groupe (Michinov & Primois, 2005), mais aussi de pouvoir instantanément se repositionner par rapport à la performance du groupe.

Relativement peu d'études, à notre connaissance, ont étudié spécifiquement la comparaison sociale dans un environnement numérique. Michinov et Primois (2005) et, plus récemment, Jung, Schneider et Valacich (2010) ont par exemple montré qu'un feedback de comparaison sociale avait un impact positif sur la production d'idées et la participation à des groupes de travail en ligne. Dans un contexte académique, Hong (2009) a examiné l'utilisation d'une information de comparaison sociale et de techniques de visualisation pour encourager la participation active des étudiants dans un apprentissage en ligne. Dans l'environnement utilisé, la participation de chaque étudiant était mesurée par toutes ses activités sur le site (regarder un document, répondre à un sujet, etc.) et était publique (i.e. visible de tous). Hong (2009) centre son étude sur des réponses ouvertes des étudiants concernant les aspects positifs et négatifs de la technique de visualisation utilisée. Parmi les résultats obtenus, on peut voir que les étudiants ont apprécié le fait de voir ce que « les

autres » en général faisaient, plutôt que de voir ce que chacun faisait individuellement. Les étudiants trouvaient là un moyen de se comparer voire d'entrer en compétition avec les autres, ce qui avait tendance à les motiver à participer davantage. Néanmoins, malgré cet avis positif, les étudiants répondaient également craindre que le fait d'être visible puisse avoir des conséquences néfastes, comme le jugement négatif des autres, ou une utilisation abusive du professeur, qui avait également connaissance des données. L'auteur précise que la plupart des étudiants donnaient les deux impressions, positive et négative. En d'autres termes, la comparaison sociale en ligne où chaque étudiant est rendu visible est à double tranchant : elle permet d'augmenter la motivation par une comparaison au groupe, mais elle donne aussi l'impression d'être vulnérable vis-à-vis du jugement des autres.

En conclusion, la comparaison sociale utilisée dans des environnements numériques semble pouvoir influencer positivement la motivation et la participation des individus. Plus spécifiquement, la visualisation des scores des autres participants – qu'ils soient identifiés ou anonymes – permet de créer une sorte d'émulation encourageant les individus à toujours faire mieux (cf. Festinger, 1954). Néanmoins, il semblerait qu'une trop grande visibilité des participants puissent être mal vécue ; on peut alors imaginer qu'à terme cela puisse interférer dans le bon déroulement de l'apprentissage, surtout lorsque la matière étudiée est anxiogène, ce qui est le cas pour les statistiques (e.g., Onwuegbuzie & Wilson, 2003).

Il reste donc à étudier davantage quel rôle peut jouer la comparaison sociale à un groupe dans une situation réelle d'apprentissage dans un environnement numérique, en particulier lorsque la participation de chacun est anonyme. De plus, il se peut que, même si la comparaison sociale peut avoir un impact, celle-ci soit différente d'un autre type de comparaison dont on peut supposer la possible influence dans ce type de situation – la comparaison temporelle à soi.

Après avoir présenté la théorie de la comparaison temporelle, nous verrons les quelques études qui ont déjà tenté de comparer les deux types de processus, afin de définir la problématique de la thèse.

2. Comparaison temporelle⁸

2.1. Théorie initiale

Deux décennies après la théorie de Festinger (1954), Stuart Albert (1977) propose une traduction conceptuelle de la théorie de la comparaison sociale aux aspects temporels de l'expérience humaine. Sa traduction se base sur deux principes : premièrement, le processus prenant place entre des individus différents tel que décrit par Festinger est traduit au niveau d'un seul individu. Deuxièmement, là où un individu comparait ses opinions ou aptitudes à un instant précis dans la théorie de la comparaison sociale, différents moments dans le temps seront comparés dans la théorie de la comparaison temporelle. Un individu peut donc comparer une description actuelle de lui-même avec une description de lui-même dans le passé. À partir de cette introduction, nous pouvons donc considérer la comparaison temporelle comme intrapersonnelle, à l'inverse de la comparaison sociale qui est interpersonnelle (Redersdorff & Guimond, 2005).

Dans sa traduction de la théorie de la comparaison sociale, Albert (1977) fait tout d'abord l'hypothèse que la comparaison temporelle à soi a une fonction de maintien de l'identité dans le temps, qui aiderait à évaluer et à ajuster les changements liés au soi pour garder une certaine stabilité d'identité. Ainsi et comme pour la comparaison sociale,

⁸ Comme l'indiquent Redersdorff et Guimond (2005), le terme de « comparaison temporelle » est d'une certaine manière trop large : nous pouvons aussi bien nous comparer individuellement dans le temps, mais également nous comparer à d'autres personnes et dans le temps, ou encore nous comparer en tant que groupe dans le temps. Le terme « comparaison temporelle à soi » est alors généralement utilisé pour parler de la comparaison temporelle spécifique à une seule personne. Dans un souci de concision, nous utiliserons le terme « comparaison temporelle » mais nous restreindrons aux comparaisons temporelles d'une seule personne.

lorsqu'aucun standard objectif n'est disponible, l'individu pourrait s'engager dans une comparaison avec le soi passé.

De même que pour la comparaison sociale, la comparaison diminue lorsque les deux cibles de comparaison (soi actuel et soi passé) sont trop éloignées. De plus, un constat de différence entre le soi passé et le soi actuel provoquerait une tendance à changer le soi actuel pour préserver une certaine stabilité.

Pour l'auteur, la comparaison temporelle n'est pas continue dans la mesure où les individus n'ont pas constamment besoin d'être rassurés quant à leur stabilité d'identité. Il propose alors quatre facteurs susceptibles de motiver l'utilisation de la comparaison temporelle.

Premièrement, il propose qu'elle puisse apparaître surtout dans les moments de changements rapides, dans le but d'évaluer ces changements et de les gérer. En effet, des changements brusques de vie peuvent menacer notre identité et il est alors important d'en évaluer la nature, la direction et la magnitude.

Deuxièmement, les individus auraient recours à la comparaison temporelle dans l'espoir qu'elle puisse révéler un changement positif : les comparaisons temporelles qui révèlent des mûrissements ou du progrès seront préférées à celles qui révèlent un déclin ou une régression.

Troisièmement, lorsqu'un individu fait face, dans sa situation actuelle, à des événements négatifs, il pourrait être motivé à recourir à une comparaison temporelle pour engager un processus de changement. Pour Albert (1977), une comparaison temporelle apparaîtra davantage lorsque la qualité affective du présent est négative. Une comparaison avec le soi passé peut alors permettre de vérifier que le présent est bien négatif et prendre part au processus de recherche de causes des circonstances actuelles.

Enfin, la comparaison temporelle interviendrait lorsqu'un individu souhaite prédire le futur : savoir ce qui s'est passé auparavant sert souvent de guide à ce qui peut se passer ensuite.

Pour conclure sur ces facteurs, Albert (1977) suggère une utilisation de la comparaison temporelle à soi dans un but de pure recherche d'informations en lien avec ce qui peut être lié au concept de soi, central dans cette théorie.

Les individus se comparent fréquemment à ce qu'ils étaient dans le passé (Hanko, Crusius & Mussweiler, 2010). Par exemple, un étudiant peut, pour évaluer ses capacités académiques, noter le fait que sa moyenne est moins bonne que lorsqu'il était au lycée. Malgré l'omniprésence de ce type de comparaison dans la vie quotidienne, relativement peu de chercheurs se sont intéressés à la comparaison temporelle, contrairement aux nombreuses études portant sur la comparaison sociale.

2.2. Pourquoi se comparer ?

Comme nous l'avons vu auparavant, dans sa théorie initiale, Albert (1977) avance que la comparaison temporelle aurait un rôle dans la recherche de stabilité chez l'individu. Plus tard, de nouvelles raisons sont apparues par la théorie de l'auto-évaluation de Wilson et Ross (2000) et les études qui ont suivi (Haddock, 2004, 2006 ; Haynes *et al.*, 2007 ; Kanten & Teigen, 2008 ; Ross & Wilson, 2002 ; Sanna, Chang, Carter & Small, 2006). Selon cette théorie, les individus dénigrent leur soi passé pour se sentir mieux avec leur soi présent. Par exemple, en pensant être plus séduisant, gentil ou responsable qu'auparavant, un individu peut maintenir une illusion d'une amélioration continue de lui-même. Néanmoins, cette théorie ne s'applique vraisemblablement qu'à un passé lointain.

La comparaison temporelle a par ailleurs été examinée dans une perspective développementale (Redersdorff & Guimond, 2005), tout au long de la vie ou en relation avec

d'importants changements dans la vie personnelle, comme le proposait Albert (1977) dans sa première proposition. Dans le domaine de la santé, des études montrent que la comparaison temporelle est utilisée pour gérer une maladie. Par exemple, des patients souffrant d'arthrite utilisaient plus souvent des comparaisons temporelles favorables que des comparaisons sociales, reflétant le fait que leur état de santé s'améliorait (Affleck & Tennen, 1991).

La comparaison temporelle a également été étudiée par plusieurs auteurs, en termes d'influence sur l'estime de soi. Par exemple, Sheeran, Abrams et Orbell (1995), ou encore Brunot et Juhel (2012) se sont intéressés à l'influence de la comparaison temporelle sur l'estime de soi chez des demandeurs d'emploi. Pour Sheeran *et al.* (1995), les comparaisons temporelles à un soi passé sont particulièrement importantes pour déterminer l'ajustement psychologique des personnes face à la perte d'emploi et leur estime de soi peut être influencée par l'écart que ces personnes perçoivent entre leur soi actuel et leur soi passé.

2.3. Comparaison temporelle dans l'éducation

Si la comparaison temporelle appliquée à l'éducation a pu être évoquée par certains auteurs (Wilson & Ross, 2000), elle a très peu fait l'objet de manipulations expérimentales, par exemple en opposition à une absence de comparaison. De plus, la plupart des études s'intéressent au fait de penser à son soi passé ou futur et aux conséquences que cela a, plutôt qu'au fait de délivrer des feedbacks comportementaux ou de performance (Zell & Alicke, 2009). En ce qui concerne l'apprentissage en ligne, la comparaison temporelle n'a pas été étudiée en tant que telle à notre connaissance.

3. Comparer les deux types de comparaisons, sociale et temporelle

Quelques études existent concernant la préférence des individus entre la comparaison sociale et la comparaison temporelle (Hertzman & Festinger, 1940 ; Sheldon, 2003 ; Smith &

Leach, 2004 ; Wilson & Ross, 2000). Les résultats concernant la fréquence d'utilisation de chacune des comparaisons ne semblent pas faire l'unanimité (Smith & Leach, 2004 ; Wilson & Ross, 2000). En revanche, il semblerait que le choix de telle ou telle comparaison puisse dépendre du niveau d'expertise (Sheldon, 2003). Comme le notent Redersdorff et Guimond (2005), il apparaît que lorsque les personnes ont développé un certain niveau d'expertise, ils préfèrent davantage s'appuyer sur la comparaison sociale. Cette conclusion est cohérente avec des travaux antérieurs qui montraient que la recherche de comparaison aux autres, par exemple dans un contexte sportif, s'observait surtout chez les individus ayant atteint un niveau de compétence et un niveau de confiance en eux suffisants (Dweck, 1986 ; Nicholls, 1984). En revanche, très peu d'études ont comparé les effets de ces deux types de comparaison par une manipulation expérimentale.

3.1. Effets de la manipulation expérimentale du type de comparaison sur l'évaluation de soi

À notre connaissance, Zell et Alicke (2009) sont les premiers à avoir cherché à tester des effets différenciés des deux types de comparaisons lorsqu'ils sont manipulés expérimentalement. Dans leur étude, ils veulent examiner comment les individus évaluent leur performance à un test fictif lorsque les deux types de comparaison sont disponibles, au-delà du fait que les personnes s'évaluent positivement lorsqu'elles s'améliorent et lorsqu'elles sont meilleures que les autres et négativement lorsqu'elles régressent ou sont moins performantes que les autres, ce qui semble assez évident. Leur hypothèse sur la comparaison sociale est aussi assez simple, étant donné que, d'après les études conduites à ce sujet, les individus qui ont de meilleurs résultats que la moyenne s'évaluent plus favorablement (Buckingham & Alicke, 2002 ; Klein, 1997). En revanche, la comparaison temporelle ayant fait l'objet de peu de recherches, les auteurs s'appuient sur les travaux sur l'égoïsme

(e.g., Dunning, 2000). À partir de ces travaux, ils formulent l'hypothèse selon laquelle, lorsque les feedbacks les concernent eux-mêmes, les individus prêteront plus d'attention et d'importance à l'information de comparaison temporelle, car ils ont une tendance générale à s'appuyer sur leurs comportements personnels plus que sur ceux des autres. Leurs résultats montrent que les individus prêtent d'autant plus d'importance à l'information de comparaison temporelle, comparativement à l'information de comparaison sociale, lorsque leur score évolue positivement. En d'autres termes, peu importe leur position par rapport aux autres, ils s'évaluent positivement grâce à cette progression. À l'inverse, les individus voyant leur score se détériorer ont tendance à se reporter sur l'information de comparaison sociale pour s'évaluer.

3.2. Effets de la manipulation expérimentale du type de comparaison sur les performances

Assez peu d'études se sont intéressées aux *effets* de la comparaison sociale et temporelle sur des mesures de motivation et de performance. Pour la plupart de ces études, les concepts de comparaisons sociale et temporelle ne sont pas directement abordés ; néanmoins nous retrouvons bien une manipulation de feedback de performances tournées *vers soi* (i.e. ses performances passées) ou *vers les autres* (i.e. performances du groupe).

Par exemple, dans une étude sur des enfants taiwanais de niveau primaire, Shih et Alexander (2000) étudient l'impact de feedbacks de comparaison sur la progression des élèves à des exercices de fractions. Ils montrent que le fait de délivrer un feedback de comparaison « de référence à soi » (*self-referenced feedback*) permet d'obtenir une meilleure progression qu'un feedback « de référence à la norme » (*social-referenced feedback*). Cet effet se retrouve également sur l'auto-efficacité des élèves. Pour ces chercheurs, le fait de bénéficier d'un feedback de comparaison temporelle a pu servir de source de motivation à se

concentrer sur l'amélioration de soi, et, en conséquence, à un engagement actif dans la tâche. À l'inverse, un feedback de comparaison sociale aurait poussé les élèves à se préoccuper de leurs performances en comparaison aux autres. L'anxiété émanant de cette préoccupation aurait pu interférer dans leur engagement cognitif, sous formes de pensées négatives, à tel point que la mobilisation de leurs capacités cognitives en soit affectée et leur auto-efficacité atteinte. De plus, les comparaisons sociales ascendantes ont pu augmenter les doutes chez les élèves (même parmi les plus compétents), diminuant leur auto-efficacité. Leurs résultats sont néanmoins à replacer dans le contexte du milieu scolaire taïwanais, que les auteurs qualifient eux-mêmes d'« incomparable » (Shih & Alexander, 2000, p. 541) de par sa forte compétitivité et par l'importance de la pression subie par les élèves.

Dans la lignée de ces résultats, Chan et Lam (2010) montrent que des étudiants recevant un feedback de comparaison temporelle s'évaluent mieux que des étudiants recevant un feedback de comparaison sociale, ce qui se répercute sur leur auto-efficacité perçue. Même si cette différence ne se retrouve pas sur les performances réelles, les auteurs en concluent qu'un feedback de référence à la norme (comparaison sociale) n'est pas à conseiller et qu'il faut plutôt privilégier un feedback de référence à soi. On peut néanmoins remarquer que leur conclusion ne prend pas en compte les facteurs pouvant modérer les effets de la comparaison sociale ou temporelle que nous avons abordé plus haut, comme les buts d'accomplissement (Dweck, 1986 ; Nicholls, 1984) ou le niveau d'expertise (Sheldon, 2003).

En ce qui concerne les feedbacks délivrés sur un support d'apprentissage en ligne ou plus généralement sur ordinateur, on trouve quelques études, dont l'approche n'est pas directement de l'ordre des comparaisons sociale et temporelle, mais plutôt de l'ordre de feedbacks « compétitifs » et « individualistes ».

En premier lieu, Lewis et Cooney (1987) s'intéressent aux effets de « structures compétitives ou individualistes » sur les attitudes et performances en mathématiques chez des élèves d'une dizaine d'années. Leurs résultats montrent qu'il n'y a pas d'effet direct du type de comparaison sur la performance, mais une interaction avec le genre : les garçons réussissent mieux en situation de compétition et les filles mieux en situation individuelle. Ce résultat corrobore ceux des études dans lesquelles les femmes ont moins tendance à s'engager dans un processus compétitif (voir Niederle & Vesterlund, 2011, pour une revue).

Dans une étude s'intéressant à l'apprentissage des mathématiques au lycée à l'aide d'un module d'apprentissage en ligne et de quizz en ligne, Bower (2005) veut savoir si le fait de délivrer un feedback « compétitif » ou « individuel » a un effet sur la performance et l'attitude des étudiants. Leurs résultats ne montrent là encore pas d'effet principal du type de feedback délivré. En revanche ils montrent une interaction entre le type de feedback et l'auto-détermination (i.e. le fait que le feedback soit celui choisi par l'étudiant ou non).

Plus récemment, dans une étude de Biesinger et Crippen (2010), des étudiants en chimie ont accès, en supplément de leurs cours hebdomadaires, à un site internet rassemblant différents outils : des outils de communication avec les autres étudiants et avec les enseignants, des exercices corrigés et un système de quizz. Chaque question était accompagnée de trois exemples d'exercices corrigés du même type, que les étudiants pouvaient choisir de regarder ou non. Dans ces derniers étaient implémentées des « tâches d'auto-explication » où la consigne encourageait l'apprenant à s'engager dans un dialogue itératif pour résoudre le problème. Pour les auteurs, le choix d'utiliser ou non ces exemples correspond à une stratégie d'autorégulation de l'apprentissage. Dans leur étude, les auteurs mesurent les buts d'accomplissement, la perception de l'environnement d'apprentissage, l'auto-efficacité, l'utilisation des exemples corrigés et la performance. Ils faisaient également varier le type de feedback, avec deux conditions : un « feedback de référence à la norme »

(que l'on peut apparenter à une comparaison sociale) et un « feedback de référence à soi » (que l'on peut apparenter à une comparaison temporelle). Leur étude cherche à savoir si un changement de feedback peut influencer l'auto-efficacité, l'utilisation des exemples corrigés et la performance. Leurs résultats ne montrent pas d'effet du type de feedback sur les différentes mesures, même en prenant en compte une variable de perception de l'environnement.

En résumé, les études comparatives effectuées ne montrent a priori pas de différence en termes de performances ou de motivation lorsque l'on manipule le type de feedback – comparaison sociale ou temporelle. Certaines montrent en revanche l'existence de facteurs pouvant modérer le type de comparaison : le genre, ou encore le choix du feedback.

4. Conclusion du chapitre 3

Pour conclure, très peu d'études ont examiné l'influence des comparaisons sociale et temporelle dans des environnements numériques d'apprentissages et rares sont celles qui se sont intéressées aux deux comparaisons en même temps. De plus, ces études utilisaient certes des feedbacks de comparaison sociale et temporelle mais sans faire référence aux concepts théoriques psychosociaux auxquels ils renvoient.

Cette thèse apporte une double nouveauté par sa volonté d'examiner les deux types de comparaison, sociale et temporelle, dans un environnement numérique d'apprentissage, avec comme objectif premier de comparer les deux types de feedbacks. Les études menées seront d'autant plus originales qu'elles se placeront dans un contexte le plus écologique possible, avec une procédure s'étalant sur plusieurs semaines et des mesures liées à la réussite réelle des étudiants dans leur cursus.

Les études du chapitre 4 auront donc pour objectif de tester l'influence des deux types de comparaison, sociale et temporelle, sur les performances en statistiques d'étudiants en

première année de psychologie. Les deux types de comparaison seront délivrés sous forme de feedbacks dans un exerciceur en ligne. La première étude comparera l'effet des deux types feedbacks sur les performances ; la deuxième étude suivra le même objectif avec l'ajout d'une mesure du niveau initial en mathématiques comme variable contrôle. Enfin, la troisième étude visera à comparer les deux types de feedbacks de comparaison, sociale et temporelle, avec une condition contrôle, dans laquelle seuls des feedbacks centrés sur la tâche seront délivrés.

CHAPITRE 4 – INFLUENCE DES COMPARAISONS SOCIALES ET TEMPORELLES SUR LES PERFORMANCES EN STATISTIQUES DANS UN ENVIRONNEMENT NUMÉRIQUE D'APPRENTISSAGE.

Ce premier chapitre empirique présentera les trois premières études de cette thèse. L'objectif de ces études est d'examiner en premier lieu si le fait de délivrer un feedback de comparaison sociale ou temporelle a une influence sur les performances en statistiques et ce dans un environnement numérique d'apprentissage. Le chapitre débutera par la première étude exploratoire (Étude 1). Les deux études qui suivent (Études 2 et 3) répondent à la première étude, car elles ont le même objectif mais tiennent compte des résultats obtenus pour introduire quelques modifications dans la méthode utilisée.

A. ÉTUDE 1

1. Introduction

L'objectif de cette première étude exploratoire est donc d'examiner si le fait de délivrer un feedback global (Melis & Ullrich, 2003) de comparaison sociale ou temporelle a une influence sur les performances en statistiques.

Cet objectif est exploratoire pour trois principales raisons. Premièrement, la littérature sur les feedbacks utilisés dans les environnements numériques d'apprentissage fait peu cas de l'utilisation de tels processus psychosociaux. Dans les cas où ils sont abordés, les auteurs ne s'appuient pas sur des études empiriques ou ne les citent pas (e.g., Shute, 2008) et ne s'attardent pas sur les raisons d'une influence qu'ils considèrent négative, pour le cas de la comparaison sociale. Deuxièmement, les comparaisons sociales et temporelles n'ont quasiment jamais été comparées dans une même étude. Lorsque des feedbacks de ce type étaient délivrés dans certaines études, les auteurs ne faisaient pas référence à ces théories

psychosociales (e.g., Biesinger & Crippen, 2010 ; Bower, 2005). En effet, ils utilisaient plutôt des termes comme « feedbacks de compétition ou individuels », ou encore « feedbacks de référence à la norme ou à soi ». Enfin, les feedbacks de ces études étaient toujours délivrés après que les participants aient effectué un ou plusieurs quiz et non en temps réel alors que cela est possible dans un environnement « online ». Il sera intéressant de voir l'influence des deux types de comparaison lorsqu'elles sont délivrées de façon dynamique : le participant peut à tout moment ajuster ses comportements en fonction du feedback qu'il reçoit après chaque exercice réalisé.

Par ailleurs, il faut noter que la démarche de cette étude est quasi-expérimentale puisqu'elle se déroule dans un contexte écologique dans lequel des étudiants ont l'occasion de s'entraîner à des exercices en ligne pendant plusieurs semaines. Comme le notent Paas, Tuovinen, Merriënboer et Darabi (2005), il est également important de mettre en place des études hors laboratoire pour « expérimenter sur des situations authentiques d'apprentissage en ligne » (p. 27).

Les études précédentes n'ont pas montré de différence significative entre les deux types de feedbacks (Biesinger & Crippen, 2010 ; Bower, 2005 ; McColskey & Leary, 1985). En conséquence, nous ne formulons pas d'hypothèses précises concernant leurs influences respectives, cela d'autant plus que les conditions de présentation des feedbacks sont différentes de ce qui a pu être fait auparavant. En effet, les feedbacks de comparaison de nos études étaient mis à jour automatiquement après chaque exercice fait par un étudiant. Ainsi, le graphique de comparaison sociale évoluait constamment. De plus, dans les études réalisées auparavant la comparaison temporelle consistait en une comparaison avec la réussite moyenne de l'étudiant, alors que nous proposons un format plus dynamique prenant en compte l'évolution de la réussite au fil des semaines.

2. Méthode

2.1. Participants

Cette étude prend en compte 128 étudiants (107 femmes et 21 hommes) de première année de psychologie à l'Université Rennes 2 qui ont utilisé au moins une fois l'exerciseur en ligne et ont passé l'examen de fin de semestre en statistiques. Ils étaient âgés de 17 à 36 ans ($M = 19.07$; $SD = 2.06$).

2.2. Matériel

Le matériel utilisé pour cette étude est l'environnement numérique Exo-St@ts. Il a été développé par l'équipe pédagogique de statistiques du département de psychologie de l'Université Rennes 2 en 2005 pour répondre à une demande croissante des étudiants en termes d'apprentissage des statistiques et de préparation à l'examen de fin de semestre.

Exo-St@ts est un exerciseur entièrement informatisé et accessible en ligne à partir d'une interface web. Il est disponible pour les étudiants de première et deuxième année de psychologie. Ces derniers peuvent s'y connecter grâce à leur compte étudiant.

2.2.1. Exercices d'Exo-St@ts Niveau 1

Exo-St@ts Niveau 1 contient 300 exercices. Deux cents d'entre eux se présentent sous forme de questions à choix multiples avec une ou plusieurs réponses correctes (ex : la variable « sexe de l'étudiant » est de niveau de mesure : (1) Nominal ; (2) Ordinal ; (3) Intervalle ; (4) Rapport) et 100 autres sous forme de tableaux de calculs à remplir (voir Figure 6, pour une capture partielle). La page d'accueil d'Exo-St@ts présente l'ensemble des exercices de statistiques disponibles (voir Annexe 1).

[100;110]	6	105	630		
Somme :	100	-	8240	-	

Moyenne (2 chiffres après la virgule) :	Moyenne des carrés (2 chiffres après la virgule) :	Ecart-type (2 chiffres après la virgule) :

Le contenu de la case X est:

Attention, certaines questions peuvent avoir plusieurs bonnes réponses !

Valider

Figure 6 – Étude 1 : Exemple de question sous forme de tableau dans Exo-St@ts

Les 300 exercices sont répartis en 15 domaines de compétence, chacun de ces domaines contenant 20 exercices différents. Les domaines correspondent à différentes parties du programme de statistiques de première année et concernent les thématiques suivantes :

- Savoir distinguer des noms (non ordonnés), des noms ordonnés et des nombres
- Savoir distinguer qualitatif / quantitatif et comprendre la notion de zéro naturel
- Savoir distinguer les niveaux de mesure
- Comprendre les notions de continuité, de borne et identifier le nombre de modalités
- Identifier les indices de centralité et de dispersion adaptés au niveau de mesure
- Savoir écrire l'ensemble des modalités observables d'une variable
- Comprendre ce que représente l'axe horizontal d'un graphique
- Identifier directement des indices de centralité à partir du graphique adapté
- Comprendre quand et comment construire une fonction de répartition
- Savoir remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des modalités observables

- Savoir remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des modalités observables et des effectifs marginaux
- Savoir remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des intervalles de valeurs
- Savoir remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des intervalles de valeurs et des effectifs marginaux
- Savoir écrire un plan d'analyse
- Savoir remplir un tableau de calcul du coefficient de corrélation R

Sur la page d'accueil, un étudiant peut accéder à un exercice en cliquant sur son numéro, de 1 à 20 pour chacun des 15 domaines de compétence. Il est alors dirigé vers la page de l'exercice correspondant et coche sa (ou ses) réponse(s) en cas de QCM, ou entre une valeur en cas de tableau à remplir.

Une fois sa réponse validée, l'étudiant reçoit tout d'abord un feedback immédiat et localisé sur l'exercice corrigé comprenant deux informations : l'exactitude de sa réponse (correcte / incorrecte) et la bonne réponse s'il s'est trompé.

À partir de ce feedback, l'étudiant peut cliquer sur un bouton pour revenir à la page d'accueil. Celle-ci est mise à jour : l'exercice auquel il vient de répondre est souligné d'un trait gris pour indiquer qu'il a été effectué (voir Figure 7).

Niveau Licence 1																			
Distinguer des noms (non ordonnés), des noms ordonnés et des nombres.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer qualitatif/quantitatif et comprendre la notion de zéro naturel (absolu).																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer les niveaux de mesure.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comprendre les notions de continuité, de borne et identifier le nombre de modalités.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figure 7 – Étude 1 : Marquage gris des exercices effectués

Ainsi, l'étudiant peut contrôler les exercices déjà réalisés et continuer sa progression. L'étudiant peut faire les exercices dans l'ordre qu'il souhaite ; il peut également recommencer un exercice échoué, plusieurs fois s'il le souhaite. En revanche, un exercice réussi ne peut plus être repassé, afin qu'il ne compte pas deux fois dans le comptage total des réussites de l'étudiant.

2.3. Procédure

Exo-St@ts était mis à disposition des étudiants un peu plus de 10 semaines (72 jours) avant l'examen et ouvert jusqu'au jour de l'examen. Sa mise en ligne était signalée par un message électronique via la liste de diffusion électronique de l'Université Rennes 2 à destination des étudiants en première année de psychologie. Ce message indiquait la procédure à suivre pour accéder au site, c'est-à-dire le lien direct et le chemin d'accès par la plateforme de cours en ligne de l'université (i.e., CURSUS). Cette dernière est très utilisée par les étudiants pour l'ensemble de leurs cours.

À partir de la réception de ce message, les étudiants pouvaient accéder au site à n'importe quel moment et à partir de n'importe quel(le) ordinateur ou tablette connecté(e) à Internet. Lors de leur première connexion, les étudiants devaient passer par plusieurs étapes

avant d'accéder aux exercices : ils devaient d'abord lire le formulaire de consentement et accepter les conditions d'utilisation (voir Annexe 2). Ensuite, ils devaient renseigner plusieurs informations les concernant (notamment le genre, l'année de naissance et le type de bac passé). Une fois ces informations fournies, les étudiants pouvaient accéder aux exercices et étaient alors aléatoirement répartis dans une des deux conditions expérimentales : la condition de comparaison sociale ou la condition de comparaison temporelle.

2.3.1. La condition « feedback de comparaison sociale »

Dans cette condition, une information était délivrée aux étudiants sur leur niveau de réussite aux exercices en comparaison au niveau moyen de réussite de tous les étudiants de même niveau d'étude (y compris les résultats de l'étudiant lui-même). Ce feedback de comparaison sociale se présentait sous la forme d'un graphique mis à jour automatiquement à partir des résultats aux exercices des étudiants et il était placé au-dessus de la grille d'exercices sur la page d'accueil d'Exo-St@ts. Sur ce graphique (voir Figure 8), les étudiants voyaient donc deux diagrammes côte à côte :

- le nombre d'exercices qu'eux-mêmes avaient réussis
- le nombre moyen d'exercices que tous les étudiants avaient réussis.

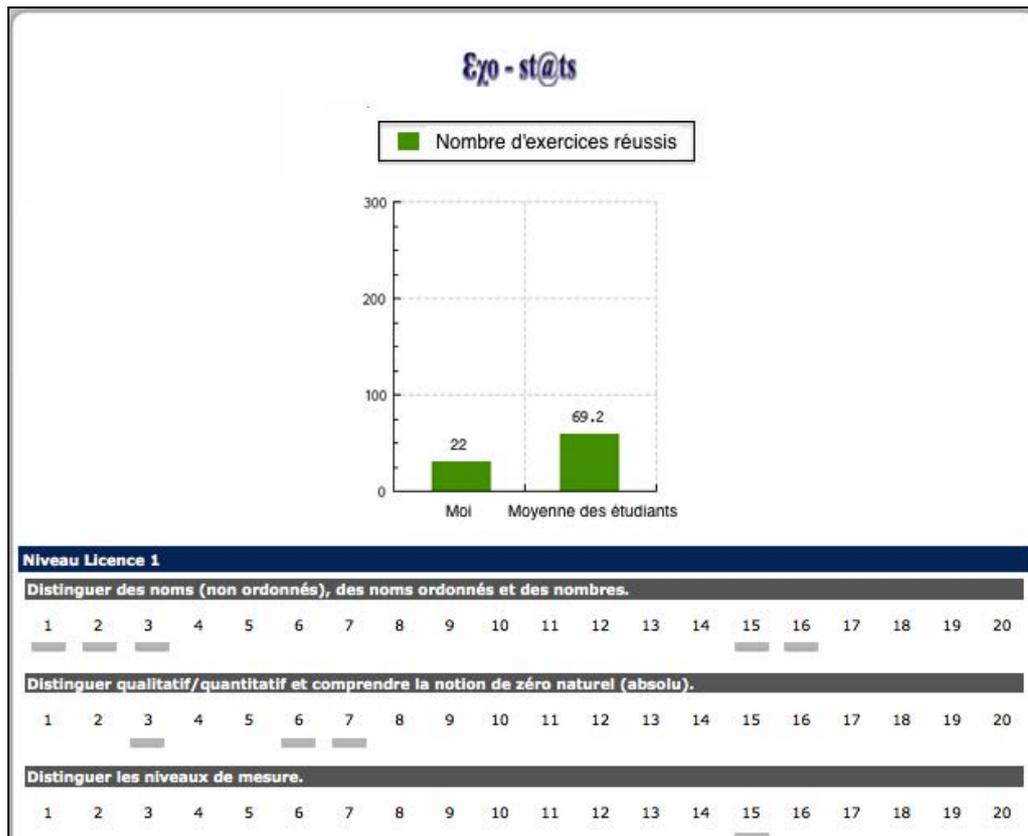


Figure 8 – Étude 1 : Graphique de visualisation de la condition de feedback de comparaison sociale

2.3.2. La condition « feedback de comparaison temporelle »

Dans cette condition, un feedback représentant un graphique était délivré aux étudiants afin qu'ils se représentent l'évolution de leur niveau de réussite au fil du temps. Sur ce graphique, apparaissait un diagramme par semaine représentant le nombre cumulé d'exercices réussis. Par exemple, si 20 exercices étaient réussis la première semaine et 10 autres la deuxième semaine, le diagramme représentant la deuxième semaine s'élevait à 30 exercices réussis. La Figure 9 ci-dessous donne un exemple de ce feedback.

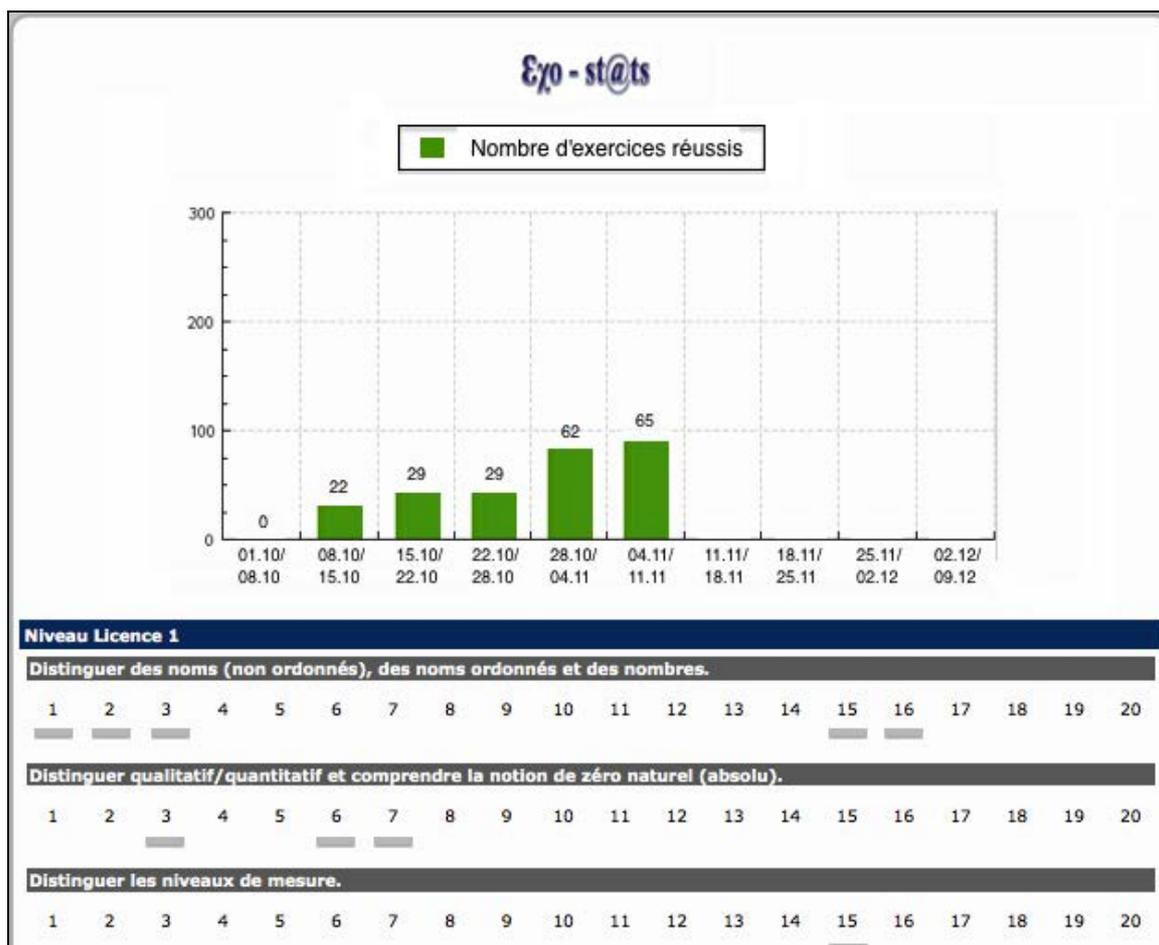


Figure 9 – Étude 1 : Graphique de visualisation de la condition de feedback de comparaison temporelle

Un des points les plus importants à retenir est que les graphiques de comparaisons, sociale ou temporelle, étaient ici automatiquement mis à jour après chaque exercice effectué et évoluaient donc à chaque fois qu'un étudiant validait une réponse. Cette caractéristique permettait un suivi en temps réel de son niveau de réussite, ce qui est, pour rappel, très rarement le cas dans les études apparentées.

2.4. Mesures

2.4.1. Le niveau de performance en ligne

Pour chaque étudiant utilisant Exo-St@ts, le nombre d'exercices réussis au premier essai était automatiquement comptabilisé et enregistré dans une base de données (phpmyadmin)⁹. Nous avons ainsi une mesure réelle de performance grâce au paramétrage effectué en amont.

2.4.2. La performance à l'examen

L'examen de statistiques en première année de psychologie à l'Université Rennes 2 se présente globalement sous la même forme depuis une dizaine d'années. Il s'agit d'une expérience (réelle ou tirée d'une expérience réelle) dont le contexte est présenté en introduction pour définir les variables qui doivent être analysées. Les questions concernant cette expérience sont ensuite réparties en trois parties (voir un exemple d'examen en Annexe 3) :

- 1) La première partie porte sur la description des variables. Plusieurs variables mesurées dans l'étude en question sont décrites. Les étudiants doivent ensuite répondre à plusieurs types de questions sous forme de tableaux :
 - Le niveau de mesure de chaque variable : nominal, ordinal, intervalle ou rapport (QCM)
 - Les caractéristiques de chaque variable : discrète ou continue, bornée ou non (QCM)
 - Les indices de centralité qu'il est possible de calculer pour chaque variable : mode médiane, moyenne, quartiles, intervalle interquartiles, écart-type (QCM)
 - L'écriture des modalités observables de chaque variable (réponse rédigée selon les conventions d'écriture mathématiques enseignées)

⁹ Je tiens à remercier Inès Nollet-Le Bohec et Jérémie Nogues dont le travail technique sur Exo-St@ts a permis de telles mesures réelles de performance, ainsi que l'affichage des feedbacks en temps réel.

- 2) La deuxième partie de l'examen consiste en un calcul d'un coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson (Pearson, 1896). Deux variables (X et Y) tirées de l'expérience de départ, ainsi que les données fictives de quelques individus, sont présentées. Le calcul du coefficient de corrélation se fait au moyen d'un tableau à remplir qui permet de passer par plusieurs étapes de calcul (moyennes, écart-types, covariance) pour calculer enfin un coefficient de corrélation et l'interpréter. Le calcul se fait uniquement à l'aide d'une calculatrice.

- 3) La troisième partie consiste généralement en l'étude du lien entre deux variables. Pour l'examen de l'étude 1, il s'agissait d'un calcul du degré de liaison entre deux variables catégorielles par des calculs de rapports de vraisemblance.

L'ensemble de l'examen comporte un certain nombre de critères très précis, 50 dans celui de l'étude 1 (une question de l'examen peut contenir plusieurs critères). Ces critères sont codés dans une grille d'évaluation standardisée utilisée par l'ensemble des correcteurs. Cette grille standardisée est importante dans la mesure où les copies d'examen sont aléatoirement réparties aux enseignants de statistiques en L1. Ce moyen d'évaluation minimise le risque de subjectivité lors de la correction, dans la mesure où chaque critère est noté 0 ou 1 et optimise donc l'évaluation par une minimisation des différences d'appréciation entre les évaluateurs. De plus, un effort de standardisation est toujours effectué par un échange entre les enseignants en cas de doute sur la notation d'un point précis. Nous utilisons, dans les analyses de cette étude, le pourcentage de critères réussis, c'est-à-dire le nombre de critères réussis sur le nombre de critères total.

3. Résultats

3.1. Analyses descriptives

D'après les chiffres du Tableau 1, les étudiants en condition de comparaison sociale ont réussi en moyenne plus d'exercices en ligne sur Exo-St@ts ($M = 79.75$, $SD = 69.10$) que les étudiants en condition de comparaison temporelle ($M = 68.12$, $SD = 57.50$). La différence va dans le même sens pour la performance à l'examen : les étudiants en comparaison sociale obtiennent en moyenne de meilleurs scores ($M = 54.67$, $SD = 21.84$) que les étudiants en comparaison temporelle ($M = 48.74$, $SD = 23.76$).

Tableau 1 – Étude 1 : Moyennes et écart-types des performances en fonction de la condition

Variable	Condition	N	Moyenne	Écart-type
Performance en ligne	Comparaison Temporelle	65	68.12	57.50
	Comparaison Sociale	68	79.75	69.10
Performance à l'examen	Comparaison Temporelle	63	48.74	23.76
	Comparaison Sociale	65	54.67	21.84

Pour savoir si ces différences descriptives sont significatives, deux t tests ont été réalisés pour comparer les moyennes des scores en ligne et à l'examen dans les deux conditions. Avant chaque analyse de cette thèse, la normalité et l'homogénéité des variances (homoscédasticité) ont été vérifiées afin de valider l'utilisation d'un test paramétrique. Pour vérifier l'hypothèse de normalité, nous suivons les recommandations de Field (2005, p. 204) qui préconise d'analyser les graphiques des résidus plutôt que d'utiliser des tests. Nous analyserons ainsi un graphique de probabilité normale ainsi que l'histogramme des résidus. Pour le premier, il suffit d'évaluer si les points suivent la diagonale. Si c'est le cas, les résidus sont distribués selon la loi normale. Si ce n'est pas le cas, nous nous référerons à

l'histogramme afin d'examiner la cause de l'anormalité et d'appliquer les transformations adéquates.

3.2. Effet du feedback de comparaison sur la performance en ligne

3.2.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Dans un premier temps, l'analyse des résidus associés à cette variable pour chaque condition expérimentale (voir Figure 10) indique que ceux-ci s'écartent beaucoup de la diagonale, laissant entrevoir une anormalité.

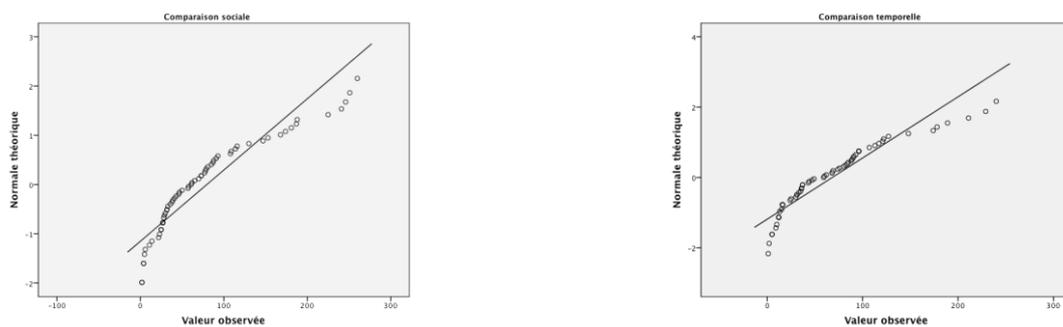


Figure 10 – Étude 1 : Normogrammes Q-Q des résidus de la performance en ligne, pour la condition "Comparaison Sociale (à gauche) et "Comparaison Temporelle" (à droite)

Les histogrammes des effectifs pour chaque condition expérimentale (voir Figure 11) montrent une asymétrie positive, avec une majorité des observations situées dans les valeurs minimums. Cette asymétrie laisse à penser que le nombre d'exercices réussis en ligne ne suit pas une loi normale et qu'il n'est donc pas conseillé d'utiliser cette variable telle quelle dans une analyse paramétrique.

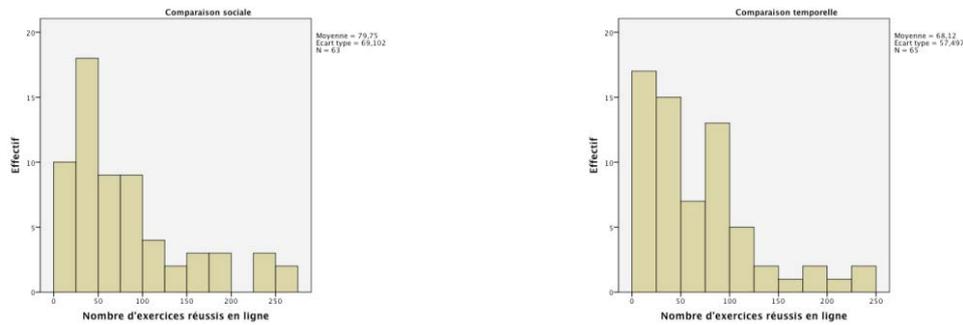


Figure 11 – Étude 1 : Histogrammes des effectifs de la performance en ligne pour la condition "comparaison sociale" (à gauche) et "comparaison temporelle" (à droite)

Cette variable n'est donc pas utilisable en l'état pour faire des tests paramétriques. Face à ce constat et suivant les recommandations de Field (2005, p. 80), une transformation de la variable par racine carrée¹⁰ a été effectuée afin d'obtenir une forme de la variable qui respecte les critères de normalité. En effet, ce type de transformation convient aux distributions positivement asymétriques. Les normogrammes Q-Q des résidus associés à cette nouvelle variable transformée indiquent que cette transformation a en effet permis de rectifier le biais d'anormalité (voir Figure 12).

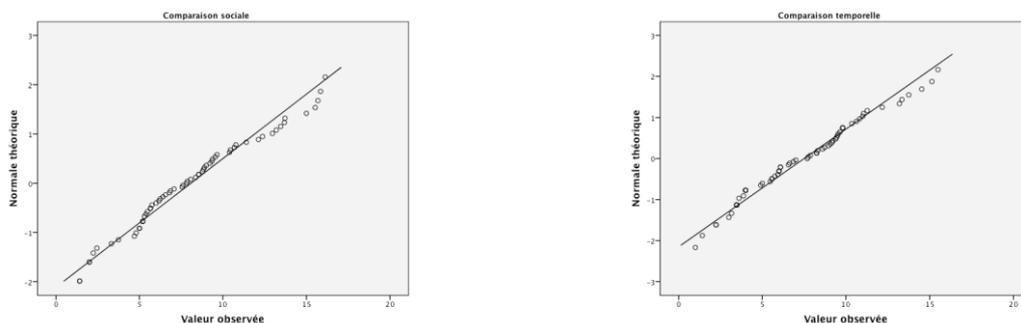


Figure 12 – Étude 1 : Normogrammes Q-Q des résidus de la variable performance en ligne transformée par racine carrée, pour la condition « comparaison sociale » (à gauche) et « comparaison temporelle » (à droite).

La variable transformée par racine carrée a donc été utilisée dans un *t* test afin de tester l'effet du type de feedback de comparaison sur les performances en ligne. Le test de Levene

¹⁰ Une nouvelle variable a été créée en calculant la racine carrée de chaque score.

sur l'homogénéité des variances (homoscédasticité), appliquée à cette variable transformée, n'est pas significatif ($F = .25, ns$), ce qui indique que les variances sont égales dans les deux groupes.

3.2.2. Résultat du t test sur la variable « performance en ligne »

En moyenne, les étudiants de la condition « comparaison sociale » ($M = 79.75, SD = 69.10$) ont réussis plus d'exercices sur Exo-St@ts que les étudiants de la condition « comparaison temporelle » ($M = 68.12, SD = 57.5$). Néanmoins, cette différence n'est pas significative, $t(127) = -.91, ns$, comme le montre le Tableau 2.

Tableau 2 – Étude 1 : Résultats du t test pour la performance en ligne (transformée par racine carrée)

Variable	t	95% IC
VI: Feedback de comparaison ^a	-.91	[-1.87, 0.69]

Note. IC = intervalle de confiance.

^a 1 = Comparaison temporelle; 2 = Comparaison sociale

3.3. Effet du feedback de comparaison sur la performance à l'examen

3.3.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Dans un premier temps, l'analyse des résidus associés à cette variable pour chaque condition expérimentale (voir Figure 13) indique que ceux-ci s'écartent peu de la diagonale, laissant penser à une normalité acceptable de la variable pour les deux conditions. Cette variable peut donc être utilisée telle quelle dans un t test afin de tester l'effet du type de feedback de comparaison sur les performances à l'examen.

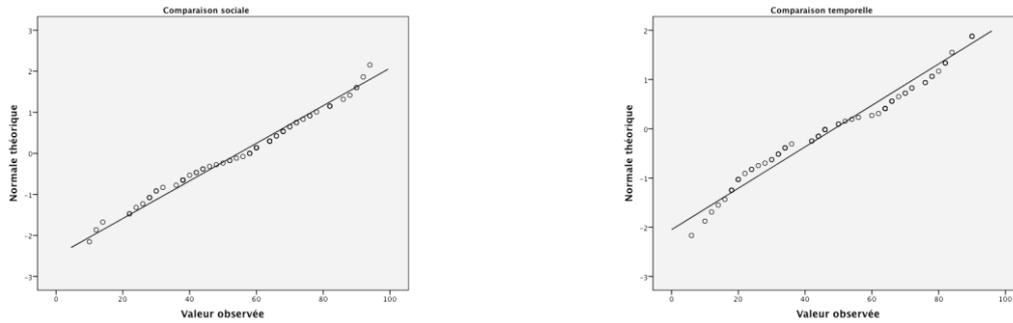


Figure 13 – Étude 1 : Normogrammes Q-Q des résidus de la performance à l'examen pour la condition "comparaison sociale" (à gauche) et "comparaison temporelle" (à droite)

De plus, le test de Levene sur l'homogénéité des variances n'est pas significatif ($F = 1.136, ns$), ce qui indique que les variances sont égales dans les deux groupes.

3.3.2. Résultat du *t* test sur la variable « performance à l'examen »

En moyenne, les étudiants de la condition « comparaison temporelle » ($M = 48.74, SD = 23.74$) ont moins bien réussi l'examen que les étudiants de la condition « comparaison sociale » ($M = 54.67, SD = 57.5$). Néanmoins, cette différence n'est pas significative, $t(127) = 1.47, ns$, comme le montre le Tableau 3.

Tableau 3 – Étude 1 : Résultats du *t* test pour la performance à l'examen

Variable	<i>t</i>	Diff. Moyennes	95% IC
VI: Feedback de comparaison ^a	-1.47	-5.93	[-13.92, 2.06]

Note. IC = intervalle de confiance.

^a 1 = Comparaison temporelle; 2 = Comparaison sociale

Le type de feedback ne semble donc pas avoir d'impact significatif sur les performances, tant en ligne qu'à l'examen. Cependant, des analyses complémentaires nous ont amené à tester si certaines variables individuelles pouvaient modérer ce résultat. En effet, le moment auquel les étudiants commencent à s'entraîner est susceptible d'altérer leur réussite

et il est possible que cela vienne modérer l'impact des feedbacks de comparaison. Sur Exo-St@ts, la date de première connexion était enregistrée ; cela permet de fournir une mesure comportementale de procrastination (une telle mesure a déjà effectuée par d'autres auteurs, par exemple Elvers, Polzella, & Graetz, 2003). Pour les analyses, un calcul du nombre de jours séparant l'ouverture du site et la première connexion a été effectué. Ainsi, plus le nombre de jours est important, plus la procrastination comportementale est élevée¹¹.

Pour tester l'effet modérateur de la variable procrastination, une analyse de régression a été conduite pour évaluer si le type de feedback de comparaison, temporelle ou sociale (codé -1 et +1), la procrastination (variable continue) et l'interaction de ces deux variables permettent de prédire la performance en ligne. La variable d'interaction a été créée par le produit des deux variables. D'après les recommandations de Aiken et West (1991), la variable de procrastination a été centrée. Avant chaque régression, la normalité des résidus est vérifiée de la même façon qu'auparavant afin de s'assurer que la variable utilisée convient à ce type d'analyse (Field, 2005). Nous vérifierons également l'homoscédasticité grâce à une même méthode d'analyse de graphiques, comme le préconise Field (2005). Selon ses recommandations, nous analyserons sur un graphique les résidus en fonction des valeurs prédites. Pour que l'homoscédasticité soit respectée, il faut que le nuage de points soit suffisamment bien réparti et ne prenne pas une forme d'entonnoir (Field, 2005, p. 203).

¹¹ Cette mesure a été validée par le fait qu'elle corrèle fortement avec la date du premier exercice fait ($r = .89$, $p < .01$).

3.4. Effet de modulation de la procrastination comportementale sur la performance en ligne

3.4.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Dans un premier temps, l'analyse des résidus associés avec un premier modèle de régression linéaire sur la variable « performance en ligne » indique que les résidus sont anormalement distribués, comme le montre la Figure 14.

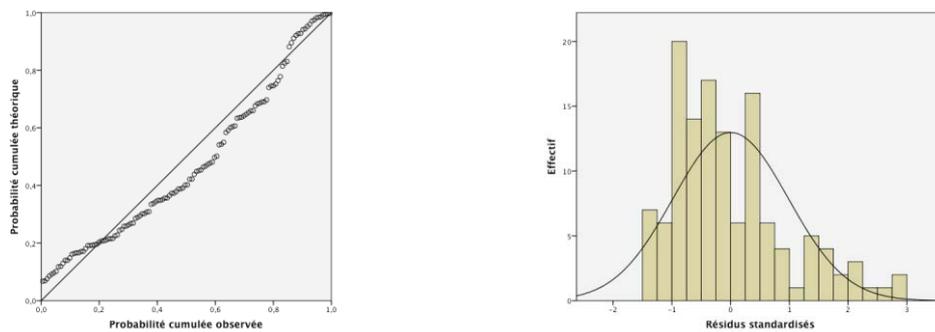


Figure 14 – Étude 1 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés de la performance en ligne

De la même façon que précédemment, une transformation par racine carrée permet de rectifier cette anomalie ($K-S = .07, ns$; voir les deux graphiques de gauche de la Figure 15).

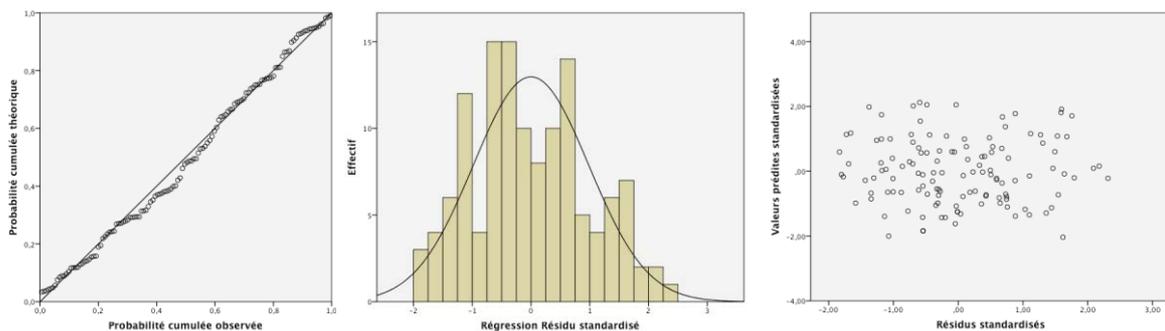


Figure 15 – Étude 1 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) de la performance en ligne transformée par racine carrée

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 15 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance en ligne transformée par racine carrée. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.4.2. Résultats de la régression linéaire sur la variable « performance en ligne »

Les résultats, résumés dans le Tableau 4, indiquent que le modèle est significatif avec $R^2 = .08$, $F(3,124) = 3.48$, $p < .05$. L'effet principal de la condition n'est pas significatif ($\beta = .10$, $t = 1.15$, *ns*). En revanche, l'effet principal de la procrastination est significatif ($\beta = -.26$, $t = -.2.97$, $p < .01$), indiquant que les étudiants réussissent d'autant moins les exercices qu'ils se sont connectés tardivement sur Exo-St@ts. Enfin, l'interaction n'est pas significative ($\beta = -.08$, $t = -.86$, *ns*), indiquant que la procrastination n'a pas d'effet modérateur sur la performance en ligne.

Tableau 4 – Étude 1 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)

Variable	B	SE B	β	95% IC
VI: Feedback de comparaison ^a	.36	.32	.10	[-0.26, 0.98]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.04	.01	-.26**	[-0.06, -0.01]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	-.01	.01	-.02	[-0.04, 0.01]

Note. ^a La comparaison sociale est codée +1 et la comparaison temporelle -1
 IC = intervalle de confiance. $R^2 = .08^*$. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

3.5. Effet de modulation de la procrastination comportementale sur la performance à l'examen

3.5.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Dans un premier temps, l'analyse des résidus associés avec un premier modèle de régression linéaire sur la variable « performance à l'examen » indique que les résidus suivent acceptablement la loi normale, comme l'indiquent les deux graphiques de gauche de la Figure 16.

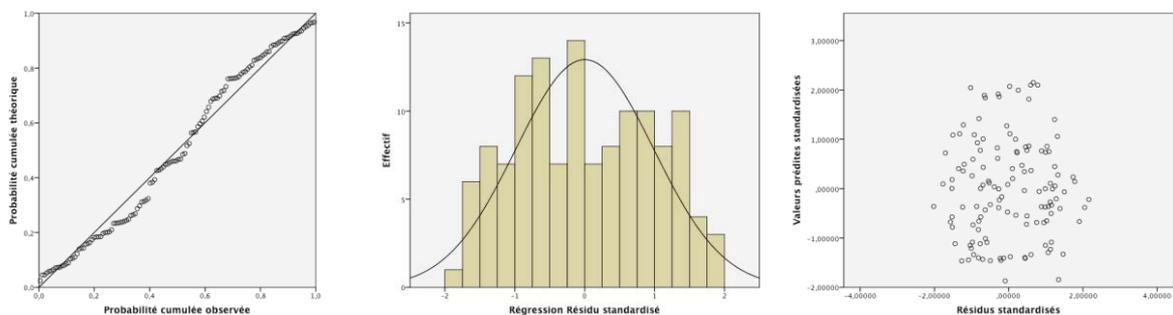


Figure 16 – Étude 1 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) de la performance à l'examen

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 16 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance à l'examen. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.5.2. Résultats de la régression linéaire sur la variable « performance à l'examen »

Les résultats, résumés dans le Tableau 5, indiquent que le modèle est significatif avec $R^2 = .07$, $F(3,124) = 3.15$, $p < .05$. L'effet principal de la condition n'est pas significatif ($\beta =$

.14, $t = 1.63$, *ns*), ainsi que l'effet principal de la procrastination ($\beta = -.15$, $t = -1.68$, *ns*). Enfin, l'interaction est significative ($\beta = -.18$, $t = -2.09$, $p < .05$), indiquant que la procrastination a un effet modérateur sur la performance à l'examen.

Tableau 5 – Étude 1 : Modèle de régression sur la performance à l'examen

Variable	B	SE B	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	3.22	1.98	.14	[-0.70, 7.15]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.13	.08	-.15†	[-0.29, 0.02]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	-.17	.08	-.18*	[-0.32, -0.01]

Note. ^a La comparaison sociale est codée +1 et la comparaison temporelle -1
 IC = intervalle de confiance. $R^2 = .07^*$. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Cet effet d'interaction, illustré par la Figure 17 ci-dessous, indique que la procrastination comportementale semble jouer un rôle dans la performance à l'examen et plus spécifiquement dans la condition où un feedback de comparaison sociale était délivré pendant l'entraînement aux exercices en ligne.

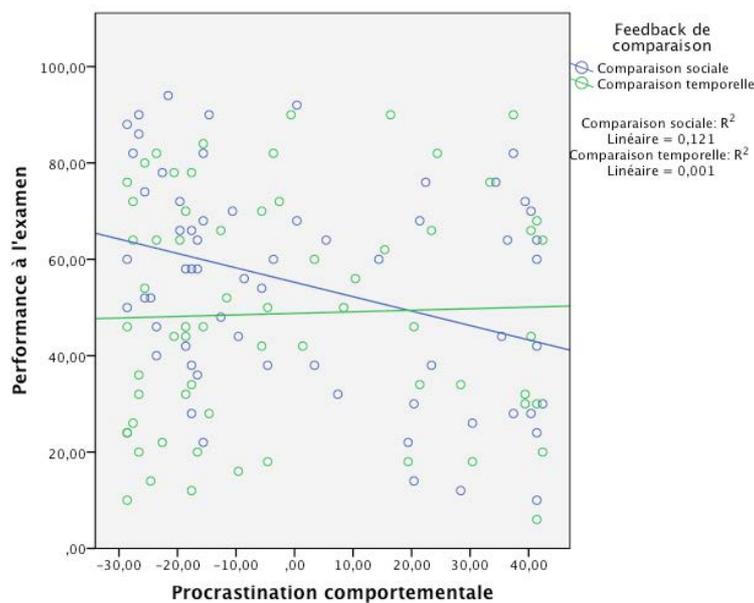


Figure 17 – Étude 1 : Performance à l'examen en fonction de la procrastination comportementale et du feedback de comparaison

Afin d'explorer plus avant la nature de cette interaction, des analyses de régression à simple pente ont été conduites parmi les étudiants ayant peu reporté leur travail (faible procrastination) et les étudiants ayant beaucoup reporté leur travail (forte procrastination). Comme la procrastination est une variable continue, nous suivons les procédures recommandées par Aiken et West (1991) et plus récemment par Fitzsimons (2008), qui suggèrent l'utilisation d'une décomposition de l'interaction (« *spotlight analysis* ») à plus et moins un écart-type de la moyenne de la procrastination.

Comme on peut le voir sur la Figure 17, les étudiants qui ne remettent pas à plus tard l'entraînement aux exercices bénéficient plus de la comparaison sociale que de la comparaison temporelle ($\beta = .58, t = 3.08, p < .01$). Les étudiants qui remettent à plus tard l'entraînement aux exercices obtiennent, en moyenne, les mêmes résultats en comparaison sociale qu'en comparaison temporelle ($\beta = .03, t = .14, ns$). De plus, la décomposition de l'interaction montre que les bénéfices académiques de la comparaison sociale sont d'autant plus faibles que les étudiants remettent leur travail à plus tard ($\beta = -.35, t = -2.89, p < .01$). Aucune différence de performance selon la tendance des étudiants à remettre l'entraînement à plus tard n'est observée dans la condition de comparaison temporelle ($\beta = .03, t = .27, ns$).

D'après ces résultats, la procrastination joue un rôle modérateur dans la relation entre le type de feedback de comparaison délivré et la performance à l'examen : les étudiants qui commencent à travailler tôt sur Exo-St@ts obtiennent de meilleurs résultats que ceux qui retardent leur entraînement, mais uniquement lorsqu'un feedback de comparaison sociale est délivré. Si cette modulation n'est pas significative pour la performance en ligne, on peut penser que celle obtenue sur la performance à l'examen est en partie due à ce qui est observé en ligne. Une analyse descriptive des exercices réussis en ligne montre que la tendance va dans le même sens : la Figure 18 ci-dessous montre en effet que les étudiants qui commencent

à s'entraîner le plus tôt ont tendance à réussir davantage d'exercices en comparaison sociale qu'en comparaison temporelle.

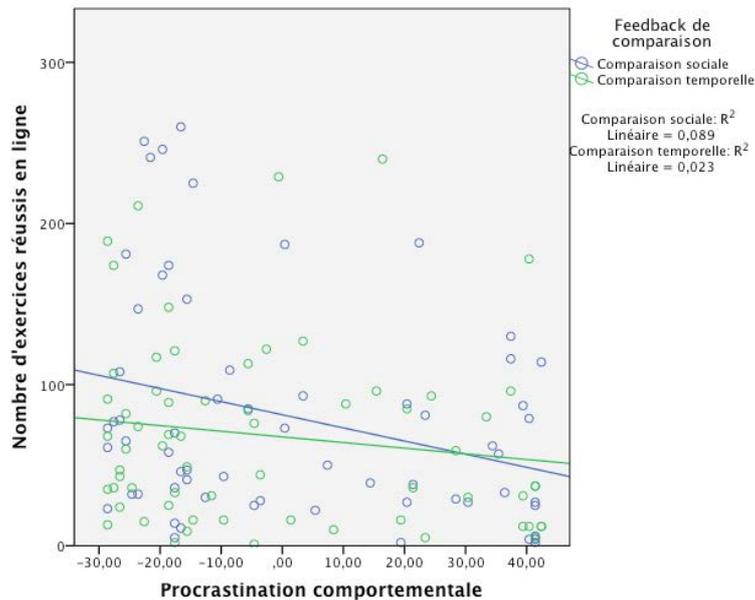


Figure 18 – Étude 1 : Nombre d'exercices réussis en ligne en fonction de la procrastination comportementale et du feedback de comparaison

Encadré 1 - Étude 1 : contrôle a posteriori du niveau initial en mathématiques par la spécialité suivie lors du baccalauréat.

Une analyse *a posteriori* a été effectuée en contrôlant la spécialité suivie lors du baccalauréat, indication que les étudiants donnaient à leur arrivée sur Exo-St@ts. Cette analyse a été conduite dans le but de voir si l'interaction obtenue entre la procrastination comportementale et le type de feedback de comparaison sur la performance à l'examen était toujours présente lorsque le niveau initial en mathématiques était contrôlé par le biais de cette variable.

Afin d'utiliser de façon optimale cette variable de spécialité au baccalauréat dans le modèle de régression, une analyse a été effectuée sur les trois cohortes suivant cette étude. En tout, 1550 étudiants dans ces trois cohortes étaient pris en compte et cinq spécialités étaient représentées : Économique et Social (ES), Littéraire (L), Professionnel (PRO), Technique (T) et Scientifique (S).

Ces 1550 étudiants ont rempli un questionnaire de connaissances en mathématiques comprenant 20 questions de difficultés variées. Chaque question était notée +1 en cas de bonne réponse et 0 en cas de mauvaise réponse, résultant en un score allant de 0 à 20. Une ANOVA à un facteur a été effectuée pour examiner comment les différentes spécialités suivies lors du lycée différaient en termes de niveau initial en mathématiques. Les résultats indiquent que les scores au questionnaire de mathématiques varient en fonction de la spécialité $F(4, 1545) = 311.83, p < .001$. Des tests post-hoc de Tukey ont ensuite été utilisés pour détailler ce résultat, en comparant les spécialités par paire, dans un ordre croissant de réussite moyenne. Il apparaît que les scores au questionnaire ne différaient pas significativement entre le bac L ($M = 8.78$) et PRO ($M = 9.20$). En revanche, on obtenait des différences significatives au seuil de 0.05 entre le bac PRO et T ($M = 10.68$) ; entre le bac T et le bac ES ($M = 12.66$) ; et entre le bac ES et le bac S ($M = 15.32$). Cela a justifié l'attribution d'une valeur numérique de 1 à 4 pour contrôler le niveau initial en mathématiques en fonction de leur spécialité de baccalauréat (1 = L et PRO ; 2 = T ; 3 = ES ; 4 = S).

Tableau 6 – Étude 1 : Modèle de régression sur la performance à l'examen avec contrôle du niveau initial en mathématiques par la spécialité suivie au baccalauréat

Variable	B	SE B	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	1.41	.92	.12	[-0.41, 3.23]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.05	.04	-.12	[-0.13, 0.02]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	-.08	.04	-.18*	[-0.16, -0.01]
Variable Contrôle : Spécialité au baccalauréat	3.85	.82	.38***	[2.22, 5.47]

Note. ^a La comparaison sociale est codée +1 et la comparaison temporelle -1
 IC = intervalle de confiance. $R^2 = .08^*$. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Comme le montre le Tableau 6, les analyses montrent que les résultats obtenus vont dans le même sens lorsque la spécialité du baccalauréat est contrôlée. Ainsi, l'interaction observée entre la

procrastination comportementale est toujours significative, malgré l'effet très important de la variable contrôle.

4. Discussion de l'étude 1

Le premier objectif de cette étude exploratoire était de comparer l'influence des feedbacks de comparaison sociale ou temporelle sur les performances des étudiants en statistiques. Cette comparaison était effectuée sur leurs performances en ligne (nombre d'exercices réussis) ainsi que sur leur performance à l'examen (pourcentage de réussite). Des études précédentes indiquent que la comparaison sociale peut avoir un impact positif sur des performances académiques (Blanton *et al.*, 1999 ; Huguet *et al.*, 2001 ; Jung *et al.*, 2010 ; Michinov & Primois, 2005 ; Paulus *et al.*, 1996 ; Roy *et al.*, 1996). À notre connaissance, la comparaison temporelle n'a jamais été expérimentalement manipulée dans le domaine académique. Les résultats montrent que les deux types de comparaison ne se différencient pas en termes de performance, ni en ligne ni à l'examen.

Cependant, nous obtenons un effet d'interaction intéressant entre le feedback de comparaison et la procrastination comportementale sur la performance à l'examen. En effet, les étudiants qui s'étaient connectés tôt sur l'exerciseur obtenaient de meilleures performances à l'examen, mais uniquement lorsqu'ils étaient en condition de comparaison sociale. À l'inverse, la procrastination n'avait aucun effet chez les étudiants en condition de comparaison temporelle. Cet effet d'interaction peut être expliqué par une des hypothèses de la théorie de Festinger (1954). En effet, selon lui, les individus préfèrent se comparer à des individus similaires et la comparaison sociale cesse d'être bénéfique lorsqu'il y a trop de différence entre l'individu et sa cible de comparaison. Dans cette étude, les étudiants qui se

connectaient tôt à l'exerciseur voyaient le score moyen des autres étudiants comme étant relativement similaire à leur propre score. La dynamique motivationnelle de comparaison pouvait se mettre en place, dans la mesure où les actions des étudiants pouvaient directement leur permettre de rejoindre le score moyen des autres, de le dépasser ou de rester au-dessus. Ainsi, les étudiants étaient – on peut l'inférer au regard des résultats observés – encouragés à maintenir leurs efforts en ligne, ce qui a pu permettre une préparation légèrement meilleure sur l'exerciseur (ce qui n'apparaît que d'un point de vue purement descriptif), et, par voie de conséquence, de meilleurs résultats à l'examen de fin de semestre. Ce résultat pourrait corroborer les précédentes études dans lesquelles la comparaison sociale pouvait permettre d'accroître la motivation et la performance, malgré le fait que la cible soit ici un groupe entier. Nous pouvons nous interroger sur ce point : le simple fait de connaître le score moyen du groupe ne permet pas, par exemple, d'imiter les actions de la cible pour atteindre son niveau (e.g., Schunk, Hanson, & Cox 1987). En revanche, le simple fait de voir les autres réussir mieux peut insuffler aux étudiants un sentiment de compétence (Buunk, Collins, Taylor, VanYperen & Dakof, 1990 ; Lockwood *et al.*, 2004 ; Major, Testa & Bylsma, 1991), ou les mener à placer leurs objectifs plus haut, ce qui peut les motiver à accroître leurs efforts pour atteindre ces nouveaux objectifs (Seta, 1982).

À l'inverse, les étudiants qui se connectaient tard à l'exerciseur voyaient le score moyen du groupe comme étant trop différent (trop haut) en comparaison à leur propre score, celui-ci étant de fait bas puisqu'ils débutaient sur la plateforme d'apprentissage. En se connectant tard, ils ont pu être découragés par la quantité de travail nécessaire pour rattraper leurs camarades. Parce que la différence entre le score du groupe et leur propre score était trop importante, leur motivation pouvait être diminuée et leur performance moindre.

Si cette interprétation est plausible, il est difficile de comprendre pourquoi les étudiants qui s'étaient connectés tôt à l'exerciseur n'ont pas obtenu d'aussi bons scores en

condition de comparaison temporelle qu'en condition de comparaison sociale. En effet, l'effet négatif de la procrastination comportementale en condition de comparaison sociale est cohérent avec la littérature : plus les étudiants commencent tôt, plus ils obtiennent de bons résultats. Il semblerait alors que le feedback de comparaison temporelle ait plutôt désavantagé les étudiants s'étant connectés tôt, qui auraient dû obtenir de meilleurs résultats. Malheureusement, nous ne pouvons avancer que des explications spéculatives pour ce résultat. La première pourrait être que le feedback de comparaison temporelle, qui montrait l'ensemble des semaines restantes avant l'examen, ait provoqué un comportement de procrastination chez ces étudiants, même s'ils s'étaient connectés tôt la première fois. Par exemple, les étudiants pouvaient voir qu'il leur restait dix semaines avant l'examen, ce qui a pu les encourager à reporter leur travail plus tard dans le semestre, menant à de plus faibles performances. Il est également possible que les étudiants, ne pouvant comparer leur rythme d'apprentissage avec d'autres, gardent un rythme de départ qui puisse être relativement modeste en comparaison à ce qu'ils auraient pu fournir avec davantage d'émulation.

Néanmoins, ces doutes concernant le rôle qu'a pu jouer le graphique de visualisation de la condition de feedback de comparaison temporelle n'invalident pas le principal résultat de cette étude. Celui-ci démontre une meilleure influence du feedback de comparaison sociale chez les étudiants se connectant tôt et commençant tôt à faire les exercices de statistiques proposés dans l'environnement numérique d'apprentissage.

Le résultat principal de cette étude nous amène donc à nous interroger sur plusieurs points, que nous aborderons dans l'étude 2. Premièrement, il nous faut avancer sur les doutes concernant la comparaison temporelle : pourquoi les étudiants qui s'étaient connectés tôt ont-ils semblés désavantagés par celle-ci ? Une modification du format du feedback de comparaison temporelle peut-il permettre d'annuler cette influence négative ? L'étude 2 devra nous permettre de tester cette question. Deuxièmement, dans cette étude, nous n'avons pas pu

contrôler de façon satisfaisante le niveau initial des étudiants avant leur connexion à Exo-St@ts, même si nous avons utilisé la spécialité suivie au baccalauréat dans une analyse *a posteriori* et que celle-ci a montré que les résultats obtenus étaient maintenus. Nos mesures étant bien sûr très liées au niveau de compétence en statistiques, il sera nécessaire de contrôler celui-ci de façon plus rigoureuse dans l'étude 2. En effet, au sein d'une même spécialité, les connaissances en mathématiques peuvent être très variables selon les étudiants. Enfin, l'effet d'interaction obtenu entre le feedback de comparaison et la procrastination comportementale nous amène désormais à considérer cette variable comme un modérateur potentiel. Étant donné que cette variable devra être systématiquement prise en compte dans les prochaines études, il semble important de présenter le concept de façon plus détaillée et de présenter quelques éléments de la littérature qui pourraient permettre d'éclairer notre utilisation de cette variable.

5. Rôle modérateur de la procrastination comportementale

Le concept de procrastination a été envisagé au moins de deux façons dans la littérature : comme un comportement ou comme un trait général (Lay, 1986). En effet, beaucoup d'études sur le sujet utilisent une mesure par questionnaire de la procrastination et donc une mesure auto-reportée du trait général (ex : « Lorsque j'ai une date butoir, j'attends la dernière minute »). À l'inverse, certaines études ont déjà utilisé une mesure comportementale, comme par exemple la date d'accès au site (e.g., Elvers *et al.*, 2003). Dans les études de cette thèse, nous nous focalisons sur un comportement plutôt que sur un trait général, c'est pourquoi nous utilisons le terme de « procrastination comportementale », que l'on peut définir comme le fait de délibérément remettre à plus tard le lancement ou la complétion d'une tâche (Ferrari, 2004). Cette vision comportementale enlève bien sûr beaucoup d'autres aspects liés au comportement en lui-même. Le comportement de report d'une action fait partie de la

procrastination, mais sans les aspects psychologiques, la nature irrationnelle, les émotions qui l'accompagnent et l'échec d'autorégulation qu'il implique (Corkin, Yu & Lindt, 2011). Même si tous les comportements dilatoires ne doivent pas être considérés comme des comportements de procrastination, car ils peuvent être intentionnels et bénéfiques chez certains étudiants (Alexander & Onwuegbuzie, 2007), il a été montré qu'il est souvent lié à un dysfonctionnement, que l'on peut donc apparenter à de la procrastination (Corkin *et al.*, 2011).

Beaucoup d'études menées dans le cadre académique ont montré que la procrastination y est commune, puisqu'elle concernerait 80 à 95% des étudiants (Steel, 2007), parfois de manière consistante et problématique. Ces dix dernières années, les effets de la procrastination académique ont été étudiés dans les environnements numériques (Elvers *et al.*, 2003 ; Michinov, Brunot, Le Bohec, Juhel & Delaval, 2011 ; Steel, Brothen, & Wambach, 2001 ; Tuckman, 2005). Le manque de supervision inhérent à ces environnements numériques, conséquence de l'absence d'interaction avec un enseignant ou avec d'autres étudiants et de l'absence de deadlines régulières, requiert davantage d'autorégulation de la part des étudiants (e.g., Tuckman, 2005), exacerbant ainsi leur tendance à remettre leur travail à plus tard. Le risque de comportement de procrastination dans les cours en ligne est reconnu par les étudiants, qui placent cette variable parmi les deux premières raisons d'échec ou d'abandon d'un cours en ligne (Doherty, 2006). Il faut cependant noter que ces résultats sont souvent obtenus pour des environnements en ligne sans suivi en présentiel. Dans nos recherches, l'utilisation de l'exerciceur en ligne Exo-St@ts se fait en complément des cours magistraux et des travaux dirigés et en appui d'autres ressources que les étudiants trouvent sur leur plateforme de cours en ligne (tableaux de synthèse, annales corrigés, etc.). Le contexte n'étant pas tout à fait similaire dans notre étude, il faut donc considérer que le champs de généralité des résultats présentés auparavant ne soient pas a priori étendu à la situation présente (Reuchlin, 1995).

Outre ses effets majoritairement négatifs sur la performance académique (voir van Eerde, 2003, pour une méta-analyse), qui ont tendance à s'accroître en ligne (e.g., Elvers *et al.*, 2003), nous avons pu voir qu'elle peut jouer un rôle modérateur dans un contexte d'apprentissage en ligne. Nous pouvons expliquer ceci par le fait que, selon quelques auteurs, certaines caractéristiques d'autorégulation peuvent être cruciales dans le traitement des feedbacks délivrés (e.g., Vandewaetere, Desmet & Clarebout, 2011). Étant donné que la procrastination peut être considérée comme une forme d'échec de l'autorégulation (e.g., Dewitt & Lens, 2000 ; Dietz, Hofer & Fries, 2007), on peut avancer que les étudiants réagiraient différemment aux feedbacks de comparaison sociale et temporelle en fonction de leur comportement de procrastination.

L'étude 2 permettra de confirmer ce rôle modérateur de la procrastination, tout en prenant soin de rectifier les deux points cités précédemment, à savoir le contrôle du niveau initial en mathématiques et la modification du feedback de comparaison temporelle.

Résumé de l'étude 1

- Le type de feedback de comparaison, sociale ou temporelle, n'a pas d'effet direct ni sur les performances en ligne, ni sur les performances à l'examen.
- Une interaction entre le type de feedback de comparaison et la procrastination comportementale est observée sur la performance à l'examen.
- Les étudiants se connectant tôt à l'exerciceur profitent davantage de la comparaison sociale que de la comparaison temporelle.
- Les étudiants se connectant tard à l'exerciceur réussissent en moyenne moins bien l'examen, mais de manière équivalente en comparaison sociale et en comparaison temporelle.
- Cette interaction est maintenue avec un contrôle *a posteriori* du niveau initial en mathématiques par la spécialité suivie lors du baccalauréat.

B. ÉTUDE 2

1. Introduction

Suite aux résultats de la première étude exploratoire, l'étude 2 vise à ajuster certaines caractéristiques de la méthode afin de mieux comprendre les résultats obtenus. En effet, nous n'avons pas contrôlé le niveau initial des étudiants de manière suffisamment rigoureuse, ce qui peut jouer un rôle central dans leur réussite académique et expliquer une partie des effets observés dans l'étude précédente (même si l'analyse *a posteriori* montre que la prise en compte de cette variable par le biais de la spécialité suivie pour le baccalauréat n'invalide pas

le résultat central de la première étude). De plus, les résultats de la première étude nous amènent à modifier le feedback de comparaison temporelle qui semblait pénaliser les étudiants s'étant connectés tôt par rapport au feedback de comparaison sociale.

2. Méthode

2.1. Participants

L'échantillon comporte 96 étudiants¹² en première année de psychologie (80 femmes et 16 hommes) âgés de 17 à 24 ans ($M = 18.96$, $SD = 1.25$) qui ont effectué au moins un exercice sur Exo-St@ts et ont passé l'examen de statistiques en fin de semestre.

2.2. Matériel

Le matériel utilisé pour cette étude est similaire à celui de l'étude précédente, c'est-à-dire les 300 exercices de statistiques sur Exo-St@ts. Seuls deux changements sont à noter : la modification du feedback de comparaison temporelle et l'introduction d'une mesure de niveau initial en mathématique.

2.2.1. Format du feedback de comparaison temporelle

Tout d'abord, nous avons modifié le format du feedback de comparaison temporelle, de sorte qu'il n'affiche pas l'entièreté des semaines restantes. En effet, le fait que les étudiants de cette condition qui se sont connectés tôt réussissent moins bien lors de l'étude précédente nous laissait penser que le fait d'afficher explicitement le temps restant pouvait les pousser à procrastiner, quand bien même ils s'étaient connectés pour la première fois très tôt dans le semestre. Le nouveau feedback de comparaison temporelle prend donc la forme de celui présenté sur la Figure 19 ci-dessous. Dans ce nouveau format, les semaines apparaissent à

¹² Le faible nombre de participants par rapport au grand nombre d'étudiants de première année en psychologie s'explique par le fait que les études 2 et 3 ont été réalisées avec la même cohorte d'étudiants.

mesure que le temps passe, là où dans l'ancienne version l'ensemble des semaines étaient présentées dès le début de l'entraînement.



Figure 19 – Étude 2 : Ancien format (à gauche) et nouveau format (à droite) du feedback de comparaison temporelle.

2.2.2. Questionnaire de connaissances en mathématiques

Afin de contrôler le niveau initial des étudiants en mathématiques, un questionnaire de connaissances était passé lors du premier TD de statistiques en tout début de semestre, ce qui permettait de mesurer le niveau préalable avant d'avoir suivi le programme de première année en statistiques. Ce questionnaire de connaissances comprenait 20 items de difficulté variée (voir Annexe 4).

Chaque item consistait en une affirmation mathématique à laquelle les étudiants devaient répondre par « vrai », « faux » ou « je ne sais pas » (voir des exemples Figure 20). Pour chaque item, une bonne réponse comptait un point et une réponse fautive ou « je ne sais pas » zéro point.

	Enoncé	Vrai	Faux	Je ne sais pas	CORR
1	$2^2 = 4$				
2	$(-1)^2 = +1$				
3	$(0)^3 = 1$				
4	si $x < -3$ alors $-x > 3$				
5	$\frac{1}{2} + \frac{3}{2} = 2$				

Figure 20 – Étude 2 : Exemples d'énoncés du questionnaire de niveau initial en mathématiques

2.3. Procédure

Nous avons suivi la même procédure que pour l'étude 1. Pour cette étude, Exo-St@ts était mis à disposition des étudiants un peu plus de huit semaines (58 jours) avant l'examen et ouvert jusqu'au jour de l'examen. La réduction du nombre de jours d'ouverture de la plateforme d'entraînement Exo-st@ts entre l'étude 1 et l'étude 2 est liée à des contraintes matérielles (faible disponibilité de l'informaticien en charge de l'exerciceur) et de calendrier universitaire (date des vacances de la Toussaint légèrement différentes), ce qui explique l'introduction de cette variable confondue avec les manipulations expérimentales. La plage d'ouverture restant encore très large, ce changement ne devrait avoir qu'un impact marginal mais nous reconnaissons que nous ne pouvons le tester en tant que tel. C'est une des contraintes des études authentiquement écologiques.

2.4. Mesures

2.4.1. Niveau initial en mathématiques

Le nombre de réponses correctes au questionnaire de connaissances en mathématiques était compté pour établir un score entre 0 et 20 (un point par bonne réponse).

2.4.2. Le niveau de performance en ligne

Pour chaque étudiant utilisant Exo-St@ts était mesuré le nombre d'exercices réussis au premier essai.

2.4.3. La performance à l'examen

La performance à l'examen était représentée par le pourcentage de critères réussis à l'examen.

3. Résultats

Neuf étudiants n'ont pas rempli le questionnaire de connaissances en mathématiques et leurs données ont donc été retirées des analyses. Les 87 étudiants restant ont été aléatoirement répartis dans les deux conditions par le système informatique. 40 étudiants étaient en condition de comparaison sociale et 47 en condition de comparaison temporelle.

3.1. Analyses descriptives

Le Tableau 7 résume les corrélations entre les variables indépendantes et dépendantes de l'étude 2. On peut déjà remarquer que la variable type feedback de comparaison n'est corrélée avec aucune autre. Les deux variables dépendantes, la performance en ligne et la performance à l'examen, sont toutes les deux corrélées négativement à la procrastination comportementale et positivement au niveau initial en mathématiques, ce qui n'est pas surprenant. Une autre corrélation attendue est celle entre la réussite en ligne et la réussite à

l'examen, qui sont corrélées positivement. Enfin, il est intéressant de noter que le niveau initial en mathématiques est négativement corrélé à la procrastination comportementale : les étudiants ayant de meilleures bases en mathématiques sont ceux qui se connectent plus tôt à Exo-St@ts. Ce résultat semble cohérent avec les études qui montrent que l'apprentissage des statistiques est anxigène (Hanna *et al.*, 2008 ; Onwuegbuzie & Wilson, 2003), d'autant plus qu'on a des bases fragiles en mathématiques (Zeidner, 1991).

Tableau 7 – Étude 2 : Corrélations

Variabiles	Feedback	Proc.	Niveau	Perf ligne	Perf exam
Feedback de comparaison	1				
Procrastination comp.	-.10	1			
Niveau initial en maths	.10	-.26*	1		
Performance en ligne	-.10	-.22*	.24*	1	
Performance à l'examen	.08	-.30**	.48**	.31**	1

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$

Une analyse de régression a été effectuée, afin de voir si le type de feedback de comparaison, sociale ou temporelle (codés respectivement +1 et -1), la procrastination comportementale (variable continue) et l'interaction entre les deux, permettait de prédire la performance en ligne (nombre d'exercices réussis au premier essai). L'interaction était créée par le produit des deux variables indépendantes. D'après les recommandations de Aiken et West (1991), la variable de procrastination comportementale a été centrée. Le niveau initial en mathématiques, mesuré par un questionnaire de connaissance, était centré et entré comme variable contrôle dans le modèle de régression.

3.2. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne

3.2.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique de gauche dans la Figure 21 indique que beaucoup de résidus sont écartés de la ligne diagonale, suggérant une normalité non-acceptable des résidus. Une analyse de l'histogramme des résidus de la variable « performance en ligne » (à droite) nous indique qu'ils sont massés à gauche.

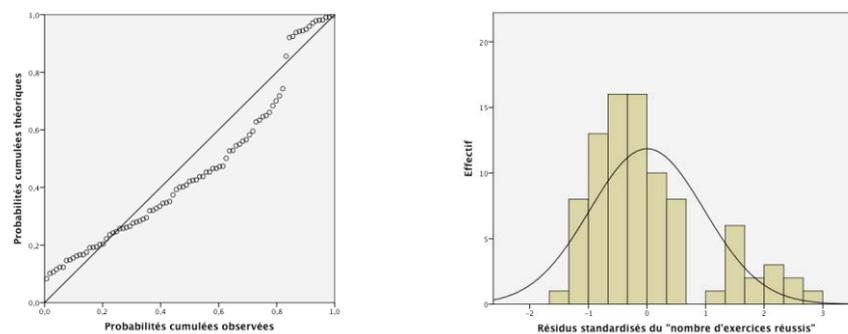


Figure 21 – Étude 2 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis

Comme dans l'étude 1 et en accord avec les préconisations de Field (2005), une transformation par racine carrée permet de rectifier cette asymétrie, comme le montre la Figure 22.

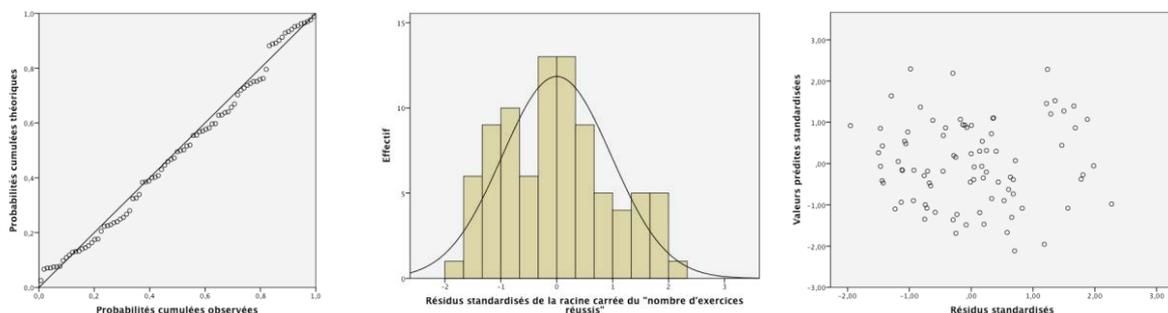


Figure 22 – Étude 2 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis transformé par racine carrée

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 22 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance en ligne transformée par racine carrée. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.2.2. Résultats de la régression linéaire sur la variable « performance en ligne »

L'analyse de régression montre que le modèle général n'est pas significatif, $R^2 = .09$, $F(4, 82) = 2.00$, *ns*. Comme le montre le Tableau 8, l'effet principal du type de comparaison n'est pas significatif ($\beta = -.11$, $t = -1.07$, *ns*) et la procrastination comportementale a un effet négatif tendanciel ($\beta = -.19$, $t = -1.71$, $p < .10$). Le niveau initial en mathématiques n'a pas d'effet significatif ($\beta = .22$, $t = 1.62$, *ns*). L'interaction entre feedback de comparaison et procrastination comportementale n'est pas significative ($\beta = .06$, $t = .56$, *ns*).

Tableau 8 – Étude 2 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)

Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	-.46	.43	-.11	[-1.31, 0.39]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.04	.02	-.19†	[-0.08, 0.01]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	.01	.02	.06	[-0.03, 0.05]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	.22	.14	.18	[-0.05, 0.49]

Note. ^a La comparaison sociale est codée +1 et la comparaison temporelle -1
 IC = intervalle de confiance. $R^2 = .09$ ($p = .102$). † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

3.3. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen

3.3.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique de gauche dans la Figure 23 indique que peu de résidus sont écartés de la ligne diagonale, suggérant une normalité acceptable des résidus. L'allure de l'histogramme des résidus de la variable « performance à l'examen » (à droite) nous confirme qu'ils sont normalement distribués, car la distribution est unimodale et relativement symétrique.

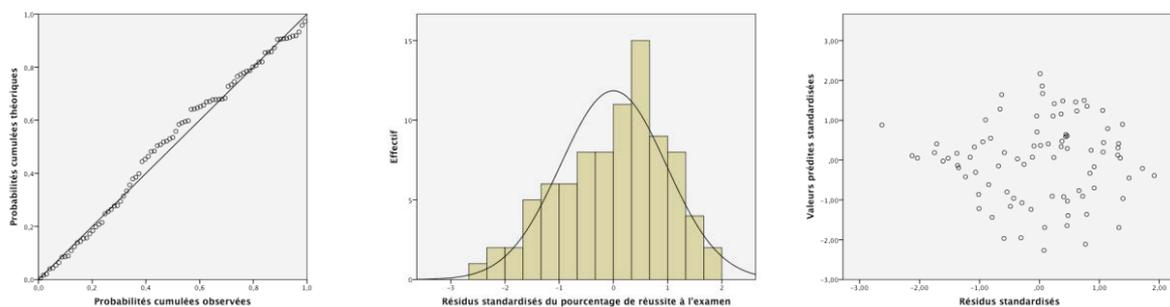


Figure 23 – Étude 2 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 23 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance à l'examen. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.3.2. Résultats de la régression linéaire sur la variable « performance à l'examen »

L'analyse de régression montre que le modèle général est significatif, $R^2 = .26$, $F(4, 127) = 7.26$, $p < .001$. Comme le montre le Tableau 9, l'effet principal du type de comparaison n'est pas significatif ($\beta = .01$, $t = .15$, ns) et la procrastination comportementale

a un effet négatif tendanciel ($\beta = -.19, t = -1.91, p < .10$). Comme on pouvait s'y attendre (Cocking & Bransford, 2000), le niveau initial en mathématiques a un très fort effet positif ($\beta = .43, t = 4.33, p < .001$). L'interaction entre le type de comparaison et la procrastination comportementale n'est pas significative ($\beta = -.02, t = -.24, ns$).

Tableau 9 – Étude 2 : Modèle de régression sur la performance à l'examen

Variable	B	SE B	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	.35	2.37	.01	[-4.35, 5.06]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.22	.12	-.19†	[-0.45, 0.01]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	-.03	.11	-.02	[-0.25, 0.19]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	3.26	.75	.43***	[1.76, 4.76]

Note. ^a La comparaison sociale est codée +1 et la comparaison temporelle -1
 IC = intervalle de confiance. $R^2 = .26^{***}$. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

4. Discussion de l'étude 2

Comme dans la première étude, nous n'obtenons pas de différence directe entre les deux conditions expérimentales, que ce soit concernant les performances en ligne ou les performances à l'examen. De plus, l'interaction entre le feedback de comparaison et la procrastination comportementale, qui était observée dans l'étude 1, n'a pas été retrouvée dans l'étude 2. Cette absence d'interaction indique que le feedback de comparaison temporelle n'a pas pénalisé les étudiants qui se sont connectés tôt comme cela a été le cas dans l'étude 1. Le simple fait de modifier le feedback de comparaison temporelle a pu influencer leur comportement une fois leur inscription au site effectuée. En effet, le fait de ne pas voir le nombre de semaines restantes a pu limiter leur tendance à reporter leur entraînement à plus tard.

On peut également noter que dans le cas des performances à l'examen, la variable qui joue le rôle le plus important est le niveau initial, comme on pouvait s'y attendre (Cocking & Bransford, 2000). Il est possible que l'effet de cette variable, qui est très important, rende difficile l'observation des effets des autres variables. De plus, les analyses corrélationnelles montrent que le niveau initial est corrélé négativement avec la procrastination comportementale. On peut alors penser, au vu des résultats de l'étude 2, que plus les étudiants ont un bon niveau initial en mathématiques, plus ils utilisent tôt l'environnement numérique et plus ils réussissent à l'examen. Cette logique d'influence est évidente et ne semble pas modifiée par les deux feedbacks de comparaison délivrés. Il faut cependant noter que le niveau de réussite sur Exo-St@ts n'est pas influencé par le niveau initial en mathématiques. Les étudiants ayant un bon niveau semblent donc se connecter plus tôt, mais ne font pas nécessairement plus d'exercices. On pourrait expliquer cela par le fait qu'ils puissent avoir l'impression de bien maîtriser les exercices et ne pas ressentir le besoin de tous les effectuer pour chaque sous-objectif pédagogique : il est par exemple plausible qu'après une suite non interrompue de succès pour un sous-objectif donné, l'étudiant estime qu'il a un niveau de maîtrise maximal ou largement suffisant à ce niveau et passe au sous-objectif pédagogique suivant, sans s'attarder sur les derniers exercices du niveau supposé maîtrisé.

Néanmoins, il est à noter que dans les deux premières études, l'objectif était de comparer les deux types de feedback dans leur influence sur les performances. Il semblerait, au vu des résultats de ces études, que les deux feedbacks de comparaison, sociale et temporelle, ne se différencient pas directement en termes d'influence sur les performances. Néanmoins, nous ne pouvons pas conclure sur leur efficacité respective : chaque type de comparaison a-t-il un impact sur les performances, en comparaison à une absence de feedback de comparaison ? L'étude 3 tentera de répondre à cette interrogation, par l'ajout d'une condition contrôle dans laquelle aucun feedback de comparaison n'est délivré.

Résumé de l'étude 2

- Le type de feedback de comparaison, sociale ou temporelle, n'a d'impact ni sur les performances en ligne ni sur les performances à l'examen.
- L'interaction observée lors de l'étude 1 entre le type de feedback et la procrastination comportementale n'est pas répliquée.
- La procrastination comportementale a un effet négatif sur les deux mesures de performance.
- Le niveau initial en mathématiques a un effet positif très fort sur la performance à l'examen seulement.

C. ÉTUDE 3

1. Introduction

Les deux premières études, plus exploratoires et écologiques, sont méthodologiquement critiquables en ce qu'elles ne contiennent pas de groupe contrôle, qui permettrait d'avoir une base de comparaison pour évaluer l'impact des feedbacks de comparaison. Cette absence de condition contrôle a d'abord une origine éthique : ne donner aucun feedback sur le score des participants ne serait pas acceptable dans un contexte écologique où un enjeu de réussite universitaire était réellement engagé. Or, hormis le graphique de visualisation montrant le score en comparaison à la moyenne du groupe ou aux scores précédents, les étudiants n'avaient aucun moyen de suivre leur réussite aux exercices. En effet, sous chaque numéro d'exercices faits, un marqueur gris apparaissait quelle que soit la réussite à l'exercice concerné. Pour ajouter un groupe contrôle, nous devons donc rectifier

ce problème éthique et ajouter un outil de visualisation de la réussite pour chaque exercice et ce dans tous les groupes.

Une fois ce problème éthique résolu, cette nouvelle condition contrôle permettra d'examiner l'influence de chacun des deux feedbacks globaux de comparaison, sociale et temporelle, sur la performance des étudiants.

2. Méthode

2.1. Participants

L'échantillon est composé de 144 étudiants¹³ en première année de psychologie (123 femmes et 21 hommes) âgés de 17 à 22 ans ($M = 19.05$, $SD = 1.26$) qui ont effectué au moins un exercice sur Exo-St@ts et ont passé l'examen de statistiques en fin de semestre.

2.2. Matériel

Le matériel utilisé pour cette étude est similaire à celui de l'étude précédente, à l'exception du marquage utilisé pour souligner les exercices déjà effectués. En effet, dans les deux premières études, chaque exercice effectué était marqué par un trait gris en dessous de son numéro (voir Figure 24). Ainsi, l'étudiant savait qu'il l'avait effectué mais ne savait pas s'il l'avait réussi.

¹³ Le faible nombre de participants par rapport au grand nombre d'étudiants de première année en psychologie s'explique par le fait que les études 2 et 3 ont été réalisées avec la même cohorte d'étudiants.

Niveau Licence 1																			
Distinguer des noms (non ordonnés), des noms ordonnés et des nombres.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer qualitatif/quantitatif et comprendre la notion de zéro naturel (absolu).																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer les niveaux de mesure.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comprendre les notions de continuité, de borne et identifier le nombre de modalités.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figure 24 – Étude 1 et 2 : Marquage gris des items effectués

Comme nous l'avons indiqué dans l'introduction de cette étude, une condition contrôle est ajoutée afin d'évaluer l'impact respectif des deux types de feedbacks de comparaison, par rapport à une absence de feedback de comparaison. Pour ce faire, il faut que les étudiants de chaque condition puissent avoir un feedback sur son niveau de réussite et ce même s'ils ne bénéficient pas d'un feedback de comparaison global. Nous avons donc décidé d'introduire un feedback de réussite local (Melis & Ullrich, 2003) au niveau de chaque exercice effectué, en ajoutant un marquage de couleur : rouge pour un exercice échoué, vert clair pour un exercice réussi au premier essai, vert foncé pour un exercice réussi au deuxième essai ou après (voir Figure 25).

Niveau Licence 1																			
Distinguer des noms (non ordonnés), des noms ordonnés et des nombres.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer qualitatif/quantitatif et comprendre la notion de zéro naturel (absolu).																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer les niveaux de mesure.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comprendre les notions de continuité, de borne et identifier le nombre de modalités.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figure 25 – Étude 3 : Marquage en couleur des items effectués

2.3. Procédure et mesures

Cette étude reprend exactement la même procédure et les mêmes mesures que l'étude 2.

3. Résultats

Dix-huit étudiants de l'étude n'ont pas rempli le questionnaire de connaissances en mathématiques et leurs résultats ont donc été retirés des analyses. Parmi les 126 étudiants restants, 42 étaient en condition de comparaison sociale, 42 en condition de comparaison temporelle et 42 en condition contrôle.

La variable indépendante « feedback de comparaison » étant multi-catégorielle (3 conditions), nous ne pouvons pas l'entrer telle quelle dans les analyses, comme nous l'avons fait dans les deux précédentes études. D'après les préconisations de Field (2005), deux « *dummy variables* » (Suits, 1957) ont donc été créées comme le montre le Tableau 10.

Tableau 10 – Étude 3 : Codage en Dummy Variables pour la VI « feedback de comparaison »

	<i>Dummy Variable 1 (D1)</i>	<i>Dummy Variable 2 (D2)</i>
Contrôle	0	0
Comparaison Sociale	1	0
Comparaison Temporelle	0	1

Cette méthode de recodage suppose de créer une « *Dummy Variable* » de moins que le nombre de conditions (Field, 2005, p. 208). Ainsi, pour trois conditions dans notre étude (contrôle, comparaison sociale et comparaison temporelle), nous créons deux « *Dummy Variables* ». Chaque « *Dummy Variable* » prend la condition contrôle comme base de

comparaison. La variable D1 permet donc de comparer la condition de comparaison sociale à la condition contrôle ; la variable D2 permet de comparer la condition de comparaison temporelle à la condition contrôle.

3.1. Analyses descriptives

Le tableau de corrélation ci-dessous montre que, là encore, le type de feedback (entré en deux parties par le biais des deux « *Dummy Variables* ») n'est corrélé à aucune autre variable. Contrairement à l'étude 2, le niveau initial en mathématiques n'est pas lié à la procrastination comportementale.

Tableau 11 – Étude 3 : Corrélations

Variabiles	D1	D2	Proc.	Niveau	Perf ligne	Perf exam
D1 (Sociale vs. Contrôle)	1					
D2 (Tpelle vs. Contrôle)	/	1				
Procrastination comp.	.01	.03	1			
Niveau initial en maths	-.01	-.01	-.08	1		
Performance en ligne	-.03	-.05	-.23*	.19*	1	
Performance à l'examen	-.13	-.04	-.20*	.46**	.50**	1

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$

Une analyse de régression a ensuite été effectuée, afin de voir si la condition, comparaison sociale, comparaison temporelle ou contrôle (trois modalités), la procrastination comportementale (variable continue) et l'interaction entre les deux, pouvaient prédire les performances en ligne et à l'examen.

La variable indépendante « feedback de comparaison » étant multi-catégorielle (3 conditions), nous ne pouvons pas l'entrer telle quelle dans une analyse de régression, comme

nous l'avons fait dans les deux précédentes études. Les deux « *Dummy Variables* » créées (voir Tableau 10) sont donc utilisées pour tester la contribution de chacune dans le modèle de régression. Les deux « *Dummy Variables* » sont entrées en même temps dans le modèle, mais dans une étape séparée afin de pouvoir estimer la contribution générale de la variable « feedback de comparaison » par la variation du R^2 . De la même façon, deux variables d'interaction avec la procrastination comportementale sont calculées avec ces deux « *Dummy Variables* ». Ces deux variables d'interaction sont entrées en même temps dans une troisième étape du modèle afin d'estimer la contribution générale de l'interaction par la variation du R^2 . La régression effectuée est donc une régression hiérarchique en trois étapes.

Comme dans les études précédentes, la variable de procrastination comportementale était centrée. Le niveau initial en mathématiques, mesuré par le questionnaire de connaissance, était centré et entré comme variable contrôle dans le modèle de régression.

3.2. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne

3.2.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique de gauche dans la Figure 26 indique que beaucoup de résidus sont écartés de la ligne diagonale, suggérant une normalité non-acceptable des résidus. Une analyse de l'histogramme des résidus de la variable « performance en ligne » (à droite) nous indique qu'ils sont massés à gauche.

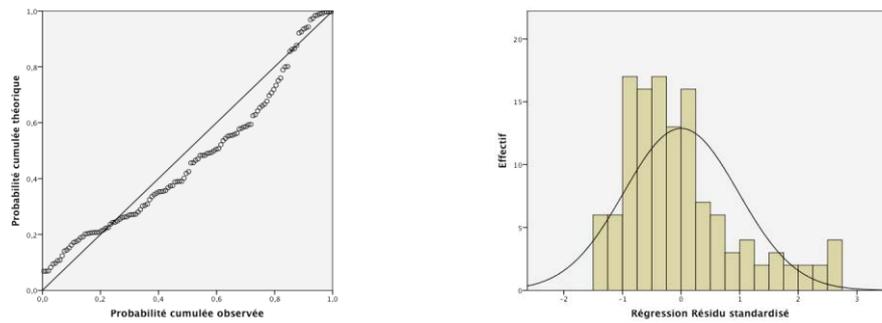


Figure 26 – Étude 3 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis en ligne

Comme dans les deux premières études, une transformation par racine carrée permet de rectifier cette asymétrie, comme le montre la Figure 27.

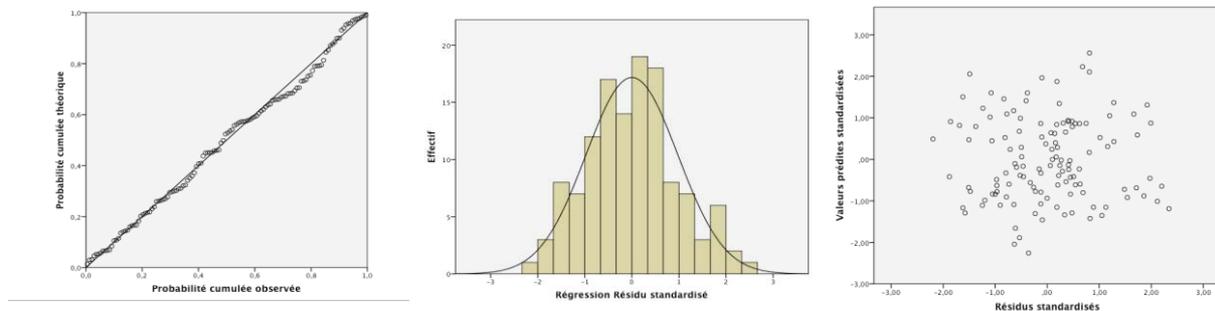


Figure 27 – Étude 3 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du nombre d'exercices réussis en ligne transformé par racine carrée

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 27 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance en ligne transformée par racine carrée. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.2.2. Résultats de la régression linéaire sur la variable « performance en ligne »

Comme le montre le Tableau 12, seuls les effets du niveau initial en mathématiques ($\beta = .22, t = 2.51, p < .05$) et de la procrastination comportementale ($\beta = -.02, t = -2.34, p < .05$)

sont significatifs. L'étape 2 indique que de façon générale, il n'y a pas de différence entre les trois feedbacks de comparaison ($\Delta R^2 = .002$, *ns*). Enfin, l'étape 3 indique qu'il n'y a pas d'interaction entre les trois feedbacks de comparaison et la procrastination comportementale ($\Delta R^2 = .02$, *ns*).

Tableau 12 – Étude 3 : Modèle de régression hiérarchique sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)

Variable	B	SE B	β	95% IC
Étape 1				
Modérateur : Procrastination comportementale	-.04	.02	-.02*	[-0.07, -0.01]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	.23	.09	.22*	[.05, .42]
Étape 2				
Modérateur : Procrastination comportementale	-.04	.02	-.02*	[-0.07, -0.01]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	.23	.09	.22*	[.05, .42]
D1 : Contrôle vs. Comparaison Sociale	-.40	.78	-.05	[-1.94, 1.15]
D2 : Contrôle vs. Comparaison Temporelle	-.31	.78	-.04	[-1.86, 1.24]
Étape 3				
Modérateur : Procrastination comportementale	-.06	.03	-.33*	[-0.11, -0.01]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	.23	.09	.22*	[.04, .41]
D1 : Contrôle vs. Comparaison Sociale	-.40	.78	-.05	[-1.92, 1.17]
D2 : Contrôle vs. Comparaison Temporelle	-.32	.78	-.04	[-1.86, 1.23]
D1 x Modérateur	.02	.04	.05	[-0.06, 0.09]
D2 x Modérateur	.05	.04	.17	[-0.02, 0.13]

Note. IC = intervalle de confiance. D = « Dummy variable » pour la VI feedback de comparaison. R^2 pour l'étape 1 = .09**. ΔR^2 pour l'étape 2 = .002. ΔR^2 pour l'étape 3 = .02. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

3.3. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen

3.3.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique de gauche dans la Figure 28 indique que les résidus suivent la ligne diagonale, suggérant une normalité acceptable des résidus. Une analyse de l'histogramme des résidus de la variable « performance à l'examen » (à droite) nous confirme qu'ils sont normalement distribués.

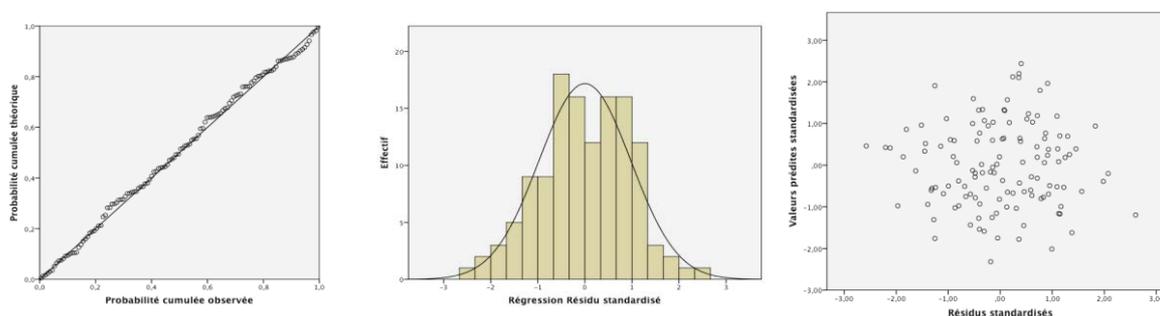


Figure 28 – Étude 3 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 28 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance à l'examen. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.3.2. Résultats de la régression linéaire sur la variable « performance à l'examen »

Comme le montre le Tableau 13, seuls les effets du niveau initial en mathématiques ($\beta = .45, t = 5.69, p < .001$) et de la procrastination comportementale ($\beta = -.16, t = -2.05, p < .05$) sont significatifs. L'étape 2 indique que, de façon générale, il n'y a pas de différence entre les trois feedbacks de comparaison ($\Delta R^2 = .03, p = .103$). Enfin, l'étape 3 indique qu'il n'y a pas

d'interaction entre les trois feedbacks de comparaison et la procrastination comportementale ($\Delta R^2 = .004, ns$).

Tableau 13 – Étude 3 : Modèle de régression hiérarchique sur la performance à l'examen

Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	95% IC
Étape 1				
Modérateur : Procrastination comportementale	-.17	.08	-.16*	[-0.32, -0.01]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	2.88	.51	.45***	[1.88, 3.88]
Étape 2				
Modérateur : Procrastination comportementale	-.17	.08	-.16*	[-0.32, 0.00]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	2.87	.50	.45***	[1.88, 3.86]
D1 : Contrôle vs. Comparaison Sociale	-8.82	4.19	-.19*	[-17.11, -.53]
D2 : Contrôle vs. Comparaison Temporelle	-5.93	4.19	-.13	[-14.23, 2.36]
Étape 3				
Modérateur : Procrastination comportementale	-.11	.14	-.10*	[-0.38, 0.17]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	2.89	.51	.45***	[1.89, 3.89]
D1 : Contrôle vs. Comparaison Sociale	-8.84	4.21	-.19*	[-17.18, -.50]
D2 : Contrôle vs. Comparaison Temporelle	-5.93	4.19	-.13	[-14.36, 2.33]
D1 x Modérateur	-.15	.20	-.08	[-0.54, 0.24]
D2 x Modérateur	-.02	.20	-.01	[-0.41, 0.38]

Note. IC = intervalle de confiance. D = « Dummy variable » pour la VI feedback de comparaison. R^2 pour l'étape 1 = .24***. ΔR^2 pour l'étape 2 = .03 ($p = .104$). ΔR^2 pour l'étape 3 = .004. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Bien que l'étape 2 ne soit que tendancielle, lorsqu'on la regarde en détail, il semble que même si la variable globale « feedback de comparaison » n'a pas d'effet, la variable D1 a un effet significatif. Cette variable compare le groupe recevant un feedback de comparaison

sociale et le groupe contrôle. Il semblerait donc qu'il y ait une différence entre ces deux conditions, concernant la performance à l'examen. Lorsque l'on examine les moyennes de performance à l'examen des trois conditions (voir Tableau 14), on observe que les étudiants de la condition contrôle obtiennent en moyenne de meilleurs résultats que les étudiants des deux autres conditions.

Tableau 14 – Étude 3 : moyennes et écart-types de la performance à l'examen selon la condition expérimentale

Condition	N	Moyenne	Écart-type
Comparaison Sociale	42	45.19	22.73
Comparaison Temporelle	42	47.98	22.08
Contrôle	42	54.47	20.77

4. Discussion de l'étude 3

L'étude 3 avait pour objectif d'évaluer l'influence respective des feedbacks de comparaison sociale et temporelle sur les performances, en comparaison à une condition contrôle dans laquelle les étudiants ne recevaient que des feedbacks de bonne réponse. Les résultats de cette étude ne mettent en évidence aucune différence entre les deux feedbacks de comparaison et la condition contrôle en termes de performance en ligne. En revanche, on voit apparaître une différence dans la performance à l'examen : les étudiants de la condition contrôle réussissent mieux à l'examen et ce, peu importe leur niveau initial en mathématique ou leur niveau de procrastination comportementale. La différence se manifeste surtout pour la condition de feedback de comparaison sociale, dans laquelle les étudiants réussissent moins bien à l'examen que dans les deux autres conditions. Cette différence est difficile à expliquer, dans la mesure où elle n'est pas observée pour les performances en ligne. En effet, il

semblerait que les étudiants de la condition contrôle n'aient pas réussi plus d'exercices sur Exo-St@ts que les étudiants des autres conditions. En revanche, on peut imaginer que les informations délivrées en ligne puissent avoir eu un effet sur les comportements de travail des étudiants en dehors de l'environnement numérique d'apprentissage. Malheureusement, une des limites des études de cette thèse est que nous n'avons pas d'informations concernant les révisions que les étudiants effectuaient en dehors. Cette limite est inhérente à l'aspect écologique de la méthodologie qui ne permet pas, contrairement à des études de laboratoire, de contrôler toutes les variables individuelles pouvant intervenir.

On peut donc s'interroger sur le fait que les étudiants de la condition contrôle aient mieux réussi à l'examen. Les limites citées précédemment nous obligent à des explications spéculatives. Par exemple, nous pouvons penser que le fait de n'obtenir que des feedbacks locaux (c'est-à-dire par exercice – en opposition aux feedbacks de comparaison, que l'on peut considérer comme globaux, selon la terminologie de Melis & Ullrich, 2003) ait pu les encourager à davantage se centrer sur leur maîtrise de chaque domaine de compétence et par conséquent les encourager à travailler ensuite sur les éléments non maîtrisés, en dehors de l'environnement numérique. À l'inverse, les étudiants recevant des feedbacks de comparaison en plus des feedbacks locaux ont pu se contenter d'une impression globale de leur maîtrise et être moins encouragés à approfondir tel ou tel aspect du programme qu'ils maîtrisaient moins bien. On peut également penser que le fait de se comparer, aux autres ou à soi-même, puisse donner un but de performance (Dweck, 1986 ; Nicholls, 1984), surtout lorsque l'étudiant se situe au-dessus des autres ou au-dessus de ses performances passées. Ce sentiment de performance n'encourage pas, encore une fois, à s'intéresser au détail des domaines de compétence que l'on peut encore améliorer. Ces aspects pourront faire l'objet de recherches ultérieures.

Résumé de l'étude 3

- Le type de feedback (comparaison sociale, comparaison temporelle ou feedback local uniquement) n'a pas d'impact sur la performance en ligne.
- Les étudiants de la condition contrôle réussissent légèrement mieux l'examen que les autres.
- La procrastination comportementale et le niveau en mathématiques influencent les deux mesures de performance (en ligne et à l'examen).

D. DISCUSSION DU CHAPITRE 4

Les trois premières études de cette thèse avaient pour objectif d'examiner l'influence des feedbacks globaux de comparaison sociale et temporelle sur les performances en statistiques d'étudiants en première année de psychologie. Ces études s'inscrivaient dans une démarche écologique, avec une manipulation expérimentale insérée dans un contexte d'apprentissage réel, dans lequel les étudiants venaient s'entraîner à des exercices en ligne pour préparer leur examen de fin de semestre en statistiques.

Les résultats des trois études concernant l'influence des deux types de feedbacks de comparaison ne sont pas vraiment concluants. Tout d'abord, les deux feedbacks globaux de comparaison ne semblent pas se différencier directement dans leur impact sur les performances, tant en ligne qu'à l'examen. Ensuite, lorsqu'on les compare à une condition où les étudiants ne bénéficient que de feedbacks locaux, les statistiques descriptives montrent que les étudiants de la condition contrôle ont tendance à légèrement mieux réussir l'examen que les étudiants des deux conditions expérimentales. Enfin, l'interaction entre le feedback de comparaison et la procrastination comportementale, observée dans la première étude, n'est

pas retrouvée dans les études 2 et 3, une fois que le format du feedback de comparaison temporelle a été modifié. On peut penser que le format du feedback de comparaison temporelle utilisé au départ avait tendance à pénaliser les étudiants se connectant tôt à l'exerciceur en ligne.

On ne peut donc pas conclure de manière assurée à un quelconque effet des deux types de feedback de comparaison délivrés. Dans les résultats, on peut voir que les performances des étudiants, en ligne et à l'examen, sont majoritairement influencées par deux variables : la procrastination comportementale et le niveau initial en mathématiques. Ces deux résultats corroborent ce qui a été montré précédemment dans la littérature. Premièrement, rappelons que la procrastination a généralement un effet néfaste sur les performances (van Eerde, 2003), d'autant plus dans les environnements numériques dans lesquels les étudiants, non encadrés, doivent faire preuve de plus d'autorégulation (Tuckman, 2005). Deuxièmement, le niveau en mathématiques, tel qu'il est mesuré par notre questionnaire, reflète une certaine expertise en mathématiques. Les étudiants ayant de bonnes connaissances initiales (et donc une meilleure expertise) seront plus à même de comprendre et d'organiser efficacement les nouvelles notions abordées en statistiques (Cocking & Bransford, 2000). De plus, quand bien même le programme de statistiques ne soit pas limité à des connaissances mathématiques, les étudiants associent systématiquement cette matière universitaire à leur passé en mathématiques (Méot, 2003), ce qui doit vraisemblablement jouer dans leur façon de gérer leur travail.

Ces deux variables invoquées interviennent donc de manière très importante, tant sur le niveau de réussite des étudiants sur l'exerciceur en ligne qu'à l'examen de fin de semestre. Leurs effets étaient peut-être trop puissants pour permettre que toute autre variation ne puisse influencer les mesures de performance.

L'objectif du prochain axe de recherches de cette thèse consistera, en conséquence, à essayer de réduire l'impact de ces variables invoquées. Bien sûr, il serait difficile d'influencer

le niveau initial des étudiants, tant il est ancré dans leur histoire personnelle (Méot, 2003). Une courte intervention en début de semestre ne saurait gommer toute une scolarité de difficultés. En revanche, il est possible d'agir sur la procrastination comportementale : comment pourrait-on encourager les étudiants (ou en tout cas une majorité d'entre eux) à se rendre plus tôt sur l'exerciceur et à l'utiliser régulièrement ? Il est à noter que si l'on compare les utilisateurs d'Exo-St@ts pris en compte pour les études 2 et 3 avec les étudiants n'ayant pas travaillé sur l'exerciceur, on observe une différence de performance à l'examen qui est significative (Delaval *et al.*, 2011). Bien entendu, nous sommes confrontés à un biais d'auto-sélection (Smart, 1966). Les étudiants ayant les meilleures bases en mathématiques et les étudiants les plus motivés sont aussi ceux qui se connectent le plus et plus tôt et qui sont les moins dépendants du format de présentation des documents pédagogiques (Kalyuga, 2007) car les moins susceptibles d'être en situation de surcharge cognitive (Chanquoy, Tricot & Sweller, 2007). Néanmoins, cela illustre l'intérêt d'amener les étudiants à utiliser l'exerciceur Exo-St@ts mis à leur disposition. Si l'on y parvient, cela permettra-t-il aux étudiants les plus faibles de bénéficier de ces exercices ?

De plus, si l'on parvient à amener davantage d'étudiants à utiliser l'exerciceur tôt, il sera intéressant de réétudier l'influence des feedbacks globaux de comparaison. En effet, on peut penser qu'en se connectant plus tôt, les étudiants entreront plus facilement dans des dynamiques de progression en comparaison avec les autres ou avec leur score passé. Les études 4 et 5 constituent ce deuxième axe de recherches et tenteront d'apporter des réponses à ces questions.

CHAPITRE 5 – MISE EN PLACE D’INTERVENTIONS PÉDAGOGIQUES EN TRAVAUX DIRIGÉS

Dans les résultats des trois premières études, on peut remarquer que les performances des étudiants, en ligne et à l’examen, sont majoritairement influencées par deux variables : la procrastination comportementale et le niveau initial en mathématiques.

Les études présentées dans ce chapitre 5 consisteront à relater deux interventions pédagogiques réalisées lors des séances de Travaux Dirigés visant à réduire l’impact de ces variables invoquées qui produisent de puissants effets sur la performance des étudiants en statistiques. Il serait difficile d’influencer le niveau initial des étudiants, tant il est le fruit de longues années d’expérience (Garfield, 1995). Par conséquent, une courte intervention pédagogique en début de semestre ne saurait gommer toute une scolarité de réussites et/ou d’échecs. En revanche, il nous a semblé possible d’agir sur les comportements de procrastination : comment pourrait-on encourager les étudiants (ou en tout cas une majorité d’entre eux) à se rendre plus tôt sur l’exerciceur et à l’utiliser régulièrement ? Si cela est réalisable, cela permettra sans doute à une majorité d’étudiants de bénéficier davantage de ces exercices et notamment à ceux ayant un faible niveau initial en mathématiques. Dans un deuxième temps, si les étudiants se connectent plus majoritairement au début du semestre, on peut penser qu’ils entreront plus facilement dans la dynamique créée par les feedbacks globaux de comparaison délivrés en ligne. Les études 4 et 5 de ce deuxième axe de recherche tenteront donc de répondre à quatre objectifs : le premier objectif cherche à amener plus d’étudiants à utiliser Exo-St@ts ; le deuxième objectif vise à réduire la procrastination des étudiants en les encourageant à se connecter plus tôt à Exo-St@ts ; une fois le deuxième objectif atteint, le troisième objectif vise à augmenter la réussite d’une majorité d’étudiants et des plus faibles en particulier ; le quatrième objectif examine l’impact des feedbacks de

comparaison de la même façon que dans les études précédentes, une fois que la procrastination a été réduite. Les trois premiers objectifs relèvent du domaine de la méthodologie de recherches que l'on peut appeler « recherche-action » et qui a été définie comme des « recherches dans lesquelles il y a une action délibérée de transformation de la réalité ; recherches ayant un double objectif : transformer la réalité et produire des connaissances concernant ces transformations » (Hugon & Seibel, 1988, p. 13).

A. ÉTUDE 4 : RÉDUIRE LA PROCRASTINATION PAR DES FICHES D'AUTO-ÉVALUATION

1. Introduction

Le premier objectif de cette étude est donc de réduire les comportements de procrastination des étudiants. En effet, la procrastination avait une influence importante sur les différentes mesures de réussite des étudiants dans les trois études précédentes. Cet effet néfaste de la procrastination sur les performances académiques a déjà été montré dans la littérature (e.g., Fritzsche, Rapp Young & Hickson, 2003 ; Steel, 2007 ; van Eerde, 2003) et peut être notamment expliqué par le fait qu'en reportant le début de son travail, un étudiant a ensuite moins de temps avant la date butoir (que ce soit un examen ou un devoir à rendre). Cette étude vise donc prioritairement à favoriser une utilisation massive d'Exo-St@ts pour un entraînement et des révisions efficaces et garantes d'une meilleure réussite des étudiants et que cette utilisation débute le plus tôt possible afin que les étudiants aient plus de temps pour s'entraîner sur l'interface. Le dispositif mis en place pour cela consiste en une intervention réalisée lors des séances de Travaux Dirigés et basée sur un principe de fiches à rendre au début de toutes les séances. Ce principe peut être étayé par plusieurs éléments de la littérature.

Premièrement, nous avons vu lors du chapitre précédent que l'utilisation d'un environnement numérique requiert davantage d'autorégulation de la part des étudiants, eu

égard à l'absence de supervision et d'interaction (Mory, 2003 ; Tuckman, 2005). Comme nous l'avons vu dans le chapitre 2, cette autorégulation implique que les étudiants planifient leur tâche et notamment se fixent des buts. Cette planification est suivie par la mise en œuvre de stratégies et enfin l'évaluation des résultats obtenus permet l'adaptation du comportement (Pintrich, 2000 ; Zimmerman & Schunk, 2001). Or, il a été montré que dans le cas d'étudiants ayant tendance à procrastiner, des interventions externes, sous forme de dates butoirs imposées par exemple, sont plus efficaces que les dates butoirs que les étudiants pourraient se fixer eux-mêmes (Ariely & Wertenbroch, 2002 ; Rabin, Fogel & Nutter-Upham, 2011). En d'autres termes, imposer des objectifs liés à des dates butoirs encouragerait les étudiants à travailler plus régulièrement et de manière moins tardive que des objectifs plus vagues qu'ils se fixeraient eux-mêmes. De fait, leur demander de rendre à chaque séance une fiche en rapport avec leur activité sur Exo-St@ts devrait les aider à travailler plus tôt, dans le sens où cela leur imposerait plusieurs dates butoirs intermédiaires.

Deuxièmement et dans la continuité du premier point, les dates butoirs intermédiaires renvoient au concept d'objectif proximal (Bandura, Carré, & Lecomte, 2003). En effet, ces auteurs ont montré que :

La meilleure façon de maintenir la motivation personnelle est de combiner un objectif à long terme, qui fixe l'orientation du projet, avec une série de sous-objectifs accessibles, destinés à guider et à maintenir les efforts de la personne tout au long du parcours. (p. 329)

Ainsi, une tâche qui est évitée car perçue comme trop complexe, peut être rendue plus « accessible » par la création d'objectifs proximaux et la fixation de date butoirs plus courtes (van Eerde, 2000).

Troisièmement, la notion d'intervention extérieure pour aider les étudiants à mettre en place une régulation de leur travail renvoie aux notions de motivation intrinsèque (Harlow, 1950) et extrinsèque (Deci & Ryan, 1985). La motivation intrinsèque réfère au fait qu'une action est conduite uniquement par l'intérêt et le plaisir que l'individu trouve à l'action, sans attente de récompense externe. La motivation extrinsèque, à l'inverse, signifie que l'action est provoquée par une circonstance extérieure à l'individu (punition, récompense, pression sociale, obtention de l'approbation d'une personne tierce...). On retrouve dans la littérature le fait que la procrastination consiste en une motivation intrinsèque basse (Pychyl, Lee, Thibodeau & Blunt, 2000 ; Solomon & Rothblum, 1984 ; Vansteenkiste, Sierens, Soenens, Luyckx & Lens, 2009), alors même que cette motivation intrinsèque est davantage requise pour les environnements numériques d'apprentissage (Wighting, Jing Liu & Rovai, 2008). Donner aux étudiants des « contraintes » externes de rendus pourrait leur permettre de s'appuyer sur une motivation plus extrinsèque.

2. Méthode

2.1. Participants

L'échantillon se compose de 527 étudiants de première année de psychologie (437 femmes et 90 hommes) qui ont passé l'examen de statistiques et ont répondu au questionnaire de connaissances en mathématiques. Ils étaient âgés de 17 à 68 ans ($M = 19.25$; $SD = 3.10$).

2.2. Matériel

Les étudiants étaient toujours encouragés à utiliser l'exerciseur Exo-St@ts tel que nous l'avons décrit dans le chapitre précédent. Les feedbacks délivrés dans l'exerciseur sont les mêmes que ceux de l'étude 3. En effet, chaque groupe bénéficiait de feedbacks locaux sous la forme de traits de couleurs soulignant chaque exercice effectué (rouge pour les exercices

échoués, vert pour les exercices réussis, voir Figure 25 p. 106). En plus de ces feedbacks locaux, les groupes de comparaison sociale et temporelle bénéficiaient d'un feedback global sous la forme d'un graphique de visualisation, identiques à ceux de l'étude 3. Le matériel utilisé pour l'intervention en TD, qui avait pour objectif d'amener plus d'étudiants à utiliser Exo-St@ts et à le faire plus tôt, consistait en des livrets de suivi distribués aux étudiants lors du premier enseignement de psychologie statistique en travaux dirigés (TD).

2.2.1. Livrets de suivi

Ces livrets de suivi (voir Annexe 5) consistaient en cinq fiches d'auto-évaluation que les étudiants devaient rendre au début de chaque TD. Chaque fiche d'auto-évaluation contenait une grille comprenant les 15 domaines de compétences abordés dans l'exerciseur Exo-St@ts (ex : « Identifier les indices de centralité et de dispersion adaptés au niveau de mesure »). Face à chaque domaine de compétence, l'étudiant devait cocher le niveau d'acquisition qu'il pensait avoir atteint : « peu ou pas acquis », « partiellement acquis », ou « globalement acquis ». La consigne donnée aux étudiants était qu'ils devaient remplir cette fiche d'auto-évaluation avant de venir en TD et la donner à leur enseignant en début de cours.

Le lien avec Exo-St@ts était introduit de plusieurs façons. Tout d'abord, chaque fiche d'auto-évaluation renvoyait aux domaines de compétences d'Exo-St@ts, ce qui avait pour objectif de réactiver chez les étudiants le fait de s'y connecter. De plus, le livret de suivi, qui contenait les cinq fiches, comprenait également une notice d'utilisation dans laquelle était indiquée la marche à suivre pour aller sur Exo-St@ts. Dans cette notice était également noté que les domaines de compétences contenus dans les fiches d'auto-évaluation correspondaient aux domaines couverts par Exo-St@ts et que les étudiants devaient remplir chaque fiche notamment en fonction des exercices qu'ils auraient faits sur l'exerciseur (en plus de leur travail complémentaire comme reprendre les TD, faire des exercices sur papier ou travailler

sur des annales d'examens disponibles avec et sans correction sur la plateforme Moodle habituelle des étudiants, i.e. CURSUS).

2.3. Procédure

Les livrets contenant les fiches d'auto-évaluation étaient distribués lors du premier TD et le rendu des fiches d'auto-évaluation était présenté comme obligatoire, sans mentionner de quelconques sanctions en cas d'absence de retour. Il était indiqué qu'en cas d'absence au TD, les étudiants avaient la possibilité de rendre leurs fiches en les déposant dans une boîte prévue à cet effet. Contrairement aux trois premières études pour lesquelles Exo-St@ts était ouvert environ en milieu de semestre, pour cette étude l'ouverture se faisait en même temps que le début des TD, afin que les cours en présentiel et l'exerciceur soient suivis le plus possible en parallèle. Ainsi, 15 semaines se déroulaient entre son ouverture et sa fermeture, ce qui correspond aux 12 semaines de cours et aux trois semaines de vacances ou de révision avant l'examen. Une fois l'inscription sur Exo-St@ts effectuée, les mesures étaient les mêmes que pour les trois premières études.

3. Résultats

3.1. Comparaison de cohortes

Afin d'évaluer l'efficacité de l'intervention mise en œuvre en TD (les fiches d'auto-évaluation), nous comparons différentes statistiques pour la cohorte de cette étude (cohorte 2011-2012) et pour la cohorte précédente, pour laquelle il n'y avait pas d'intervention en TD (cohorte 2010-2011). Nous examinerons ces mêmes statistiques en séparant les étudiants selon leur niveau initial en mathématiques (la séparation a été effectuée par la médiane). Il sera intéressant de voir quels étudiants ont retiré le plus de bénéfice du dispositif mis en place.

En effet, comme énoncé plus haut, le troisième objectif de cette étude était d'augmenter la réussite d'une majorité d'étudiants et des plus faibles en particulier.

3.1.1. Objectif 1 : Le dispositif mis en place en TD a-t-il permis d'amener plus d'étudiants à se connecter à Exo-St@ts ?

Tout d'abord, le Tableau 15 ci-dessous nous montre le pourcentage d'étudiants actifs (c'est-à-dire ayant fait au moins un exercice) sur Exo-St@ts.

Tableau 15 – Étude 4 : Pourcentage d'étudiants actifs sur Exo-St@ts

Niveau	Cohorte	Intervention	Nb d'étudiants	Nb d'actifs	Pourc. d'actifs
Total	2010-2011	Aucune	433	213	49.19 %
	2011-2012	Livret suivi	527	331	62.81 %
Faible	2010-2011	Aucune	224	98	43.75 %
	2011-2012	Livret suivi	274	168	61.31 %
Fort	2010-2011	Aucune	209	115	55.02 %
	2011-2012	Livret suivi	253	163	64.42 %

Pour l'ensemble des étudiants, on note une progression de 13.62 % dans la proportion d'étudiants actifs sur Exo-St@ts. Une analyse d'indépendance indique que cette différence de proportion est bien significative $\chi^2 (1) = 17.95, p < .001$.

La différence est plus marquée chez les étudiants ayant un faible niveau de départ, où l'on remarque une progression de 17.56 %. La différence de proportion est bien significative pour les étudiants les plus faibles, $\chi^2 (1) = 15.28, p < .001$.

Bien que la différence de proportion soit moins importante chez les forts (11.40 % d'augmentation), elle est également significative, $\chi^2 (1) = 4.22, p < .05$.

Ainsi, le dispositif des fiches d'auto-évaluation a conduit plus d'étudiants à utiliser Exo-St@ts et cette augmentation est plus forte chez les étudiants les plus faibles. Cela correspond exactement au premier objectif énoncé et constitue donc un premier résultat très positif de ce dispositif de recherche-action. On peut d'ailleurs noter que pour la première cohorte, les étudiants ayant un faible niveau initial avaient proportionnellement moins utilisé Exo-St@ts que les étudiants ayant un bon niveau initial, alors que cette différence s'estompe pour la deuxième cohorte. Les analyses d'indépendance confirment cela : la différence de proportion entre les étudiants faibles et forts est significative pour la première cohorte, $\chi^2(1) = 5.50, p < .05$ et ne l'est pas pour la deuxième, $\chi^2(1) = .55, ns$.

Si ce pourcentage est un résultat positif en soi, il faut également répondre au deuxième objectif : le dispositif a-t-il permis qu'une plus grande partie des étudiants se connectent pour la première fois *plus tôt* ? En d'autres termes, l'intervention pédagogique a-t-elle permis de réduire les comportements de procrastination ?

3.1.2. Objectif 2 : Le dispositif mis en place en TD a-t-il permis d'amener les étudiants à se connecter plus tôt à Exo-St@ts ?

Afin de comparer la répartition de la première connexion à Exo-St@ts des étudiants, nous avons découpé le semestre en trois périodes (« début du semestre », « milieu du semestre », « fin du semestre »), en divisant le nombre total de jours par trois. Le tableau suivant indique la répartition en pourcentage de la première connexion des étudiants dans les trois périodes pour les deux cohortes.

Tableau 16 – Étude 4 : Répartition de la première connexion des étudiants dans les trois périodes pour les deux cohortes

Niveau	Cohorte	Intervention	Début	Milieu	Fin
Total	2010-2011	Aucune	40.85 %	16.90 %	42.25 %
	2011-2012	Livret suivi	64.95 %	11.78 %	23.26 %
Faibles	2010-2011	Aucune	32.08 %	18.87 %	49.06 %
	2011-2012	Livret suivi	63.89 %	13.89 %	22.22 %
Forts	2010-2011	Aucune	49.57 %	14.78 %	35.65 %
	2011-2012	Livret suivi	66.26 %	9.82 %	23.93 %

Le Tableau 16 permet de confirmer que le deuxième objectif (i.e. réduire la procrastination) a été atteint, puisque dans l'ensemble on remarque une progression de plus de 24% du pourcentage d'étudiants s'étant connectés dans le premier tiers du semestre. Une analyse d'indépendance indique que la différence de répartition est bien significative pour l'ensemble des étudiants $\chi^2(1) = 31.26, p < .001$.

Chez les étudiants les plus faibles, cette progression est particulièrement marquée puisqu'on remarque une progression de plus de 30% du pourcentage d'étudiants s'étant connectés dans le premier tiers du semestre. La différence de proportion est significative pour les étudiants les plus faibles, $\chi^2(2) = 28.61, p < .001$.

La différence de proportion chez les étudiants les plus forts est également significative, $\chi^2(2) = 7.79, p < .05$.

Il semblerait donc que le dispositif de fiches d'auto-évaluation ait permis d'inciter davantage d'étudiants à utiliser Exo-St@ts de façon plus précoce. Ce résultat est d'autant plus vrai pour les étudiants ayant un faible niveau initial en mathématiques. On peut d'ailleurs noter, comme pour le pourcentage d'utilisateurs, que la différence entre étudiants faibles et étudiants forts est plus importante pour la première cohorte que pour la deuxième. Les

analyses d'indépendance confirment ceci : la différence de répartition dans les trois périodes selon le niveau initial est significative pour la première cohorte, $\chi^2(2) = 7.90, p < .05$ et ne l'est pas pour la deuxième, $\chi^2(2) = 1.20, ns$.

On peut alors penser que si davantage d'étudiants se sont connectés tôt, cela a pu augmenter le nombre moyen d'exercices réussis sur Exo-St@ts. Le troisième objectif de l'intervention pédagogique visait en effet à améliorer la réussite d'une majorité d'étudiants.

3.1.3. Objectif 3 : Le dispositif mis en place en TD a-t-il permis d'améliorer la réussite des étudiants ?

Le Tableau 17 ci-dessous compare les données concernant les exercices réussis en ligne pour les deux cohortes. Ce tableau permettra également de comparer le pourcentage de réussite moyen à l'examen – plus particulièrement aux deux premières parties qui sont similaires d'une année à l'autre.

Tableau 17 – Étude 4 : Nombre moyen d'exercices réussis sur Exo-St@ts et pourcentage moyen de réussite à l'examen pour les deux cohortes

Niveau	Cohorte	Intervention	Exercices réussis		Réussite à l'examen	
			M	SD	M	SD
Total	2010-2011	Aucune	66.73	61.54	44.03	28.78
	2011-2012	Livret suivi	60.94	59.30	44.00	29.47
Faibles	2010-2011	Aucune	56.84	56.96	34.17	24.55
	2011-2012	Livret suivi	54.80	43.85	35.31	26.88
Forts	2010-2011	Aucune	79.86	67.32	54.60	29.26
	2011-2012	Livret suivi	71.61	58.64	53.41	29.31

Des t tests ont été réalisés pour analyser les différences entre les deux cohortes. Auparavant, nous devons vérifier que les variables sont bien distribuées normalement et effectuer les transformations adaptées le cas échéant.

3.1.3.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité de la performance en ligne

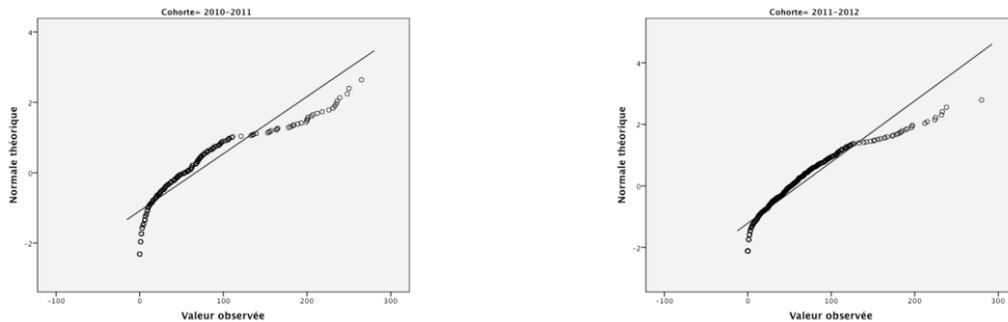


Figure 29 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q des résidus de la performance en ligne, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et pour la cohorte 2011-2012 (à droite)

Conformément aux trois études précédentes, la variable « nombre d'exercices réussis » n'est pas distribuée normalement : on peut le voir par la courbe des résidus (voir Figure 29) qui s'écarte de la diagonale. De même que lors des études précédentes, les histogrammes (voir Figure 30) montrent que la distribution est massée à gauche, avec une majorité d'observations dans les valeurs minimales.

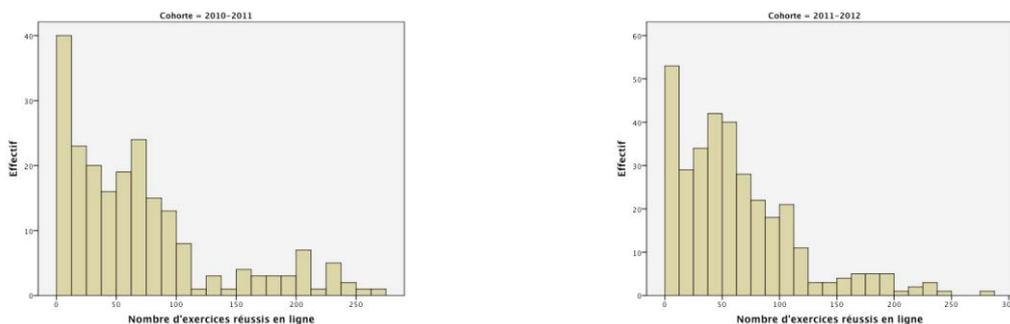


Figure 30 – Étude 4 : Histogrammes des effectifs de la performance en ligne pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et pour la cohorte 2011-2012 (à droite)

De la même façon que pour les trois premières études, une transformation par racine carrée permet de rectifier ce biais d'anormalité, comme le montre la Figure 31.

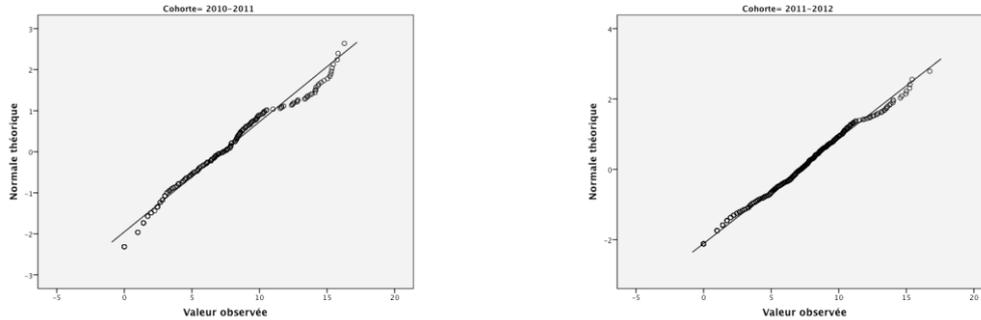


Figure 31 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q des résidus de la variable performance en ligne transformée par racine carrée, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite)

3.1.3.2. Test de la normalité et de l'homoscédasticité de la performance à l'examen

Les résidus de la variable « pourcentage de réussite aux deux premières parties de l'examen » utilisée pour la comparaison de cohorte s'écartent également trop de la diagonale (Figure 32).

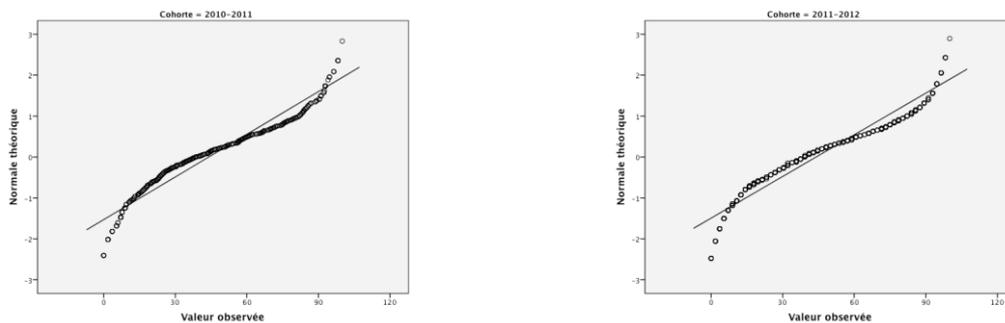


Figure 32 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q des résidus de la variable performance à l'examen, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite)

Là encore, les histogrammes des deux cohortes montrent que la variable est légèrement massée à gauche (Figure 33).

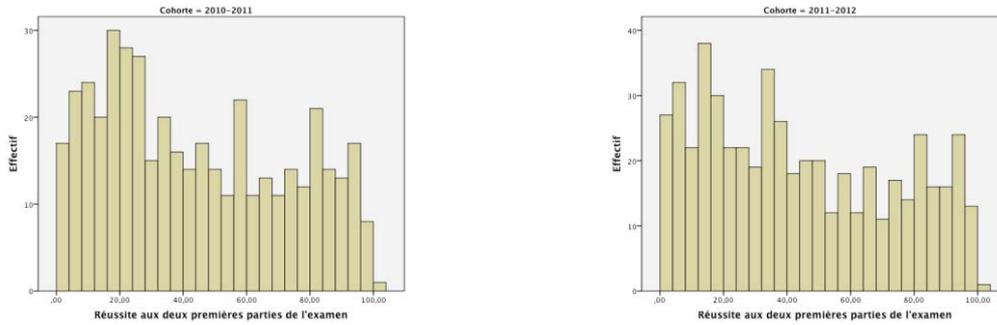


Figure 33 – Étude 4 : Histogrammes des effectifs de la réussite aux deux premières parties de l'examen pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite)

Une transformation par racine carrée permet de rectifier cette anomalie (voir Figure 34).

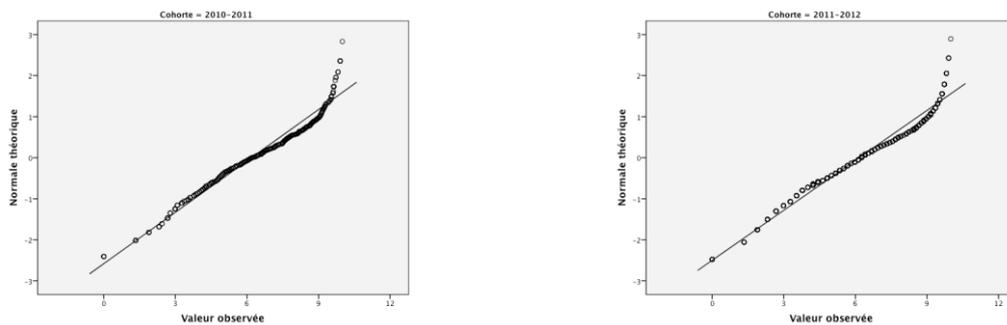


Figure 34 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q de la réussite aux deux premières parties de l'examen transformée par racine carrée, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite)

3.1.3.3 Comparaison des cohortes

Des *t* tests ont été réalisés pour comparer les mesures de réussite en fonction de la cohorte. Pour chaque analyse, nous vérifions l'homogénéité des variances par le test de Levene. Dans les cas où l'homogénéité des variances n'est pas respectée, Field (2005) recommande d'utiliser les statistiques prenant en compte le non respect de cette hypothèse pour reporter les résultats du *t* test (p. 303).

Pour l'ensemble des étudiants, le test de Levene indique que l'homogénéité des variances n'est pas respectée pour la réussite en ligne ($F = 3.96, p < .05$) et qu'elle est respectée pour la réussite à l'examen ($F = .27, ns$). Le fait qu'une plus grande proportion

d'étudiants commence à s'entraîner plus tôt ne modifie pas le nombre moyen d'exercices réussis, $t(458.5) = .74, ns$. Lorsque l'on s'intéresse aux parties de l'examen qui ne changent pas d'une année à l'autre, il n'y a pas de différence entre les deux cohortes, $t(958) = .19, ns$.

Chez les étudiants ayant un faible niveau initial, le test de Levene indique que l'homogénéité des variances n'est pas respectée pour la réussite en ligne ($F = 3.82, p < .10$) et qu'elle est respectée pour la réussite à l'examen ($F = 1.62, ns$). Les analyses indiquent que la différence entre les deux cohortes n'est pas significative pour le nombre d'exercices réussis, $t(180.40) = -.21, ns$. La différence n'est pas non plus significative pour la réussite à l'examen, $t(496) = -.23, ns$.

Chez les étudiants ayant un bon niveau initial, le test de Levene indique une homogénéité des variances satisfaisante pour la réussite en ligne ($F = .23, ns$) et pour la réussite à l'examen ($F = .00, ns$). Les analyses indiquent qu'il n'y a pas de différence entre les deux cohortes, ni en termes d'exercices passés, $t(276) = .05, ns$, ni en termes de réussite à l'examen, $t(460) = .49, ns$.

3.2. Objectif 4 : Effet du type de feedback et de la procrastination sur les performances

Comme nous l'avons vu dans les analyses précédentes, la mise en place d'une intervention pédagogique en Travaux Dirigés a permis de modifier certains comportements en encourageant davantage d'étudiants à se connecter plus tôt à Exo-St@ts, notamment les étudiants ayant un faible niveau initial en mathématiques. Si ces changements n'ont pas provoqué de hausse dans le nombre d'exercices réussis, la dynamique de progression en a peut-être été changée, notamment au niveau de l'impact des feedbacks. En effet, si une plus grande proportion d'étudiants s'est connectée tôt, ceux-ci étaient probablement plus à même

de bénéficier d'un feedback de comparaison, en particulier de comparaison sociale, avec une possibilité d'entrer dans une dynamique de progression par rapport aux autres étudiants.

Le quatrième objectif de cette étude était donc d'examiner l'impact du type de feedback délivré sur Exo-St@ts sur la réussite des étudiants, une fois les comportements de procrastination réduits.

Suite à un problème technique en milieu de semestre dans le fonctionnement du feedback de comparaison temporelle, nous avons été contraints de retirer cette condition des analyses et donc les résultats des 120 étudiants qu'elle contenait. En effet, en milieu de semestre, le graphique a cessé d'afficher les nouvelles semaines, arrêtant ainsi la comparaison temporelle. Les analyses qui suivent ont ainsi pris en compte uniquement la condition contrôle, dans laquelle seuls des feedbacks locaux (i.e. réussite à chaque exercice) étaient délivrés et la condition de comparaison sociale présentant ces mêmes feedbacks locaux mais avec en plus un feedback global de comparaison sociale (mon score et le score moyen de tous les utilisateurs de l'exerciceur).

Les 228 étudiants restant (195 femmes et 33 hommes) étaient âgés de 17 à 60 ans ($M = 18.75$, $SD = 3.09$). Ils étaient répartis dans les deux conditions tels que 115 d'entre eux étaient en condition contrôle et 113 en condition de comparaison sociale.

Des analyses de régression ont été effectuées, afin de voir si la condition, comparaison sociale ou contrôle (codées +1 et -1), la procrastination comportementale (variable continue) et l'interaction entre les deux, permettaient de prédire la performance en ligne (nombre d'exercices réussis au premier essai) et la performance à l'examen. De la même façon que lors des trois premières études, la variable de procrastination comportementale était centrée et l'interaction était créée par le produit des deux variables indépendantes. Le niveau initial en mathématiques était centré et entré comme variable contrôle dans le modèle de régression.

3.3. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne

3.3.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique de gauche dans la Figure 35 indique que beaucoup de résidus sont écartés de la ligne diagonale, suggérant une normalité non acceptable des résidus. Une analyse de l'histogramme des résidus de la variable « performance en ligne » (à droite) nous indique qu'ils sont massés à gauche.

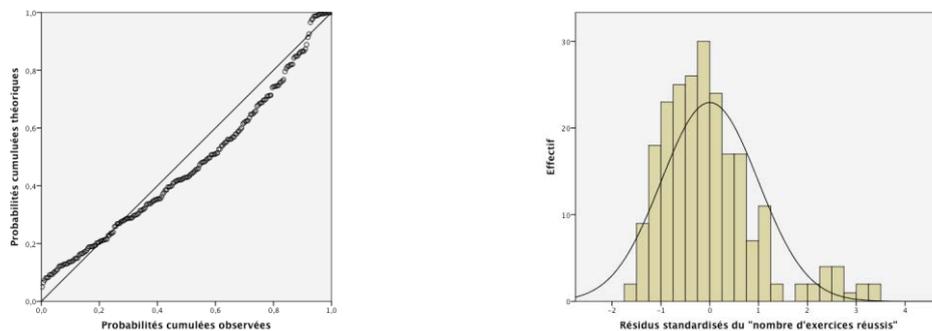


Figure 35 – Étude 4 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis

Comme dans les études précédentes, une transformation par racine carrée permet de rectifier cette asymétrie, comme le montre la Figure 36.

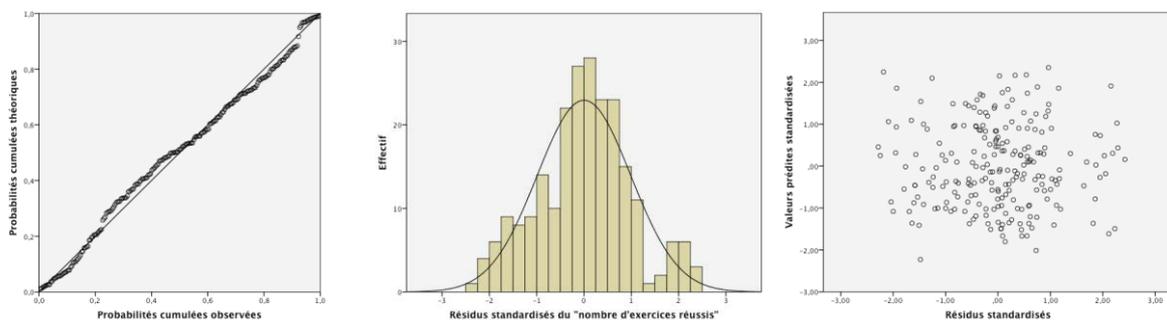


Figure 36 – Étude 4 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du nombre d'exercices réussis transformé par racine carrée

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 36 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance en ligne transformée par racine carrée. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.3.2. Résultat de la régression sur la performance en ligne

L'analyse de régression montre que le modèle général n'est pas significatif, $R^2 = .03$, $F(4, 223) = 1.95$, *ns*. Comme le montre le Tableau 18, l'effet principal du type de comparaison n'est pas significatif ($\beta = -.08$, $t = -1.23$, *ns*); la procrastination comportementale a un effet négatif tendanciel ($\beta = -.11$, $t = -1.68$, $p < .10$). Étonnamment, le niveau initial en mathématiques n'a pas ici d'effet significatif ($\beta = .09$, $t = 1.41$, *ns*). L'interaction entre feedback de comparaison et procrastination comportementale n'est pas significative ($\beta = .08$, $t = 1.15$, *ns*).

Tableau 18 – Étude 4 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)

Variable	B	SE B	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	-.27	.22	-.08	[-.70, 0.16]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.01	.01	-.11†	[-0.02, 0.00]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	.01	.01	.08	[-0.01, 0.02]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	.09	.06	.09	[-0.05, 0.49]

Note. IC = intervalle de confiance. $R^2 = .03$. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

^a -1 = Comparaison sociale; 1 = Contrôle

3.4. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen

3.4.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique à gauche de la Figure 37 indique que peu de résidus sont écartés de la ligne diagonale, suggérant une normalité acceptable des résidus. Une analyse de l'histogramme des résidus de la variable « performance à l'examen » (au milieu) nous confirme qu'ils sont normalement distribués.

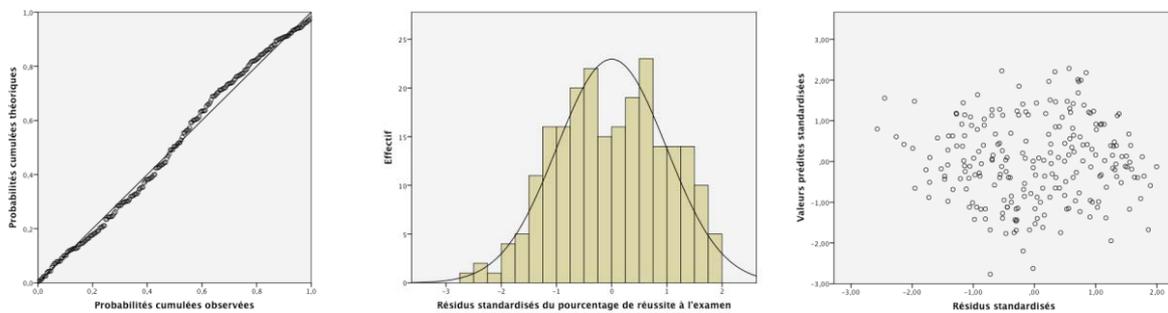


Figure 37 – Étude 4 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 37 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance à l'examen. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.4.2. Résultat de la régression sur la performance à l'examen

L'analyse de régression montre que le modèle général est significatif, $R^2 = .23$, $F(4, 223) = 16.14$, $p < .001$. Comme le montre le Tableau 19, l'effet principal du type de comparaison n'est pas significatif ($\beta = -.04$, $t = -.74$, ns) ; la procrastination comportementale

a un effet négatif significatif ($\beta = -.18, t = -3.10, p < .01$). Comme on pouvait s'y attendre, le niveau initial en mathématiques a un très fort effet positif ($\beta = .43, t = 7.15, p < .001$). L'interaction entre le type de comparaison et la procrastination comportementale n'est pas significative ($\beta = .09, t = 1.49, ns$).

Tableau 19 – Étude 4 : Modèle de régression sur la performance à l'examen

Variable	B	SE B	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	-1.11	1.51	-.04	[-4.08, 1.86]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.12	.04	-.18**	[-0.20, -0.04]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	-.06	.04	.09	[-0.02, 0.14]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	3.13	.44	.43***	[2.26, 3.99]

Note. IC = intervalle de confiance. $R^2 = .23^{***}$. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

^a -1 = Comparaison sociale ; 1 = Contrôle

4. Discussion de l'étude 4

4.1. Objectif 1 : augmenter le nombre d'utilisateurs d'Exo-St@ts

Le premier objectif de l'intervention pédagogique était d'amener davantage d'étudiants à utiliser Exo-St@ts, en particulier ceux ayant des bases en mathématiques plus faibles. Ce premier objectif a été atteint, puisque le pourcentage d'étudiants ayant utilisé Exo-St@ts est plus important que l'année précédente. De plus, il semble que l'intervention pédagogique ait particulièrement profité aux étudiants ayant un faible niveau initial en mathématiques, chez qui l'augmentation du pourcentage d'actifs sur Exo-St@ts est la plus marquée. Ce résultat est intéressant dans le sens où les étudiants ayant un faible niveau initial étaient les plus susceptibles de considérer les exercices de statistiques comme complexes et anxiogènes ; la contrainte externe que nous leur avons donnée par l'intervention pédagogique

semble les avoir aidés à dépasser ces craintes et à faire la démarche de s'inscrire sur l'exerciseur.

4.2. Objectif 2 : réduire les comportements de procrastination

Le deuxième objectif de l'intervention pédagogique en Travaux Dirigés mise en place dans cette étude était de faire en sorte qu'une plus grande proportion d'étudiants, en particulier les plus faibles, se connecte tôt à Exo-St@ts, afin d'avoir plus de temps pour s'entraîner aux exercices et ainsi mieux bénéficier des feedbacks délivrés. Les premières statistiques confirment que ce premier objectif a été atteint : une grande partie des étudiants s'est connectée dans le premier tiers du semestre.

Concernant cette dynamique de connexion plus précoce, on peut remarquer que ce sont surtout les étudiants ayant un niveau faible au départ qui en bénéficient davantage. Ces étudiants auraient d'ordinaire eu des difficultés à se décider à utiliser Exo-St@ts précocement, son contenu pouvant être par exemple anxiogène. Les résultats de cette étude indiquent que ces étudiants ont pu profiter de la contrainte extérieure qui leur était proposée pour franchir le pas rapidement.

4.3. Objectif 3 : améliorer la réussite des étudiants

Contrairement à nos attentes, le fait que davantage d'étudiants se soient connectés de façon précoce à l'exerciseur n'a pas eu comme conséquence d'augmenter le nombre moyen d'exercices réussis sur l'exerciseur. En effet, si une plus grande partie des étudiants se connectent plus tôt, une plus grande partie dispose de plus de temps pour s'entraîner ; le nombre moyen d'exercices réussis devrait logiquement augmenter et pourtant il n'en est rien. Cela semble particulièrement être le cas pour les étudiants les plus faibles au départ. En effet, s'ils ont « rattrapé » les étudiants ayant un bon niveau initial en termes de pourcentage

d'étudiants actifs et de proportion de première connexion précoce, cela n'a pas été le cas pour leurs performances en ligne et à l'examen.

Plusieurs explications sont possibles : une partie des étudiants a pu se sentir obligée de se connecter « pour la forme », en raison de la contrainte des fiches d'auto-évaluation qu'ils devaient rendre. Ce comportement contraint par les attentes extérieures a pu, paradoxalement, être associé à une moindre utilisation de l'outil au final. De plus, une première connexion tôt dans le semestre ne signifie pas un travail régulier : un étudiant peut se connecter une première fois puis attendre plusieurs semaines avant de se reconnecter pour faire de nouveaux exercices.

En résumé, il semblerait que l'intervention pédagogique mise en place ait eu un effet très superficiel : certains étudiants ont pu répondre à l'intervention externe par la réponse attendue (une connexion précoce à l'exercice) sans que cela ait déclenché un engagement actif dans l'apprentissage ou une forme plus autodéterminée de motivation extrinsèque (Deci & Ryan, 2002). Ces auteurs parlent dans ce cas de régulation externe comme forme de motivation extrinsèque la moins autodéterminée, où l'individu agit uniquement pour répondre aux attentes extérieures.

4.4. Objectif 4 : examiner l'impact des feedbacks de comparaison

Le quatrième objectif de cette étude était d'examiner l'impact des feedbacks de comparaison sur la réussite des étudiants, une fois les comportements de procrastination réduits. En effet, comme nous l'avons abordé dans le chapitre 4, un feedback de comparaison nécessite que celui à qui il est délivré entre dans une certaine dynamique de comparaison pour que cela ait un impact bénéfique. Or, nous faisons l'hypothèse qu'un étudiant se connectant tard à l'exercice ne puisse pas entrer dans cette dynamique ; en particulier dans la condition

de comparaison sociale dans laquelle l'écart avec la moyenne de l'ensemble des utilisateurs est trop important pour qu'il puisse y avoir comparaison (Festinger, 1954).

Les étudiants de cette cohorte se sont donc plus massivement connectés tôt et nous avons examiné l'impact des feedbacks à partir de cette nouvelle dynamique de connexion. La condition de comparaison temporelle ayant dû être retirée des analyses pour cause de bug informatique, nous avons comparé la condition de feedback de comparaison sociale à la condition contrôle dans laquelle seuls des feedbacks locaux (réussite à un exercice) étaient délivrés. Les analyses montrent que le type de feedback n'a pas d'impact sur la réussite, aussi bien en ligne qu'à l'examen. Ainsi, le feedback de comparaison sociale n'a pas eu l'effet bénéfique escompté et ce même si nous sommes parvenus à réduire les comportements de procrastination. Cette absence de différence peut bien sûr s'expliquer par les raisons abordées précédemment : la procrastination n'a peut-être été réduite qu'en surface et il se peut que les étudiants se connectaient trop ponctuellement pour que le type de feedback puisse avoir un quelconque impact.

Pour conclure, les résultats de cette étude montrent un impact trop superficiel de l'intervention pédagogique réalisée lors des séances de Travaux Dirigés. Il serait alors nécessaire de mettre en place une intervention qui permette non seulement d'inciter les étudiants à utiliser Exo-St@ts et à le faire plus tôt, mais surtout qui les encourage à s'engager activement dans leur apprentissage, ce qui n'était peut-être pas assez le cas pour les étudiants de cette étude. L'étude 5 visera à répondre à cet objectif.

Résumé de l'étude 4

- Le dispositif de fiches d'auto-évaluation à rendre en TD a encouragé une plus grande partie des étudiants à se connecter à Exo-St@ts. Ce résultat est particulièrement vrai chez les étudiants ayant un faible niveau initial.
- Le dispositif de fiches d'auto-évaluation à rendre en TD a encouragé plus d'étudiants à se connecter tôt. Ce résultat est particulièrement vrai chez les étudiants ayant un faible niveau initial.
- La réduction des comportements de procrastination n'a pas permis d'augmenter le nombre d'exercices réussis sur l'exerciseur, ni la réussite à l'examen.
- La réduction des comportements de procrastination n'a pas provoqué un effet bénéfique du feedback de comparaison sociale.

B. ÉTUDE 5 : RÉDUIRE LA PROCRASTINATION PAR DES BOÎTIERS INTERACTIFS

1. Introduction

L'étude 4 a montré qu'une intervention pédagogique lors des séances de Travaux Dirigés sous la forme de fiches d'auto-évaluation avait certes encouragé un plus grand nombre d'étudiants à utiliser Exo-St@ts et à le faire plus tôt, mais que cela ne s'était pas répercuté sur leur utilisation active de l'exerciseur et sur leur réussite à l'examen. Une interprétation que l'on peut formuler à partir de ce résultat serait qu'une partie des étudiants se soit connectée par réponse à la contrainte extérieure liée aux fiches à rendre, mais que ce comportement n'ait pas été associé à une implication plus importante dans l'apprentissage et donc dans l'utilisation d'Exo-St@ts. En d'autres termes, les étudiants sont restés à un niveau d'auto-détermination très faible, ou encore à un niveau de régulation externe ou introjectée plutôt qu'identifiée (Deci & Ryan, 2002). Autrement dit, les étudiants se connectent, soit parce qu'ils pensent que leur participation est obligatoire (régulation externe) sans vraie identification des avantages à adopter ce comportement, soit parce qu'ils se sentent coupables de ne pas répondre aux attentes des enseignants (régulation introjectée), toujours sans vraie identification de l'intérêt d'adopter ce comportement de révisions sur l'exerciseur (régulation identifiée). Dès lors, comment faire en sorte que les étudiants utilisent l'exerciseur tôt et qu'ils s'impliquent ensuite dans l'apprentissage des statistiques par le biais des quizz proposés ? Pour cela, nous avons mis en place une intervention pédagogique à l'aide de boîtiers interactifs afin d'impliquer davantage les étudiants dans l'apprentissage des statistiques.

En effet, les boîtiers interactifs sont de plus en plus utilisés dans le milieu éducatif dans l'optique d'encourager les étudiants à s'engager activement dans leur apprentissage et ainsi à améliorer les performances académiques (King & Robinson, 2009 ; Moss & Crowley, 2011). De nombreuses études ont montré un effet positif de leur utilisation sur la participation

(e.g., Bachman & Bachman, 2011 ; Terrion & Aceti, 2012) et les bénéfices observés sur les performances peuvent être attribués au moins en partie au fait qu'ils encouragent l'apprentissage actif (Blasco-Arcas, Buil, Hernández-Ortega & Sese, 2013). De plus, l'utilisation des boîtiers interactifs permet de délivrer un feedback local de comparaison sociale, puisque les étudiants peuvent comparer leur réponse à chaque question avec celles de leur groupe, comme nous le verrons dans la partie suivante (Fies & Marshall, 2006 ; King & Robinson, 2009).

1.1. Qu'est-ce qu'un boîtier interactif ?

Cet outil se présente sous la forme de boîtiers individuels, reliés par liaison Bluetooth (dont la portée peut couvrir l'équivalent d'un amphithéâtre) à une clé-récepteur. Cette clé est elle-même connectée à un ordinateur équipé d'un logiciel qui enregistre les réponses de chaque étudiant. En France, ce type d'outil est utilisé depuis longtemps, notamment dans les auto-écoles pour la préparation du quizz permettant l'obtention du code de la route.



Figure 38 – Boîtier interactif et clé-récepteur

Une séance avec boîtiers interactifs se déroule de la manière suivante : chaque question est projetée sur un écran et suivie de plusieurs réponses possibles. Chaque étudiant est muni d'un boîtier individuel et choisit la (ou les) réponse(s) qu'il pense correcte(s). Une fois que tous les étudiants ont voté, les réponses choisies par le groupe apparaissent sous forme d'histogramme (voir Figure 39).

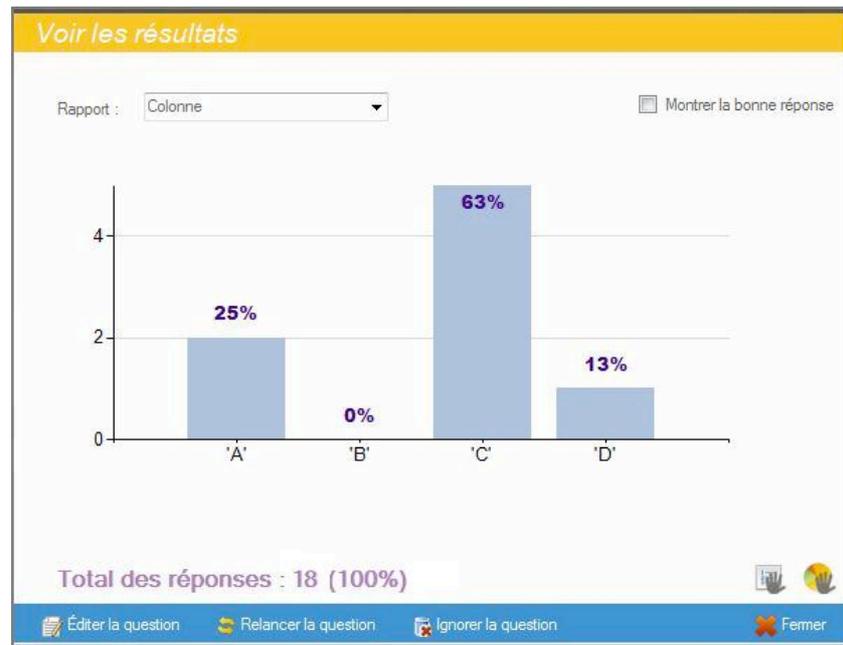


Figure 39 – Étude 5 : Exemple d'affichage des votes des étudiants

Le graphique montre le pourcentage d'étudiants à avoir donné telle ou telle réponse. Dans un premier temps, la réponse correcte n'est pas affichée, ce qui permet, le cas échéant, d'entamer une discussion avec les étudiants. L'enseignant peut ensuite cliquer pour afficher la bonne réponse, puis passer à la question suivante. Ainsi, les étudiants participent activement : un des avantages cité dans la littérature est que même les plus réticents participent (Graham, Tripp, Seawright & Joeckel, 2007). Surtout, ils obtiennent un feedback immédiat sur leur compréhension du matériel, ce qui leur permet de rester attentifs et engagés dans la séance. De plus, ce dispositif permet aux étudiants de comparer leur réponse à celles de leur groupe et

ce de manière anonyme (Fies & Marshall, 2006 ; King & Robinson, 2009). Cette comparaison au groupe est locale (i.e. par question), contrairement à ce qui est proposé sur Exo-St@ts.

L'utilisation des boîtiers interactifs semble donc avoir plusieurs avantages, d'après la littérature. Premièrement, ils permettent de faire passer des quizz directement en salle de cours avec les bénéfices pédagogiques que ces derniers impliquent. Deuxièmement, ils donnent aux étudiants la possibilité de s'engager plus activement dans l'apprentissage, ce qui pourrait les inciter à s'investir davantage dans la réalisation d'exercices sur Exo-St@ts. Enfin, ils permettent de délivrer en salle de cours un feedback de comparaison sociale : en voyant les réponses données à chaque question par l'ensemble de son groupe, un étudiant peut se situer par rapport aux autres tout en préservant son anonymat.

Une étude pilote, menée auprès d'étudiants du Service Universitaire d'Enseignement à Distance de Rennes (SUED) de l'Université Rennes 2, permet d'étayer ces avantages avec des données recueillies auprès d'étudiants en première année de psychologie utilisant les boîtiers interactifs dans le cadre de séances de révision en statistiques. L'encadré 2 présente le détail de cette intervention.

Encadré 2 - Étude pilote sur l'utilisation des boîtiers interactifs

Cette étude s'intéresse à 51 étudiants inscrits au SUED qui ont participé à une séance de révision en statistiques pour préparer l'examen de L1. À l'issue de cette séance, les étudiants répondaient à un questionnaire ouvert dans lequel ils devaient citer les avantages et inconvénients qui leur venaient en tête concernant l'utilisation des boîtiers interactifs. Les réponses spontanées les plus citées étaient :

➤ *l'utilisation des boîtiers encourage la participation pendant le cours (31,37%)*

ex : « tout le monde participe » ; « la participation de tous les étudiants même des plus timides » ; « tout le monde peut participer même si on a la mauvaise réponse »

➤ *l'utilisation des boîtiers rend le cours ludique (25,49 %)*

ex : « ludiques et pratiques » ; « le côté ludique [...] est sympathique » ; « plutôt ludique pour aborder une matière complexe comme les statistiques »

➤ *l'utilisation des boîtiers permet de se situer par rapport aux autres (21,57 %)*

ex : « on peut se situer par rapport aux autres » ; « pouvoir observer ses résultats et les comparer aux autres » ; « voir si on est le seul à avoir compris »

Ces données descriptives nous laissent penser que l'utilisation des boîtiers lors de séances de TD devrait permettre aux étudiants de s'engager dans l'apprentissage et leur donner l'occasion de se comparer aux autres. L'intervention pédagogique devrait répondre à cinq objectifs, à savoir :

- (1) Inciter les étudiants, en particulier les plus faibles, à utiliser davantage Exo-St@ts ;
- (2) Encourager les étudiants, en particulier les plus faibles, à se connecter plus précocement, c'est-à-dire réduire les comportements de procrastination ;
- (3) Améliorer la réussite des étudiants en ligne et à l'examen, en particulier des plus faibles ;
- (4) Vérifier le fait que les boîtiers interactifs, permettant classiquement un apprentissage plus actif (Blasco-Arcas *et al.*, 2013), incitent les étudiants à consulter Exo-St@ts en plus grand nombre et plus tôt voire plus régulièrement ;
- (5) Examiner l'influence du feedback global de comparaison sociale délivré sur Exo-St@ts, une fois que les étudiants se sont connectés plus tôt.

2. Méthode

2.1. Participants

L'échantillon de cette étude est composé de 551 étudiants de première année de psychologie (432 femmes et 119 hommes) qui ont passé l'examen de statistiques et ont

répondu au questionnaire de connaissances en mathématiques. Ils étaient âgés de 16 à 47 ans ($M = 19.32$; $SD = 2.18$).

2.2. Procédure

Il est à noter qu'en plus des manipulations expérimentales et de l'intervention pédagogique mise en place, plusieurs modifications ont été effectuées dans les cours de statistiques pour les étudiants de cette cohorte, dans un souci d'optimisation de l'enseignement de cette matière en première année. Ainsi, au lieu de six Travaux Dirigés auparavant, les étudiants de cette cohorte en suivaient 10. Cela permettait d'ajouter du contenu mais surtout de mettre en place plusieurs séances de révision et une séance d'examen blanc. Il est certain que ces modifications pédagogiques ont pu largement participer aux éventuelles progressions observées. Malgré les efforts effectués pour standardiser au maximum les conditions de nos études, il faut prendre en compte ces aspects du terrain qu'il nous était impossible de contrôler. Dès lors, il devient plus difficile d'expliquer les résultats obtenus et nous nous efforcerons de prendre en compte cet aspect important dans les discussions que nous développerons ultérieurement.

Le semestre se composait de 10 Travaux Dirigés (un par semaine). Plusieurs « évènements » punctuaient le semestre pour les TD de statistiques.

- Au premier TD, les étudiants remplissaient le questionnaire de connaissances en mathématiques.
- Le cinquième TD consistait en une révision des notions acquises jusqu'alors. Les exercices utilisés pour cette séance de révision étaient issus de deux annales d'examen. Pour la moitié des groupes, la séance de révision se faisait à l'aide d'exercices papier/crayon. Pour l'autre moitié, la séance de révision se faisait avec des boîtiers interactifs. À l'issue de ce TD de révisions, l'exerciseur Exo-St@ts était ouvert jusqu'à la

date de l'examen. Exo-St@ts était donc disponible pendant un peu plus de 10 semaines (plus précisément, 10 semaines et 5 jours).

- Au neuvième TD, les étudiants passaient un examen blanc qu'ils corrigeaient avec l'enseignant dans la même séance. Ce procédé avait comme objectif de leur permettre de s'auto-évaluer sur des critères correspondant exactement à ce qui les attendaient à l'examen de fin de semestre.
- Au dixième TD, tous les groupes bénéficiaient d'une dernière séance de révision globale à l'aide des boîtiers électroniques de vote. Au delà de l'intérêt pédagogique de ceux-ci, cela permettait de s'assurer que tous les étudiants les utilisent au moins une fois dans le semestre.

3. Résultats

3.1. Comparaison de cohortes

Afin d'évaluer l'efficacité de l'intervention pédagogique mise en œuvre en TD, nous avons comparé différentes données de la cohorte de cette étude (cohorte 2012-2013) aux deux cohortes précédentes. Comme pour l'étude 4, nous présenterons les comparaisons pour l'ensemble des étudiants, puis en séparant les étudiants en fonction de leur niveau initial en mathématiques (séparation à la médiane).

3.1.1. Objectif 1 : Le dispositif mis en place en TD a-t-il permis d'amener plus d'étudiants, en particulier les plus faibles, à se connecter à Exo-St@ts ?

Tout d'abord, le Tableau 20 ci-dessous montre le pourcentage d'étudiants actifs (c'est-à-dire ayant fait au moins un exercice) sur Exo-St@ts.

Tableau 20 – Étude 5 : Pourcentage d'étudiants actifs sur Exo-St@ts pour les trois cohortes

Niveau	Cohorte	Intervention	Nb d'étudiants	Nb d'actifs	Pourc. d'actifs
Total	2010-2011	Aucune	433	213	49.19 %
	2011-2012	Livret suivi	527	331	62.81 %
	2012-2013	Boîtiers	551	299	54.26 %
Faibles	2010-2011	Aucune	224	98	43.75 %
	2011-2012	Livret suivi	274	168	61.31 %
	2012-2013	Boîtiers	301	153	50.83 %
Forts	2010-2011	Aucune	209	115	55.02 %
	2011-2012	Livret suivi	253	163	64.42 %
	2012-2013	Boîtiers	250	146	58.40 %

Pour l'ensemble des étudiants, le pourcentage d'utilisateurs actifs est un peu inférieur à celui de l'étude avec fiches de suivi, $\chi^2(1) = 8.10, p < .05$. Ce pourcentage est légèrement supérieur à celui de la cohorte sans intervention pédagogique mais cette différence n'est pas significative, $\chi^2(1) = 2.50, ns$.

De la même façon, chez les étudiants les plus faibles le pourcentage d'étudiants actifs sur Exo-St@ts est significativement moins important que pour la cohorte avec fiches de suivi, $\chi^2(1) = 6.39, p < .05$. Ce pourcentage est un peu supérieur à la cohorte sans intervention pédagogique mais la différence n'est pas significative, $\chi^2(1) = 2.58, ns$.

Chez les étudiants ayant un bon niveau initial, la différence n'est significative ni avec la cohorte avec fiches de suivi, $\chi^2(1) = 1.93, ns$, ni avec la cohorte sans intervention pédagogique, $\chi^2(1) = .53, ns$.

Ainsi, la séance de révision n'a pas permis l'utilisation d'Exo-St@ts par un plus grand nombre d'étudiants ni, plus spécifiquement, par un plus grand nombre d'étudiants ayant des bases fragiles en mathématiques ; le pourcentage d'utilisation est même moins important que pour la cohorte précédente qui bénéficiait des fiches d'auto-évaluation.

Le premier objectif n'est donc pas atteint. Le dispositif a-t-il néanmoins permis qu'une plus grande partie des étudiants se connectent pour la première fois *plus tôt* ? En d'autres termes, le deuxième objectif, qui était de réduire les comportements de procrastination, en particulier des étudiants les plus faibles, a-t-il été atteint ?

3.1.2. Objectif 2 : Le dispositif mis en place en TD a-t-il permis d'amener les étudiants, en particulier les plus faibles, à se connecter plus tôt à Exo-St@ts ?

Conformément aux résultats de l'étude 4, nous avons divisé le semestre en trois périodes égales (« début du semestre », « milieu du semestre », « fin du semestre »), c'est-à-dire en divisant le nombre total de jours par trois. Le tableau suivant indique la répartition en pourcentage de la première connexion des étudiants dans les trois périodes pour les deux cohortes.

Tableau 21 – Étude 5 : Répartition de la première connexion des étudiants dans les trois périodes pour les trois cohortes

Niveau	Cohorte	Intervention	Début	Milieu	Fin
Total	2010-2011	Aucune	40.85 %	16.90 %	42.25 %
	2011-2012	Fiches suivi	64.95 %	11.78 %	23.26 %
	2012-2013	Boîtiers	51,17 %	29.77 %	19,06 %
Faibles	2010-2011	Aucune	32,08 %	18,87 %	49,06 %
	2011-2012	Fiches suivi	63,89 %	13,89 %	22,22 %
	2012-2013	Boîtiers	47.65 %	33.53 %	18.82 %
Forts	2010-2011	Aucune	49.57 %	14.78 %	35.65 %
	2011-2012	Fiches suivi	66.26 %	9.82 %	23.93 %
	2012-2013	Boîtiers	54.11 %	24.66 %	21.23 %

Là encore, on peut voir que pour l'ensemble des étudiants, les étudiants se sont plus massivement connectés au début du semestre que ceux de la cohorte sans intervention pédagogique, $\chi^2(2) = 34.56, p < .001$, mais moins que ceux ayant bénéficié des livrets de suivi, $\chi^2(2) = 31.42, p < .001$. Le pattern est le même pour les deux niveaux de connaissances initiales en mathématiques, mais on peut remarquer que l'augmentation du pourcentage d'étudiants connectés lors de la première période, par rapport à la cohorte sans intervention, est plus importante chez les étudiants les plus faibles.

Ainsi, l'utilisation des boîtiers interactifs a permis d'inciter les étudiants à se connecter plus tôt, même si cette incitation est moins importante que celle obtenue avec les fiches de suivi. Le deuxième objectif est donc atteint, en particulier chez les étudiants ayant un faible niveau initial en mathématiques ; nous verrons dans la partie suivante si cela a permis de répondre au troisième objectif, c'est-à-dire d'améliorer la réussite des étudiants.

3.1.3. Objectif 3 : Le dispositif mis en place en TD a-t-il permis d'améliorer la réussite des étudiants, en particulier des plus faibles ?

Le Tableau 22 ci-dessous compare les statistiques des exercices réussis sur Exo-St@ts et de la réussite à l'examen pour les trois cohortes (plus précisément aux deux parties de l'examen communes aux trois années).

Tableau 22 – Étude 5 : Nombre moyen d'exercices réussis sur Exo-St@ts et pourcentage moyen de réussite à l'examen pour les trois cohortes

Niveau	Cohorte	Intervention	Exercices réussis		Réussite à l'examen	
			<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Total	2010-2011	Aucune	66.73	61.54	44.03	28.78
	2011-2012	Fiches suivi	60.94	59.30	44.00	29.47
	2012-2013	Boîtiers	62.18	50.24	57.07	25.96
Faibles	2010-2011	Aucune	56.84	56.96	34.17	24.55
	2011-2012	Fiches suivi	54.80	43.85	35.31	26.88
	2012-2013	Boîtiers	57.18	47.74	50.59	25.86
Forts	2010-2011	Aucune	79.86	67.32	54.60	29.26
	2011-2012	Fiches suivi	71.61	58.64	53.41	29.31
	2012-2013	Boîtiers	66.88	51.25	64.87	23.90

Des ANOVA ont été réalisées pour analyser les différences entre les trois cohortes. Les distributions étant similaires à celles de l'étude 4, nous utilisons les variables transformées par racine carrée pour respecter l'hypothèse de normalité. Pour chaque analyse, nous vérifions l'homogénéité des variances par le test de Levene afin d'utiliser le bon indicateur.

Pour l'ensemble des étudiants, le test de Levene indique que les variances ne sont pas homogènes pour la performance en ligne ($F = 3.61, p < .05$). Le F de Brown-Forsythe a été utilisé car il est plus adapté en cas de violation de l'homogénéité des variances (cf. Field, 2005, p. 346). Les analyses montrent qu'il n'y a pas de différence entre les trois cohortes pour l'ensemble des étudiants concernant le nombre d'exercices réussis sur Exo-St@ts, $F(2, 707.986) = .33, ns$. Le test de Levene indique également que l'homogénéité des variances n'est pas respectée pour la réussite à l'examen ($F = 26.34, p < .001$). Le test de Brown-Forsythe révèle que la différence en termes de réussite à l'examen entre les trois cohortes est significative, $F(2, 1378.77) = 42.90, p < .001$. Le test de comparaison post-hoc de Tukey montre que la dernière cohorte a réussi significativement mieux que les deux précédentes. Toutefois, comme nous l'avons vu plus haut, cette meilleure réussite à l'examen ne semble pas résulter d'une meilleure réussite aux exercices en ligne. Ce pattern de résultats est le même quel que soit le niveau initial en mathématiques.

Ainsi, l'intervention pédagogique consistant en une séance de révision, parfois à l'aide de boîtiers interactifs, a permis d'inciter les étudiants à se connecter plus tôt à Exo-St@ts par rapport à la cohorte qui ne bénéficiait pas d'intervention, mais dans une moindre mesure par rapport à la cohorte qui bénéficiait des livrets de suivi. Ce résultat n'a pas provoqué une augmentation de la réussite des étudiants sur Exo-St@ts, quel que soit leur niveau. En revanche, on observe une amélioration significative de la réussite à l'examen pour les étudiants de cette cohorte. Rappelons qu'il est difficile d'attribuer cette amélioration à l'intervention pédagogique, à cause des nombreux changements qui ont été effectués pour les TD de cette cohorte (augmentation de nombre de TD, séances de révisions, examen blanc). Néanmoins, on peut s'intéresser au rôle qu'a joué l'utilisation des boîtiers interactifs au sein même de cette cohorte. En particulier, les étudiants ayant bénéficié de cet outil lors de la

première séance de révision se sont-ils comportés différemment de ceux ayant bénéficié d'un support plus classique ?

3.2. Objectif 4 : impact de l'usage des boîtiers interactifs sur l'utilisation d'Exo-St@ts

Parmi les 551 étudiants ayant passé l'examen et répondu au questionnaire de connaissances en mathématiques, nous avons connaissance de l'utilisation ou non des boîtiers de vote lors du cinquième TD pour 375 d'entre eux.

3.2.1. L'utilisation des boîtiers interactifs a-t-elle encouragé plus d'étudiants, en particulier les plus faibles, à utiliser Exo-St@ts ?

Le Tableau 23 présente le pourcentage des étudiants actifs sur Exo-St@ts selon qu'ils ont utilisé les boîtiers ou un support de révision papier/crayon lors du cinquième TD. Comme précédemment, nous présenterons les comparaisons pour l'ensemble des étudiants, puis en séparant les étudiants en fonction de leur niveau initial en mathématiques.

Tableau 23 – Étude 5 : Nombre d'étudiants actifs sur Exo-St@ts en fonction de l'utilisation des boîtiers interactifs lors de la séance de révision

Niveau	Support de révision	Nb d'étudiants	Nb d'actifs	Pourc. d'actifs
Total	Papier/crayon	192	108	56.25 %
	Boîtiers	183	102	55.74 %
Faibles	Papier/crayon	101	57	56.44 %
	Boîtiers	104	53	50.96 %
Forts	Papier/crayon	91	51	56.04 %
	Boîtiers	79	49	62.03 %

La proportion d'utilisateurs actifs d'Exo-St@ts n'est pas différente selon l'utilisation des boîtiers pour l'ensemble des étudiants, $\chi^2(1) = .01$, *ns*. Elle n'est pas non plus différente pour les étudiants les plus faibles, $\chi^2(1) = .62$, *ns*, ni pour les étudiants les plus forts, $\chi^2(1) = .63$, *ns*.

Ainsi, l'utilisation des boîtiers interactifs ne semble pas avoir incité les étudiants, quel que soit leur niveau initial en mathématiques, à utiliser davantage Exo-St@ts. Néanmoins, l'objectif principal de l'intervention était de réduire les comportements de procrastination, particulièrement présente, comme nous l'avons observé dans les études 2 et 3, chez les étudiants ayant un faible niveau initial en mathématiques. Les étudiants ayant utilisé Exo-St@ts se sont-ils connectés *plus tôt* lorsqu'ils ont utilisé les boîtiers interactifs lors de la séance de révision que ceux qui ont utilisé un support papier/crayon ?

3.2.2. *L'utilisation des boîtiers interactifs a-t-elle encouragé plus d'étudiants, en particulier les plus faibles, à utiliser Exo-St@ts plus tôt ?*

Le Tableau 24 présente la répartition des premières connexions des étudiants de chaque condition dans les trois périodes du semestre.

Tableau 24 – Étude 5 : Répartition des premières connexions dans les trois périodes en fonction de l'utilisation des boîtiers interactifs lors de la séance de révision

Niveau	Support de révision	Début	Milieu	Fin
Total	Papier/crayon	45.37 %	29.63 %	25.00 %
	Boîtiers	37.25 %	41.18 %	21.57 %
Faibles	Papier/crayon	45.61 %	31.58 %	22.81 %
	Boîtiers	35.85 %	45.28 %	18.87 %
Forts	Papier/crayon	45.10 %	27.45 %	27.45 %
	Boîtiers	38.78 %	36.73 %	24.49 %

La différence de répartition n'est pas significative pour l'ensemble des étudiants, $\chi^2 (2) = 3.08$, *ns*. Elle n'est pas non plus significative pour les étudiants ayant un faible niveau initial, $\chi^2 (2) = 2.20$, *ns*, *ni* pour les étudiants ayant un bon niveau initial, $\chi^2 (2) = 1.00$, *ns*.

En résumé, les étudiants de cette cohorte se sont connectés plus tôt à Exo-St@ts que la cohorte qui ne bénéficiait pas d'intervention pédagogique. Toutefois, cela ne semble pas être dû à l'utilisation des boîtiers, puisque les comportements de procrastination sont les mêmes dans les deux conditions de révision, c'est-à-dire boîtiers et support papier/crayon. Tout semble indiquer que, plus que les boîtiers, c'est la démarche pédagogique dans son ensemble qui a permis de réduire la procrastination et d'améliorer la réussite à l'examen.

L'objectif de réduire la procrastination est donc atteint et les étudiants se sont connectés plus tôt à Exo-St@ts. Cela leur a-t-il permis de bénéficier davantage du feedback de comparaison sociale délivré sur l'exerciceur ? Le cinquième objectif est donc d'étudier l'influence du feedback de comparaison sociale, maintenant que les comportements de procrastination ont été réduits.

3.3. Objectif 5 : Effet du type de feedback et de la procrastination sur les performances

Les 299 étudiants ayant utilisé Exo-St@ts (235 femmes et 64 hommes) étaient âgés de 16 à 47 ans ($M = 19.29$, $SD = 2.59$). Ils étaient répartis dans les deux conditions tels que 146 d'entre eux étaient en condition contrôle et 153 en condition de comparaison sociale.

Des analyses de régression similaires à celles réalisées dans les précédentes études ont été conduites.

3.4. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance en ligne

3.4.1 Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique de gauche dans la Figure 40 montre que beaucoup de résidus sont écartés de la ligne diagonale, suggérant une normalité non-acceptable des résidus. Une analyse de l'histogramme des résidus de la variable « performance en ligne » (à droite) nous indique qu'ils sont massés à gauche.

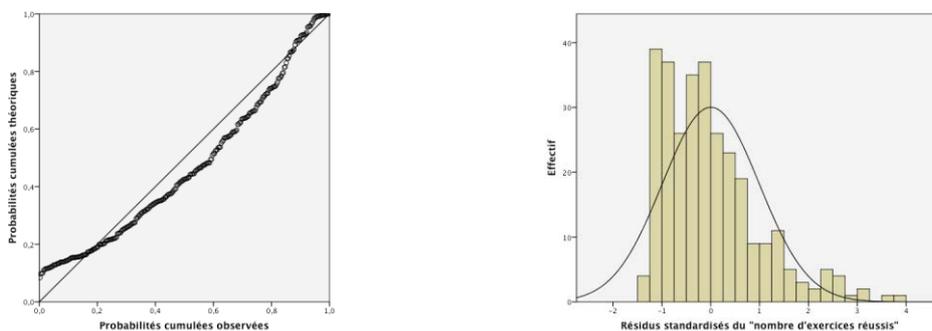


Figure 40 – Étude 5 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche) et histogramme des résidus (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis

Comme dans les études précédentes, une transformation par racine carrée permet de rectifier cette asymétrie, comme le montre la Figure 41.

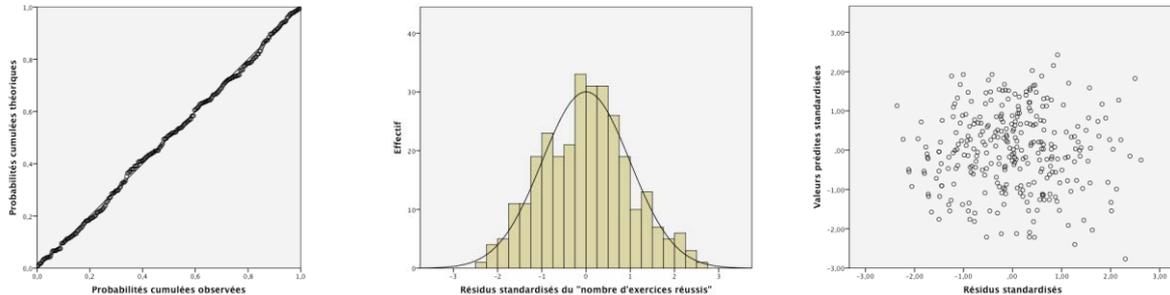


Figure 41 – Étude 5 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du nombre d'exercices réussis transformé par racine carrée

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 41 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance en ligne transformée par racine carrée. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.4.2. Résultat de la régression sur la performance en ligne

L'analyse de régression indique que le modèle général n'est pas significatif, $R^2 = .02$, $F(4, 294) = 1.61$, ns . Comme le montre le Tableau 25, l'effet principal du type de comparaison n'est pas significatif ($\beta = -.01$, $t = -.10$, ns) ; la procrastination comportementale a un effet négatif tendanciel ($\beta = -.10$, $t = -1.76$, $p < .10$). Le niveau initial en mathématiques a quant à lui un effet tendanciel positif ($\beta = .11$, $t = 1.84$, $p < .10$). L'interaction entre feedback de comparaison et procrastination comportementale n'est pas significative ($\beta = .00$, $t = -.07$, ns).

Tableau 25 – Étude 5 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)

Variable	B	SE B	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	-.02	.19	-.01	[-.39, 0.35]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.01	.01	-.10†	[-0.03, 0.00]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	.00	.01	.00	[-0.02, 0.02]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	.10	.06	.11†	[-0.01, 0.21]

Note. IC = intervalle de confiance. $R^2 = .02$. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

^a -1 = Comparaison sociale ; 1 = Contrôle

3.5. Effet du feedback de comparaison et de la procrastination sur la performance à l'examen

3.5.1. Test de la normalité et de l'homoscédasticité

Le graphique de gauche dans la Figure 42 indique que peu de résidus sont écartés de la ligne diagonale, suggérant une normalité acceptable des résidus. Une analyse de l'histogramme des résidus de la variable « performance à l'examen » (au milieu) nous confirme qu'ils sont normalement distribués.

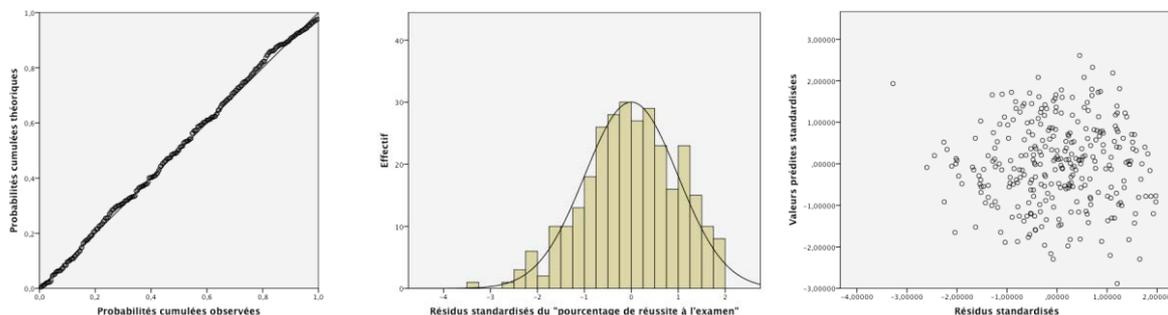


Figure 42 – Étude 5 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen

Le nuage de points du graphique de droite dans la Figure 42 est suffisamment bien dispersé, ce qui indique que l'homogénéité des variances est respectée pour cette variable de performance à l'examen. Les conditions sont donc réunies pour utiliser cette variable dans une analyse de régression.

3.5.2. Résultat de la régression sur la performance à l'examen

L'analyse de régression montre que le modèle général est significatif, $R^2 = .12$, $F(4, 294) = 9.63$, $p < .001$. Comme le montre le Tableau 26, l'effet principal du type de comparaison n'est pas significatif ($\beta = -.03$, $t = -.55$, *ns*) ; la procrastination comportementale a un effet négatif significatif ($\beta = -.21$, $t = -3.88$, $p < .001$). Comme on pouvait s'y attendre, le niveau initial en mathématiques a un fort effet positif ($\beta = .26$, $t = 4.77$, $p < .001$). L'interaction entre le type de comparaison et la procrastination comportementale n'est pas significative ($\beta = .03$, $t = .49$, *ns*).

Tableau 26 – Étude 5 : Modèle de régression sur la performance à l'examen

Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	95% IC
VI : Feedback de comparaison ^a	-.62	1.14	-.03	[-2.86, 1.61]
Modérateur : Procrastination comportementale	-.19	.05	-.21***	[-0.28, -0.09]
VI x Modérateur : Feedback de comparaison x Procrastination comportementale	.02	.05	.03	[-0.07, 0.12]
Variable contrôle : Niveau initial en mathématiques	1.59	.33	.26***	[.94, 2.25]

Note. IC = intervalle de confiance. $R^2 = .23$ ***. † $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

^a -1 = Comparaison sociale ; 1 = Contrôle

4. Discussion de l'étude 5

4.1. Objectif 1 : augmenter l'utilisation d'Exo-St@ts

Outre le fait d'avoir, pour cette dernière cohorte, 8h de TD en plus et un examen blanc, on peut distinguer deux interventions complémentaires dans le dispositif mis en place pour cette étude : la séance de révision organisée juste avant l'ouverture d'Exo-St@ts, dont tous les étudiants ont bénéficié et la manipulation expérimentale faisant bénéficier la moitié des groupes des boîtiers interactifs.

Dans l'ensemble, le fait de mettre en place une séance de révision juste avant l'ouverture semble avoir moins encouragé les étudiants à se connecter sur Exo-St@ts que le dispositif de livrets de suivi de la cohorte précédente. Cela peut être dû au fait que, pour la cohorte ayant bénéficié des boîtiers interactifs, l'utilisation d'Exo-St@ts était moins associée à une contrainte obligatoire. Descriptivement, on peut voir que le pourcentage d'étudiants actifs sur Exo-St@ts est un peu plus élevé que dans la première cohorte (qui ne bénéficiait d'aucune intervention), mais cette augmentation n'est pas significative. Le premier objectif n'est donc pas atteint ; une explication possible (mais très spéculative) à cela pourrait être qu'en bénéficiant de séances de révision, les étudiants aient atteint un niveau de maîtrise plus important – ou ont imaginé l'avoir atteint – et qu'ils n'aient alors pas ressenti le besoin de faire des exercices supplémentaires.

4.2. Objectif 2 : réduire la procrastination

Le deuxième objectif de l'intervention pédagogique était d'encourager les étudiants, en particulier les plus faibles, à utiliser Exo-St@ts plus tôt. Si le nombre d'étudiants actifs sur Exo-St@ts n'est pas plus important que pour la cohorte sans intervention, ceux qui se sont connectés l'ont fait plus tôt, ce qui indique que le deuxième objectif est atteint. Si les étudiants ayant bénéficié des boîtiers se sont connectés moins massivement à la première

période que les étudiants ayant bénéficié des fiches d'auto-évaluation, la différence se manifestait par un plus grand nombre d'étudiants se connectant au milieu du semestre, ce qui est un résultat positif en soi puisque le nombre d'étudiants s'étant connectés dans la troisième période est faible : 19% (cf. Tableau 21).

4.3. Objectif 3 : améliorer la réussite des étudiants

On ne note pas de progression en termes d'exercices réussis sur Exo-St@ts pour cette cohorte, en comparaison aux cohortes précédentes ; on remarque par contre une nette supériorité de cette cohorte concernant le pourcentage de réussite aux deux premières parties de l'examen (celles qui sont comparables d'une année à l'autre). Cette progression est très positive d'un point de vue pédagogique, d'autant plus que pour ces deux parties l'écart entre les « bons » et « faibles » étudiants semble s'annuler. On peut aisément expliquer ce progrès par les différentes interventions et modifications mises en œuvre cette année-là : la séance de révision du cinquième TD concernait la première partie de l'examen et les étudiants ont pu revenir sur ce contenu encore une fois en faisant l'examen blanc puis une dernière fois lors de la séance de révision finale. Comme nous l'avons abordé en préambule de cette étude 5, il est alors impossible de définir le rôle de chaque variable pour expliquer précisément les origines de l'augmentation de la réussite à l'examen. Encore une fois, ces études étant menées dans une logique de recherche-action, de nombreuses variables confondues entraient en jeu, encore plus pour cette étude au cours de laquelle plusieurs modifications ont été apportées pour les L1, dans le cadre d'une refonte par le département de psychologie des maquettes de Licence. On peut néanmoins se réjouir d'une meilleure réussite globale des étudiants dans une matière considérée comme complexe et anxiogène par la plupart d'entre eux (Hanna *et al.*, 2008 ; Onwuegbuzie & Wilson, 2003).

4.4. Objectif 4 : examiner l'impact de l'utilisation des boîtiers interactifs

En ce qui concerne le type de support utilisé lors de la séance de révision du cinquième TD pour les étudiants de la dernière cohorte, l'utilisation des boîtiers n'a ni davantage encouragé les étudiants à utiliser Exo-St@ts, ni incité les étudiants à le faire plus tôt, en comparaison à la séance de révision papier/crayon.

Ainsi, les aspects positifs des boîtiers interactifs, comme le fait qu'ils encouragent l'apprentissage actif et la participation (Blasco-Arcas *et al.*, 2013) et qu'ils permettent une comparaison sociale en salle de cours (Fies & Marshall, 2006 ; King & Robinson, 2009), n'ont pas permis d'inciter davantage les étudiants à se connecter plus et plus précocement à Exo-St@ts. Tout semble indiquer que la simple démarche de révision, associée aux autres changements opérés pour cette cohorte (notamment l'augmentation du nombre de TD), ait suffi pour atteindre les premiers objectifs d'augmentation de l'utilisation d'Exo-St@ts et de réduction des comportements de procrastination.

4.5. Objectif 5 : examiner l'impact des feedbacks de comparaison

Comme pour l'étude 4, nous avons voulu savoir si les deux conditions (feedback local de réussite à chaque exercice seulement ou feedback local et feedback global de comparaison sociale) avaient un impact différent sur la réussite des étudiants, sur Exo-St@ts et à l'examen. Cela était d'autant plus intéressant que les étudiants se sont connectés plus tôt que ceux de la cohorte sans intervention. On pouvait donc compter sur le fait que les étudiants puissent entrer plus facilement dans une dynamique de comparaison sociale. Malheureusement, encore une fois, le type de feedback n'a pas eu d'effet sur les variables de réussite mesurées et seuls la procrastination et le niveau initial en mathématiques ont influencé les performances des étudiants. Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus dans l'étude précédente et nous amènent au même constat : les étudiants ont pu se connecter plus tôt mais s'entraîner ensuite

trop ponctuellement. Ces questionnements seront approfondis dans la discussion générale de la thèse.

Résumé de l'étude 5

- Les étudiants de la cohorte avec 10 séances de TD, comprenant des séances utilisant des boîtiers interactifs, se sont moins connectés et l'ont fait un peu moins tôt que ceux de la cohorte avec fiches d'auto-évaluation mais plus et plus tôt que ceux de la cohorte sans intervention pédagogique.
- Cette augmentation du nombre d'étudiants utilisateurs et des utilisateurs précoces n'a pas eu d'impact sur le nombre moyen d'exercices réussis sur Exo-St@ts.
- Les étudiants de cette cohorte ont mieux réussi l'examen que les cohortes précédentes.
- L'utilisation des boîtiers n'a pas encouragé les étudiants à utiliser Exo-St@ts plus qu'une simple séance de révision papier/crayon.
- L'augmentation du nombre d'étudiants connectés tôt à l'exerciceur n'a pas provoqué un effet bénéfique du feedback de comparaison sociale.

C – DISCUSSION DU CHAPITRE 5

Les deux études de ce chapitre 5 étaient réalisées dans une logique de recherche-action, avec pour premiers objectifs d'encourager les étudiants à utiliser Exo-St@ts et à le faire plus tôt. En effet, les trois premières études de cette thèse avaient montré que la réussite des étudiants était surtout influencée par deux variables invoquées : le niveau initial en mathématiques et la procrastination comportementale. Si la première variable est difficile à modifier, il nous semblait possible d'agir sur la deuxième en amenant les étudiants à utiliser l'environnement numérique Exo-St@ts à partir d'une intervention pédagogique ciblée lors des séances de Travaux Dirigés. Par conséquent, au lieu de continuer à considérer Exo-St@ts

comme un outil en ligne complémentaire, relativement déconnecté des cours traditionnels, nous avons voulu créer un lien plus direct avec ceux-ci pour aider les étudiants à utiliser l'exerciseur.

Au vu des résultats des deux études, cet objectif n'a été que partiellement atteint. Si les étudiants se sont bien connectés plus tôt à Exo-St@ts, ils ne l'ont finalement pas davantage utilisé et apparemment pas plus efficacement. Cela est particulièrement vrai pour l'étude 4 : les fiches d'auto-évaluation, qui étaient présentées comme obligatoires, ont probablement donné l'impression aux étudiants que l'utilisation d'Exo-St@ts était elle aussi obligatoire, puisque les deux étaient liés dans les consignes. Cette contrainte les a poussés à se connecter massivement au début du semestre, mais cette dynamique n'a pas duré. Ainsi, leur utilisation d'Exo-St@ts a pu manquer de régularité et ils n'ont au final pas réussi plus que la cohorte précédente.

Enfin, si les étudiants se sont connectés plus tôt dans les deux études, le feedback de comparaison sociale n'a pas eu l'effet positif escompté sur leur réussite. En d'autres termes, les deux types de feedbacks ont eu le même effet sur les performances, alors même qu'on pouvait s'attendre à ce que le feedback de comparaison sociale crée une dynamique de progression grâce aux connexions précoces plus nombreuses. Pour conclure, notons qu'encore une fois les deux variables habituelles ont influencé les performances : le niveau initial en mathématiques et la procrastination et ce malgré les changements dans les comportements de connexion, qui ont pu être déclenchés par les deux interventions.

En conclusion, nous pouvons remarquer une augmentation de la réussite à l'examen pour la dernière cohorte. Cette augmentation peut être expliquée par de nombreux paramètres, comme l'ajout de quatre séances de deux heures de Travaux Dirigés – soit huit heures d'enseignement en plus –, dont certaines servaient à des séquences de révision-correction avec l'enseignant. Bien qu'il soit difficile d'en dégager les causes principales, il est important de

noter cette augmentation car elle correspond finalement aux enjeux principaux de ces deux dernières recherches-action, orientées vers la mise en place d'interventions pédagogiques efficaces. Rappelons en effet la définition qui a été donnée de ces recherches (Hugon & Seibel, 1988) : il « s'agit de recherches dans lesquelles il y a une action délibérée de transformation de la réalité ; recherches ayant un double objectif : transformer la réalité et produire des connaissances concernant ces transformations » (p. 13).

DISCUSSION GÉNÉRALE

Le premier objectif de cette thèse était de comparer les effets de feedbacks de comparaison sociale et temporelle délivrés dans un environnement numérique d'apprentissage pour les statistiques, plus spécifiquement de type exerciceur en ligne. Cet objectif découlait de trois constats issus de l'étude de la littérature.

Premièrement, l'enseignement des statistiques s'accompagne de plusieurs écueils. Ces écueils sont dus aux connaissances initiales très variables des étudiants à l'entrée à l'université (Garfield, 1995 ; Méot, 2003), aux représentations négatives de cette matière qu'ont les étudiants (Connors *et al.*, 1998 ; Gordon, 1995), ainsi qu'à l'anxiété que les statistiques suscitent chez les étudiants (Hanna *et al.*, 2008 ; Onwuegbuzie & Wilson, 2003). Pour contrecarrer ces obstacles, de plus en plus d'environnements numériques se développent pour améliorer l'apprentissage des statistiques à l'université (e.g., Krause *et al.* 2009 ; Mills & Raju, 2011) et notamment des exerciceurs en ligne (e.g., González *et al.*, 2010 ; Kleitman & Costa, 2014). Parmi les résultats de ces études, une des caractéristiques centrales de ces environnements numériques est le fait de délivrer des feedbacks immédiats (e.g., Kleitman & Costa, 2014 ; Timmerman & Kruepke, 2006). Pour autant, tous les feedbacks ne sont pas bénéfiques à l'apprentissage (Kluger & DeNisi, 1996) et il est nécessaire de s'intéresser à l'impact que peuvent avoir différents types de feedbacks sur l'apprentissage dans ce type d'environnement numérique, c'est-à-dire les exerciceurs en ligne.

Deuxièmement, les recherches qui s'intéressent aux feedbacks dans les situations d'apprentissage ont peu examiné les feedbacks « sociaux ». En effet, la plupart des études s'intéressent aux feedbacks centrés sur la tâche. Elles comparent notamment les informations qu'ils peuvent délivrer, comme le feedback de bonne réponse, le feedback de réponse correcte ou le feedback élaboré (Shute, 2008), ainsi que les caractéristiques qui les distinguent, comme

leur temporalité (Shute, 2008) ou encore leur niveau d'intervention (Melis & Ullrich, 2003). Certains auteurs font référence à des feedbacks centrés sur l'individu (Kluger & DeNisi, 1996 ; Wilbert *et al.*, 2010), et font la distinction entre feedback de comparaison à soi et feedback de comparaison aux autres, mais sans mobiliser les théories de comparaison temporelle et sociale sous-jacentes. En outre, ils considèrent que ces feedbacks centrés sur l'individu sont moins bénéfiques que ceux centrés sur la tâche, alors que leurs résultats ne corroborent pas systématiquement cette hypothèse (Wilbert *et al.*, 2010).

Troisièmement, rares sont les études qui ont comparé l'influence des comparaisons sociales et temporelles, *a fortiori* dans des environnements numériques d'apprentissage. Lorsque c'est le cas, les auteurs ne font pas nécessairement appel aux théories correspondantes (Biesinger & Crippen, 2010 ; Bower, 2005). Ils utilisent plutôt des termes comme « feedback compétitif ou individuel », ou encore « feedback de référence à la norme ou à soi ».

Il s'agissait donc dans un premier temps de vérifier si ces deux feedbacks de comparaison pouvaient avoir une influence différente sur la réussite en statistiques d'étudiants en première année de psychologie. Dans les études réalisées dans le cadre de cette thèse, les étudiants étaient amenés à utiliser un exerciceur en ligne pendant plusieurs semaines. Au fur et à mesure qu'ils faisaient des exercices, leur niveau de réussite était automatiquement mis à jour dans un graphique de visualisation. Ce graphique était différent selon la condition expérimentale, comparaison sociale ou temporelle. Le feedback de comparaison sociale consistait en un graphique délivré aux étudiants sur lequel ils pouvaient voir leur niveau de réussite (nombre d'exercices réussis) en comparaison au niveau moyen de réussite de l'ensemble des étudiants utilisant l'exerciseur. Le feedback de comparaison temporelle consistait en un graphique délivré aux étudiants sur lequel ils pouvaient voir l'évolution de leur niveau de réussite au fil des semaines.

Dans le premier chapitre expérimental, les deux premières études visaient à comparer l'impact de ces deux types de feedbacks (comparaison sociale et comparaison temporelle) sur les performances des étudiants, non seulement aux exercices réalisés en ligne, mais aussi à l'examen de fin de semestre. Ces deux études ne montrent pas de différence entre les deux feedbacks, tant sur la réussite en ligne que sur la réussite à l'examen. Dans l'étude 1, on observe une interaction entre le type de feedback et la procrastination comportementale, mesurée par le moment auquel chaque étudiant se connectait à l'exercice pour la première fois. Les résultats de cette première étude montrent que les étudiants qui s'étaient connectés tôt ont davantage bénéficié de la comparaison sociale que de la comparaison temporelle ; cette différence ne se retrouve pas chez les étudiants qui ont tardé à se connecter. Ce résultat nous a amenés à modifier le format du feedback de comparaison temporelle qui nous semblait pénaliser les étudiants qui se connectaient tôt, leur laissant supposer qu'ils avaient le temps de s'entraîner. Cet effet d'interaction ne se retrouve pas dans l'étude 2, où il n'y a pas de différence entre les deux types de feedbacks et ce peu importe le moment auquel les étudiants se connectent. Dans une troisième étude, des feedbacks locaux centrés sur la réussite à chaque exercice étaient ajoutés dans toutes les conditions, afin d'introduire une condition contrôle. Cette condition contrôle avait pour objectif d'examiner l'influence respective des feedbacks de comparaison sociale ou temporelle. Globalement, on ne peut pas conclure à un effet bénéfique et différent des feedbacks de comparaison sociale et temporelle à partir des trois premières études. Les résultats du premier chapitre expérimental montrent surtout que deux variables centrales jouent un rôle important dans la réussite des étudiants : la procrastination comportementale et le niveau initial des étudiants en mathématiques. Ces deux résultats corroborent des travaux déjà réalisés concernant l'impact de ces deux variables sur les performances académiques (Cocking & Bransford, 2000 ; van Eerde, 2003). Le poids de ces

deux variables était probablement trop fort dans nos études pour pouvoir observer des résultats issus de manipulations expérimentales.

À partir de ce constat, nous nous sommes donnés dans le deuxième chapitre expérimental l'objectif de réduire la procrastination des étudiants afin d'améliorer leur réussite en statistiques. En effet, il nous paraissait plus difficile de modifier le niveau initial en mathématiques des étudiants, tant ce niveau est lié à de longues années d'expérience (Garfield, 1995). En revanche, il nous a semblé davantage possible d'influencer le comportement de procrastination par le biais d'interventions ponctuelles lors des séances de Travaux Dirigés. Cette stratégie a été retenue pour deux raisons. Tout d'abord, si nous parvenions à ce que les étudiants utilisent plus tôt l'exerciseur, cela devait leur donner ensuite plus de temps pour s'entraîner et ainsi mieux préparer leur examen. Ainsi, au-delà des intérêts de recherche que nous poursuivions, nous avons fait le choix d'assumer une démarche de « recherche-action » avec un objectif pédagogique cohérent avec l'utilisation d'un terrain réel d'apprentissage : il nous a semblé important d'agir pour faire progresser les étudiants dans une matière que la plupart considérait comme difficile. Ensuite, en mettant en place ces interventions pédagogiques, nous gardions notre premier objectif de recherche qui était d'étudier l'impact des feedbacks de comparaison sur la réussite des étudiants. Nous faisons l'hypothèse que si les étudiants parvenaient à utiliser l'exerciseur plus tôt, ils bénéficieraient plus facilement des feedbacks de comparaison délivrés.

Dans cette discussion générale, nous passerons tout d'abord en revue les résultats obtenus dans l'ensemble des études concernant l'influence des feedbacks de comparaison. Nous développerons ensuite les résultats des interventions pédagogiques mises en place sur le terrain lors du deuxième chapitre expérimental. Enfin, nous aborderons les implications liées au terrain de recherche et à la durée de nos manipulations expérimentales.

1. Effets des feedbacks de comparaison sociale et temporelle sur la réussite des étudiants en statistiques

Globalement, les résultats de nos études ne montrent pas de différence entre les deux feedbacks de comparaison, sociale et temporelle. De même, ils ne montrent pas d'effet bénéfique de ces deux feedbacks globaux de comparaison lorsqu'on les compare à la seule présence de feedbacks locaux, c'est-à-dire l'affichage de la réussite à chaque exercice effectué. Cette absence d'effet bénéfique apparaît également lorsqu'une majorité d'étudiants s'est connectée plus tôt grâce aux interventions pédagogiques mises en place pendant les TD. Ce résultat peut être mis en perspective au regard d'éléments de la littérature abordés dans les chapitres théoriques.

Tout d'abord, la littérature ne semble pas unanime concernant l'influence que peut avoir la comparaison sociale à un groupe qui sert de standard normatif. En effet, pour certains auteurs la comparaison à la moyenne d'un groupe a moins d'effet que la comparaison à un individu en particulier (Buckingham & Alicke, 2002). Pour d'autres auteurs, cette comparaison peut s'avérer positive si elle est rendue explicite (Chanal & Sarrazin, 2007 ; Seaton *et al.*, 2008). En revanche, pour ces mêmes auteurs, la comparaison sociale à un groupe peut s'avérer positive particulièrement lorsqu'elle est choisie, ce qui n'était pas le cas dans nos études.

Ces éléments nous amènent à nous interroger sur la pertinence d'une comparaison sociale imposée à un groupe, en sachant qu'il aurait été possible que les étudiants choisissent eux-mêmes s'ils voulaient cette comparaison. Par ailleurs, ce groupe n'était pas clairement identifié. En effet, dans nos études, l'étudiant pouvait savoir, par la légende du graphique, qu'il comparait son niveau de réussite à « la moyenne des étudiants », sans pour autant savoir exactement qui étaient ces étudiants ni combien ils étaient. L'absence d'identification des caractéristiques du groupe peut ainsi faire perdre les aspects de similarité prônés par Festinger

(1954), même si l'on peut penser que plusieurs caractéristiques ont été inférées par les étudiants (si je me compare à tous les étudiants, il s'agit probablement de personnes similaires à moi, donc inscrits en première année de psychologie, puisque je suis étudiant en première année de psychologie).

En ce qui concerne la comparaison temporelle, les rares études qui montrent un effet bénéfique par rapport à la comparaison sociale renvoient à des contextes socio-culturels où les élèves subissent de très fortes pressions à la réussite scolaire (Chan & Lam, 2010 ; Shih & Alexander, 2000). Nos résultats ne montrent pas davantage de différence entre les deux feedbacks de comparaison, sociale et temporelle. Cela corrobore les résultats des travaux similaires aux nôtres, dans lesquels un effet direct n'était jamais observé (Biesinger & Crippen, 2010 ; Bower, 2005 ; Lewis & Cooney, 1987).

Dans ces études, le type de feedback de comparaison entraine parfois en interaction avec d'autres variables, comme le genre (Lewis & Cooney, 1987) ou encore l'autodétermination, c'est-à-dire le fait que l'étudiant ait choisi lui-même le type de feedback obtenu (Bower, 2005). L'étude 1 de cette thèse montre également une interaction du type de feedback de comparaison, cette fois-ci avec la procrastination comportementale des étudiants, mesurée par la date de première connexion. Dans cette interaction, il apparaissait que les étudiants qui s'étaient connectés tôt à l'exercice bénéficiaient davantage de la comparaison sociale que de la comparaison temporelle. Après modification du format de comparaison temporelle, cette interaction n'a plus été observée dans les études suivantes. Cela nous amène à penser que le premier format de comparaison temporelle n'était pas adapté et qu'il a pu nuire aux performances des étudiants qui s'étaient connectés tôt. En effet, le fait de voir sur le graphique l'ensemble des semaines restantes a pu provoquer une autre forme de procrastination, où l'étudiant, après s'être connecté rapidement après l'ouverture du système, a eu le sentiment de disposer de beaucoup de semaines pour achever ses révisions et a

finale­ment attendu la fin du semestre pour réaliser la majorité de ses exercices. Cette interprétation reste néanmoins spéculative car nous n'avions pas les moyens d'identifier finement les stratégies utilisées par les étudiants.

En résumé, nos études ont essentiellement montré une influence de deux variables, la procrastination comportementale et le niveau initial en mathématiques. Ce constat nous a conduit, pour le deuxième chapitre expérimental, à mettre en place des interventions pédagogiques en TD afin de réduire cette procrastination comportementale et afin d'améliorer la réussite des étudiants.

2. Effets des interventions pédagogiques en Travaux Dirigés

Dans les deux dernières études, nous avons mis en place, dans le cadre de recherches-actions, des interventions pédagogiques en Travaux Dirigés, afin d'encourager un maximum d'étudiants à utiliser Exo-St@ts le plus tôt possible, et ainsi avoir plus de temps pour s'entraîner et bénéficier d'un feedback délivré dans un environnement numérique. Globalement, on peut conclure que ces interventions n'ont rempli qu'une partie des objectifs. En effet, on remarque pour les deux études présentées dans le chapitre 5 davantage de connexions précoces chez les étudiants. En revanche, cette précocité ne se traduit pas en augmentation du nombre d'exercices réussis sur Exo-St@ts. Cela laisse penser que s'ils se sont inscrits tôt, les étudiants n'ont pas nécessairement mieux bénéficié de l'exerciceur. En résumé, nos interventions ont bien joué un rôle de déclencheur mais leur impact reste superficiel. Il est possible que la motivation des étudiants soit restée à un niveau trop extrinsèque (Deci & Ryan, 1985), et que leur démarche de connexion précoce à Exo-St@ts répondait à une demande extérieure uniquement, en particulier dans l'étude 4 où l'intervention pédagogique consistait en des fiches d'auto-évaluation que les étudiants devaient obligatoirement rendre. Cette motivation extrinsèque n'a, semble-t-il, pas déclenché

ensuite un engagement actif de la part des étudiants, qui ne sont pas entrés dans une forme plus autodéterminée de la motivation extrinsèque (Deci & Ryan, 1985 ; Deci & Ryan, 2002). Ce résultat souligne la difficulté à agir sur un nombre aussi important d'étudiants, dans un contexte écologique comme celui de la formation en statistiques dans l'enseignement supérieur.

Enfin, les résultats de la dernière étude montrent néanmoins une progression de l'ensemble des étudiants concernant la réussite à l'examen. Ce résultat est très positif en soi, puisqu'il répond à l'objectif central de cette thèse, à savoir améliorer la réussite en statistiques des étudiants de psychologie. Néanmoins, il est impossible de déterminer les variables qui sont réellement intervenues dans cette progression en raison des multiples facteurs entrés en jeu. Ce biais est dû à l'aspect très écologique de nos études, que nous discuterons dans la partie suivante.

3. Implications liées au terrain de recherche

L'objectif premier des travaux de cette thèse était d'améliorer la réussite en statistiques des étudiants en psychologie. Un second objectif, expérimental, visait à interroger le rôle des feedbacks de comparaison dans cette réussite par le biais d'un exerciceur en ligne. Ces deux objectifs impliquaient la mise en place d'une démarche visant à introduire, dans une sorte de laboratoire « autoporté » tel qu'un exerciceur en ligne, des manipulations expérimentales tout en restant dans un contexte naturel d'apprentissage universitaire. Il est dès lors indispensable de s'interroger sur les implications d'un tel contexte.

Tout d'abord, les méthodes d'apprentissage des étudiants sont variées et ne se résument pas à l'utilisation d'Exo-St@ts. Cependant, dans un contexte universitaire, cette variation reste très difficile à contrôler. Un certain nombre de comportements ont pu influencer l'utilisation de l'exerciceur d'une part, et la réussite à l'examen d'autre part. Par

ailleurs, toutes nos études se basent sur la supposition implicite que les étudiants utilisaient Exo-St@ts seuls. Cette supposition nous a amenés à considérer que nos données respectaient l'hypothèse d'indépendance, une des conditions de l'utilisation de tests paramétriques (Field, 2005, p. 64). Mais nous pouvons aisément imaginer que les étudiants travaillent sur l'exercice à plusieurs, ou qu'ils en parlent entre eux. Enfin, en plus des variables que nous avons prises en compte dans nos études (i.e. la procrastination et le niveau initial), l'utilisation régulière d'un exercice et la réussite en statistiques peuvent être influencées par une multitude d'autres facteurs, notamment motivationnels. Par exemple, le modèle de Martin (2007) présente les éléments positifs pour la motivation comme l'auto-efficacité ou la valeur accordée à l'apprentissage et d'autres éléments négatifs comme l'anxiété ou la peur de l'échec. Dans le cadre d'une démarche quasi-expérimentale, nous avons fait le choix de nous focaliser sur quelques variables centrales, mais il serait nécessaire d'avoir un aperçu global des mécanismes en jeu pour optimiser l'apport d'un exercice en ligne proposé en support d'une formation universitaire.

De plus, la proportion de femmes dans la population des étudiants en psychologie soulève d'autres interrogations, telles que le rôle du genre dans l'apprentissage des mathématiques, l'utilisation des outils numériques et l'efficacité de la comparaison sociale (Martinot, Bagès & Désert, 2012). En effet, certains auteurs s'accordent à dire qu'il existe un stéréotype de genre qui désavantage les femmes quant à leurs capacités en mathématiques, et celui-ci a pu être observé dans plusieurs pays occidentaux dont la France (Chatard, Guimond & Selimbegovic, 2007 ; Huguet & Régner, 2007). Si ces stéréotypes tendent à disparaître chez les enfants et adolescents, ils restent prégnants chez les adultes (Martinot, Bagès & Désert, 2012). Ces différences se retrouvent en statistiques, discipline fortement associée aux mathématiques (Connors *et al.*, 1998). Ces différences se retrouvent également sur l'utilisation et l'attitude envers les environnements numériques, notamment dans le milieu

éducatif (Bråten & Strømsø, 2006 ; Karaali, Gumussoy & Calisir, 2011). Les hommes ont en effet traditionnellement une attitude plus positive envers l'informatique en général, ce qui se traduit par une utilisation plus fréquente de ces outils. Enfin, on trouve dans la littérature au moins une étude qui montre que les femmes réussissent moins bien que les hommes lorsqu'un feedback de comparaison sociale (présenté comme « compétitif » par les auteurs) est délivré, contrairement à un feedback plus individuel (Lewis & Cooney, 1987). Ce résultat corrobore les travaux qui montrent une plus faible inclinaison des femmes pour la compétition (voir Niederle & Vesterlund, 2011, pour une revue). De fait, on peut se demander si l'exposition à un feedback qui délivre une information de comparaison sociale avec le groupe puisse avoir un réel impact si les étudiantes se désintéressent de ce type d'information. En résumé, même si ces interrogations n'invalident pas nos manipulations expérimentales qui visaient à améliorer la réussite des étudiants en psychologie en particulier, avec les caractéristiques que cela impliquait, il serait intéressant d'examiner de manière systématique dans quelle mesure cette variable de genre peut intervenir dans des études mêlant technologies numériques, statistiques et feedback de comparaison sociale.

Comme nous l'avons abordé auparavant, les travaux de cette thèse visaient à satisfaire un double objectif, pédagogique et expérimental. Un des enjeux de ces travaux était de trouver un juste équilibre entre les exigences respectives de ces deux objectifs. Cet enjeu renvoie aux difficultés inhérentes aux recherches réalisées en milieu éducatif (Dessus, 2002), où « le travail du chercheur est justement de sélectionner quelques variables cohérentes avec sa problématique, en tentant de neutraliser ou exclure les autres » (Reuchlin, 1975, cité par Dessus, 2002, p. 5). Cette recherche d'équilibre a conduit à des compromis qui ont orienté la recherche et qui, avec du recul, posent un certain nombre de questions. Cela explique notamment pourquoi nous n'avons pas fait le choix de répliquer nos résultats mais plutôt de

modifier des éléments de nos études à chaque étape dans le souci de ne pas pénaliser les étudiants.

Lorsque les résultats de la première étude ont montré que le feedback de comparaison temporelle semblait pénaliser les étudiants qui commençaient pourtant à travailler tôt, nous avons modifié le format de ce feedback, afin de contrecarrer cet effet. L'étude 2 ne montre d'ailleurs plus de différence entre les deux types de feedback chez les étudiants qui se connectent tôt. Néanmoins, nous ne pouvons statuer sur le fait que la disparition de cette différence soit due – même en partie – à la modification du feedback. Nous ne pouvons que le supposer et seule une comparaison rigoureuse des deux formats de ce feedback de comparaison temporelle permettrait de le confirmer.

Le contexte écologique de nos études nous a également amené à compléter les feedbacks locaux délivrés lorsque nous avons ajouté une condition contrôle au protocole expérimental (cf. étude 3). Dans un souci éthique, nous n'avons pas pu comparer les feedbacks globaux de comparaison avec une absence totale de feedback dans la grille d'exercices d'Exo-St@ts. Nous avons donc ajouté pour tous les groupes un feedback local centré sur la tâche, sous la forme de traits rouges ou verts par exercice, selon la réussite ou l'échec de l'étudiant à cet exercice. Cet ajout implique des processus que nous n'avions pas anticipés. Premièrement, ce feedback centré sur chaque exercice a été choisi pour son caractère local en opposition au caractère global des feedbacks de comparaison qui proposent une synthèse par une agrégation des scores de réussite. Néanmoins, la littérature sur les feedbacks centrés sur la tâche montre des effets différents en fonction de leurs caractéristiques (Shute, 2008), ce qui n'a pas suffisamment été pris en compte dans nos études. Par exemple, nous retrouvons dans plusieurs modèles (e.g., Mason & Bruning, 2001) l'importance des feedbacks élaborés, qui apportent des explications sur la réponse correcte, contrairement aux feedbacks plus basiques délivrés dans Exo-St@ts (Shute, 2008) qui permettent seulement de

vérifier la réponse donnée. Deuxièmement, l'ajout d'un feedback local dans la grille d'exercices a pu multiplier les processus étudiés. En plus de l'impact des feedbacks de comparaison sociale ou temporelle, une distinction entre feedback global et local a été ajoutée (Melis & Ullrich, 2003). D'une part, il est difficile de mesurer l'apport de chacune de ces deux distinctions. D'autre part, les étudiants des conditions de feedback de comparaison sociale ou temporelle ont bénéficié simultanément d'un feedback global et d'un feedback local. Nous pouvons faire l'hypothèse que ce double feedback a pu entraîner une surcharge cognitive (Chanquoy *et al.*, 2007). Ainsi, l'attention étant limitée, un seul feedback permettait la régulation du comportement. De plus, lorsqu'un conflit attentionnel existe, les individus privilégient le niveau de la tâche plutôt que du soi (Kluger & DeNisi, 1996). On peut alors penser que dans le cas où les deux types de feedbacks étaient présents, les étudiants ont privilégié le feedback local.

À la fin des trois premières études, nous nous sommes engagés dans une logique d'intervention pédagogique afin de réduire la procrastination car celle-ci jouait un rôle important dans l'apprentissage des étudiants. Si les résultats de ces interventions pédagogiques sont parfois positifs avec un progrès global des étudiants sur la dernière cohorte, ils peuvent être dus, comme nous l'avons abordé plus haut, à une multitude de facteurs qui ne nous permettent pas de conclure quant aux processus à l'œuvre (Reuchlin, 1995).

4. Implications liées à la durée de la manipulation expérimentale

Contrairement aux recherches de laboratoire, les manipulations expérimentales des études réalisées dans le cadre de cette thèse s'étalaient sur une durée comprise entre 8 et 15 semaines. Ce choix a été fait afin de s'adapter au terrain dans lequel les expérimentations avaient lieu, à savoir une situation réelle d'enseignement universitaire. Pédagogiquement, il

nous a semblé utile de laisser assez de temps aux étudiants pour qu'ils puissent faire les exercices en ligne en parallèle de leur cours. Dans le plan expérimental, ce temps a sans doute été trop long pour que des manipulations puissent avoir un effet qui perdure. Cette question a été peu traitée dans la littérature, à notre connaissance. Nous pouvons néanmoins citer l'étude de Shaw, Chametzky, Burrus et Walters (2013) qui expérimentent sur des durées identiques aux nôtres, c'est-à-dire de 8 ou de 16 semaines. Or, raccourcir ces durées pourrait permettre d'optimiser l'efficacité de l'exerciceur, en rendant par exemple moins importantes les variations d'autorégulation. De plus, cette caractéristique s'accompagne d'un certain nombre de difficultés de mesure de la réussite et des comportements de travail des étudiants.

Au cours des cinq études de cette thèse, nous avons conservé la même mesure de procrastination, c'est-à-dire la date de première connexion des étudiants. Cette mesure avait déjà été utilisée par d'autres auteurs par le passé (Elvers *et al.*, 2003) mais comporte quelques limites. Il est possible qu'un étudiant se connecte, s'inscrive sur l'exerciceur puis reparte aussitôt. Cette interprétation a été en partie écartée lors de l'étude 1 puisque le moment du premier exercice réalisé corrélait très fortement au moment de la première connexion, suggérant qu'une grande majorité d'étudiants commençaient les exercices directement après leur inscription au site. Il reste que cette mesure n'est pas la plus précise en termes de procrastination réelle. On peut également imaginer qu'un étudiant s'inscrive, effectue quelques exercices puis ne revienne que plusieurs semaines plus tard. Il sera alors considéré comme s'étant connecté tôt alors qu'en réalité son comportement reflétait plutôt de la procrastination¹⁴. Une mesure prenant en compte cette possibilité permettrait d'obtenir des résultats plus précis concernant cette variable, comme par exemple la répartition des connexions effectives d'un étudiant ou le nombre d'exercices réalisés par connexion.

¹⁴ D'autres variables que la procrastination peuvent bien sûr expliquer une faible activité ou une activité irrégulière, comme le niveau de connaissances en informatiques, la technophobie ou encore l'accessibilité à des postes connectés.

En outre, une mesure du niveau de réussite global, telle que nous l'avons utilisé dans cette thèse, permet difficilement de rendre compte de la dynamique de travail dans laquelle un étudiant est entré. Dans la comparaison sociale en particulier, où le sens de la comparaison importe (Dumas *et al.*, 2005 ; Huguet *et al.*, 2001), il serait intéressant d'avoir davantage connaissance de la position majoritaire, ascendante ou descendante, dans laquelle se trouvaient les étudiants lorsqu'ils se comparaient à l'ensemble du groupe. De plus, en raison de l'hypothèse de similarité, centrale dans la théorie initiale de Festinger (1954), les notions d'écart entre le niveau de réussite de l'étudiant et celui des autres nous a semblé jouer un rôle important dans l'impact que pourrait avoir le feedback de comparaison sociale. D'autant plus que cet écart pouvait s'agrandir très vite en raison de la grande variabilité des étudiants quant à leur date de première connexion. Cette notion pourrait être creusée en rapport à deux théories importantes dans le champ de l'apprentissage. Premièrement, la Zone Proximale de Développement, qui renvoie à « la distance entre le niveau actuel et le niveau potentiel qu'un individu peut atteindre par l'accompagnement d'un tiers ou la collaboration avec des pairs plus expérimentés » (Vygotsky, 1978, p. 79). Deuxièmement, la théorie des buts proximaux, dans laquelle un but proximal encourage davantage la motivation qu'un but distal (Bandura, 1985). Ce résultat s'explique par le fait qu'un but proximal est vu comme atteignable par l'apprenant (Locke & Latham, 2002). Il serait donc intéressant d'étudier l'effet du feedback de comparaison sociale dans ce type d'exerciceur à la lumière de ces deux concepts, en utilisant par exemple des mesures de distance perçue entre soi et la cible de comparaison, ou encore en proposant une comparaison à un groupe composé d'étudiants plus proches (de même niveau initial, ou s'étant connectés au même moment).

5. Conclusion

Cette thèse visait à explorer l'influence du feedback de comparaison sociale ou temporelle sur la réussite d'étudiants de psychologie en statistiques. L'originalité de ce travail se situe sur deux niveaux. Premièrement, l'objectif de recherche initial croisait des éléments issus de la psychologie sociale (comparaison sociale, comparaison temporelle), des travaux sur les feedbacks, et des connaissances sur les environnements numériques d'apprentissage. Deuxièmement, cet objectif de recherche a ensuite été complété par un deuxième objectif relevant davantage d'une logique d'intervention à visée d'abord pédagogique. Ce dernier se situait davantage dans une perspective de « recherche-action », dont la méthodologie diffère des recherches expérimentales.

L'articulation particulière entre objectif pédagogique et expérimental a induit certaines limites que nous avons identifiées ; notamment le contrôle du type de feedback local délivré et la durée de disponibilité de l'exerciceur. Il conviendra de prendre ces éléments en considération dans les recherches futures, et pour y répondre, de développer les possibilités techniques de l'exerciceur.

Pour conclure, les travaux réalisés lors de cette thèse ouvrent, par leur aspect exploratoire et écologique, de nouvelles questions de recherches concernant les feedbacks de comparaison d'une part, et l'utilisation des exerciceurs en ligne comme support à la formation universitaire d'autre part. En effet, un des enjeux des années à venir sera d'optimiser l'utilisation croissante des environnements numériques d'apprentissage dans les universités. Une meilleure compréhension des conditions dans lesquelles ces environnements numériques doivent être utilisés pour être efficaces sera nécessaire pour améliorer l'apprentissage des étudiants.

BIBLIOGRAPHIE

A

- Aberson, C. L., Berger, D. E., Healy, M. R. & Romero, V. L. (2003). Evaluation of an Interactive Tutorial for Teaching Hypothesis Testing Concepts. *Teaching of Psychology*, 30(1), 75-78. doi: 10.1207/S15328023TOP3001_12
- Affleck, G. & Tennen, H. (1991). Social comparison and coping with major medical problems. Dans J. Suls & T. A. Wills (Éd.), *Social comparison: Contemporary theory and research* (p. 369-393). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Aiken, L., & West, S. (1991). *Multiple Regression : Testing and Interpreting Interactions*. Sage Publications, Inc.
- Albert, S. (1977). Temporal comparison theory. *Psychological Review*, 84(6), 485-503. doi:10.1037/0033-295X.84.6.485
- Alexander, E. S. & Onwuegbuzie, A. J. (2007). Academic procrastination and the role of hope as a coping strategy. *Personality and Individual Differences*, 42(7), 1301-1310. doi:10.1016/j.paid.2006.10.008
- Altermatt, E. R. & Pomerantz, E. M. (2005). The Implications of Having High-achieving Versus Low-achieving Friends: A Longitudinal Analysis. *Social Development*, 14(1), 61-81. doi:10.1111/j.1467-9507.2005.00291.x
- Ariely, D. & Wertenbroch, K. (2002). Procrastination, Deadlines, and Performance: Self-Control by Precommitment. *Psychological Science*, 13(3), 219-224. doi:10.1111/1467-9280.00441

B

- Bachman, L. R. & Bachman, C. M. (2011). A study of classroom response system clickers: Increasing student engagement and performance in a large undergraduate lecture class on architectural research. *Journal of Interactive Learning Research*, 22(1), 5-21.

- Bälter, O., Enström, E. & Klingenberg, B. (2013). The effect of short formative diagnostic web quizzes with minimal feedback. *Computers & Education*, 60(1), 234-242. doi:10.1016/j.compedu.2012.08.014
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. doi:10.1037/0033-295X.84.2.191
- Bandura, A. (1985). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory* (1 edition.). Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.
- Bandura, A., Carré, P. & Lecomte, J. (2003). *Auto-efficacité: le sentiment d'efficacité personnelle*. Paris Bruxelles: De Boeck.
- Bandura, A. & Cervone, D. (1983). Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effects of goal systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(5), 1017-1028. doi:10.1037/0022-3514.45.5.1017
- Bangert-Drowns, R. L., Kulik, C.-L. C., Kulik, J. A. & Morgan, M. (1991). The Instructional Effect of Feedback in Test-Like Events. *Review of Educational Research*, 61(2), 213-238. doi:10.3102/00346543061002213
- Batanero, C., Godino, J. D., Vallecillos, A., Green, D. R. & Holmes, P. (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 25(4), 527-547. doi:10.1080/0020739940250406
- Beaufils, B. (2000). *Statistiques appliquées à la psychologie: Tome 1 : Statistiques descriptives*. Éditions Bréal.
- Becker, B. J. (1996). A Look at the Literature (And Other Resources) on Teaching Statistics. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 21(1), 71-90. doi:10.2307/1165256
- Bell, J. A. (1998). International students have statistics anxiety too! *Education*, 118(4), 634.
- Bennenbroek, F. T. C., Buunk, B. P., Stiegelis, H. E., Hagedoorn, M., Sanderman, R., Van den Bergh, A. C. M. & Botke, G. (2003). Audiotaped social comparison information for cancer patients undergoing radiotherapy: differential effects of procedural, emotional and coping information. *Psycho-Oncology*, 12(6), 567-579. doi:10.1002/pon.674
- Benson, J. (1989). Structural Components of Statistical Test Anxiety in Adults: An Exploratory Model. *The Journal of Experimental Education*, 57(3). 247-251.
- Biesinger, K. & Crippen, K. (2010). The effects of feedback protocol on self-regulated learning in a web-based worked example learning environment. *Computers & Education*, 55(4), 1470-1482. doi:10.1016/j.compedu.2010.06.013

- Bihan-Poudec, A. (2009). Quelques pistes pour l'enseignement de la statistique en sciences humaines et sociales. Présenté à 41èmes Journées de Statistique, SFdS, Bordeaux. Consulté à l'adresse <http://hal.inria.fr/inria-00386670>
- Blanton, H., Buunk, B. P., Gibbons, F. X. & Kuyper, H. (1999). When better-than-others compare upward: Choice of comparison and comparative evaluation as independent predictors of academic performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(3), 420-430. doi:10.1037/0022-3514.76.3.420
- Blasco-Arcas, L., Buil, I., Hernández-Ortega, B. & Sese, F. J. (2013). Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance. *Computers & Education*, 62, 102-110. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.019
- Bower, M. (2005). Online Assessment Feedback: Competitive, Individualistic, or? Preferred Form! *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(2), 121-147.
- Bradley, D. R. & Wygant, C. R. (1998). Male and female differences in anxiety about statistics are not reflected in performance. *Psychological Reports*, 82(1), 245-246. doi:10.2466/pr0.1998.82.1.245
- Bråten, I. & Strømsø, H. I. (2006). Epistemological beliefs, interest, and gender as predictors of Internet-based learning activities. *Computers in Human Behavior*, 22(6), 1027-1042. doi:10.1016/j.chb.2004.03.026
- Brunot, S. & Juhel, J. (2012). Comparaisons sociales et temporelles, estime de soi et activité de recherche d'emploi en situation de chômage de longue durée. *L'Année Psychologique*, 112(02), 197-226. doi:10.4074/S0003503312002023
- Buchanan, T. (2000). The efficacy of a World-Wide Web mediated formative assessment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16(3), 193- 200. doi:10.1046/j.1365-2729.2000.00132.x
- Buckingham, J. T. & Alicke, M. D. (2002). The influence of individual versus aggregate social comparison and the presence of others on self-evaluations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(5), 1117-1130. doi:10.1037/0022-3514.83.5.1117
- Budé, L., Van de Wiel, M. W. J., Imbos, T., Candel, M. J. J. M., Broers, N. J. & Berger, M. P. F. (2007). Students' achievements in a statistics course in relation to motivational aspects and study behaviour. *Statistics Education Research Journal*, 6(1), 5-21.

- Buunk, A. P., Bennenbroek, F. T. C., Stiegelis, H. E., van den Bergh, A. C. M., Sanderman, R. & Hagedoorn, M. (2012). Follow-up effects of social comparison information on the quality of life of cancer patients: The moderating role of social comparison orientation. *Psychology & Health, 27*(6), 641-654.
doi:10.1080/08870446.2011.613994
- Buunk, A. P., Brakel, T. M., Bennenbroek, F. T. C., Stiegelis, H. E., Sanderman, R., Van Den Bergh, A. C. M. & Hagedoorn, M. (2009). Neuroticism and responses to social comparison among cancer patients. *European Journal of Personality, 23*(6), 475-487.
doi:10.1002/per.72
- Buunk, B. P., Collins, R. L., Taylor, S. E., VanYperen, N. W. & Dakof, G. A. (1990). The affective consequences of social comparison: Either direction has its ups and downs. *Journal of Personality and Social Psychology, 59*(6), 1238-1249. doi:10.1037/0022-3514.59.6.1238
- Buunk, A. P. & Dijkstra, P. (2011). Does attractiveness sell? Women's attitude toward a product as a function of model attractiveness, gender priming, and social comparison orientation. *Psychology and Marketing, 28*(9), 958-973. doi:10.1002/mar.20421
- Buunk, B. P., Gibbons, F. X. & Visser, A. (2002). The relevance of social comparison processes for prevention and health care. *Patient Education and Counseling, 47*(1), 1- 3. doi:10.1016/S0738-3991(02)00054-X
- Buunk, A. P., Groothof, H. A. K. & Siero, F. W. (2007). Social comparison and satisfaction with one's social life. *Journal of Social and Personal Relationships, 24*(2), 197-205.
doi:10.1177/0265407507075410
- Buunk, B. P., Kuyper, H. & van der Zee, Y. G. (2005). Affective Response to Social Comparison in the Classroom. *Basic & Applied Social Psychology, 27*(3), 229-237.
doi:10.1207/s15324834basp2703_4
- Buunk, B. P., Vanyperen, N. W., Taylor, S. E. & Collins, R. L. (1991). Social comparison and the drive upward revisited: Affiliation as a response to marital stress. *European Journal of Social Psychology, 21*(6), 529-546.
- Buunk, A. P., Zurriaga, R. & González, P. (2006). Social comparison, coping and depression in people with spinal cord injury. *Psychology & Health, 21*(6), 791-807.
doi:10.1080/14768320500444117

Buunk, B. P., Zurriaga, R., Peiró, J. M., Nauta, A. & Gosalvez, I. (2005). Social Comparisons at Work as Related to a Cooperative Social Climate and to Individual Differences in Social Comparison Orientation. *Applied Psychology*, 54(1), 61-80.
doi:10.1111/j.1464-0597.2005.00196.x

C

- Carmona, C., Buunk, A. P., Peiró, J. M., Rodríguez, I. & Bravo, M. J. (2006). Do social comparison and coping styles play a role in the development of burnout? Cross-sectional and longitudinal findings. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 79(1), 85-99. doi:10.1348/096317905X40808
- Cassady, J. & Gridley, B. E. (2005). The Effects of Online Formative and Summative Assessment on Test Anxiety and Performance. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 4(1).
- Chan, J. C. Y. & Lam, S.-F. (2010). Effects of different evaluative feedback on students' self-efficacy in learning. *Instructional Science*, 38(1), 37-58. doi:10.1007/s11251-008-9077-2
- Chanal, J. P. & Sarrazin, P. G. (2007). Big-Fish-Little-Pond Effect versus Positive Effect of Upward Comparisons in the Classroom: How does one reconcile contradictory results? *Revue Internationale de Psychologie Sociale, Tome 20(1)*, 69-86.
- Chanquoy, L., Tricot, A., & Sweller, J. (2007). *La charge cognitive : Théorie et applications*. Paris: Armand Colin.
- Chatard, A., Guimond, S. & Selimbegovic, L. (2007). « How good are you in math? » The effect of gender stereotypes on students' recollection of their school marks. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43(6), 1017-1024. doi:10.1016/j.jesp.2006.10.024
- Chi, M. T. H. (2009). Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73–105.
doi:10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x
- Cialdini, R. (2003). Crafting normative messages to protect the environment. *Current directions in psychological science*, 12(4), 105-109.
- Cocking, R. R. & Bransford, J. (2000). How Experts Differ from Novices. In *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition* (p. 29-50). Washington, D.C. : National Academy Press.

- Conners, F. A., Mccown, S. M. & Roskos-Ewoldson, B. (1998). Unique challenges in teaching undergraduates statistics. *Teaching of Psychology*, 25(1), 40-42. doi: 10.1207/s15328023top2501_12
- Cooley, W. W. (1969). Computer-Assisted Instruction in Statistics. Technical Report.
- Corcoran, K., Crusius, J. & Mussweiler, T. (2011). Social comparison: Motives, standards, and mechanisms. Dans D. Chadee, *Theories in social psychology* (p.119-139).
- Corkin, D. M., Yu, S. L. & Lindt, S. F. (2011). Comparing active delay and procrastination from a self-regulated learning perspective. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 602-606. doi:10.1016/j.lindif.2011.07.005

D

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer Science & Business Media.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2002). *Handbook of Self-determination Research*. University of Rochester Press.
- Del Mas, R. Garfield, J., Ooms, A. & Chance, B. (2007). Assessing students' conceptual understanding after a first course in statistics. *Statistics Education Research Journal*, 6(2), 28-58.
- Delaval, M., Le Bohec, O., Noël, Y., Michinov, N., Guida, A., Musca, S., & Dodeler, V. (2011). Helping psychology students improve their statistics performance: A test of the Exo-St@ts web-based training environment. Dans A. Méndez-Vilas (Ed.), *Education in a technological world: Communicating current and emerging research and technological efforts* (p. 231-236). Badajoz, Spain: Formatex.
- Dessus, P. (2002). Description et prescription dans les méthodes de recherche en éducation. Dans J-F Marcel (Ed.), *Les sciences de l'éducation : des recherches, une discipline* (p.113-130). Éditions L'Harmattan.
- Dewitt, S. & Lens, W. (2000). Procrastinators lack a broad action perspective. *European Journal of Personality*, 14(2), 121-140.
- Dietz, F., Hofer, M. & Fries, S. (2007). Individual values, learning routines and academic procrastination. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 893-906.
- Dillon, K. M. (1982). Statisticophobia. *Teaching of Psychology*, 9(2), 117.

- Doherty, W. (2006). An analysis of multiple factors affecting retention in Web-based community college courses. *The Internet and Higher Education*, 9(4), 245-255. doi:10.1016/j.iheduc.2006.08.004
- Dreyer, A. S. (1954). Aspiration behavior as influenced by expectation and group comparison. *Human Relations*, 7, 175-190. doi:10.1177/001872675400700205
- Duhaney, D. C. (2005). Technology and Higher Education: Challenges in the Halls of Academe. *International Journal of Instructional Media*, 32(1), 7.
- Dumas, F., Huguet, P., Monteil, J.-M., Rastoul, C. & Nezlek, J. B. (2005). Social comparison in the classroom : Is there a tendency to compare upward in elementary school? *Current Research in Social Psychology*, 10(12), 166-187.
- Dunning, D. (2000). Social Judgment as Implicit Social Comparison. Dans J. Suls & L. Wheeler (Éd.), *Handbook of Social Comparison* (p. 353-378). Springer US.
- Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040-1048. doi:10.1037/0003-066X.41.10.1040

E

- Edgar, S. M. (1973). Teaching Statistics, While Simultaneously Saving Time, Chalk, Etc... *CompUnCur*, 4, 343-351.
- Elvers, G. C., Polzella, D. J. & Graetz, K. (2003). Procrastination in Online Courses: Performance and Attitudinal Differences. *Teaching of Psychology*, 30(2), 159-162.
- Emond, W. J. (1982). Some benefits of micro-computers in teaching statistics. *Computers & Education*, 6(1), 51-54. doi:10.1016/0360-1315(82)90011-2
- Erwin, T. D. & Rieppi, R. (1999). Comparing Multimedia and Traditional Approaches in Undergraduate Psychology Classes. *Teaching of Psychology*, 26(1), 58-61.

F

- Farkas, G., Sheehan, D. & Grobe, R. P. (1990). Coursework Mastery and School Success: Gender, Ethnicity, and Poverty Groups Within an Urban School District. *American Educational Research Journal*, 27(4), 807-827. doi:10.3102/00028312027004807

- Feinberg, L. B. & Halperin, S. (1978). Affective and Cognitive Correlates of Course Performance in Introductory Statistics. *The Journal of Experimental Education*, 46(4), 11-18.
- Ferrari, J. R. (2004). Trait Procrastination in Academic Settings: An Overview of Students Who Engage in Task Delays. Dans H. C. Schouwenburg, C. H. Lay, T. A. Pychyl & J. R. Ferrari (Éd.), *Counseling the procrastinator in academic settings* (p. 19-27). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Fertuck, L. (1981). The tree system as a teaching aid in statistics, modeling and business courses. *Computers & Education*, 5(1), 31-36. doi:10.1016/0360-1315(81)90024-5
- Festinger, L. (1954). A Theory of Social Comparison Processes. *Human Relations*, 7(2), 117-140. doi:10.1177/001872675400700202
- Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS* (2nd edition.). London; Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications Ltd.
- Fies, C. & Marshall, J. (2006). Classroom Response Systems: A Review of the Literature. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 101-109. doi:10.1007/s10956-006-0360-1
- Fitzgerald, S. M., & Jurs, S. J. (1996). A model predicting statistics achievement among graduate students. *College Student Journal*, 30(3), 361-366.
- Fitzsimons, G. J. (2008). Editorial: A death to dichotomizing. *Journal of Consumer Research*, 35(1), 5-8. doi:10.1086/589561
- Foot, H. C. & Lee, T. R. (1970). Social Feedback in the Learning of a Motor Skill. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 9(4), 309-319. doi:10.1111/j.2044-8260.1970.tb00981.x
- France-Kaatrude, A.-C. & Smith, W. P. (1985). Social comparison, task motivation, and the development of self-evaluative standards in children. *Developmental Psychology*, 21(6), 1080-1089. doi:10.1037/0012-1649.21.6.1080
- Franklin, S. & Peat, M. (2001). Managing Change: The Use of Mixed Delivery Modes to Increase Learning Opportunities - sue_franklin.pdf. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 37-49.
- Frederickson, N., Reed, P. & Clifford, V. (2005). Evaluating Web-Supported Learning Versus Lecture-Based Teaching: Quantitative and Qualitative Perspectives. *Higher Education: The International Journal of Higher Education and Educational Planning*, 50(4), 645-664.

- Frieswijk, N., Buunk, A. P., Steverink, N. & Slaets, J. P. J. (2007). Subjective Well-Being in Frail Older Persons: Why Social Comparison Orientation and Self-Management Are Important. *Revue Internationale de Psychologie Sociale, Tome 20*(1), 105-124.
- Fritzsche, B. A., Rapp Young, B. & Hickson, K. C. (2003). Individual differences in academic procrastination tendency and writing success. *Personality and Individual Differences, 35*(7), 1549-1557. doi:10.1016/S0191-8869(02)00369-0

G

- Gal, I. & Ginsburg, L. (1994). The Role of Beliefs and Attitudes in Learning Statistics: Towards an Assessment Framework. *Journal of Statistics Education, 2*(2). Consulté à l'adresse <http://www.amstat.org/publications/jse/v2n2/gal.html>
- Garfield, J. (1993). Teaching Statistics Using Small-Group Cooperative Learning. *Journal of Statistics Education, 1*(1). Consulté à l'adresse <http://www.amstat.org/publications/jse/v1n1/garfield.html>
- Garfield, J. (1995). How Students Learn Statistics. *International Statistical Review, 63*(1), 25-34.
- Garfield, J. & Ahlgren, A. (1988). Difficulties in Learning Basic Concepts in Probability and Statistics: Implications for Research. *Journal for Research in Mathematics Education, 19*(1), 44-63.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2007). How Students Learn Statistics Revisited: A Current Review of Research on Teaching and Learning Statistics. *International Statistical Review, 75*(3), 372–396. doi:10.1111/j.1751-5823.2007.00029.x
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning - Connecting Research and Teaching Practice* (Springer.). Consulté à l'adresse <http://www.springer.com/education+%26+language/learning+%26+instruction/book/978-1-4020-8382-2>
- Goethals, G. R. & Darley, J. (1977). Social comparison processes theory: An attributional approach. Dans J. Suls and R. L. Miller (Eds), *Social comparison processes: Theoretical and empirical perspectives* (p. 259-278).

- González, G. M. & Birch, M. A. (2000). Evaluating the Instructional Efficacy of Computer-Mediated Interactive Multimedia: Comparing Three Elementary Statistics Tutorial Modules. *Journal of Educational Computing Research*, 22(4), 411-436.
doi:10.2190/X8PQ-K0GQ-T2DR-XY1A
- González, J. A., Jover, L., Cobo, E. & Muñoz, P. (2010). A web-based learning tool improves student performance in statistics: A randomized masked trial. *Computers & Education*, 55(2), 704-713. doi:10.1016/j.compedu.2010.03.003
- Gordon, S. (1995). A Theoretical Approach to Understanding Learners of Statistics. *Journal of Statistics Education*, 3(3). Consulté à l'adresse
<http://www.amstat.org/publications/jse/v3n3/gordon.html>
- Graham, C. R., Tripp, T. R. ., Seawright, L., & Joeckel, G. L. I. (2007). Empowering or compelling reluctant participators using audience response systems. *Active Learning in Higher Education*, 8(3), 233-258. doi:10.1177/1469787407081885
- Gratz, Z. S., Volpe, G. & Kind, B. M. (1993). Attitudes and Achievement in Introductory Psychological Statistics Classes: Traditional versus Computer-Supported Instruction. Communication présentée à la 7^e conférence annuelle sur l'Undergraduate Teaching of Psychology, Ellenville, NY.
- Grubb, R.E. & Selfridge, L.D. (1964). Computer tutoring in statistics. *Computers and Automation*, 13, 20-26.

H

- Haddock, G. (2004). Temporal self-appraisal and attributional focus. *Journal of Experimental Social Psychology*, 40(6), 787-794. doi:10.1016/j.jesp.2004.04.004
- Haddock, G. (2006). Do I get better looking each day? Changes in self-perceptions of attractiveness as a function of temporal perspective. *European Journal of Social Psychology*, 36(5), 761-771. doi:10.1002/ejsp.317
- Hanko, K., Crusius, J. & Mussweiler, T. (2010). When I and me are different: assimilation and contrast in temporal self-comparisons. *European Journal of Social Psychology*, 40(1), 160-168. doi:10.1002/ejsp.625
- Hanna, D., Shevlin, M. & Dempster, M. (2008). The structure of the statistics anxiety rating scale: A confirmatory factor analysis using UK psychology students. *Personality and Individual Differences*, 45(1), 68-74. doi:10.1016/j.paid.2008.02.021

- Harlow, H. F. (1950). Learning and satiation of response in intrinsically motivated complex puzzle performance by monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 43(4), 289-294. doi:10.1037/h0058114
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. doi:10.3102/003465430298487
- Haynes, G. A., Sorrentino, R. M., Olson, J. M., Szeto, A. C. H., Wirkki, J. S. & O'Connor, M. C. (2007). The Effects of Temporal Framing on Counterfactual Thinking and Self-Appraisal: An Individual Differences Perspective. *Social Cognition*, 25(3), 339-366. doi:10.1521/soco.2007.25.3.339
- Hertzman, M. & Festinger, L. (1940). Shifts in explicit goals in a level of aspiration experiment. *Journal of Experimental Psychology*, 27(4), 439-452. doi:10.1037/h0055195
- Hsu, Y. (2003). *The effectiveness of computer-assisted instruction in statistics education: A meta-analysis* (Thèse de Doctorat, University of Arizona). Consulté à l'adresse <http://arizona.openrepository.com/arizona/handle/10150/289887>
- Hugon, M.-A. & Seibel, C. (1988). *Recherches impliquées, Recherches action : Le cas de l'éducation*. Belgique, De Boeck Université.
- Huguet, P., Dumas, F., Monteil, J. M. & Genestoux, N. (2001). Social comparison choices in the classroom: further evidence for students' upward comparison tendency and its beneficial impact on performance. *European Journal of Social Psychology*, 31(5), 557-578. doi:10.1002/ejsp.81
- Huguet, P. & Régner, I. (2007). Stereotype threat among schoolgirls in quasi-ordinary classroom circumstances. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 545-560. doi:10.1037/0022-0663.99.3.545

J

- Johnson, M. C. (1965). Note on the Computer as an Instructional Tool in Statistics. *The American Statistician*, 19(4), 32-36. doi:10.2307/2681573
- Jung, J. H., Schneider, C. & Valacich, J. (2010). Enhancing the Motivational Affordance of Information Systems: The Effects of Real-Time Performance Feedback and Goal Setting in Group Collaboration Environments. *Management Science*, 56(4), 724-742. doi:10.1287/mnsc.1090.1129

K

- Kalyuga, S. (2007). Expertise Reversal Effect and Its Implications for Learner-Tailored Instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509-539. doi:10.1007/s10648-007-9054-3
- Kanten, A. B. & Teigen, K. H. (2008). Better than average and better with time: relative evaluations of self and others in the past, present, and future. *European Journal of Social Psychology*, 38(2), 343-353. doi:10.1002/ejsp.457
- Karaali, D., Gumussoy, C. A. & Calisir, F. (2011). Factors affecting the intention to use a web-based learning system among blue-collar workers in the automotive industry. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 343-354.
- King, S. O. & Robinson, C. L. (2009). Staff perspectives on the use of technology for enabling formative assessment and automated student feedback. *Italics*, 8(2), p. 24-35.
- Klein, W. M. (1997). Objective standards are not enough: Affective, self-evaluative, and behavioral responses to social comparison information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(4), 763-774. doi:10.1037/0022-3514.72.4.763
- Kleitman, S. & Costa, D. S. J. (2014). The role of a novel formative assessment tool (Stats-mIQ) and individual differences in real-life academic performance. *Learning and Individual Differences*, 29, 150-161. doi:10.1016/j.lindif.2012.12.001
- Kluger, A. N. & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254-284. doi:10.1037/0033-2909.119.2.254
- Krause, U.-M., Stark, R. & Mandl, H. (2009). The effects of cooperative learning and feedback on e-learning in statistics. *Learning and Instruction*, 19(2), 158-170. doi:10.1016/j.learninstruc.2008.03.003
- Kruglanski, A. W. & Maysseless, O. (1990). Classic and current social comparison research: Expanding the perspective. *Psychological Bulletin*, 108(2), 195-208. doi:10.1037/0033-2909.108.2.195
- Kulik, C. C.-L. & Kulik, A. J. (1986). Effectiveness of Computer-based Education in Colleges. *AEDS J.*, 19(2-3), 81-108.
- Kulik, J. A. & Kulik, C.-L. C. (1989). Meta-Analysis in Education. *International Journal of Educational Research*, 13(3), 221-340.

Kulik, J. A., Kulik, C.-L. C. & Cohen, P. A. (1980). Effectiveness of Computer-Based College Teaching: A Meta-Analysis of Findings. *Review of Educational Research*, 50(4), 525-544.

L

- Larreameydy-Joerns, J., Leinhardt, G. & Corredor, J. (2005). Six online courses review. *American Statistician*, 59, 240-251.
- Lay, C. H. (1986). At last, my research article on procrastination. *Journal of Research in Personality*, 20(4), 474-495. doi:10.1016/0092-6566(86)90127-3
- Lehman, R. S. (1972). The Use of the Unknown in Teaching Statistics. Communication présentée à la convention EPA, Boston.
- Levine, J. M. (1983). Social Comparison and Education. Dans J.M. Levine & M.C. Wang (Éd.), *Teacher and Student Perception: Implications for Learning* (p.29-55). Hillsdale, N.J, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lewis, M. A. & Cooney, J. B. (1987). Attributional and performance effects of competitive and individualistic feedback in computer-assisted mathematics instruction. *Computers in Human Behavior*, 3(1), 1-13. doi:10.1016/0747-5632(87)90005-7
- Light, P., Littleton, K., Messer, D. & Joiner, R. (1994). Social and communicative processes in computer-based problem solving. *European Journal of Psychology of Education*, 9(2), 93-109. doi:10.1007/BF03173545
- Locke, E. A. & Latham, G. P. (2002). Building a Practically Useful Theory of Goal Setting and Task Motivation – A 35-Year Odyssey. *American Psychologist*, 57, 705-717.
- Lockwood, P., Dolderman, D., Sadler, P. & Gerchak, E. (2004). Feeling Better About Doing Worse: Social Comparisons Within Romantic Relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(1), 80-95. doi:10.1037/0022-3514.87.1.80
- Lovett, M. C. & Greenhouse, J. B. (2000). Applying Cognitive Theory to Statistics Instruction. *The American Statistician*, 54(3), 196-206. doi:10.2307/2685590

M

- Macedo-Rouet, M., Ney, M., Charles, S. & Lallich-Boidin, G. (2009). Students' performance and satisfaction with Web vs. paper-based practice quizzes and lecture notes. *Computers & Education*, 53(2), 375-384. doi:10.1016/j.compedu.2009.02.013
- Major, B., Testa, M. & Bylsma, W. H. (1991). Responses to Upward and Downward Social Comparisons: The Impact of Esteem- Relevance and Perceived Control. Dans J. Suls & T.A. Wills (Éd.), *Social Comparison: Contemporary Theory and Research* (p. 237-260).
- Malloy, T. E. & Jensen, G. C. (2001). Utah Virtual Lab: JAVA interactivity for teaching science and statistics on line. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers: A Journal of the Psychonomic Society, Inc*, 33(2), 282-286.
- Mandl, H. & Krause, U.-M. (2003). Learning Competence for the Knowledge Society. Dans *Toward the Virtual University: International Online Perspectives - Google Livres* (p. 65-86), Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Marsh, H. W. (1991). Failure of High-Ability High Schools to Deliver Academic Benefits Commensurate With Their Students' Ability Levels. *American Educational Research Journal*, 28(2), 445-480. doi:10.3102/00028312028002445
- Marsh, H. W. & Hau, K.-T. (2003). Big-Fish--Little-Pond effect on academic self-concept: A cross-cultural (26-country) test of the negative effects of academically selective schools. *American Psychologist*, 58(5), 364-376. doi:10.1037/0003-066X.58.5.364
- Marsh, H. W. & Parker, J. W. (1984). Determinants of student self-concept: Is it better to be a relatively large fish in a small pond even if you don't learn to swim as well? *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(1), 213-231. doi:10.1037/0022-3514.47.1.213
- Martin, A. J. (2007). Examining a multidimensional model of student motivation and engagement using a construct validation approach. *British Journal of Educational Psychology*, 77(2), 413-440. doi:10.1348/000709906X118036
- Martinot, D., Bagès, C. & Désert, M. (2012). French Children's Awareness of Gender Stereotypes About Mathematics and Reading: When Girls Improve Their Reputation in Math. *Sex Roles*, 66(3/4), 210-219. doi:10.1007/s11199-011-0032-3

- Mason, B. J. & Bruning, R. H. (2001). Providing Feedback in Computer-based Instruction: What the Research Tells Us. Consulté à l'adresse <http://dwb.unl.edu/Edit/MB/MasonBruning.html>
- McColskey, W. & Leary, M. R. (1985). Differential effects of norm-referenced and self-referenced feedback on performance expectancies, attributions, and motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 10(3), 275-284. doi:10.1016/0361-476X(85)90024-4
- Melis, E. & Ullrich, C. (2003). Local and Global Feedback. Dans *Artificial Intelligence in Education* (p. 476-478), IOS Press.
- Méot, A. (2003). Nous sommes tous des statisticiens. Eléments de réponse à l'article de M. Brauer : « les statistiques et les fours à chaleur tournante : un outil plutôt qu'une finalité en soi ». *Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale.*, 60, 59-66.
- Michinov, N., Brunot, S., Le Bohec, O., Juhel, J. & Delaval, M. (2011). Procrastination, participation, and performance in online learning environments. *Computers & Education*, 56(1), 243-252. doi:10.1016/j.compedu.2010.07.025
- Michinov, N. & Primois, C. (2005). Improving productivity and creativity in online groups through social comparison process: New evidence for asynchronous electronic brainstorming. *Computers in Human Behavior*, 21(1), 11-28. doi:10.1016/j.chb.2004.02.004
- Miller, J. W., Martineau, L. P. & Clark, R. C. (2000). Technology Infusion and Higher Education: Changing Teaching and Learning. *Innovative Higher Education*, 24(3), 227-241.
- Mills, J. D. & Raju, D. (2011). Teaching Statistics Online: A Decade's Review of the Literature About What Works. *Journal of Statistics Education*, 19(2). Consulté à l'adresse <http://www.amstat.org/publications/jse/v19n2/mills.pdf>
- Monteil, J.-M. (1998). Contexte social et performances scolaires: Vers une théorie du feedback de comparaison sociale. In *20 ans de psychologie sociale expérimentale francophone* (p. 151- 187). Presses universitaires de Grenoble.
- Monteil, J. M. & Huguet, P. (2001). The Social Regulation of Classroom Performances: a Theoretical Outline. *Social Psychology of Education*, 4(3-4), 359-372. doi:10.1023/A:1011345022870
- Moore, D. S. (1993). The Place of Video in New Styles of Teaching and Learning Statistics. *The American Statistician*, 47(3), 172-176. doi:10.2307/2684970

- Moore, D. S. (1997). New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics. *International Statistical Review*, 65(2), 123-165.
- Moreno, R. (2004). Decreasing Cognitive Load for Novice Students: Effects of Explanatory versus Corrective Feedback in Discovery-Based Multimedia. *Instructional Science*, 32(1-2), 99-113. doi:10.1023/B:TRUC.0000021811.66966.1d
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2005). Role of Guidance, Reflection, and Interactivity in an Agent-Based Multimedia Game. *Journal of Educational Psychology*, 97(1), 117-128. doi:10.1037/0022-0663.97.1.117
- Morris, E. (2001). The design and evaluation of Link: A computer-based learning system for correlation. *British Journal of Educational Technology*, 32(1), 39-52. doi:10.1111/1467-8535.00175
- Mory, E. H. (2003). Feedback Research Revisited. Dans D.H. Jonassen, *Handbook of research for educational communications and technology* (p. 745-783). New York: MacMillan Library Reference.
- Moss, K. & Crowley, M. (2011). Effective learning in science: The use of personal response systems with a wide range of audiences. *Computers & Education*, 56(1), 36-43. doi:10.1016/j.compedu.2010.03.021

N

- Narciss, S. & Huth, K. (2004). How to design informative tutoring feedback for multi-media learning. Dans H.M. Niegemann, D. Leutner, & R. Brunken, *Instructional Design for Multimedia Learning* (p. 181-195). Munster, NY : Waxmann.
- Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91(3), 328-346. doi:10.1037/0033-295X.91.3.328
- Nicol, D. J. & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199-218. doi:10.1080/03075070600572090
- Niederle, M. & Vesterlund, L. (2011). Gender and Competition. *Annual Review of Economics*, 3(1), 601-630. doi:10.1146/annurev-economics-111809-125122

O

- Onwuegbuzie, A. J. (2000). Attitudes toward Statistics Assessments. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 25(4), 321-339. doi:10.1080/026029300449236
- Onwuegbuzie, A. J. (2004). Academic procrastination and statistics anxiety. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(1), 3-19.
- Onwuegbuzie, A. J. & Daley, C. E. (1996). The relative contributions of examination-taking coping strategies and study coping strategies to test anxiety: A concurrent analysis. *Cognitive Therapy and Research*, 20(3), 287-303. doi:10.1007/BF02229239
- Onwuegbuzie, A. J. & Daley, C. E. (1999). Perfectionism and statistics anxiety. *Personality and Individual Differences*, 26(6), 1089-1102. doi:10.1016/S0191-8869(98)00214-1
- Onwuegbuzie, A. J., DaRos, D. & Ryan, J. (1997) The components of statistics anxiety: a phenomenological study, *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 19(4), 11–35.
- Onwuegbuzie, A. J. & Seaman, M. A. (1995). The Effect of Time Constraints and Statistics Test Anxiety on Test Performance in a Statistics Course. *The Journal of Experimental Education*, 63(2), 115-124.
- Onwuegbuzie, A. J. & Wilson, V. A. (2003). Statistics Anxiety: nature, etiology, antecedents, effects, and treatments--a comprehensive review of the literature. *Teaching in Higher Education*, 8(2), 195-209.

P

- Paas, F., Tuovinen, J. E., van Merriënboer, J. J. G. & Darabi, A. A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 25-34. doi:10.1007/BF02504795
- Paulus, P. B., Larey, T. S., Putman, V. L., Leggett, K. L. & Roland, E. J. (1996). Social Influence Processing in Computer Brainstorming. *Basic & Applied Social Psychology*, 18(1), 3-14.
- Pearson, K. (1896). Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III. Regression, Heredity, and Panmixia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 187, 253-318. doi:10.1098/rsta.1896.0007

- Peterson, I. (1991). Pick a Sample. *Science News*, 140(4), 56-58.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. Dans M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Éd.), *Handbook of self-regulation* (p. 451-502). San Diego, CA, US: Academic Press.
- Pintrich, P. R. & Zusho, A. (2002). Student motivation and self-regulated learning in the college classroom. In *Higher Education: Handbook of Theory and Research: Handbook of Theory and Research. Volume 17* (p. 55-128). Springer Science & Business Media.
- Pretorius, T. B. & Norman, A. M. (1992). Psychometric Data on the Statistics Anxiety Scale for a Sample of South African Students. *Educational and Psychological Measurement*, 52(4), 933-937. doi:10.1177/0013164492052004015
- Pychyl, T. A., Lee, J. M., Thibodeau, R. & Blunt, A. (2000). Five days of emotion: An experience sampling study of undergraduate student procrastination. *Journal of Social Behavior & Personality*, 15(5), 239-254.

R

- Rabin, L. A., Fogel, J. & Nutter-Upham, K. E. (2011). Academic procrastination in college students: the role of self-reported executive function. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(3), 344-357. doi:10.1080/13803395.2010.518597
- Rakoczy, K., Harks, B., Klieme, E., Blum, W. & Hochweber, J. (2013). Written feedback in mathematics: Mediated by students' perception, moderated by goal orientation. *Learning and Instruction*, 27, 63-73. doi:10.1016/j.learninstruc.2013.03.002
- Ran-Young Hong, K. G. (2009). Social comparison visualization for fostering participation in online learning (Vol. 2). Présenté à Annual Conference of American Educational Research Association.
- Redersdorff, S. & Guimond, S. (2005). Comparing oneself over time: the temporal dimension in social comparison. In *Social Comparison and Social Psychology*. Cambridge University Press.
- Reuchlin, M. (1975). Les méthodes quantitatives en psychologie. *Population*, 18(4), 797.
- Reuchlin, M. (1995). *Totalités éléments structures en psychologie*. Paris : Presse Universitaire de France.

- Rheinberg, F. (1980). *Leistungsbewertung und lernmotivation [Appraisal of achievement and learning motivation]*. Göttingen : Hogrefe.
- Rodarte-Luna, B. & Sherry, A. (2008). Sex differences in the relation between statistics anxiety and cognitive/learning strategies. *Contemporary Educational Psychology*, 33(2), 327-344. doi:10.1016/j.cedpsych.2007.03.002
- Rogers, D. L. (2000). A Paradigm Shift: Technology Integration for Higher Education in the New Millennium. *AACE Journal*, 1(13), 19-33.
- Romero, V. L., Berger, D. E., Healy, M. R. & Aberson, C. L. (2000). Using cognitive learning theory to design effective on-line statistics tutorials. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers: A Journal of the Psychonomic Society, Inc*, 32(2), 246-249.
- Ross, M. & Wilson, A. E. (2002). It feels like yesterday: self-esteem, valence of personal past experiences, and judgments of subjective distance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82(5), 792-803.
- Roy, M. C., Gauvin, S. & Limayem, M. (1996). Electronic Group Brainstorming The Role of Feedback on Productivity. *Small Group Research*, 27(2), 215-247.
doi:10.1177/1046496496272002

S

- Sanna, L. J., Chang, E. C., Carter, S. E. & Small, E. M. (2006). The Future Is Now: Prospective Temporal Self-Appraisals Among Defensive Pessimists and Optimists. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 32(6), 727-739.
doi:10.1177/0146167205285896
- Santrock, J. W. & Ross, M. (1975). Effects of social comparison on facilitative self-control in young children. *Journal of Educational Psychology*, 67(2), 193-197.
doi:10.1037/h0076950
- Schunk, D. H., Hanson, A. R. & Cox, P. D. (1987). Peer-model attributes and children's achievement behaviors. *Journal of Educational Psychology*, 79(1), 54-61.
doi:10.1037/0022-0663.79.1.54
- Sciutto, M. J. (1995). Student-centered methods for decreasing anxiety and increasing interest level in undergraduate... *Journal of Instructional Psychology*, 22(3), 277.

- Seaton, M., Marsh, H. W., Dumas, F., Huguet, P., Monteil, J.-M., Régner, I., ... Wheeler, L. (2008). In search of the big fish: Investigating the coexistence of the big-fish-little-pond effect with the positive effects of upward comparisons. *British Journal of Social Psychology*, 47(1), 73-103. doi:10.1348/014466607X202309
- Serge, S. R., Priest, H. A., Durlach, P. J. & Johnson, C. I. (2013). The effects of static and adaptive performance feedback in game-based training. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 1150-1158. doi:10.1016/j.chb.2012.10.007
- Seta, J. J. (1982). The impact of comparison processes on coactors' task performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 42(2), 281-291. doi:10.1037/0022-3514.42.2.281
- Shaw, M., Chametzky, B., Burrus, S. W. & Walters, K. J. (2013). An Evaluation of Student Outcomes by Course Duration in Online Higher Education. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 16(4). Consulté à l'adresse http://www.westga.edu/~distance/ojdla/winter164/shaw_chametzky_burrus_walters164.html
- Sheeran, P., Abrams, D. & Orbell, S. (1995). Unemployment, Self-Esteem, and Depression: A Social Comparison Theory Approach. *Basic and Applied Social Psychology*, 17(1&2), 65-82.
- Sheldon, J. P. (2003). Self-Evaluation of Competence by Adult Athletes: Its Relation to Skill Level and Personal Importance. *Sport Psychologist*, 17(4), 426-443.
- Shih, S.-S. & Alexander, J. M. (2000). Interacting effects of goal setting and self- or other-referenced feedback on children's development of self-efficacy and cognitive skill within the Taiwanese classroom. *Journal of Educational Psychology*, 92(3), 536-543. doi:10.1037/0022-0663.92.3.536
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153-189.
- Smart, R. G. (1966). Subject selection bias in psychological research. *Canadian Psychologist/Psychologie Canadienne*, 7a(2), 115-121. doi:10.1037/h0083096
- Smith, G. (1998). Learning Statistics By Doing Statistics. *Journal of Statistics Education*, 6(3). Consulté à l'adresse <http://www.amstat.org/publications/jse/v6n3/smith.html>
- Smith, H. J. & Leach, C. W. (2004). Group membership and everyday social comparison experiences. *European journal of social psychology*, 34(3), 297-308. doi:10.1002/ejsp.198

- Solomon, L. J. & Rothblum, E. D. (1984). Academic procrastination: Frequency and cognitive-behavioral correlates. *Journal of Counseling Psychology*, 31(4), 503-509.
- Sosa, G. W., Berger, D. E., Saw, A. T. & Mary, J. C. (2011). Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Statistics A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 81(1), 97-128. doi:10.3102/0034654310378174
- Stark, R., Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (2002). Conditions and effects of example elaboration. *Learning and Instruction*, 12(1), 39- 60. doi:10.1016/S0959-4752(01)00015-9
- Steel, P. (2007). The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 133(1), 65-94. doi:10.1037/0033-2909.133.1.65
- Steel, P., Brothen, T. & Wambach, C. (2001). Procrastination and personality, performance, and mood. *Personality and Individual Differences*, 30(1), 95-106. doi:10.1016/S0191-8869(00)00013-1
- Stephenson, W. R. (1990). A Study of Student Reaction to the Use of Minitab in an Introductory Statistics Course. *The American Statistician*, 44(3), 231-235. doi:10.2307/2685343
- Stobart, G. (2008). *Testing Times: The Uses and Abuses of Assessment*. Routledge.
- Stockburger, D. W. (1982). Evaluation of three simulation exercises in an introductory statistics course. *Contemporary Educational Psychology*, 7(4), 365-370. doi:10.1016/0361-476X(82)90021-2
- Suits, D. B. (1957). Use of Dummy Variables in Regression Equations. *Journal of the American Statistical Association*, 52(280), 548-551. doi:10.1080/01621459.1957.10501412
- Suls, J., Martin, R. & Wheeler, L. (2002). Social Comparison: Why, With Whom, and With What Effect? *Current Directions in Psychological Science (Wiley-Blackwell)*, 11(5), 159-163.

T

- Tanis, E. A. (1973). A Computer Laboratory for Mathematical Probability and Statistics. Communication présentée à la Conference on Computers in the Undergraduate Curricula, Claremont, California.
- Terrion, J. L. & Aceti, V. (2012). Perceptions of the effects of clicker technology on student learning and engagement: a study of freshmen Chemistry students. *Research in Learning Technology*, 20. doi:10.3402/rlt.v20i0.16150
- Thorndike, E. L. (1911). *Animal intelligence: Experimental studies* (Vol. VIII). Lewiston, NY, US: Macmillan Press.
- Timmerman, C. E. & Kruepke, K. A. (2006). Computer-Assisted Instruction, Media Richness, and College Student Performance. *Communication Education*, 55(1), 73-104.
- Tremblay, P. F., Gardner, R. C. & Heipel, G. (2000). A model of the relationships among measures of affect, aptitude, and performance in introductory statistics. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 32(1), 40-48. doi:10.1037/h0087099
- Triplett, N. (1898). The dynamogenic factors in pacemaking and competition. *American Journal of Psychology*, 9, 507-533.
- Tuckman, B. W. (2005). The Relationship of Academic Procrastination, Rationalizations, and Performance in a Web Course with Deadlines. *Psychological Reports*, 96, 1015-1021.

V

- Van Der Zee, K. I., Bakker, A. B. & Buunk, B. P. (2001). Burnout and Reactions to Social Comparison Information Among Volunteer Caregivers. *Anxiety, Stress & Coping*, 14(4), 391.
- Vandewaetere, M., Desmet, P. & Clarebout, G. (2011). The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 118-130. doi:10.1016/j.chb.2010.07.038
- van Eerde, W. (2000). Procrastination: Self-regulation in Initiating Aversive Goals. *Applied Psychology*, 49(3), 372-389. doi:10.1111/1464-0597.00021

- van Eerde, W. (2003). A meta-analytically derived nomological network of procrastination. *Personality and Individual Differences*, 35(6), 1401-1418. doi:10.1016/S0191-8869(02)00358-6
- Vansteenkiste, M., Sierens, E., Soenens, B., Luyckx, K., & Lens, W. (2009). Motivational profiles from a self-determination perspective: The quality of motivation matters. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 671-688.
- Velleman, P. F. & Moore, D. S. (1996). Multimedia for Teaching Statistics: Promises and Pitfalls. *The American Statistician*, 50(3), 217-225. doi:10.2307/2684658
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Harvard University Press.

W

- Walsh, J. F. (1994). One-way between subjects design: Simulated data and analysis using SAS. *Teaching of Psychology*, 21(1), 53-55.
- Watson, J. M. (1997). Assessing Statistical Thinking Using the Media. In *The Assessment Challenge in Statistics Education* (p. 107-121). Amsterdam: IOS Press.
- Wiberg, M. (2009). Teaching Statistics in Integration with Psychology. *Journal of Statistics Education*, 17(1). Consulté à l'adresse <http://www.amstat.org/publications/jse/v17n1/wiberg.html>
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics*. Paris : Hermann.
- Wighting, M. J., Liu J. & Rovai, A. P. (2008). Distinguishing Sense of Community and Motivation Characteristics Between Online and Traditional College Students. *Quarterly Review of Distance Education*, 9(3), 285-295.
- Wilbert, J., Grosche, M. & Gerdes, H. (2010). Effects of Evaluative Feedback on Rate of Learning and Task Motivation: An Analogue Experiment. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 8(2), 43-52.
- Wills, T. A. (1981). Downward comparison principles in social psychology. *Psychological Bulletin*, 90(2), 245-271. doi:10.1037/0033-2909.90.2.245
- Wilson, A. E. & Ross, M. (2000). The frequency of temporal-self and social comparisons in people's personal appraisals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(5), 928-942. doi:10.1037/0022-3514.78.5.928

Wilson, K., Boyd, C., Chen, L. & Jamal, S. (2011). Improving student performance in a first-year geography course: Examining the importance of computer-assisted formative assessment. *Computers & Education*, 57(2), 1493-1500.

doi:10.1016/j.compedu.2011.02.011

Wood, J. V. (1989). Theory and research concerning social comparisons of personal attributes. *Psychological Bulletin*, 106(2), 231-248. doi:10.1037/0033-2909.106.2.231

Wood, J. V., & Taylor, K. L. (1991). Serving self-relevant goals through social comparison. In J. Suls & T. A. Wills (Éd.), *Social comparison: Contemporary theory and research*. (p. 23-49). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Y

Yerkes, R. M. & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459-482.

doi:10.1002/cne.920180503

Z

Zeidner, M. (1991). Statistics and Mathematics Anxiety in Social Science Students: Some Interesting Parallels. *British Journal of Educational Psychology*, 61(3), 319-328.

doi:10.1111/j.2044-8279.1991.tb00989.x

Zeidner, M. & Schleyer, E. J. (1999). The Big-Fish-Little-Pond Effect for Academic Self-Concept, Test Anxiety, and School Grades in Gifted Children. *Contemporary Educational Psychology*, 24(4), 305-329. doi:10.1006/ceps.1998.0985

Zell, E. & Alicke, M. D. (2009). Self-evaluative effects of temporal and social comparison. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(1), 223-227.

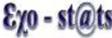
doi:10.1016/j.jesp.2008.09.007

Zhou, J. (2008). Promoting creativity through feedback. In *Handbook of organizational creativity* (p. 125-145). J. Zhou et C.E. Shalley.

Zimmerman, B. J. & Schunk, D. H. (2001). *Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theoretical Perspectives*. Routledge.

Annexe 1

Capture d'écran de la page d'accueil d'Exo-St@ts

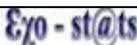


Niveau Licence 1																			
Distinguer des noms (non ordonnés), des noms ordonnés et des nombres.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer qualitatif/quantitatif et comprendre la notion de zéro naturel (absolu).																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distinguer les niveaux de mesure.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comprendre les notions de continuité, de borne et identifier le nombre de modalités.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Identifier les indices de centralité et de dispersion adaptés au niveau de mesure.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Savoir écrire l'ensemble des modalités observables d'une variable.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comprendre ce que représente l'axe horizontal d'un graphique.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Identifier directement des indices de centralité à partir du graphique adapté.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comprendre quand et comment construire une fonction de répartition.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des modalités observables.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des modalités observables et des effectifs marginaux.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des intervalles de valeurs.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des intervalles de valeurs et des effectifs marginaux.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ecrire un plan d'analyse																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Remplir un tableau de calcul du coefficient de corrélation R.																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

[Se déconnecter](#)

Annexe 2

Formulaire de consentement



Description

En vous connectant à ce site web, vous serez automatiquement assignés dans une condition pour réaliser des exercices. Au fur et à mesure de la réalisation des exercices, vous recevrez des informations vous permettant de mieux vous positionner. Vos actions et réponses seront enregistrées dans une base de données pour faire l'objet de traitements statistiques anonymés. De la même façon, avant de commencer les exercices et à la fin du semestre, différentes questions vous seront posées dans le but d'améliorer le dispositif en fonction des profils d'étudiants. La qualité de ces améliorations dépendra largement du sérieux de vos réponses à ce questionnaire. Vos réponses resteront évidemment confidentielles et les données enregistrées seront traitées de manière anonyme et supprimées une fois les analyses statistiques effectuées.

Risques et bénéfices

Il n'y a pas de risques connus sur le fait de participer à ces exercices.

Temps

La durée du travail s'étale sur plusieurs semaines : de l'ouverture d'Exostats jusqu'à la première session d'examen (deuxième semaine de janvier pour les assidus et troisième semaine d'avril pour les non-assidus). Certains d'entre vous auront sans doute fini l'ensemble des exercices proposés avant la semaine des examens.

Vos droits

Les informations de ce formulaire de consentement vous sont délivrées afin que vous puissiez décider d'utiliser ou non l'exercice et participer à l'étude en connaissance de cause. Il est important que vous sachiez que votre participation repose totalement sur le volontariat. Cela signifie que vous êtes libre de participer, de quitter ou de décliner votre participation à l'étude à n'importe quel moment. Dans ce cas, vous aurez la possibilité de vous entraîner uniquement à partir des annales disponibles sur Coursus qui ont été utilisées pour la construction d'Exo-Stats.

Consentement

Rappelez-vous bien que les informations recueillies dans la base de données ne seront jamais signalées de telle sorte que les participants puissent être identifiés par d'autres personnes que les enseignants responsables de l'étude. Les informations seront communiquées uniquement de manière statistique et chacune de vos contributions restera anonymée.

J'ai pris connaissance des informations à propos de cette étude et j'accepte de participer. J'ai bien compris que si j'ai la moindre question à propos de l'étude, je peux contacter un responsable de ce projet à l'adresse électronique suivante: olivier.lebohec@uhb.fr et/ou yvonnick.noel@uhb.fr en précisant dans l'objet le mot "Exostats".

Si vous voulez participer aux exercices, cliquez sur le bouton « ENTRER », dans le cas contraire, fermer la fenêtre de votre navigateur.

Annexe 3

Exemple d'examen de statistiques

Formulaire nécessaire pour l'examen :

$$\frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i}{N}, \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{N} - \bar{X}^2}, \bar{X}\bar{Y}, \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N y_i^2}{N} - \bar{Y}^2}, \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}, \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i}{N} - \bar{X}\bar{Y}$$

(respectivement : la moyenne des produits, S^2_X , le produit des moyennes, S^2_Y , r_{XY} , S_{XY})

Rappel : Pour tous calculs, vous devez tronquer les chiffres des calculs intermédiaires et finaux à deux chiffres après la virgule. Ex : 123, 0199 devient 123, 01 et 134, 9999 devient simplement 134, 99.

« Le monde de la psychologie et de la psychothérapie est peut-être en train d'amorcer une évolution radicale : le passage d'une forte focalisation sur la pathologie vers la prise en compte des aptitudes et de l'accomplissement personnel et collectif. (...) La psychologie positive est « l'étude des conditions et processus qui contribuent à l'épanouissement ou au fonctionnement optimal des gens, des groupes et des institutions » (...) Les différents thèmes abordés par la psychologie positive correspondent à ces trois niveaux de l'être humain, comme le montrent les quelques exemples suivants : 1) *au niveau individuel* : bien-être et bonheur, créativité, sentiment d'efficacité personnelle, estime de soi, humour, sens de la vie, optimisme, etc. 2) *au niveau interpersonnel* : altruisme, amitié et amour, coopération, empathie, pardon, etc. 3) *au niveau social* : courage, engagement militant, médiation internationale, etc. » (Jacques Lecomte, 2009).

Par exemple, « Csikszentmihalyi (1975, 1990, 2004, 2005) a voulu identifier les conditions qui pouvaient caractériser les moments que les gens décrivaient parmi les meilleurs de leur vie ». (...) Les résultats de ses recherches (publiées dans plus de 120 articles, chapitres de livres et livres entiers) lui ont permis de définir le concept de l'expérience optimale, qu'il appelle "flow", et qui réfère à l'état subjectif de se sentir bien (Csikszentmihalyi & Patton, 1997). (...) L'expérience optimale survient lorsqu'il y a une correspondance adéquate entre les exigences de la tâche et les capacités de l'individu. Celle-ci entraîne des conséquences très importantes : meilleure performance, créativité, développement des capacités, ...estime de soi et réduction du stress. Selon Csikszentmihalyi (Barth, 1993, p. 155) l'expérience optimale comporte certaines caractéristiques majeures (3). Sur la base de ces travaux, des chercheurs en psychologie positive tentent d'établir un questionnaire visant à voir si les sportifs éprouvent régulièrement cet état subjectif de flow durant leur activité d'entraînement. Voici 7 variables inspirées de ces travaux :

1 - En parlant de votre activité sportive principale, diriez-vous que chaque entraînement correspond à :

- un défi difficilement réalisable (exigeant une aptitude particulière),
 un challenge de difficulté modérée (exigeant quelques bases sportives),
 un passe-temps très accessible (sans aucune aptitude particulière requise).

2 - Indiquez votre niveau d'accord avec cette affirmation : « Durant l'entraînement, on agit en s'impliquant complètement mais sans vraiment ressentir l'effort comme quelque chose de douloureux. On n'est plus conscient des soucis et des frustrations de la vie quotidienne ».

- pas du tout d'accord plutôt pas d'accord avis partagé plutôt d'accord tout à fait d'accord

3 - Votre activité donne-t-elle lieu à un feed-back immédiat qui permet de savoir si votre but est atteint ?

- mon activité fournit des feed-backs immédiats mon activité ne fournit pas de feed-backs immédiats quelques aspects de mon activité permettent d'obtenir des feed-backs plus ou moins immédiats

4 - Estimez, aussi précisément que vous le désirez, le pourcentage de sportifs de votre discipline qui perçoivent souvent, pendant l'entraînement, une altération de la perception temporelle (les heures deviennent des minutes et les minutes peuvent se prolonger en heures). J'estime ce pourcentage à % (exemple de réponse : 27,5285 %).

5 - Indiquez le niveau de concentration nécessaire pour votre activité sportive :

- une concentration de tous les instants (qui absorbe l'attention continuellement).
 une concentration moyenne (qui canalise parfois l'attention).
 une concentration faible (qui ne jugule l'attention que très rarement).

6- Estimez votre nombre d'heures moyen d'expériences optimales par semaine (les expériences optimales ou la sensation de flow étant caractérisées par une grande impression de liberté, de joie, d'accomplissement et de compétence, et durant laquelle le temps semble disparaître) : heures. (Fournissez votre réponse à l'heure près)

7- Enfin, au delà du questionnaire ci-dessus proposé aux sportifs, les psychologues vont essayer de construire un outil prédictif de la possibilité ou non de percevoir une sensation de flow pendant l'entraînement. Celui-ci sera basé sur un bilan hormonal (endorphines, ocytocine, catécholamines, glucocorticoïdes). Les données fournies permettront de calculer un score, pouvant aller de moins l'infini à plus l'infini (par exemple un score négatif de -193,4561). Celui-ci doit permettre de rendre compte de manière synthétique du « profil » hormonal de chaque sportif. Le zéro de cette échelle, nommée « bilan hormonal » a été arbitrairement fixé.

Voici le nom des sept variables présentées :

- (1) Variable « TYPE » pour « TYPE D'ACTIVITÉ SPORTIVE PRINCIPALE »
- (2) Variable « NACC » pour « NIVEAU D'ACCORD AVEC L'AFFIRMATION »
- (3) Variable « F-BACK » pour « PRESENCE DE FEED-BACK IMMEDIAT »
- (4) Variable « POURSP » pour « POURCENTAGE DE SPORTIFS EPROUVANT UNE ALTERATION TEMPORELLE »
- (5) Variable « NCONC » pour « NIVEAU DE CONCENTRATION NECESSAIRE »
- (6) Variable « NOMBH » pour « NOMBRE D'HEURES MOYEN D'EXPERIENCES OPTIMALES PAR SEMAINE »
- (7) Variable « BILANH » pour « BILAN HORMONAL PREDICTIF DES POSSIBILITES DE FLOW »

1. Les niveaux de mesure

Identifiez le niveau de mesure de chacune de ces variables (elles apparaissent en colonnes) en cochant dans les tableaux ci-dessous **toutes** les propositions que vous pensez exactes. Pour certaines variables, il se peut qu'aucune réponse ne soit correcte; dans ce cas, ne rien cocher.

Si vous souhaitez modifier votre choix, vous devez encrer la ou les cases correspondant à la réponse ou aux réponses que vous estimez exactes.

Question 1 : Il s'agit donc d'une variable :

	TYPE	NACC	F-BACK	POURSP	NCONC	NOMBH	BILANH
<i>nominale</i>			X				
<i>ordinaire</i>	X	X			X		
<i>d'intervalle</i>							X
<i>de rapport</i>				X		X	
Q1 : Réservez aux correcteurs	TYPE	NACC	F-BACK	POURSP	NCONC	NOMBH	BILANH
<i>Ne rien écrire ici</i>							

Question 2 : De plus, il s'agit d'une variable :

	TYPE	NACC	F-BACK	POURSP	NCONC	NOMBH	BILANH
<i>Discrète</i>						X	
<i>continue</i>				X			X
<i>bornée à gauche</i>				X		X	
<i>bornée à droite</i>				X		X	
Q2 : Réservez aux correcteurs	TYPE	NACC	F-BACK	POURSP	NCONC	NOMBH	BILANH
<i>Ne rien écrire dans ce tableau</i>							

Question 3 : On peut donc calculer :

	TYPE	NACC	F-BACK	POURSP	NCONC	NOMBH	BILANH
<i>Un mode</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Une médiane</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Une moyenne</i>				X		X	X
<i>Des quartiles</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Un intervalle interquartile</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Un écart-type</i>				X		X	X
Q3 : Réservez aux correcteurs	TYPE	NACC	F-BACK	POURSP	NCONC	NOMBH	BILANH
<i>Ne rien écrire ici</i>	/						

Question 4 : Adoptez une écriture synthétisant l'ensemble des modalités de la variable :

		<i>Q4 : colonne réservée aux correcteurs</i>
TYPE	$U_{\text{TYPE}} = \{ \text{un défi difficilement réalisable, un challenge de difficulté modérée, un passe-temps très accessible} \}$	
NACC	$U_{\text{NACC}} = \{ \text{pas du tout d'accord, plutôt pas d'accord, avis partagé, plutôt d'accord, tout à fait d'accord} \}$	
F-BACK	$U_{\text{F-BACK}} = \{ \text{mon activité fournit des feed-backs immédiats, mon activité ne fournit pas de feed-backs immédiats, quelques aspects de mon activité permettent d'obtenir des feed-backs plus ou moins immédiats} \}$	
POURSP	$U_{\text{POURSP}} = [0 ; +100]$	
NCONC	$U_{\text{NCONC}} = \{ \text{une concentration de tous les instants, une concentration moyenne, une concentration faible} \}$	
NOMBH	$U_{\text{NOMBH}} = \{0, 1, 2, 3, \dots, 168\}$ ou $U_{\text{NOMBH}} = [0 ; 168]$	
BILANH	$U_{\text{BILANH}} =] -\infty ; +\infty [$	

2. Calculer un coefficient de corrélation linéaire R

De nombreuses recherches montrent que l'estime de soi (définie comme la perception positive que l'on a de soi-même) est affectée par le jugement des autres à notre égard. Un étudiant souhaite appréhender le lien existant entre l'estime de soi des collégiens et leur degré de popularité dans la classe. A cette fin, il demande aux élèves d'une classe de 5^{ème} : 1- de cocher, sans restriction, dans une liste de 10 traits positifs, ceux qu'ils jugent comme étant autodéscriptifs : compétent, dynamique, sociable, sincère, optimiste, cultivé, généreux, patient, décontracté, réaliste ; 2- de cocher, dans une liste présentant les prénoms de tous les élèves de la classe, tous ceux envers qui ils/elles éprouvent de la sympathie. L'étudiant comptabilise - pour chacun des 8 élèves de la classe - le nombre de traits autodéscriptifs positifs cochés (cette mesure est ici considérée comme un indicateur du niveau d'estime de soi) et le nombre de jugements de sympathie reçus de la part des autres élèves (cette mesure est ici considérée comme un indicateur de popularité de l'élève).

Les résultats présentés sont inspirés de l'étude menée par Philippe Genoud (2008) : « Pour une meilleure compréhension de l'estime de soi : liens entre la perception de soi et les indicateurs sociométriques » (http://ncre.educ.usherbrooke.ca/articles/v11n1/03NCre11_1.pdf).

La variable «NOMBRE DE TRAITS AUTODESCRIPTIFS POSITIFS COCHES» est notée X et la variable «NOMBRE DE JUGEMENTS DE SYMPATHIE RECUS» est notée Y :

Question 1 : Compléter le tableau suivant :

Corrélation entre le nombre de traits auto-descriptifs positifs cochés et le nombre de jugements de sympathie reçus.					
I	X _i	Y _i	X _i ²	Y _i ²	X _i Y _i
i=1	10	8	100	64	80
i=2	6	3	36	9	18
i=3	4	5	16	25	20
i=4	6	8	36	64	48
i=5	8	11	64	121	88
i=6	3	5	9	25	15
i=7	5	4	25	16	20
i=8	8	5	64	25	40
N=8	Somme : 50	Somme : 49	Somme : 350	Somme : 349	Somme : 329
Moyennes (tronquées si nécessaire avec 2 chiffres après la virgule)	Moyenne : 6,25	Moyenne : 6,12	Moyenne : 43,75	Moyenne : 43,62	Moyenne : 41,12

Question 2 : Calculer la moyenne des produits, le produit des moyennes, la covariance, l'écart-type de la première variable (X), l'écart-type de la seconde variable (Y) et le coefficient de corrélation R de Bravais-Pearson. Inscrivez directement les résultats dans le tableau suivant (résultats intermédiaires et finaux tronqués - non arrondis - deux chiffres après la virgule).

Moyenne des produits (tronquée si nécessaire avec 2 chiffres après la virgule) :	Produit des moyennes (tronqué si nécessaire avec 2 chiffres après la virgule) :	Covariance (tronquée si nécessaire avec 2 chiffres après la virgule) :	Ecart-type de X (tronqué si nécessaire avec 2 chiffres après la virgule) :	Ecart-type de Y (tronqué si nécessaire avec 2 chiffres après la virgule) :	Coefficient de corrélation (tronqué si nécessaire avec 2 chiffres après la virgule) :
41,12	38,25	2,87	$(43,75-39,06)^{1/2}$ $\sqrt{4,69} = 2,16$	$(43,62-37,45)^{1/2}$ $\sqrt{(6,17)} = 2,48$	$R = -2,87 / (2,16 * 2,48)$ $= 2,87 / 5,35 = 0,53$

Question 3 : a- Comment peut-on qualifier la corrélation obtenue? b- Que peut conclure cet étudiant quant à la relation entre l'estime de soi de ces huit collégiens et leur degré de popularité dans la classe ?

a) La corrélation est positive et moyenne (0,53).

b) Chez ces 8 collégiens, il existe une relation positive entre l'estime qu'ils ont d'eux-mêmes et leur degré de popularité dans la classe : plus ces derniers sont populaires, meilleure est leur estime d'eux-mêmes (ou plus ces collégiens ont une estime de soi importante, plus ils sont populaires dans leur classe).

Remarque : On note que le calcul d'une corrélation ne permet pas de conclure quant à l'existence d'une relation de cause à effet entre ces deux variables...

Q1 & 2 : Réservé aux correcteurs	N	Label 1	Label 2	Label 3	Moyenne des produits	Produit des moyennes	Co- variance	Ecart -type de X	Ecart -type de Y	R	Q3-a	Q3-b
Ne rien écrire dans ce tableau												

3. Savoir calculer le degré de liaison entre deux variables catégorielles :

« Être heureux en couple » fait partie des nombreux thèmes issus de la Psychologie Positive. Une étude, inspirée de celle d'Aimé, Sabourin et Valois (2000), avait pour objectif d'explorer les liens entre « la motivation à être en couple » et « la satisfaction du couple ». La variable motivation était mesurée avec la question : « Quelle est la raison principale pour laquelle vous êtes avec votre partenaire ? » Si les deux membres du couple avaient répondu par une raison intrinsèque (exemple : j'aime les moments passés avec lui/elle), alors le couple était considéré comme très motivé. Si aucun n'a fourni ce type de raison, le couple était considéré comme peu motivé. Si la réponse avait été donnée par seulement l'un des deux, alors le couple était catégorisé comme non congruent. Concernant la variable satisfaction, les couples

devaient estimer à quel point ils pensaient être heureux d'être en couple. Seuls les couples ayant déclaré un même niveau de satisfaction sont présentés ici.

Question 1 : Complétez les cases vides du tableau ci-dessous.

Motivation / Satisfaction	Haute	Moyenne	Total
Très motivé	$n_{h t} = 130$	$n_{m t} = 5$	$n_t = 135$
Peu motivé	$n_{h p} = 20$	$n_{m p} = 80$	$n_p = 100$
Non-congruent	$n_{h nc} = 40$	$n_{m nc} = 41$	$n_{nc} = 81$
Total	$n_h = 190$	$n_m = 126$	$N = 316$

Distribution des couples en fonction de la motivation et de la satisfaction.

Les ensembles de modalités des deux variables « Satisfaction » (S) et « Motivation » (Mo) sont notées $U_s = \{h, m\}$ et $U_{mo} = \{t, nc, p\}$.

Question 2 : Complétez le tableau des fréquences observées (tronquez à trois chiffres après la virgule pour les calculs intermédiaires et arrondissez à l'entier supérieur pour les totaux de la question 2 et 3) :

Fréquences observées			
Motivation / Satisfaction	Haute	Moyenne	Total
Très motivé	$f_{h t} = 130/135 = 0,962$	$f_{m t} = 5/135 = 0,037$	≈ 1
Peu motivé	$f_{h p} = 2/10 = 0,200$	$f_{m p} = 8/10 = 0,800$	≈ 1
Non-congruent	$f_{h nc} = 40/81 = 0,493$	$f_{m nc} = 41/81 = 0,506$	≈ 1

Question 3 : Complétez le tableau des fréquences théoriques :

Fréquences théoriques			
Motivation / Satisfaction	Haute	Moyenne	Total
Très motivé	$f^*_{h t} = 190/316 = 0,601$	$f^*_{m t} = 126/316 = 0,398$	≈ 1
Peu motivé	$f^*_{h p} = 190/316 = 0,601$	$f^*_{m p} = 126/316 = 0,398$	≈ 1
Non-congruent	$f^*_{h nc} = 190/316 = 0,601$	$f^*_{m nc} = 126/316 = 0,398$	≈ 1

Question 4 : Complétez le tableau des contributions au rapport de vraisemblance :

Motivation/ Satisfaction	Haute	Moyenne
Très motivé	$n_{h t} \ln \left(\frac{f_{h t}}{f^*_{h t}} \right) = 130 * 0,470 = 61,154$	$n_{m t} \ln \left(\frac{f_{m t}}{f^*_{m t}} \right) = 5 * (-2,375) = - 11,877$
Peu motivé	$n_{h p} \ln \left(\frac{f_{h p}}{f^*_{h p}} \right) = 20 * (-1,336) = - 22,005$	$n_{m p} \ln \left(\frac{f_{m p}}{f^*_{m p}} \right) = 80 * 0,698 = 55,852$
Non-congruent	$n_{h nc} \ln \left(\frac{f_{h nc}}{f^*_{h nc}} \right) = 40 * (-0,198) = - 7,923$	$n_{m nc} \ln \left(\frac{f_{m nc}}{f^*_{m nc}} \right) = 41 * 0,240 = 9,84$

Le rapport de vraisemblance est une mesure numérique unique d'écart à l'indépendance qui intègre tous les lograpports de fréquences, en les pondérant par les nombres d'observations concernées :

$$R = n_{h/t} \ln \left(\frac{f_{h/t}}{f_{h/t}^*} \right) + n_{h/p} \ln \left(\frac{f_{h/p}}{f_{h/p}^*} \right) + n_{h/nc} \ln \left(\frac{f_{h/nc}}{f_{h/nc}^*} \right) + n_{m/t} \ln \left(\frac{f_{m/t}}{f_{m/t}^*} \right) + n_{m/p} \ln \left(\frac{f_{m/p}}{f_{m/p}^*} \right) + n_{m/nc} \ln \left(\frac{f_{m/nc}}{f_{m/nc}^*} \right)$$

Question 5 : Quelle est la valeur du rapport de vraisemblance en cas d'indépendance (empirique) parfaite entre les deux variables ?

En cas d'indépendance, cette valeur est nulle.

Question 6 : Vous indiquerez quelle est la valeur du rapport de vraisemblance dans le cas présent :

$$R = 61,154 - 11,877 - 22,005 + 55,852 - 7,923 + 9,84 = 85,035$$

Question 7 : A partir de ce résultat, quelle relation globale les variables entretiennent-elles ?

Ce résultat indique que l'on s'éloigne de la situation d'indépendance. Ainsi, il semble exister un lien global entre les deux variables, autrement dit elles ont une relation de dépendance.

Question 8 : Le tableau des contributions au rapport de vraisemblance donne des indications sur la sur-représentation versus la sous-représentation de l'événement par rapport à ce qu'on attendrait sous l'hypothèse d'indépendance. Indiquez les deux contributions les plus importantes?

Les contributions les plus importantes sont :
61,154 et 55,852.

Question 9 : Dire si les contributions les plus importantes indiquent une sur-représentation ou une sous-représentation de l'événement.

Ces deux contributions indiquent que les événements sont sur-représentés par rapport à ce qu'on attendrait sous l'hypothèse d'indépendance. Plus précisément, l'événement « être un couple très satisfait » est sur-représenté chez les couples « très motivés », tandis que l'événement « être un couple moyennement satisfait » est sur-représenté chez les couples « peu motivés »,

Question 10 : Selon ces résultats que faudrait-il pour être heureux en couple ?

Pour être heureux en couple, il semble qu'il soit important que les deux membres du couple soient motivés à être en couple c'est-à-dire qu'ils soient en couple pour des raisons intrinsèques.

Q1 à 10 : Réservé aux correcteurs	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Ne rien écrire dans ce tableau										

Références utilisées pour construire l'examen :

- Données inspirées de : Aimé, A., Sabourin, S., & Valois, P. (2000). L'appariement des styles de motivation et l'évolution de la satisfaction conjugale. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 32(3), 178-186.

Avez-vous pensé à mettre votre nom, prénom, numéro d'étudiant(e)?

Url utilisées pour construire l'examen :

- (1) Jacques Lecomte (2009). Introduction à la psychologie positive, Paris, Dunod.
<http://www.psychologie-positive.net/>).
- (2) http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_positive
- (3) <http://jean.heutte.free.fr/spip.php?article54>

Annexe 4

Questionnaire de connaissances en mathématiques

Nom: Prénom:

N° d'étudiant: Bac:

Questionnaire de connaissances

	Énoncé	Vrai	Faux	Je ne sais pas	CORR
1	$2^2 = 4$				
2	$(-1)^2 = +1$				
3	$(0)^2 = 1$				
4	si $x < -3$ alors $-x > 3$				
5	$\frac{1}{2} + \frac{3}{2} = 2$				
6	$\frac{1}{3} \times \frac{3}{1} = 3$				
7	$3^2 < 12 < 4^2$				
8	$\frac{0}{1} = 0$				
9	$\frac{2}{4} + \frac{4}{8} = \frac{1}{4}$				
10	$y = ax + b$ est l'équation d'une droite				
11	Si $x < -3$ alors $x^2 > +9$				
12	$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = \frac{1}{2} \times 3$				
13	$-\sqrt{2}$ est une solution de l'équation $x^2 = 2$				
14	$\frac{3}{5}$ de 60% = 0.36				
15	Si $x^2 > 16$ alors on a forcément $x > 4$				
16	Les deux droites $y = -793x + 4845$ et $y = -793x$ sont parallèles				
17	Si $x < 1$, alors on a forcément $\frac{1}{x} < 1$				
18	On a toujours $\sqrt{x^2} = x$				
19	$\sum_{i=1}^3 2i = 12$				
20	$y^2 = x + 9$ est l'équation d'une courbe qui passe par le point de coordonnées (0,3)				
TOTAL					

Annexe 5

Livret de suivi (Étude 4)



**Licence 1
Psychologie**



Statistiques

Livret de suivi

Contenu du livret :

Une notice d'utilisation à lire
attentivement (au dos)

5 fiches de suivi à rendre en TD

Notice d'utilisation

En parallèle de vos cours magistraux et travaux dirigés de statistiques, nous mettons à votre disposition un exerciceur sur internet, **Exo-St@ts**, sur lequel vous trouverez de nombreux exercices de statistiques afin de vous entraîner dans cette discipline. Pour accéder à Exo-St@ts, copiez dans la barre d'adresse de votre navigateur le lien suivant :

<http://cursus.uhb.fr/plus/psystat/>

Une autre manière d'accéder à Exo-St@ts est de vous connecter à Cursus (<http://cursus.univ-rennes2.fr/>) avec votre identifiant Sésame et de suivre le déroulement suivant :

Compléments de cours présentiels > Psychologie >

Statistiques et méthodes en psychologie >

Espace Licence 1 ou Licence 2 >

Exo-St@ts

A chaque TD, vous devrez rendre à votre enseignant une fiche de suivi que vous trouverez à l'intérieur de ce livret. Sur chaque fiche, vous évalueriez, à partir des exercices que vous aurez fait sur Exo-St@ts, des exercices des TD, des relectures du livret de cours, des annales, des approfondissements à l'aide de ressources extérieures (ex. livre suivant : A. Hamon et N. Jégou, 2008, *Statistique descriptive, Cours et exercices corrigés*), les domaines de compétences pour lesquels vous êtes en difficulté ou que vous n'avez pas encore travaillé, ceux que vous pensez être en cours d'acquérir et ceux que vous pensez avoir globalement acquis.

Il y a 15 domaines de compétences abordés par l'interface Exo-St@ts et d'autres domaines de compétences non abordés par l'interface ; une auto-évaluation sur chacun de ces domaines n'est possible que par un entraînement continu aux exercices. Vous ne pourrez pas aborder tous les domaines de compétence dès le départ mais votre niveau évoluera en même temps que vous suivrez les cours magistraux et les travaux dirigés. Pour vous aider dans votre travail, il vous sera indiqué en face de chaque domaine de compétence à partir de quel TD vous serez en mesure de faire les exercices correspondants.

Ces fiches de suivi vous permettront de faire le point sur votre compréhension et votre maîtrise des notions du cours et ainsi de mieux vous évaluer dans la perspective de l'examen.

Elles permettront également à l'équipe enseignante de relever au fur et à mesure des TD :

- les points les moins bien et les mieux compris par l'ensemble des étudiants,
- le travail personnel effectué régulièrement par les étudiants, par exemple sur Exo-St@ts.

Le rendu de ces fiches est **obligatoire** et à chaque TD vous devrez remettre la fiche correspondante à votre enseignant en signant une feuille d'émargement.

En cas d'absence au TD, il vous faudra remettre cette fiche dans une boîte prévue à cet effet à l'accueil du bâtiment S (bureau S101, ouvert de 14h à 17h).

1**Fiche à rendre lors du TD2 (du 3/10 au 7/10 ou du 10/10 au 14/10)**

NOM : PRENOM : N° ETUDIANT :

GROUPE D'ORIGINE : GROUPE ACTUEL :

Domaine de compétences	TD	Peu ou pas acquis	Partiellement acquis	Globalement acquis
Distinguer des noms (non ordonnés), des noms ordonnés et des nombres.	TD1			
Distinguer qualitatif/quantitatif et comprendre la notion de zéro naturel (absolu).	TD1			
Distinguer les niveaux de mesure.	TD1			
Comprendre les notions de continuité, de borne et identifier le nombre de modalités.	TD1			
Identifier les indices de centralité et de dispersion adaptés au niveau de mesure.	TD2			
Savoir écrire l'ensemble des modalités observables d'une variable.	TD2			
Comprendre ce que représente l'axe horizontal d'un graphique.	TD2			
Identifier directement des indices de centralité à partir du graphique adapté.	TD2			
Comprendre quand et comment construire une fonction de répartition.	TD2			
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des modalités observables.	TD3			
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des modalités observables et des effectifs marginaux.	TD3			
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des intervalles de valeurs.	TD3			
Remplir un tableau de calcul de la moyenne et de l'écart-type avec des intervalles de valeurs et des effectifs marginaux.	TD3			
Ecrire un plan d'analyse	TD3			
Remplir un tableau de calcul du coefficient de corrélation R.	TD6			

Attention ! Les domaines de compétence suivants ne sont pas sur Exo-St@ts mais peuvent être notamment travaillés à partir des CM, des TD et des annales corrigées disponibles sur cursus : Dmax de Kolmogorov, Boîtes à moustaches, Etalonnage par quantilage, Etalonnage sigmatique, Rapports et lograpports de cote, Rapports de vraisemblance

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 – Étude 1 : Moyennes et écart-types des performances en fonction de la condition.....	82
Tableau 2 – Étude 1 : Résultats du t test pour la performance en ligne (transformée par racine carrée)	85
Tableau 3 – Étude 1 : Résultats du t test pour la performance à l'examen	86
Tableau 4 – Étude 1 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)	89
Tableau 5 – Étude 1 : Modèle de régression sur la performance à l'examen	91
Tableau 6 – Étude 1 : Modèle de régression sur la performance à l'examen avec contrôle du niveau initial en mathématiques par la spécialité suivie au baccalauréat.....	94
Tableau 7 – Étude 2 : Corrélations	106
Tableau 8 – Étude 2 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)	108
Tableau 9 – Étude 2 : Modèle de régression sur la performance à l'examen	110
Tableau 10 – Étude 3 : Codage en Dummy Variables pour la VI « feedback de comparaison ».....	115
Tableau 11 – Étude 3 : Corrélations	116
Tableau 12 – Étude 3 : Modèle de régression hiérarchique sur la performance en ligne (transformée par racine carrée).....	119
Tableau 13 – Étude 3 : Modèle de régression hiérarchique sur la performance à l'examen	121
Tableau 14 – Étude 3 : moyennes et écart-types de la performance à l'examen selon la condition expérimentale.....	122
Tableau 15 – Étude 4 : Pourcentage d'étudiants actifs sur Exo-St@ts.....	133
Tableau 16 – Étude 4 : Répartition de la première connexion des étudiants dans les trois périodes pour les deux cohortes.....	135
Tableau 17 – Étude 4 : Nombre moyen d'exercices réussis sur Exo-St@ts et pourcentage moyen de réussite à l'examen pour les deux cohortes	136
Tableau 18 – Étude 4 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée)	143
Tableau 19 – Étude 4 : Modèle de régression sur la performance à l'examen	145
Tableau 20 – Étude 5 : Pourcentage d'étudiants actifs sur Exo-St@ts pour les trois cohortes	157

Tableau 21 – Étude 5 : Répartition de la première connexion des étudiants dans les trois périodes pour les trois cohortes.....	159
Tableau 22 – Étude 5 : Nombre moyen d'exercices réussis sur Exo-St@ts et pourcentage moyen de réussite à l'examen pour les trois cohortes.....	160
Tableau 23 – Étude 5 : Nombre d'étudiants actifs sur Exo-St@ts en fonction de l'utilisation des boîtiers interactifs lors de la séance de révision.....	162
Tableau 24 – Étude 5 : Répartition des premières connexions dans les trois périodes en fonction de l'utilisation des boîtiers interactifs lors de la séance de révision.....	164
Tableau 25 – Étude 5 : Modèle de régression sur la performance en ligne (transformée par racine carrée).....	167
Tableau 26 – Étude 5 : Modèle de régression sur la performance à l'examen.....	168

INDEX DES FIGURES

Figure 1 – Chapitre 2 : Modèle en cinq étapes d'un apprenant pendant un cycle de feedback (adapté de Bangert-Drowns et al., 1991).....	30
Figure 2 – Chapitre 2 : Arbre de décision du choix du feedback dans l'enseignement informatisé (Mason & Bruning, 2001)	33
Figure 3 – Chapitre 2 : Facteurs interagissant avec le feedback pour influencer l'apprentissage (Narciss & Huth, 2004).....	35
Figure 4 – Chapitre 2 : Hiérarchie des processus induits par les feedbacks (Kluger & DeNisi, 1996)	41
Figure 5 – Chapitre 2 : Modèle de l'impact de différentes normes de référence utilisées dans les feedbacks sur la fixation des buts et la performance (Wilbert et al., 2010)	43
Figure 6 – Étude 1 : Exemple de question sous forme de tableau dans Exo-St@ts.....	74
Figure 7 – Étude 1 : Marquage gris des exercices effectués.....	76
Figure 8 – Étude 1 : Graphique de visualisation de la condition de feedback de comparaison sociale.....	78
Figure 9 – Étude 1 : Graphique de visualisation de la condition de feedback de comparaison temporelle ..	79
Figure 10 – Étude 1 : Normogrammes Q-Q des résidus de la performance en ligne, pour la condition "Comparaison Sociale (à gauche) et "Comparaison Temporelle" (à droite)	83
Figure 11 – Étude 1 : Histogrammes des effectifs de la performance en ligne pour la condition "comparaison sociale" (à gauche) et "comparaison temporelle" (à droite)	84
Figure 12 – Étude 1 : Normogrammes Q-Q des résidus de la variable performance en ligne transformée par racine carrée, pour la condition « comparaison sociale » (à gauche) et « comparaison temporelle » (à droite).	84
Figure 13 – Étude 1 : Normogrammes Q-Q des résidus de la performance à l'examen pour la condition "comparaison sociale" (à gauche) et "comparaison temporelle" (à droite)	86
Figure 14 – Étude 1 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés de la performance en ligne	88
Figure 15 – Étude 1 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) de la performance en ligne transformée par racine carrée	88

Figure 16 – Étude 1 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) de la performance à l'examen	90
Figure 17 – Étude 1 : Performance à l'examen en fonction de la procrastination comportementale et du feedback de comparaison.....	91
Figure 18 – Étude 1 : Nombre d'exercices réussis en ligne en fonction de la procrastination comportementale et du feedback de comparaison	93
Figure 19 – Étude 2 : Ancien format (à gauche) et nouveau format (à droite) du feedback de comparaison temporelle.....	103
Figure 20 – Étude 2 : Exemples d'énoncés du questionnaire de niveau initial en mathématiques	104
Figure 21 – Étude 2 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis.....	107
Figure 22 – Étude 2 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis transformé par racine carrée	107
Figure 23 – Étude 2 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen.....	109
Figure 24 – Étude 1 et 2 : Marquage gris des items effectués.....	114
Figure 25 – Étude 3 : Marquage en couleur des items effectués.....	114
Figure 26 – Étude 3 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis en ligne	118
Figure 27 – Étude 3 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du nombre d'exercices réussis en ligne transformé par racine carrée	118
Figure 28 – Étude 3 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen.....	120
Figure 29 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q des résidus de la performance en ligne, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et pour la cohorte 2011-2012 (à droite)	137

Figure 30 – Étude 4 : Histogrammes des effectifs de la performance en ligne pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et pour la cohorte 2011-2012 (à droite).....	137
Figure 31 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q des résidus de la variable performance en ligne transformée par racine carrée, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite)	138
Figure 32 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q des résidus de la variable performance à l'examen, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite).....	138
Figure 33 – Étude 4 : Histogrammes des effectifs de la réussite aux deux premières parties de l'examen pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite).....	139
Figure 34 – Étude 4 : Normogrammes Q-Q de la réussite aux deux premières parties de l'examen transformée par racine carrée, pour la cohorte 2010-2011 (à gauche) et 2011-2012 (à droite).....	139
Figure 35 – Étude 4 : Diagramme gaussien P-P de régression (à gauche) et histogramme (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis.....	142
Figure 36 – Étude 4 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du nombre d'exercices réussis transformé par racine carrée.....	142
Figure 37 – Étude 4 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen.....	144
Figure 38 – Boîtier interactif et clé-récepteur	151
Figure 39 – Étude 5 : Exemple d'affichage des votes des étudiants	152
Figure 40 – Étude 5 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche) et histogramme des résidus (à droite) des résidus standardisés du nombre d'exercices réussis.....	165
Figure 41 – Étude 5 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du nombre d'exercices réussis transformé par racine carrée.....	166
Figure 42 – Étude 5 : Diagramme gaussien de régression P-P (à gauche), histogramme des résidus (au milieu) et graphique des résidus en fonction des valeurs prédites (à droite) du pourcentage de réussite à l'examen.....	167

INDEX DES ENCADRÉS

Encadré 1 – Étude 1 : contrôle a posteriori du niveau initial en mathématiques par la spécialité suivie lors du baccalauréat.....	89
Encadré 2 – Étude 5 : Étude pilote sur l'utilisation des boîtiers interactifs.....	145

L'objectif de la thèse est de trouver les moyens d'améliorer la réussite en statistiques des étudiants en psychologie, en examinant les effets des feedbacks de comparaison sociale ou temporelle délivrés dans un environnement numérique d'apprentissage, plus particulièrement un exerciceur en ligne. Cet objectif s'appuie sur trois constats. Premièrement, les études qui s'intéressent aux environnements numériques pour l'apprentissage des statistiques montrent qu'une des caractéristiques centrales de ce type d'outil est l'utilisation de feedbacks immédiats, alors même que le type de feedback délivré est rarement questionné. Deuxièmement, la littérature s'est largement intéressée aux feedbacks centrés sur la tâche et assez peu à ceux qui reposent sur des processus psychosociaux, comme la comparaison sociale ou temporelle. Troisièmement, les effets de ces comparaisons ont très rarement été étudiés en même temps, *a fortiori* dans le cadre d'exerciceurs en ligne. Le programme de recherches se décompose en deux séries d'études. Les trois premières études examinent les effets des feedbacks de comparaison sociale et temporelle sur les performances en statistiques. Les deux dernières études s'apparentent à des « recherches-action » visant à amener les étudiants à utiliser l'exerciceur en ligne à partir d'interventions pédagogiques réalisées en Travaux Dirigés. Globalement, les résultats ne montrent pas d'effet robuste des feedbacks de comparaison mais confirment le rôle prépondérant du comportement consistant à remettre un travail à plus tard (procrastination) et du niveau initial en mathématiques sur la réussite des étudiants. Les implications de ces résultats sont discutées en tenant compte du contexte écologique dans lequel s'inscrivent ces recherches.

Mots-clés : feedback de comparaison sociale / temporelle, statistiques, environnements numériques d'apprentissage / exerciceur, performances académiques.

CRPCC – EA 1285
 Université Rennes 2
 Place du Recteur Henri Le Moal CS 24307
 35043 Rennes Cedex

The aim of this thesis is to find ways of improving psychology students' statistics performance, by examining the influence of social or temporal comparison feedback delivered in a web-based training environment. This aim is based on three observations. Firstly, immediate feedback has been shown as a central characteristic of web-based learning environments for statistics, but studies rarely interrogate which kind of feedback is delivered. Secondly, studies generally focus on task-oriented feedback rather than on psychosocial processes such as social and temporal comparison. Thirdly, these two comparisons have rarely been examined at the same time, *a fortiori* in web-based training environments. The research program is divided in two sets of studies. The first three studies examine the influence of social or temporal comparison feedback on statistics performance. In the last two studies, interventions in class were implemented to encourage students to use the web-based training environments. Overall, results do not show a robust effect of comparison feedbacks but confirm the crucial influence of procrastination and initial knowledge on students' performance. The implications are discussed considering the naturalistic nature of this research.

Keywords: social / temporal comparison feedback, statistics, web-based training environment / quizzes, academic performance.