



Université Libre de Bruxelles

Faculté des Sciences Psychologiques et de l'Education

**TITRE,
TITRE SUITE**

By

MARIE DELACRE

En vue de l'obtention du grade de docteur

Septembre 2021

Abstract

Abstract (voir nombre de mots requis)

Contents

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introduction | iv |
| 1.1 | Elements qui n'entrent pas dans ma structure de base mais voir si et comment les intégrer dans l'intro | iv |
| 1.2 | Problème lié au stat en général | iv |
| 1.2.1 | J'ai l'impression que ça parle surtout des stat plus complexes mais au cas où ça servirait plus tard. | iv |
| 1.2.2 | Comment écrire/transmettre l'info aux psys | v |
| 1.2.3 | Pourquoi un article ne suffit pas et que les logiciels comptent (ex. Jamovi, R...) | v |
| 1.2.4 | Recommandations générales | v |
| 1.3 | Début de la vraie intro | v |
| 1.4 | La manière dont l'ANOVA et les tests t sont utilisés en psychologie. | vi |
| 1.4.1 | Limite 1: conditions d'application | vii |
| 1.4.2 | Limite 2: hypothèse nulle | ix |
| 1.5 | Pourquoi jusque là la sauce n'a pas pris? | ix |
| 2 | Conclusion | 2 |
| 3 | Bibliographie | 3 |
| 4 | Appendix(ces) | 4 |
| 4.1 | Appendix A: additional tables | 4 |
| 4.2 | Appendix B: additional figures | 5 |
| 4.3 | Appendix C: code | 6 |

Acknowledgements

Thank you for following this tutorial!

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

1 Introduction

1.1 Elements qui n'entrent pas dans ma structure de base mais voir si et comment les intégrer dans l'intro

1.2 Problème lié au stat en général

1.2.1 J'ai l'impression que ça parle surtout des stat plus complexes mais au cas où ça servirait plus tard...

Parmi les milliers d'étudiants diplômés chaque année en psychologie au Canada, la plupart n'ont pris qu'un seul cours de statistiques et ont des connaissances très limitées en ce qui concerne l'analyse de données (Golinski and Cribbie 2009). De plus, parmi les doctorants, beaucoup n'ont pas les connaissances requises pour faire face à la complexité des méthodes statistiques modernes qui apparaissent en psycho et doivent mobiliser des ressources pour les aider...

(1) les pys qui se spécialisent dans une méthode quanti (ex.: modèles d'équation structurée)

(2) des consultants (appartenant souvent à (1))

(3) des articles statistiques. Mais 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).

RELIRE CECI POUR VOIR QUOI FAIRE DE CETTE IDEE: les tests conventionnels (tests t, ANOVA et régression) sont faussement simples, car ils reposent sur des notions importantes et complexes telles que la distribution d'échantillonnage et la p-valeur, notions malheureusement encore mal comprises par nombreux chercheurs. Bien comprendre celle-ci requiert du temps et de la patience. C'est un travail de longue haleine. Il m'a fallu des années de simulations et d'études pour réellement comprendre des tests qui semblent aussi simples que le test t, alors que je suis passionnée. Cela montre à quel point il est important pour les psychologues que des personnes prennent le temps de vulgariser le travail pour eux. Des outils comme Jamovi sont mis en place afin de faciliter la vie des chercheurs. Pour continuer à alimenter et mettre à jour ces outils le mieux possible, d'une manière pas trop douloureuse pour le chercheur lambda, il est important que des méthodologistes continuent à jouer le pont entre psychologues et statisticiens comme j'essaye de le faire.

1.2.2 Comment écrire/transmettre l'info aux pys

Un consultant doit pouvoir parler de langage des pyscs, 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 pys (ex. de la question de la taille d'effet qui n'intéresse pas vraiment les statisticiens; Golinski and Cribbie (2009)).

1.2.3 Pourquoi un article ne suffit pas et que les logiciels comptent (ex. Jamovi, R...)

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).

1.2.4 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 → intéressant, mais réaliste? La proportion de méthodologistes parmi les psychologues n'est pas assez élevée... Ou alors il faut vraiment de l'interdisciplinarité!

1.3 Début de la vraie intro

Les statistiques 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, les connaissances statistiques s'avèrent fondamentales pour comprendre, planifier et analyser une recherche (Howitt and Cramer 2017; Everitt 2001). (CAR L ANALYSE QUANTI DOMINE SUR L ANALYSE QUALI... VOIR SI JE LE PLACE). Il est donc tout naturel que les statistiques fassent partie intégrante du cursus de formation des psychologues.

Malgré un développement inouï de méthodes statistiques de plus en plus complexes au cours des 50 dernières années (méta-analyses, équations structurelles, modèles linéaires hiérarchiques... Sharpe (2013)), les ANOVA et les régressions restent prédominantes en psychologie. Ces tests se retrouvent au coeur des programmes de statistiques au sein des pratiquement toutes les facultés de psychologie (vu pour le Canada et les USA en 2008) (Aiken, West, and Millsap 2008; Golinski and Cribbie 2009). De plus, on les retrouve très fréquemment dans la littérature scientifique. - Parmi 486 articles publiés en 2000 dans des journaux populaires de psychologies (*Child Development; Journal of Abnormal Psychology; Journal of Consulting and Clinical Psychology; Journal of Experimental Psychology: General; Journal of Personality and Social Psychology*), 140 ($\approx 29\%$) ont mené au moins une ANOVA à un ou plusieurs facteurs (Golinski and Cribbie 2009); - Sur un total de 282 études reportées dans *Social Psychological & Personality Science* entre avril 2015 et avril 2016, 97 ($\approx 34\%$) utilisaient un test- t (Delacre, Lakens, and Leys 2017).

- Quant aux ANOVA à un facteur, nous en avons trouvé dans 14% des 116 articles publiés en 2016 dans le *Journal of Personality and Social Psychology* (Delacre et al. 2019).

La dominance des ANOVA et régressions ne date pas d'hier... Nunnally (1960) en faisait déjà le constat il y a plus de 50 ans. De plus, on ne compte plus les livres d'introductions aux statistiques pour psychologues faisant mention de ces tests (en citer quelques uns bien connus). essayer de trouver des livres qui en parlent théoriquement et d'autres qui les mettent en lien avec des logiciels connus.

Si d'aucun admettent assez facilement que la plupart des étudiants diplômés en psychologie n'ont pas les connaissances suffisantes en analyse de données pour aborder des outils aussi complexes que les SEM et modèles linéaires hiérarchiques *Parmi les milliers d'étudiants diplômés chaque année en psychologie au Canada, la plupart n'ont pris qu'un seul cours de statistiques et ont des connaissances très limitées en ce qui concerne l'analyse de données (Golinski and Cribbie 2009)*, beaucoup croient que leurs étudiants ont une bonne maîtrise des tests t et des ANOVA. Par exemple, parmi les professeurs interrogés en 2008 par Aiken, West, and Millsap (2008) au sein de 201 départements, professeurs conférant des programmes de doctorat en psychologie aux USA et au 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). Mais n'est-ce pas un peu trop optimiste?

1.4 La manière dont l'ANOVA et les tests t sont utilisés en psychologie.

Les tests t et ANOVA ont la fausse réputation d'être simples et maîtrisés par la plupart. Pourtant, encore aujourd'hui, des nombreux manquements dans l'usage de ces tests peuvent être soulignés. C'est

ce que nous tentons de faire à travers cette thèse.

Très classiquement, lorsqu'on compare 2 ou plus de 2 groupes définis par les modalités d'un ou plusieurs facteurs catégoriels, on "résume" la distribution des scores au sein de chaque groupe par un indicateur de tendance centrale (la moyenne), et on postule que tous les échantillons sont extraits de populations dont les moyennes sont identiques ($H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$). On réalise un test t (de Student) ou une ANOVA (de Fisher) et Si la p -valeur est inférieure au risque alpha, on conclut au rejet de l'hypothèse nulle.

Bien sûr, la moyenne n'est pas le seul indicateur de tendance centrale et des tentatives ont été faites pour introduire d'autres indicateurs dans les tests (citer Wilcoxon par exemple), mais ces alternatives ont eu nettement moins de succès (Keselman et al. 1998). (Remarque: Keselman et al. (1998) ajoute que les post hoc de Tukey sont les préférés aussi). Et même en se limitant aux comparaisons de moyennes, il existe des alternatives au test t de Student et à l'ANOVA de Fisher (cf. tests robustes), mais leur adoption est très compliquée.

1.4.1 Limite 1: conditions d'application

Les tests statistiques conduiront à une interprétation valide à condition de respecter une ou plusieurs conditions d'application. 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 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 taht did not mention th enormality assumptiona ll found noevidence 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.

→ POURQUOI ELLES NE LE SONT PAS?

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, mais ces derniers ne sont que peu ou pas utilisés (Sharpe 2013)

Comment améliorer les pratiques de recherche facilement, d'une manière qui assure que les chercheurs appliqueront les conseils? En proposant des switches 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.

1.4.2 Limite 2: hypothèse nulle

2) 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 manuel 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).

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 non disponibles dans les logiciels disponibles. 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.

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.
- 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).
- 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.
- 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.
- 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 Appendix(ces)

4.1 Appendix A: additional tables

Insert content for additional tables here.

4.2 Appendix B: additional figures

Insert content for additional figures here.

4.3 Appendix C: code

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