



**Université Libre de Bruxelles**

**Faculté des Sciences Psychologiques et de l'Éducation**

**TITRE,  
TITRE SUITE**

Par

**MARIE DELACRE**

En vue de l'obtention du grade de docteur

Septembre 2021

## **Abstract**

Abstract (voir nombre de mots requis)

# Contents

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction</b>   | <b>iv</b> |
| 1.1      | Truc qui n'ont rien à voir mais dont je pourrais avoir besoin à la défense . . . . .                              | iv        |
| 1.2      | Début de la vraie intro . . . . .   | iv        |
| 1.3      | La manière dont l'ANOVA et les tests $t$ sont utilisés en psychologie. . . . .                                    | v         |
| 1.3.1    | Limite 1: conditions d'application . . . . .  | v         |
| 1.4      | Limite 2: hypothèse nulle . . . . .   | viii      |
| 1.5      | Pourquoi jusque là la sauce n'a pas pris? . . . . .   | ix        |
| <b>2</b> | <b>Conclusion</b>   | <b>2</b>  |
| 2.0.1    | Usage des articles méthodo . . . . .  | 2         |
| 2.0.2    | Importance des simulations et des logiciels modernes pour enseigner les statis-<br>tiques fréquentistes . . . . . | 2         |
| 2.0.3    | Comment écrire/transmettre l'info aux psys . . . . .  | 3         |
| 2.0.4    | Recommandations générales . . . . .   | 3         |
| <b>3</b> | <b>Bibliographie</b>  | <b>4</b>  |
| <b>4</b> | <b>Annexe(s)</b>  | <b>6</b>  |
| 4.1      | Annexe A: additional tables . . . . .   | 6         |
| 4.2      | Annexe B: additional figures . . . . .  | 7         |
| 4.3      | Annexe C: code . . . . .  | 8         |

## Acknowledgements

Thank you for following this tutorial!

I hope you'll find it useful to write a very professional dissertation.

# 1 Introduction

## 1.1 Truc qui n'ont rien à voir mais dont je pourrais avoir besoin à la défense

“A review by van de Schoot, Winter, Ryan, Zondervan-Zwijnenburg, and Depaoli (2017) revealed that 31% of articles in the psychological literature that used Bayesian analyses did not even specify the prior that was used, at least in part because the defaults by the software package were used. Mindless statistic are not limited to pvalues” (dans l'article de Daniel... j'adore cet argument!)

## 1.2 Début de la vraie intro

Les statistiques font partie intégrante du cursus de formation des psychologues et jouent un rôle très important dans le parcours des chercheurs en psychologie, et des psychologues de manière générale. On attend d'eux qu'ils soient capables de produire des connaissances, fondées sur des preuves scientifiques (et non sur des croyances et opinions), et également de comprendre et évaluer les recherches menées par d'autres (Haslam and McGarty 2014). Or, dans un domaine dominé par les analyses quantitatives<sup>1</sup> (Counsell and Harlow 2017), les connaissances statistiques s'avèrent fondamentales pour comprendre, planifier et analyser une recherche (Howitt and Cramer 2017; Everitt 2001).

Au cours des 50 dernières années, on a assisté à un développement inouï de méthodes statistiques de plus en plus complexes: méta-analyses, équations structurelles, modèles linéaires hiérarchiques... (Byrne 1996; Sharpe 2013). Pourtant, les tests de comparaison de moyennes restent dominants en psychologie (Counsell and Harlow 2017). Ces tests sont, depuis plus de 60 ans (Nunnally 1960; Byrne 1996), les tests les plus fréquemment cités dans la littérature scientifique (Golinski and Cribbie 2009; Delacre, Lakens, and Leys 2017; Delacre et al. 2019). Dans une revue de 486 articles publiés en 2000 dans des journaux populaires en psychologie<sup>2</sup>, Golinski and Cribbie (2009) avaient relevé 140 articles ( $\approx 29\%$ ) au sein desquels les auteurs avaient mené au moins une ANOVA à un ou plusieurs facteurs. Plus récemment, Counsell and Harlow (2017) mentionnaient que parmi un ensemble de 151 études soumises dans 4 revues canadiennes en 2013, environ 40% incluaient une comparaison de moyennes. Plus récemment encore, nous avons trouvé qu'environ 34% des études reportées dans *Social Psychological & Personality Science* entre avril 2015 et avril 2016 utilisaient un test-*t* (Delacre, Lakens, and Leys 2017), et qu'environ 14% des articles publiés en 2016 dans le *Journal of Personality and Social psychology* utilisaient une analyse de variance à un facteur (Delacre et al. 2019).

---

<sup>1</sup> parmi 68 articles analysés en 2013 par Counsell et ses collaborateurs (2017) dans 4 revues canadiennes, 92.7% incluaient au moins une analyse quantitative (contre 7.3% incluant une analyse qualitative)

<sup>2</sup> Les revues analysées étaient les suivantes: "Child Development", "Journal of Abnormal Psychology", "Journal of Consulting and Clinical Psychology", "Journal of Experimental Psychology: General", "Journal of Personality" et "Social Psychology"

La dominance de ces tests peut vraisemblablement s'expliquer par la manière dont les chercheurs sont formés aux outils statistiques (Henson, Hull, and Williams 2010): ces tests se trouvent en effet au coeur des programmes de statistiques au sein des pratiquement toutes les facultés de psychologie (Aiken, West, and Millsap 2008; Golinski and Cribbie 2009 REFERENCE PR L EUROPE A TROUVER) et sont mentionnés dans la plupart des livres d'introduction aux statistiques pour psychologues. Compte tenu de tout cela, on s'attend généralement à ce que la plupart des étudiants et chercheurs en psychologie aient une bonne maîtrise des tests de comparaisons de moyennes <sup>3</sup>(Aiken, West, and Millsap 2008; Hoekstra, Kiers, and Johnson 2012). ESSAYER DE TROUVER DES LIVRES QUI EN PARLENT THEORIQUEMENT ET D AUTRES QUI LES METTENT EN LIEN AVEC DES LOGICIELS CONNUS. Pourtant, la littérature tend à révéler que leur usage pourrait être amélioré. Parmi les critiques avancées à l'égard de ces tests, certaines relèvent des conditions dans lesquelles ils peuvent être utilisés et d'autres sont liées à la manière dont les chercheurs interprètent leur résultat (2 choses: la nil-null hypothesis, et la croyance que la p-valeur donne une info sur la pertinence de l'effet).

### 1.3 La manière dont l'ANOVA et les tests $t$ sont utilisés en psychologie.

Lorsqu'on applique un test- $t$  (ou une ANOVA), la distribution de deux (ou plus de deux) groupes indépendants est "résumée" par un indicateur de tendance centrale (par exemple la moyenne), et l'on compare ensuite les indicateurs de tendance centrale de chaque groupe, en vue de déterminer s'il existe des différences entre eux. On peut faire plusieurs constats quant à la manière dont ces tests sont reportés dans la littérature scientifique.

#### 1.3.1 Limite 1: conditions d'application

D'abord, il n'y a pas un unique test- $t$  ou une unique ANOVA, mais une famille de tests- $t$  et une famille d'ANOVA. Pourtant, malgré la diversité des tests disponibles, le test- $t$  de Student (qui sert à comparer deux moyennes indépendantes) et l'ANOVA de Fisher (qui permet de comparer deux ou plus de deux moyennes indépendantes) sont presque systématiquement utilisés par défaut. Ces deux tests, mathématiquement liés entre eux, ne seront pourtant valides qu'à condition que les résidus indépendants et identiquement distribués se distribuent normalement, et soient extraits de populations ayant des variances identiques. Un non respect des conditions d'application pourra sérieusement affecter le taux d'erreur de types I et II des tests. Pourtant, ces conditions ne sont que peu ou pas

---

<sup>3</sup>Parmi les professeurs interrogés en 2008 par Aiken et ses collaborateurs au sein de 201 départements des USA et du Canada, presque tous (entre 80% et 100%) affirmaient que la plupart (si pas tous) leurs étudiants étaient capable de réaliser une ANOVA à un ou plusieurs facteurs (que ce soit l'approche a priori ou post hoc).

vérifiées (Hoekstra, Kiers, and Johnson 2012):

- Keselman et al. (1998): sur 61 articles contenant des designs dans lesquels des échantillons indépendants étaient définis par un seul facteur (between-subjects univariate designs, 13 n'ont pas donné d'information relatives aux écart-types. Parmi les autres, il y avait de l'hétéroscédasticité. En tout, moins d'un article sur 5 se préoccupait des violations possibles des conditions d'application, et lorsqu'ils le faisaient, ils s'inquiétaient surtout de la condition de normalité (moins de l'hétéroscédasticité), et ce malgré le fait que pourtant, des violations de cette conditions sont bien plus dommageables!
- voir dans mes 2 articles sur le Welch, je donne des exemples aussi de ça
- Golinski and Cribbie (2009): parmi 140 articles publiés dans plusieurs revues célèbres qui utilisaient l'ANOVA (voir plus haut), très peu vérifiaient les conditions d'application. *"It is interesting that, of the 11 articles that mentioned the normality assumption, 10 found distributions that were nonnormal. Although it is possible that the remaining articles that did not mention the normality assumption all found no evidence of nonnormality, it seems highly unlikely given that Micceri (1989) who examined 440 variables from published articles in education and psychology, found that 84% showed moderate to extreme skew"*. En ce qui concerne l'homogénéité des variances, seulement 3 mentionnaient l'hypothèse d'homogénéité des variances, alors que parmi les 65 articles donnant l'info sur les variances de groupe, 27 avaient un SDR de plus de 2 (dans une étude, le SDR était même de 104), et que la plupart d'entre elles avaient des designs non balancés.
- Counsell and Harlow (2017): sur 151 études analysées, 44 reportaient des informations relatives aux conditions d'application des tests utilisés. Parmi celles-ci, seulement 2 étaient exhaustifs: toutes les autres soit reportaient seulement une partie des conditions, soit le faisaient de manière inappropriée (ex.: vérifier la normalité de la VD au lieu de celle des résidus, dans le cas d'une régression).

*Remarque: il est commun que les chercheurs annoncent l'usage d'un test-t ou d'une ANOVA dans leur étude sans préciser de quel "test-t" ou de quelle "ANOVA" il s'agit (Counsell and Harlow 2017).*

*N'EST-CE PAS PARCE QU'ILS UTILISENT L'OPTION DISPO PAR DEFAUT DANS LES LOGICIELS CLIC BOUTON?*

A cause du manque de transparence des chercheurs quant au respect ou non respect des conditions d'application, il est très compliqué de vérifier si le test qu'ils ont choisi est approprié ou non [counsell\_reporting\_2017]. CA JE PEUX COMPLETER AVEC MON PROJET DE RECHERCHE: *le non report peut vouloir dire que la condition était ok mais ça semble très peu crédible qu'elle le soit dans autant d'études.*

-> POURQUOI ELLES NE SONT PAS VERIFIEES? -> 1) Leur non report peut être dû à un désir de limiter le nombre de pages (on se contente de reporter ce que les reviewers/éditeurs nous demandent de reporter; Counsell and Harlow (2017)) 2) Par manque de connaissances, les chercheurs se contentent souvent des informations fournies dans les logiciels clic/bouton. *for example, if software does not report a CI on Cohen's d, it is unlikely that a researcher will calculate one his or herself* (Counsell and Harlow (2017)).

Ce constat est loin d'être récent. Par exemple, Keselman et al. (1998) mettaient en évidence le fait que les chercheurs tendaient à utiliser des tests non robustes aux violations des conditions d'application, sans vérifier au préalable si ces conditions étaient respectées.

Même lorsqu'un chercheur souhaite vérifier les conditions d'application, il reste confronté à plusieurs problèmes.

1. Les conditions reposent sur les paramètres de *population* et non sur les paramètres d'échantillon. Or, ces paramètres de population ne sont pas connus (s'ils l'étaient, on n'aurait pas besoin des statistiques) (Hoekstra, Kiers, and Johnson 2012).
2. Les conditions sont souvent très irréalistes.

Il existe des tests dit "tests robustes" qui ne sont théoriquement pas affectés par une violation des conditions d'application (Erceg-Hurn and Mirosevich 2008), mais ces derniers ne sont que peu ou pas utilisés (Sharpe 2013). Malgré de nombreuses tentatives (Keselman et al. 1998), leur succès reste très mitigé.

Comment améliorer les pratiques de recherche facilement, d'une manière qui assure que les chercheurs appliqueront les conseils? En proposant des switchs faciles. L'usage des tests de Welch est un bel exemple de switch facile. Ceci dit, ce n'est pas parce que le switch est facile qu'il est forcément fait: Keselman et al. (1998) écrit ceci: "Despite these repeated cautionary notes, behavioral science researchers have clearly not taken this message to heart. It is strongly recommended that test procedures that have been designed specifically for use in the presence of variance heterogeneity and/or nonnormality be adopted on a routine basis" (p.358). Rem.: ils parlent d'un article de Lix et al. (1996) qui mentionne des packages qui permettent de le faire mais l'article est introuvable sur google scholar. L'open access est une des clés pour moi. w

ARTICLE1 ARTICLE2.



## 1.4 Limite 2: hypothèse nulle

Rem.: "une violation des conditions d'application peut amener à une sous- ou sur-estimation des mesure de taille d'effet (Osborne & Waters, 2002, cités par Hoekstra!)

Le NHST fait l'objet d'énormément de critiques, si bien que certains recommandent de le remplacer par une mesure de taille d'effet accompagnée d'un intervalle de confiance autour de la taille d'effet. Le raisonnement est que si l'IC contient la valeur 0, on ne peut conclure à une différence significative (Counsell and Harlow 2017).

Une des principales critiques des tests d'hypothèse est le fait que l'on compare la différence observée à l'absence totale de différence (= un effet de 0). C'est une question qui est peu intéressante, car peu surprenante. Mais pourquoi comparer à 0 et pas à une autre valeur?

D'après Lakens (2021), un test d'hypothèse (selon l'approche de Neyman-Pearson) vaut la peine à 2 conditions:

- 1) que l'hypothèse nulle soit assez plausible pour que son rejet puisse surprendre au moins certains;
- 2) le chercheur veut appliquer une procédure méthodol qui l'autorise à prendre des décisions quant à la manière d'agir, tout en contrôlant le taux d'erreur. Agir peut vouloir dire: adopter un traitement, une politique, une intervention, ou abandonner un domaine de recherche, modifier une manipulation, ou de faire un certain type de déclaration ou revendication.

Counsell and Harlow (2017): *the constant calls for reporting effect sizes appears to have had an effect on the Canadian psychology articles as just over 90% of the analyses that used a significance test also included a standardized or unstandardized effect size. Few articles presented an effect size without hypothesis testing, and few of the analyses' results included a CI.*

Ca se fait apparemment de plus en plus de reporter la taille d'effet (dans leur analyse de 151 études, 90% des analyses incluait une mesure de taille d'effet, standardisée ou non... mais très peu incluait les IC et de plus, ils les donnaient mais sans vraiment en discuter... @Counsell and Harlow (2017) dans la discussion).

Comme déjà mentionné, l'hypothèse nulle est l'absence d'effet. On en reste sur la nil-hypothesis. Du coup, un effet significatif n'a pas vraiment de valeur. En réponse à ce problème, on a écrit deux articles:

- On peut commencer par ajouter une information sur les tailles d'effets (mais du coup ça n'oblige pas à réfléchir à l'avance à l'effet qui nous intéresse)

Dans la revue de Keselman et al. (1998), ils mentionnent que les tailles d'effet ne sont pratiquement

jamais reportées malgré les recommandations du panel de l'APA (1994) (et qu'elles ne sont fournies qu'en cas d'effet significatif).

- On peut aussi faire des tests plus informatifs (tests d'équivalence et/ou tests d'effets minimaux).

\*One of the most widely suggested improvements of the use of p values is to replace null-hypothesis tests (where the goal is to reject an effect of exactly 0) with tests of range predictions (where the goal is to reject effects that fall outside of the range of effects that is predicted or considered practically important) (Lakens 2021).

## 1.5 Pourquoi jusque là la sauce n'a pas pris?

Je suis loin d'être la première à signaler tt ça. Ce qui manque encore dans mon plan d'introduction, c'est que je dois encore trouver le moyen de montrer en quoi mes articles sont une plus-value, ce qu'ils apportent. 2) Parler des packages, des applications Shiny, etc.

D'aucun on fait le constat d'un fossé entre les méthodes inférentielles recommandées dans la littérature scientifique et les techniques réellement utilisées par les chercheurs appliqués [keselman\_statistical\_1998].

PARLER DES DIFFERENTES REVUES DE LITTERATURE QUI LE DISENT.

Qu'est-ce qui pourrait expliquer cela? 1) Sharpe (2013): lack of awareness (p.573) Manque de conscience des développements dans le domaine?

2) Sharpe (2013): journal editors (p.573) Les éditeurs ne poussent pas assez? → Pas convaincue que ça m'intéresse

3) Sharpe (2013): Publish or perish? (p.574) je ne comprends mm pas en quoi c'est un argument

4) Sharpe (2013): Software (p.574) → aaahh! Certaines pratiques comme les équations structurelles et les analyses de puissance ont été facilitées par des logiciels comme gpower. Cela explique leur popularité. En ce qui concerne les statistiques plus robustes, par contre, elles ont moins de succès car on ne dispose pas dans les logiciels. Les gens veulent juste qu'on leur dise où cliquer pour avoir le test qu'ils veulent! C'est triste mais faut faire avec (à mon avis).

5) Sharpe (2013): inadequate education (p.574)

6) Sharpe (2013): mindset: facteurs psychologiques t.q. la peur de dévier des pratiques courantes (comme si on n'allait pas être publié si on ne faisait pas comme tlm).

Anecdote: les chercheurs font souvent l'erreur de croire qu'il faut vérifier la normalité de la VD en faisant une régression. Dans SPSS, il est assez complexe de le faire car il faut d'abord calculer les résidus, ce qui implique de comprendre que les tests t et ANOVA sont des cas particuliers de régression,

puis ensuite a posteriori représenter graphiquement les résidus. C'est chronophage et complexe. Dans Jamovi, par contre, la vérification de la normalité des résidus est automatiquement réalisée lorsqu'on fait un test t. Le rôle des méthodologistes, à mon sens, est de prémâcher le travail, pour permettre à d'autres de créer des outils conçus pour améliorer les pratiques de recherche. à partir du moment où c'est automatiquement fait correctement, il devient moins problématique que les psychologues maîtrisent le détail. Débarassés de ces questions, ils pourront peut-être alors plus se focaliser sur l'important pour mieux comprendre et interpréter les résultats de leur tests: càd comprendre la distribution d'échantillonnage, dont pratiquement tt découle.

## 2 Conclusion

The conclusion section should specify the key findings of your study, explain their wider significance in the context of the research field and explain how you have filled the knowledge gap that you have identified in the introduction. This is your chance to present to your reader the major take-home messages of your dissertation research. It should be similar in content to the last sentence of your summary abstract. It should not be a repetition of the first paragraph of the discussion. They can be distinguished in their connection to broader issues. The first paragraph of the discussion will tend to focus on the direct scientific implications of your work (i.e. basic science, fundamental knowledge) while the conclusion will tend to focus more on the implications of the results for society, conservation, etc.

### 2.0.1 Usage des articles méthodo

Ces derniers semblent assez peu utilisés par les chercheurs. En tout cas s'ils les utilisent, ils les citent très peu dans leurs références pour justifier leurs choix (cf. article de Mills, Abdulla, and Cribbie (2010): le mode du nombre de citation méthodo dans les articles de recherche appliqués est 0, et la médiane vaut 1... ). Dans l'autre sens, on constate que les articles méthodologiques sont généralement peu cités, et ils le sont encore 3 fois moins par les chercheurs appliqués que par les autres méthodologistes (Mills, Abdulla, and Cribbie 2010, 56).

On est en droit de questionner l'impact réel des publications méthodologiques, pour 2 raisons, d'après Mills, Abdulla, and Cribbie (2010):

- (1) Les chercheurs appliqués sont noyés sous les articles dans leur domaine d'expertise si bien que cela limite le temps dont ils disposent pour se consacrer aux articles méthodologiques.
- (2) malgré que des nouvelles méthodes sont disponibles, les chercheurs continuent à opter pour des tests traditionnels et familiaux (mais souvent inappropriés).

→ Qu'est-ce qui va pousser les chercheurs à lire des articles méthodologiques? → Si je trouve la réponse à ceci, j'ai mon intro.

### 2.0.2 Importance des simulations et des logiciels modernes pour enseigner les statistiques fréquentistes

On sait que les chercheurs tendent à privilégier les méthodes qui sont proposées par défaut dans des logiciels de clique bouton (comme SPSS). C'est en tout cas ce que dit Counsell and Harlow (2017) dans le contexte de la gestion des données manquantes (mais je crois que c'est vrai pour tout). Une manière d'améliorer les pratiques serait d'améliorer les options proposées par défaut dans les logiciels de

clic-bouton. C'est à ce genre de choses que j'aspire à travers mes articles.

Malgré tout, un logiciel ne fait pas tout et après avoir utilisé le test adéquat, il est important d'être capable de l'interpréter correctement. Les tests font appel à des notions faussement simples telles que les p-valeurs et les distributions d'échantillonnage. A mon sens, le seul moyen d'enseigner correctement ces notions, c'est à travers des simulations.

### **2.0.3 Comment écrire/transmettre l'info aux psys**

Un consultant doit pouvoir parler de langage des psys, c'est-à-dire décrire et expliquer les méthodes requises d'une manière compréhensible pour les clients (Golinski and Cribbie 2009). Est-ce bien de demander à des mathématiciens/Statisticiens d'enseigner les stat aux psy's? Par forcément, car un psychologue spécialisé en méthodo quanti sera plus à même de comprendre les procédures et méthodes requises par les psys (ex. de la question de la taille d'effet qui n'intéresse pas vraiment les statisticiens; Golinski and Cribbie (2009)).

### **2.0.4 Recommandations générales**

Mills, Abdulla, and Cribbie (2010):

- au moins un reviewer compétant pour analyser le caractère approprié des méthodes stat
- que les éditeurs/reviewers encouragent l'usage d'article de méthodo dans leur recherche → interesting, mais réaliste? La proportion de méthodologistes parmi les psychologues n'est pas assez élevée... Ou alors il faut vraiment de l'interdisciplinarité!

### 3 Bibliographie

- Aiken, Leona S., Stephen G. West, and Roger E. Millsap. 2008. "Doctoral Training in Statistics, Measurement, and Methodology in Psychology: Replication and Extension of Aiken, West, Sechrest, and Reno's (1990) Survey of PhD Programs in North America." *American Psychologist* 63 (1): 32.
- Byrne, Barbara M. 1996. "The Status and Role of Quantitative Methods in Psychology: Past, Present, and Future Perspectives." *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne* 37 (2): 76.
- Counsell, Alyssa, and Lisa Harlow. 2017. "Reporting Practices and Use of Quantitative Methods in Canadian Journal Articles in Psychology." *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne* 58 (2): 140.
- Delacre, Marie, Daniel Lakens, and Christophe Leys. 2017. "Why Psychologists Should by Default Use Welch's t-Test Instead of Student's t-Test." *International Review of Social Psychology* 30 (1).
- Delacre, Marie, Christophe Leys, Youri L. Mora, and Daniël Lakens. 2019. "Taking Parametric Assumptions Seriously: Arguments for the Use of Welch's F-Test Instead of the Classical F-Test in One-Way ANOVA." *International Review of Social Psychology* 32 (1).
- Erceg-Hurn, David M., and Vikki M. Mirosevich. 2008. "Modern Robust Statistical Methods: An Easy Way to Maximize the Accuracy and Power of Your Research." *American Psychologist* 63 (7): 591.
- Everitt, Brian S. 2001. *Statistics for Psychologists: An Intermediate Course*. Psychology Press.
- Golinski, Caroline, and Robert A. Cribbie. 2009. "The Expanding Role of Quantitative Methodologists in Advancing Psychology." *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne* 50 (2): 83.
- Haslam, S. Alexander, and Craig McGarty. 2014. *Research Methods and Statistics in Psychology*. Sage.
- Henson, Robin K., Darrell M. Hull, and Cynthia S. Williams. 2010. "Methodology in Our Education Research Culture: Toward a Stronger Collective Quantitative Proficiency." *Educational Researcher* 39 (3): 229–40.
- Hoekstra, Rink, Henk Kiers, and Addie Johnson. 2012. "Are Assumptions of Well-Known Statistical Techniques Checked, and Why (Not)?" *Frontiers in Psychology* 3: 137.
- Howitt, Dennis, and Duncan Cramer. 2017. *Understanding Statistics in Psychology with SPSS*. Pearson London, UK:

- Keselman, Harvey J., Carl J. Huberty, Lisa M. Lix, Stephen Olejnik, Robert A. Cribbie, Barbara Donahue, Rhonda K. Kowalchuk, Laureen L. Lowman, Martha D. Petoskey, and Joanne C. Keselman. 1998. "Statistical Practices of Educational Researchers: An Analysis of Their ANOVA, MANOVA, and ANCOVA Analyses." *Review of Educational Research* 68 (3): 350–86.
- Lakens, Daniel. 2021. "The Practical Alternative to the p Value Is the Correctly Used p Value." *Perspectives on Psychological Science* 16 (3): 639–48.
- Mills, Laura, Eva Abdulla, and Robert Cribbie. 2010. "Quantitative Methodology Research: Is It on Psychologists' Reading Lists?"
- Nunnally, Jum. 1960. "The Place of Statistics in Psychology." *Educational and Psychological Measurement* 20 (4): 641–50.
- Sharpe, Donald. 2013. "Why the Resistance to Statistical Innovations? Bridging the Communication Gap." *Psychological Methods* 18 (4): 572.

## 4 Annexe(s)

### 4.1 Annexe A: additional tables

Insert content for additional tables here.



## 4.2 Annexe B: additional figures

Insert content for additional figures here.

### 4.3 Annexe C: code

Insert code (if any) used during your dissertation work here.