

Code couleur du fond des diapos

-  • Blanc – diapos finies et présentées en cours
-  • Vert – diapos finies et **NON** présentées en cours
-  • Violet – diapos à **retravailler** et présentées en cours
-  • Orange – diapos **NON** finies et **NON** présentées en cours
-  • Bleu – diapos finies et **NON** présentées en cours, mais à **reprendre** en cours

DESSINE MOI UNE EXPÉRIENCE

Approche intuitive de la méthode
expérimentale



Début

Cours 2

Exemples

Biblio

Plan des 5 cours

- Cours 1 : Méthode expérimentale rappel
- Cours 2 : Analyse statistiques
- Cours 3 : TD Jamovi – utilisation d'un logiciel
- Cours 4 : Lecture critique
- Cours 5 : Introduction à la modélisation statistique bayésienne par Thierry Phenix

Article

- Cours 4
 - Lire et extraire les variables
 - Voir expliquer l'analyse

Consciousness and Cognition 41 (2016) 64–71



Contents lists available at ScienceDirect

Consciousness and Cognition

journal homepage: www.elsevier.com/locate/concog



Individuals with pronounced schizotypal traits are particularly successful in tickling themselves

Anne-Laure Lemaitre, Marion Luyat, Gilles Lafargue*

Univ. Lille, EA 4072 – PSITEC – Psychologie: Interactions, Temps, Émotions, Cognition, F-59000 Lille, France

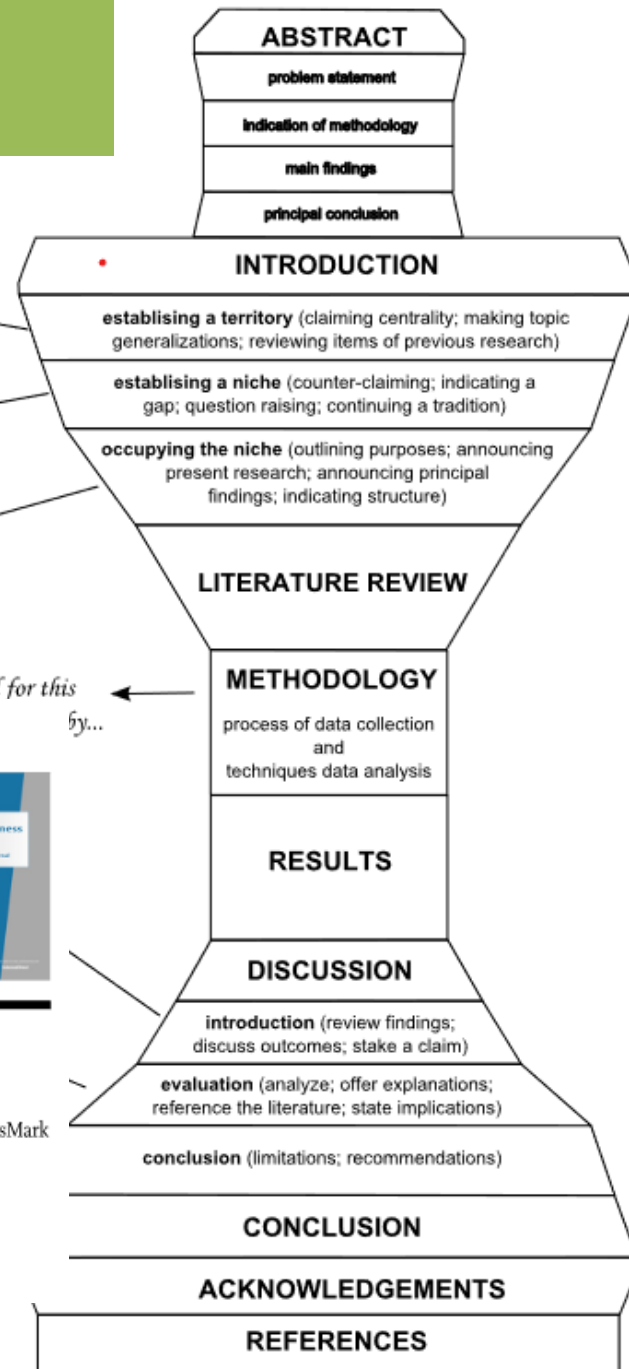


In the past decade much research has focused on...

It remains unclear why...

The purpose of this study was to...

The data used for this by...

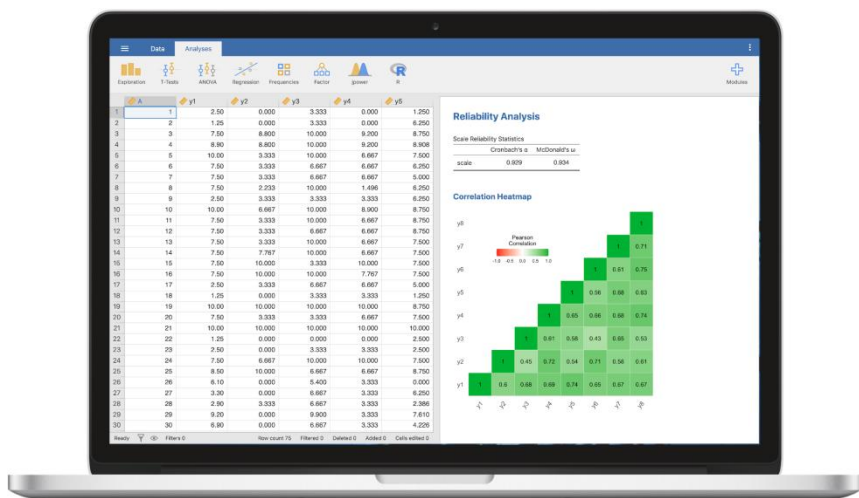


Questions

- Plan d'expérience - Population/Echantillon
 - Qu'est-ce que la population ?
 - Comment choisit t'on l'échantillon ?
 - Qu'est-ce qu'une variable dépendante / indépendante /contrôle ?
 - Pourquoi est-ce qu'il ne faut pas tout contrôler ?
- Hypothèses
 - Pourquoi poser des hypothèses ?
 - Pourquoi avoir au moins deux hypothèses ?
 - Pourquoi rejeter l'hypothèse nulle et non l'hypothèse alternative ?
- Statistiques de décision
 - Comment sont constituées les statistiques (les formules) ?
 - Pourquoi doit-on définir une loi de probabilité sous H_0 ?
- Décision
 - Pourquoi on compare des probabilités ?
 - Qu'est-ce que la p-value ?
 - Qu'est ce que alpha (α), le seuil ?
 - Quel est le problème lorsque l'on rend alpha le plus petit possible ?
 - Quelles sont les erreurs que l'on peut commettre
 - Qu'est ce que la puissance ?
 - Qu'est-ce qu'une taille d'effet ?



- <http://jamovi.org>



- Manuel rapide
 - <https://www.jamovi.org/user-manual.html>
- Manuel plus complet
 - <https://tysonbarrett.com/jekyll/update/2018/03/28/jamovi/>
- Livre complet
 - <https://www.learnstatswithjamovi.com/>
 - Disponible en anglais, français et japonais
 - <https://www.jamoviguide.com>
 - Disponible en anglais, suédois, norvégien, grec et allemand

Logiciels / langages

- Pour aller plus loin

- Logiciel R

- <https://www.r-project.org/>

- IDE Rstudio / POSIT

- Programmer en R

- www.lienmini.fr/05526-progr-r



[\[Home\]](#)

Download

[CRAN](#)

R Project

[About R](#)

[Logo](#)

[Contributors](#)

[What's New?](#)

[Reporting Bugs](#)

[Conferences](#)

[Search](#)

[Get Involved: Mailing Lists](#)

[Get Involved: Contributing](#)

[Developer Pages](#)

[R Blog](#)

R Foundation

[Foundation](#)

[Board](#)

[Members](#)

[Donors](#)

[Donate](#)

Help With R

[Getting Help](#)

Documentation

[Manuals](#)

[FAQs](#)

[The R Journal](#)

[Books](#)

[Certification](#)

[Other](#)

The R Project for Statistical Computing

Getting Started

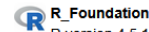
R is a free software environment for statistical computing and graphics. It compiles and runs on a wide variety of UNIX platforms, Windows and MacOS. To [download R](#), please choose your preferred [CRAN mirror](#).

If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

News

- [R version 4.5.1 \(Great Square Root\)](#) has been released on 2025-06-13.
- [R version 4.5.0 \(How About a Twenty-Six\)](#) has been released on 2025-04-11.
- [R version 4.4.3 \(Trophy Case\)](#) (wrap-up of 4.4.x) was released on 2025-02-28.
- The [useR! 2025](#) conference will take place at Duke University, in Durham, NC, USA, August 8-10.
- We are deeply sorry to announce that our friend and colleague Friedrich (Fritz) Leisch has died. [Read our tribute to Fritz here](#).
- You can support the R Foundation with a renewable subscription as a [supporting member](#).

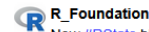
News via Mastodon



R Foundation

R version 4.5.1 "Great Square Root" (source version) has been released. (You can find it in cran.r-project.org/src/base/R-4/, or wait for CRAN to be updated.)

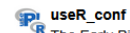
Jun 13, 2025



R Foundation

New [#RStats](#) blog entry by Tomas Kalibera: Sensitivity to C math library and mingw-w64 v12
[blog.r-project.org/2025/04/24/...](https://blog.r-project.org/2025/04/24/)

Apr 28, 2025



useR_conf

The Early Bird for useR! 2025 is open until April 30th!

Join this gathering of leaders in industry, academia, and the government to network while

Logiciels / langages

- Pour aller plus loin
 - Logiciel R
 - <https://www.r-project.org/>
 - IDE Rstudio / POSIT
 - <https://posit.co/>
 - Programmer en R
 - www.lienmini.fr/05526-progr-r

Smarter science, better tools: Explore new product capabilities from Posit in our Fall 2025 Product Announcement [READ MORE](#)

posit PRODUCTS ▾ FREE & OPEN SOURCE ▾ USE CASES ▾ PARTNERS ▾ LEARN & SUPPORT ▾ ABOUT ▾ [TALK TO US](#)

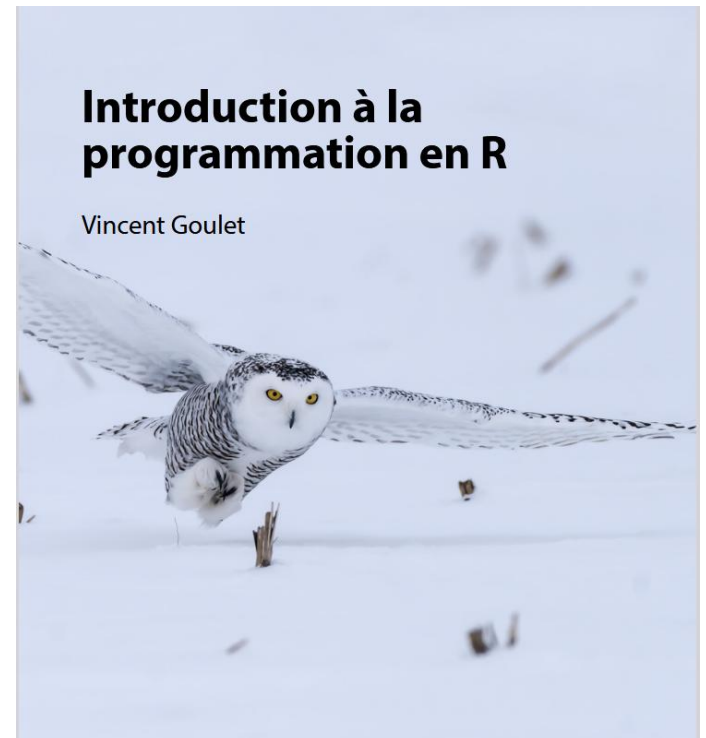
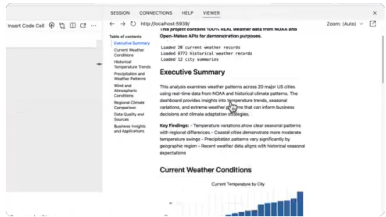
POSITRON

The Data Science Code Editor

The immediacy of a console, with the power to build, debug, and productionize code.

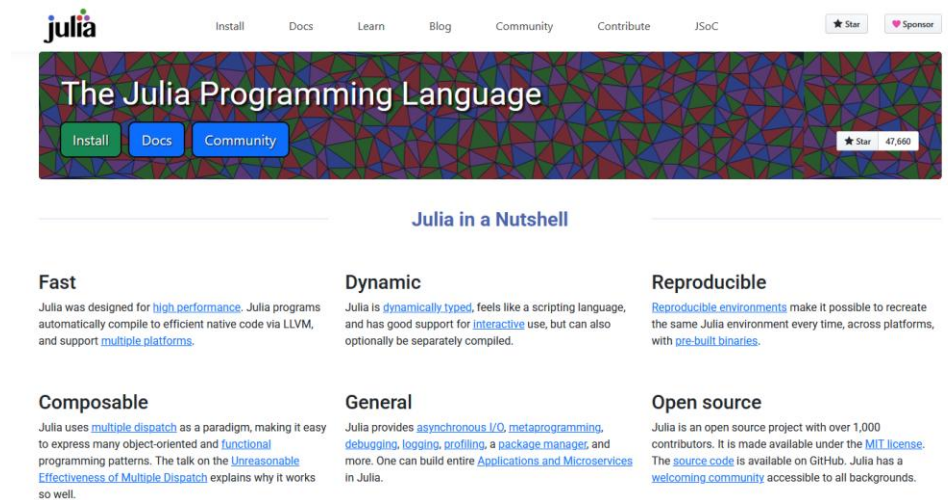
Positron is the free code editor made for data science and analysis with Python, R, and you.

[EXPLORE POSITRON](#)



Logiciels / langages

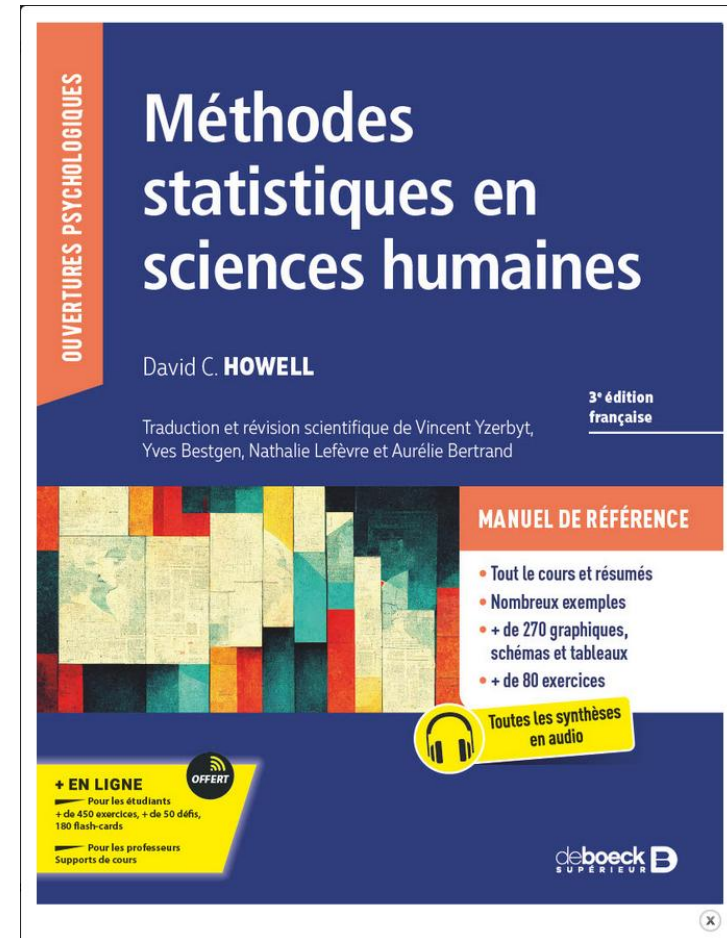
- Langage Julia
 - <https://julialang.org/>
 - IDE : VScode



Méthodes statistiques en sciences humaines,

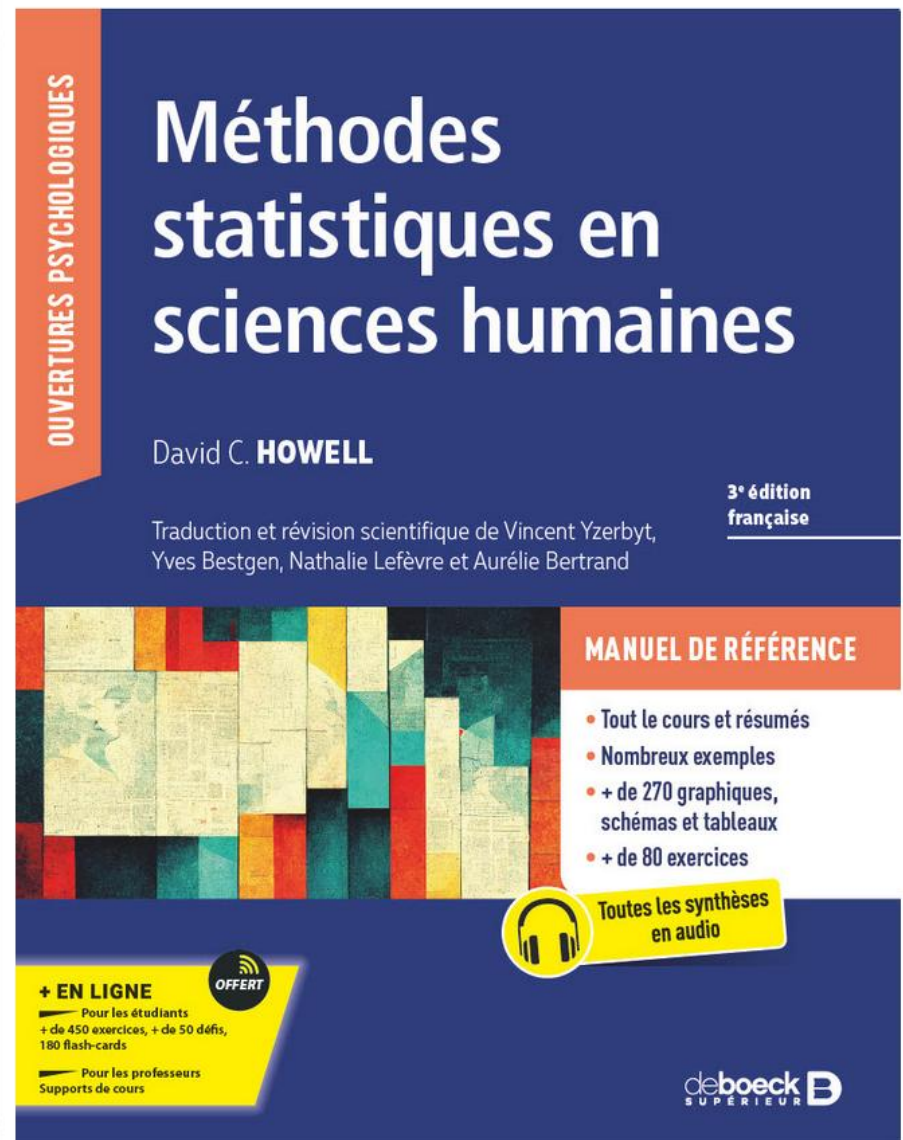
David C. Howell

- Chapitre 1 : Concepts de base
- Chapitre 2 : Description et exploration des données
- Chapitre 4 : Distributions d'échantillonnage et tests d'hypothèse
- Chapitre 5 : Concepts de base des probabilités
- Chapitre 7 : Le test d'hypothèse appliqué aux moyennes
- Chapitre 8 : La puissance
 - G*power : [lien](#)
- Chapitre 11 : L'analyse de variance simple
- Chapitre 12 : Comparaisons multiples entre des moyennes de traitement
- Chapitre 14 : Les plans à mesures répétées
- Chapitre 16 : Les analyses de variance et de covariance comme modèles linéaires généraux
- Chapitre 17 : Méta-analyse et études de cas uniques
- Chapitre 18 : Approches de rééchantillonnage et non paramétriques des données



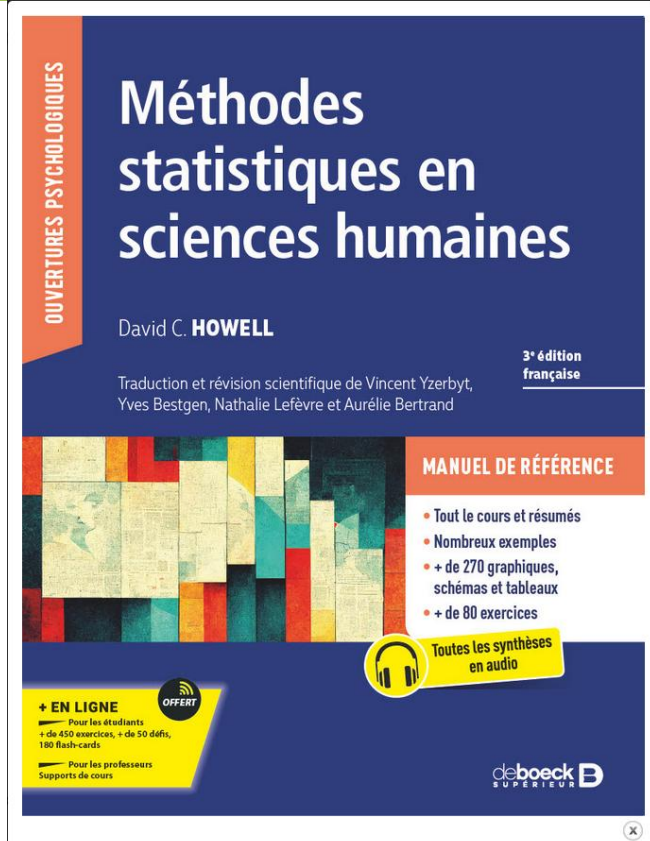
Chapitre 1 : Concepts de base

- Termes importants
 - Population & Échantillon (aiid)
 - Facteur sujets
 - Validité
 - Validité externe
 - Validité interne
 - Variable
 - Variable indépendante
 - Variable dépendante
 - Variables contrôles
- Echelles de mesures
 - Échelles nominales
 - Échelles ordinales
 - Échelles d'intervalles
 - Échelles de rapports



Chapitre 4 : Distributions d'échantillonnage et tests d'hypothèse

- 3. La théorie du test d'hypothèse
 - Nous partons d'une hypothèse de recherche.
 - Nous formulons l'hypothèse nulle,
 - Nous traçons la distribution d'échantillonnage de la statistique en question en supposant que H_0 est vraie,
 - Nous collectons des données,
 - Nous comparons la statistique de l'échantillon à cette distribution,
 - Nous rejetons ou conservons H_0 en fonction de la probabilité, sous H_0 , d'arriver à une statistique d'échantillon au moins aussi extrême que celle que nous avons obtenue.

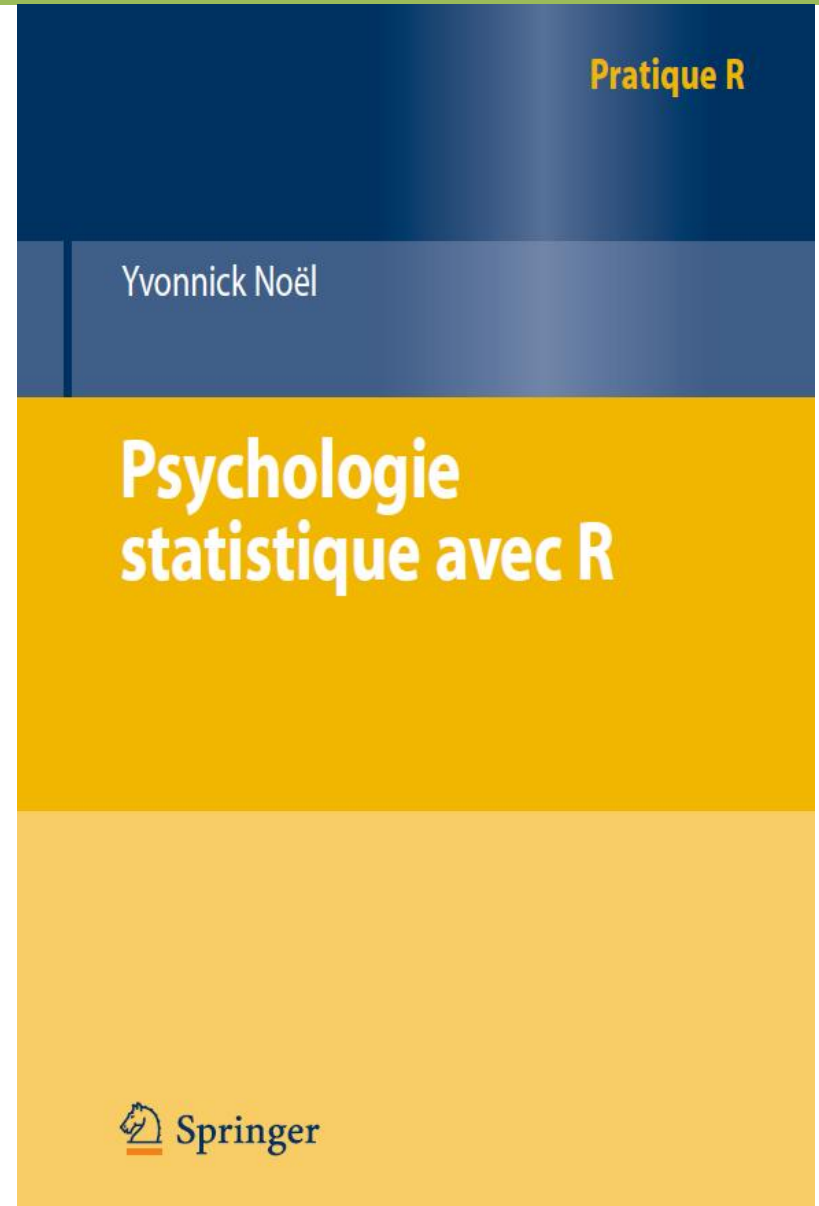


TABEAU 4.1. Résultats possibles du processus décisionnel

Décision	État réel des choses	
	H_0 vraie	H_0 fausse
Rejet de H_0	Erreur de type I $p = \alpha$	Décision correcte $p = 1 - \beta =$ Puissance
Non-rejet de H_0	Décision correcte $p = 1 - \alpha$	Erreur de type II $p = \beta$

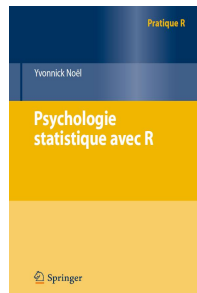
Psychologie statistique avec R

- Livre avec une approche un peu différente, mais reprend plusieurs parties du cours.
- Associée à un logiciel et une interface ou une boîte à outils (paquet) en R



Psychologie sta

1	Description sur une variable	1
1.1	Processus de mesure	1
1.2	Structure de la mesure	4
1.2.1	Variable qualitative nominale	5
1.2.2	Variable qualitative ordinale	7
1.2.3	Variable quantitative discrète	10
1.2.4	Variable quantitative continue	16
1.2.5	Notion de rapport et d'intervalle	21
1.3	Synthèse	22
2	Description de liaison	23
2.1	Lien entre une variables numérique et une variable catégorisée	23
2.1.1	Plans d'analyse	23
2.1.2	Comparaison des indices de centralité	24
2.1.3	Comparaison des dispersions	27
2.1.4	Comparaison de distributions en blocs	32
2.1.5	Situer un individu	35
2.2	Lien entre deux variables numériques	38
2.2.1	Covariance empirique	38
2.2.2	Coefficient de corrélation de Bravais-Pearson	40
2.2.3	Corrélation et causalité	45
2.3	Lien de deux variables catégorisées	46
2.3.1	Cotes, rapport de cotes et lograpports de cotes	46
2.3.2	Rapport de vraisemblance	48
3	Algèbre des événements	51
3.1	Notion d'ensemble	52
3.2	Intersection et union	54



xiv	Psychologie statistique avec R	
3.3	Algèbre sur les ensembles	55
3.3.1	Ordre des opérateurs	55
3.3.2	Distributivité	56
3.3.3	Lois de De Morgan	56
3.3.4	Tableau de synthèse	57
3.4	Application : le jeu de la sélection de cartes	57
4	Calcul des probabilités	59
4.1	Notion intuitive	59
4.1.1	Probabilité connue	60
4.1.2	Probabilité inconnue	61
4.2	Probabilité conjointe, conditionnelle et marginale	61
4.3	Règles de calcul	64
4.3.1	Formules de Bayes	64
4.3.2	Loi du produit	65
4.3.3	Loi de l'addition	66
4.3.4	Théorème des probabilités totales	68
4.3.5	Tableau de synthèse	69
4.4	Dénombrements	69
4.4.1	Permutations	70
4.4.2	Arrangements	70
4.4.3	Combinaisons	71
4.4.4	Répartition en classes identifiées	72
4.4.5	Tableau de synthèse	73
4.5	Probabilités sur un ensemble non dénombrable	73
4.5.1	Simulation d'un processus uniforme	74
4.5.2	Probabilité ponctuelle dans une loi continue	76
4.5.3	Construction de la densité uniforme	77
4.5.4	Notion d'intégrale	78
4.6	Applications	79
4.6.1	Sally Clark est-elle coupable ?	79
4.6.2	Sensibilité et spécificité des tests psychologiques	81
5	Espérances et moments	87
5.1	Espérance mathématique et théorie des jeux	88
5.2	Variance et gestion des risques	93
5.3	Algèbre des covariances	97
5.4	Application : l'analyse factorielle	99
5.5	Tableaux de synthèse	104

Psychologie statistique avec R

6	Notion de modèle	105
6.1	La statistique inférentielle	105
6.2	Démarche d'hypothèse	106
6.3	Un exemple neuropsychologique	108
6.3.1	Modélisation	108
6.3.2	La valeur p	110
6.3.3	Seuil de décision et erreur de type I	110
6.3.4	Erreur de type II	111
6.4	Probabilité des données ou probabilité du modèle	112
6.4.1	Le facteur de Bayes	112
6.4.2	Probabilités a posteriori des modèles	115
7	Modèles binomiaux	117
7.1	Modèles à un paramètre	117
7.1.1	Test d'hypothèse	117
7.1.2	Estimation d'une probabilité inconnue	125
7.2	L'approche bayésienne	128
7.2.1	Historique critique sur la démarche par valeur p	129
7.2.2	Facteur de Bayes pour l'inférence sur une probabilité	132
7.2.3	Estimation bayésienne d'une probabilité	139
7.2.4	Le critère d'information bayésien (BIC)	145
7.3	Modèles à deux paramètres	149
7.3.1	La théorie de la dissonance cognitive	149
7.3.2	Facteur de Bayes pour la comparaison de deux probabilités	151
7.3.3	Approximation par la différence des BIC	152
7.4	Modèles à trois paramètres	156
7.4.1	Antécédents d'abus sexuels et délinquance	156
7.4.2	Facteur de Bayes pour la comparaison de trois probabilités	158
7.4.3	Approximation par la différence des BIC	161
7.5	Modèles généraux et factoriels	164
7.5.1	Étiquetage social négatif et « compliance »	164
7.5.2	Modélisation	165
7.5.3	Comparaison de tous les modèles possibles	167
8	Modèles multinomiaux	169
8.1	Construction de la loi multinomiale	169
8.2	Modèles sur une variable catégorisée	170
8.2.1	Comparaison à une distribution multinomiale fixée	170
8.2.2	Comparaison à une alternative multinomiale structurée	172
8.3	Modèles sur deux variables catégorisées	172
8.3.1	Comparaison de distributions multinomiales	173
8.3.2	Examen des liaisons locales	175
8.3.3	Modèle de l'indépendance	176
8.3.4	Contrastes dans une table de contingence	179

xvi	Psychologie statistique avec R	
8.4	Modèles sur trois variables catégorisées	182
9	Modèles gaussiens	187
9.1	Construction de la loi normale	187
9.1.1	La loi normale	187
9.1.2	Changement d'échelle et d'origine d'une loi normale	193
9.2	Inférence sur une moyenne : variance connue	196
9.2.1	Distribution d'une moyenne d'échantillon	196
9.2.2	Comparaison à une valeur théorique	199
9.2.3	Approche bayésienne	201
9.3	Inférence sur une variance	206
9.3.1	Construction d'un estimateur de variance sans biais	207
9.3.2	La loi de χ^2	209
9.3.3	Comparaison à une valeur théorique	212
9.3.4	Approche bayésienne	213
9.4	Inférence sur une moyenne : variance inconnue	222
9.4.1	La loi de Student	223
9.4.2	Test de comparaison à une norme	224
9.4.3	Analyse d'une différence test-retest	225
9.4.4	Inférence sur la taille de l'effet	227
9.4.5	Approche bayésienne	234
9.5	Inférence sur deux moyennes d'échantillons indépendants	248
9.5.1	Statistique de Student	250
9.5.2	Mesure de la taille d'effet (g de Hedges)	255
9.5.3	Approche bayésienne	255
9.6	Inférence sur des variances d'échantillons indépendants	259
9.6.1	Construction d'un modèle de groupe (ANOVA)	263
9.6.2	Calcul pratique sous R/R2STATS	273
9.6.3	Test des hypothèses de l'ANOVA	277
9.6.4	Comparaisons spécifiques (contrastes)	282
9.6.5	Approche bayésienne	288
A	Compléments techniques	299
A.1	Les fonctions exponentielle et logarithme	299
A.2	Maximisation d'une vraisemblance binomiale	302
A.3	La loi Beta-binomiale	303
A.4	Formules exactes du facteur de Bayes	305
A.5	Maximisation d'une vraisemblance gaussienne	311
A.6	Lois <i>a posteriori</i> sur les paramètres d'une loi normale	312

Plan

- Intro et Démarche expérimentale
- Les Variables
 - dépendantes
 - indépendantes
 - Dépendance ?
- Tests de l'hypothèse nulle
 - De l'intuition aux formules
 - Des contrastes aux comparaisons multiples
- Les Variables dépendantes
 - Sensibilité, validité etc.
 - Modèle d'analyse (résidus)
- Les Variables indépendantes
 - Contraintes sur le choix : nombres, nombres de modalités, échelles ?
 - Aléatoires ou fixées ?
 - Facteur sujets ?
- Les Variables contrôles
 - Tout doit être contrôlé ou mis en covariable ?
- Les relations entre les variables

La Méthode Expérimentale - Variables

1. Variable Indépendante (VI) : variable d'intérêt pour le chercheur "cause" du comportement étudié
2. Variable Dépendante (VD) : "mesure" du comportement étudié
3. Facteur "sujet" : facteur dit aléatoire (sujets tirés au hasard) dont la répétition (plusieurs sujets) permet de neutraliser les effets propres à chaque sujet.
 1. Echantillon aléatoire
4. Variable Contrôle (VC) : permettent de contrôler les sources potentielles d'influences sur la VD (en dehors de la VI) pour respecter le principe

"toute chose égale par ailleurs"

Variables Dépendantes

- 4 qualités psychométriques (ou métrologiques) des mesures
 - Validité
 - Adéquation de la mesure à l'objet d'étude et à la population
 - Sensibilité
 - Capacité à des détecter des variations de la variable mesurée
 - Fidélité
 - Peu d'erreur de mesure (e.g., stabilité dans le temps)
 - Objectivité
 - Mesure ne dépend pas de son utilisateur (standardisation)
- L'étude d'un comportement peut nécessiter plusieurs VDs
 - Analyses séparées
 - Attention augmente le risque de première espèce (suite du CM)
 - Analyses conjointes = analyses multivariées
 - Interprétation délicate...

Echelles

VARIABLES	STRUCTURE	MODALITÉS	MESURES	EXEMPLES
Qualitatives	Nominale	Étiquette	Effectif, Mode, χ^2	CSP
	Ordinale	Ordre	Médiane Quantiles	Réponse graduée (échelle de douleur)
Quantitatives	Intervalle	Distance	Moyenne Écart-type coefficient de corrélation	Différences de temps
	Rapport	Distance et Zéro absolu	Coefficient de variation	Temps de réactions, % de bonnes réponses, compte

Nominales



Sexe

Ordinales



Classement

D'intervalles



Température
(°C)

De



Écart temporel
(s)

Détermine le modèle d'analyse : gaussien, binomial, multinomial, hypergéométrique etc.

Les Variables indépendantes

- Variables indépendantes (VI)
- Variables dont on cherche à vérifier l'influence sur le comportement, la performance.
 - sources de variation
 - possèdent plusieurs modalités
- Questions :
 - Combien de VI ?
 - Combien de modalités ?
 - Quelle sera la nature des VI ?

Variables Contrôles

- Une variable “**contrôlée**” (ou VC) est
 - une source d’influence potentielle de la VD
 - qui n’est pas étudiée pour elle-même
 - dont l’influence sur la VD doit être contrôlée et dissociée de celle de la VI

hypothèse appuyées sur des études précédentes ou une théorie

Variables Contrôles

- Une variable “**contrôlée**” (ou VC) est
 - une source d’influence potentielle de la VD
 - qui n’est pas étudiée pour elle-même
 - dont l’influence sur la VD doit être contrôlée et dissociée de celle de la VI
- Type de contrôle
 - Invoquée: propriété de personnes
 - Provoquée : manipulation expérimentale
 - Sélection : fixe ou aléatoire

Plan d'expérience

- Pourquoi ?
 - Le plan d'expérience avec la définition des VD, VI et VC déterminent complètement l'analyse.
 - L'erreur de mesure et la mesure de l'effet dépendent à la fois de l'échelle des variables (VI et VD) mais aussi de leur lien (croisement, emboîtement, mixte, liaison, etc.)

Plans

Plans	
• Plan inter-sujets → Le facteur sujet est dit emboîté dans la VI → Notation : S<A>	• Plan intra-sujets → Le facteur sujet est dit croisé avec la VI → Notation : S*A
• Plan mixtes → Le facteur sujet est dit croisé avec une VI et emboîté avec l'autre → Notation : S<A>*B	
Si la VI est • invoquée → étude expérimentale ou manipulée • provoquée → étude non-expérimentale, corrélacionnelle ou observationnelle	
L'échantillon est <i>a. i. i. d.</i> : les individus sont sélectionnés de manière aléatoire indépendante et identiquement distribuée.	

- Plan Inter-sujets
 - Le facteur sujet est dit emboîté dans la VI
 - Notation : S<A>
- Plan Intra-sujets
 - Le facteur sujet est dit croisé avec la VI
 - Notation : S*A
- Plan mixtes
 - Le facteur sujet est dit croisé avec une VI et emboîtée avec l'autre
 - Notation : S<A>*B

Si la VI est

- invoquée → étude expérimentale ou manipulée
- provoquée → étude non-expérimentale, corrélacionnelle ou observationnelle

L'échantillon est *a. i. i. d.* : les individus sont sélectionnés de manière aléatoire indépendante et identiquement distribuée.

Plan

- Cours 1 : Méthode expérimentale rappel
- Cours 2 : Analyse statistiques
- Cours 3 : TD Jamovi – utilisation d'un logiciel
- Cours 4 : Lecture critique

- Définitions

- Méthode hypothético-déductive

Etude de cas : Agressivité et alcool

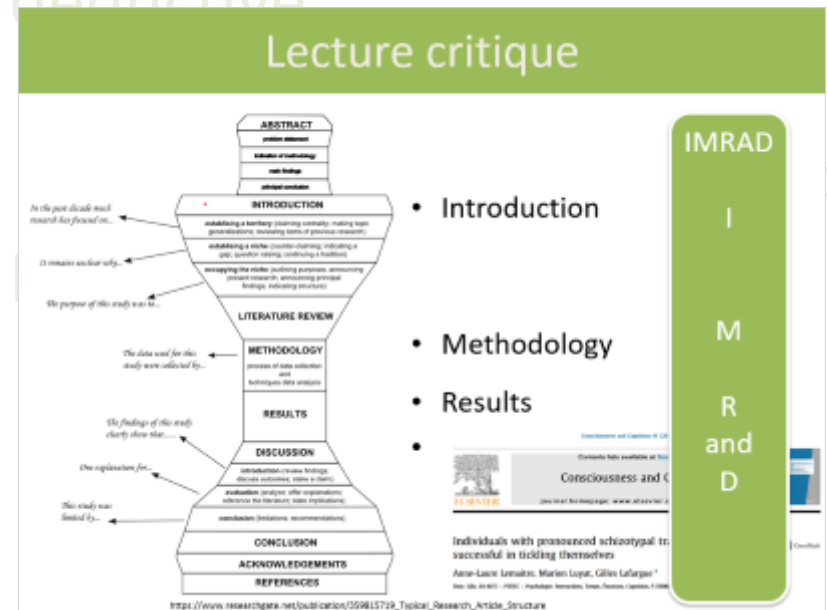
- Observations
 - La consommation d'alcool est souvent associée à des manifestations de violences.
 - Accident : In 2012, alcohol was involved in 62.9% of violence-related injuries (Zerhouni et al, 2013)
 - Accident routiers : L'alcool, à l'origine de près de 30% des tués, est la deuxième cause de mortalité derrière la vitesse.
(<http://violenceroutiere.fr>)
 - Violences sexuelles et physiques : 49% des femmes interrogées ont déclaré que leur conjoint était sous emprise de la drogue et/ou de l'alcool (<http://www.lepoint.fr>)
- Question
 - Quel est le lien entre alcool et violence ?
 - Est-ce que l'augmentation de la violence suite à l'absorption d'alcool est uniquement un problème pharmacologique ?

Plan

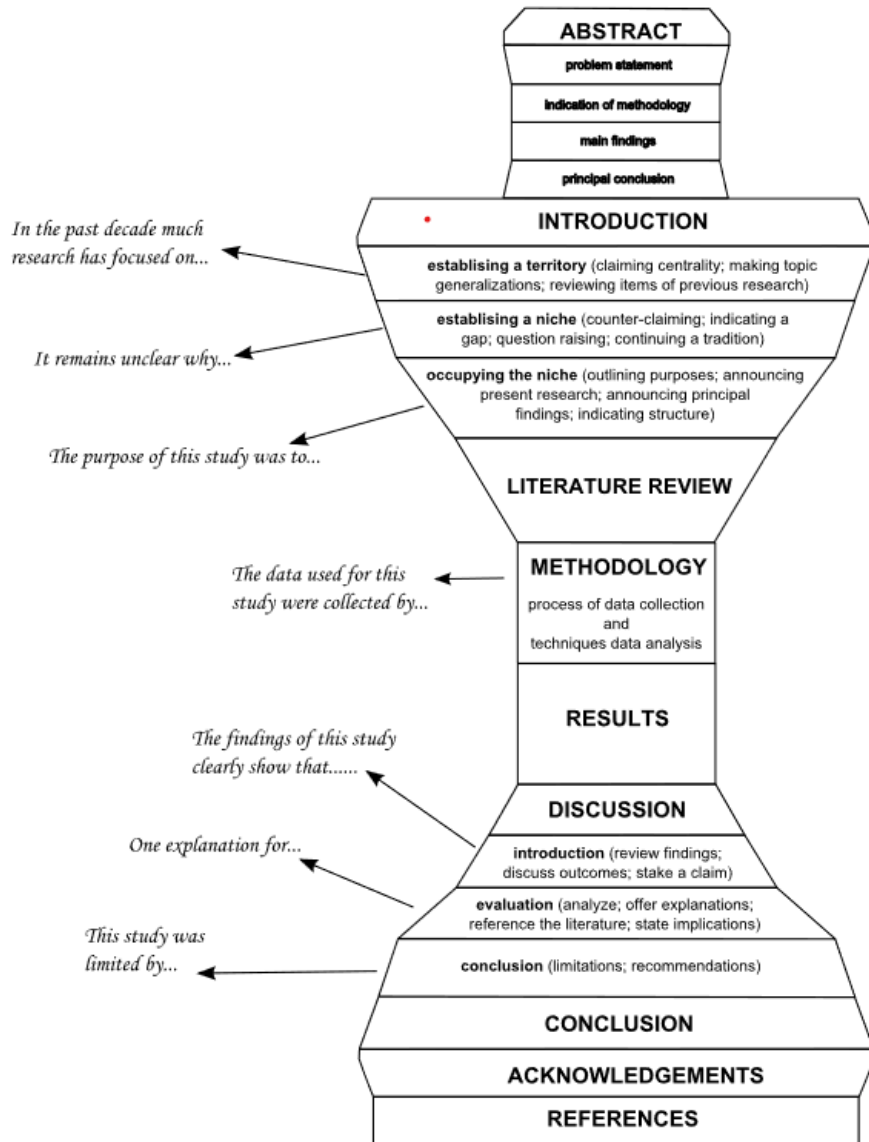
- Cours 1 : Méthode expérimentale rappel
- Cours 2 : Analyse statistiques
- Cours 3 : TD Jamovi – utilisation d'un logiciel
- Cours 4 : Lecture critique

• Définitions

- Méthode hypothético-déductive



Méthode Hypothético-déductive



- Introduction

- Methodology

- Results

and

- Discussion

IMRAD

I

M

R
and
D

Lecture critique



In the past decade much research has focused on...

It remains unclear why...

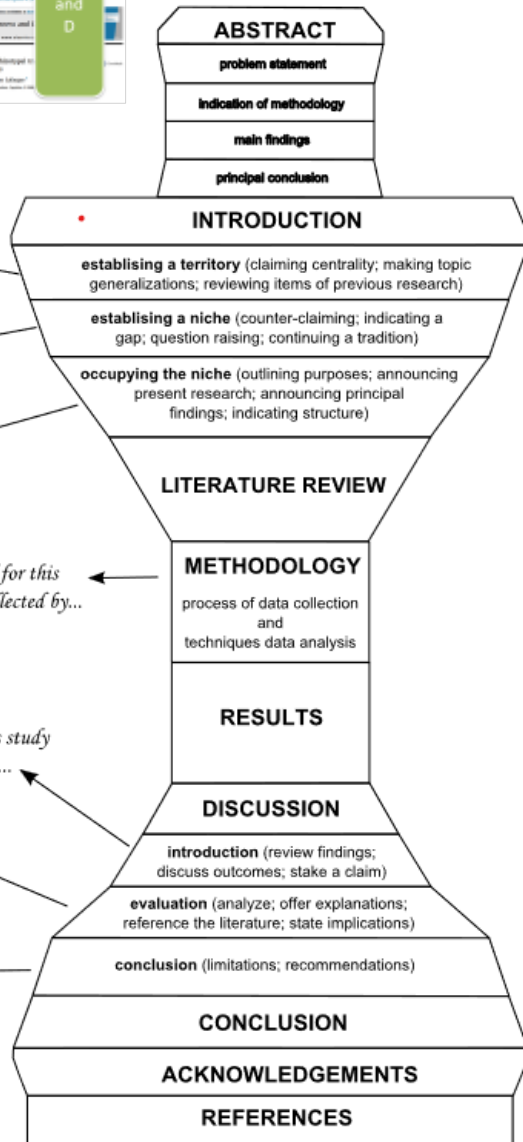
The purpose of this study was to...

The data used for this study were collected by...

The findings of this study clearly show that.....

One explanation for...

This study was limited by...



Introduction

Méthodologie

Résultats

Discussion

Individuals with pronounced schizotypal traits are particularly successful in picking themselves

Abstract

Introduction

Methodology

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Abstract

Introduction

Methodology

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Introduction

Methodology

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Methodology

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Conclusion

Acknowledgements

References

Acknowledgements

References

References

Abstract

Introduction

Methodology

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Introduction

Methodology

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Methodology

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Discussion

Conclusion

Acknowledgements

References

Conclusion

Acknowledgements

References

Acknowledgements

References

References

References

Etude de cas : Aggressivité et alcool

- Observations
 - La consommation d'alcool est souvent associée à des manifestations de violences.
 - Accident : In 2012, alcohol was involved in 62.9% of violence-related injuries (Zerhouni et al, 2013)
 - Accident routiers : L'alcool, à l'origine de près de 30% des tués, est la deuxième cause de mortalité derrière la vitesse.
(<http://violenceroutiere.fr>)
 - Violences sexuelles et physiques : 49% des femmes interrogées ont déclaré que leur conjoint était sous emprise de la drogue et/ou de l'alcool (<http://www.lepoint.fr>)
- Question
 - Quel est le lien entre alcool et violence ?
 - Est-ce que l'augmentation de la violence suite à l'absorption d'alcool est uniquement un problème pharmacologique ?

Agressivité et alcool – Hypothèse théorique

Question

- Est-ce que l'augmentation de la violence suite à l'absorption d'alcool est uniquement un problème pharmacologique ?
- Des chercheurs de l'UGA (LIP2S), ont voulu évaluer les effets différentiels de la consommation d'alcool et de **croyance** en l'absorption d'alcool sur l'agressivité.

Comment l'évaluer ?

Agressivité et alcool

Question

- Est-ce que l'augmentation de la violence suite à l'absorption d'alcool est uniquement un problème pharmacologique ?
- Des chercheurs de l'UGA (LIP2S), ont voulu évaluer les effets différentiels de la consommation d'alcool et de la croyance en l'absorption d'alcool sur l'agressivité.

Hypo

Comment l'évaluer ?

Effet pharmacologique et effet d'attente de l'alcool sur l'agression

- Procédure
 - Un appel à participation rémunéré a été publié dans un journal régional, afin de participer à une séance de « dégustation » de nourriture énergétique organisé par le ministère de la santé dans le but « d'identifier les habitudes alimentaires et les profils de consommations ».
 - 117 hommes entre 18 et 44 ans ($M=28,31$, $s= 6,6$)



A message in a bottle: Extrapharmacological effects of alcohol on aggression

Laurent Bègue^{a,*}, Baptiste Subra^b, Philippe Arvers^c, Dominique Muller^b,
Véronique Bricout^d, Michel Zorman^e

Effet pharmacologique et effet d'attente de l'alcool sur l'agression

- Après avoir passé différents entretiens, les participants devaient saler et épicer le plat d'une personne qui avait été particulièrement antipathique et agressive à leur égard.
- Les expérimentateurs mesurait la quantité de sel et de Tabasco utilisée.
 - quantité de sel (80 max)
 - Sel : 1 dose = salé; 6 doses et plus = sensation de brûlure excessive (
 - quantité de Tabasco (50 max)
 - Tabasco : 1 dose = épicé; 6 doses = risque de perte temporaire du goût, risques de vomissement)

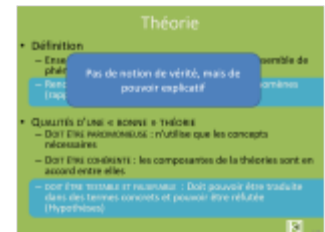
A message in a bottle: Extrapharmacological effects of alcohol on aggression

Laurent Bègue^{a,*}, Baptiste Subra^b, Philippe Arvers^c, Dominique Muller^b,
Véronique Bricout^d, Michel Zorman^e



Données brutes

- Définir les Hypothèses
 - Quelles sont les Variables Indépendantes ?
 - Variables manipulées, facteurs, covariables, etc...
 - Quelles sont les Variables Dépendante ?
 - Variables mesurées,
 - Variables contrôlées ?
 - Qu'est ce qu'une variable contrôle ?
 - Quelle est l'hypothèse ?
 - A quoi sert l'induction ?



Méthode

- Participants: 117 hommes (pop. générale)
- **VI** : Alcool attendu X Alcool consommé

Alcool consommé		Quantité Alcool attendu		
		Aucune	Faible	Important
	Aucune	Contrôle 1	Placebo 1	Placebo 2
	Faible	Anti placebo 1	Contrôle 2	Placebo 3
	Importante	Anti placebo 2	Anti placebo 3	Contrôle 3

- **VD** : Quantités de sauce piquante et sel administrée au provocateur (Lieberman et al., 1999)

Echelles

VARIABLES	STRUCTURE	MODALITÉS	MESURES	EXEMPLES
Qualitatives	Nominale	Étiquette	Effectif, Mode, χ^2	CSP
	Ordinale	Ordre	Médiane Quantiles	Réponse graduée (échelle de douleur)
Quantitatives	Intervalle	Distance	Moyenne Écart-type coefficient de corrélation	Différences de temps
	Rapport	Distance et Zéro absolu	Coefficient de variation	Temps de réactions, % de bonnes réponses, compte

Nominales



Sexe

Ordinales



Classement

D'intervalles



Température
(°C)

De



Écart temporel
(s)

Détermine le modèle d'analyse : gaussien, binomial, multinomial, hypergéométrique etc.

Données brutes

- Conclusion ?

sujet		Qte alcool bue	Qte alcool esperee	Qte Tabasc oSel	sujet		Qte alcool bue	Qte alcool esperee	Qte Tabasc oSel	sujet		Qte alcool bue	Qte alcool esperee	Qte Tabasc oSel
1		A	A	3	51		F	I	12	101		A	F	6
2		A	F	8	52		I	A	2	102		A	I	11
3		A	I	12	53		I	F	6	103		F	A	2
4		F	A	2	54		I	I	10	104		F	F	7
5		F	F	8	55		A	A	0	105		F	I	12
6		F	I	11	56		A	F	7	106		I	A	2
7		I	A	2	57		A	I	11	107		I	F	7
8		I	F	8	58		F	A	3	108		I	I	10
9		I	I	11	59		F	F	6	109		A	A	3
10		A	A	2	60		F	I	10	110		A	F	5
11		A	F	7	61		I	A	4	111		A	I	11
12		A	I	12	62		I	F	7	112		F	A	4
13		F	A	2	63		I	I	11	113		F	F	6
14		F	F	6	64		A	A	2	114		F	I	8
15		F	I	10	65		A	F	6	115		I	A	2
16		I	A	1	66		A	I	12	116		I	F	6
17		I	F	6	67		F	A	2	117		I	I	9
18		I	I	11	68		F	F	6	118		A	A	4
19		A	A	3	69		F	I	10	119		A	F	6
20		A	F	7	70		I	A	4	120		A	I	10
21		A	I	11	71		I	F	5	121		F	A	5
22		F	A	4	72		I	I	11	122		F	F	8
23		F	F	6	73		A	A	1	123		F	I	11
24		F	I	9	74		A	F	7	124		I	A	5
25		I	A	4	75		A	I	12	125		I	F	8
26		I	F	7	76		F	A	3	126		I	I	10
27		I	I	11	77		F	F	7	127		A	A	2
28		A	A	2	78		F	I	11	128		A	F	8
29		A	F	6	79		I	A	3	129		A	I	11
30		A	I	11	80		I	F	6	130		F	A	3
31		F	A	2	81		I	I	11	131		F	F	7
32		F	F	5	82		A	A	3	132		F	I	10
33		F	I	10	83		A	F	7	133		I	A	3
34		I	A	3	84		A	I	10	134		I	F	7
35		I	F	7	85		F	A	2	135		I	I	11
36		I	I	9	86		F	F	7	136		A	A	5
37		A	A	2	87		F	I	9	137		A	F	7
38		A	F	7	88		I	A	3	138		A	I	11
39		A	I	11	89		I	F	7	139		F	A	2
40		F	A	3	90		I	I	12	140		F	F	8
41		F	F	6	91		A	A	1	141		F	I	10
42		F	I	10	92		A	F	6	142		I	A	3
43		I	A	3	93		A	I	11	143		I	F	7
44		I	F	7	94		F	A	1	144		I	I	10
45		I	I	12	95		F	F	5	145		A	A	2
46		A	A	3	96		F	I	9	146		A	F	7
47		A	F	6	97		I	A	1	147		A	I	10
48		A	I	9	98		I	F	6	148		F	A	2
49		F	A	3	99		I	I	9	149		F	F	7
50		F	F	7	100		A	A	1	150		F	I	10

Étude de cas

Effet pharmacologique et effet d'attente de l'alcool sur l'agression

- Résultats
 - On résume les résultats :
 - Tri à plat ou tableau de contingence
 - Permet de résumer les différentes quantités de sel et de Tabasco par quantité d'alcool ingérée ou attendue

<i>Moyenne de Qte Tabasco et de Sel</i>	<i>Qte alcool bue</i>			
	<i>Qte alcool esperee</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>I</i>
A		5,25	4,44	4,45
F		6,95	6,47	7,32
I		9,86	8,54	8,89
Moyenne		7,35	6,48	6,89

Étude de cas

Effet pharmacologique et effet d'attente de l'alcool sur l'agression

- Résultats
 - On résume les résultats :
 - Tri à plat ou tableau de contingence
 - Permet de résumer les différentes quantités de sel et

Variables indépendantes

	Qte alcool espérée			Moyenne
	A	F	I	
A	5,25	4,44	4,45	4,73
F	6,95	6,47	7,32	6,91
I	9,86	8,54	8,89	9,11
Moyenne	7,35	6,48	6,89	6,92

Étude de cas

Effet pharmacologique et effet d'attente de l'alcool sur l'agression

- Résultats
 - On résume les résultats :
 - Tri à plat ou tableau de contingence
 - Permet de résumer les différentes quantités de sel et de Tabasco par quantité d'alcool ingérée ou attendue

Moyenne de Qte Tabasco et de Sel		Qte alcool bue			Moyenne
Qte alcool esperee		A	F	I	
Variables dépendantes	7	5,25	4,44	4,45	4,73
	14	6,95	6,47	7,32	6,91
	21	9,86	8,54	8,89	9,11
	28	7,35	6,48	6,89	6,92

Effet pharmacologique et e l'agre



- Comment conclure ?
 - Je vais comparer par exemple (une possibilité parmi d'autres), la quantité d'épice lorsque les sujets pensent avoir bu une quantité importante par rapport à ceux qui pensent ne pas avoir bu (condition contrôle)
 - Est-ce que 4,73 est différent de 9,11 ?

<i>Qte alcool esperee</i>	<i>Moy épices</i>
A	4,73
F	6,91
I	9,11
Moyenne	6,92

Si je recommence l'expérience avec 117 autres sujets, aurai-je les mêmes résultats à la décimale prêt ?

Effet pharmacologique et e l'agre



• Comment conclure ?

- Je vais comparer par exemple (une possibilité parmi d'autres), la quantité d'épice lorsque les sujets pensent avoir bu une quantité importante par rapport à ceux qui pensent ne pas avoir bu (condition contrôle)

- Est-ce que 4,73 est différent de 9,11 ?

- Est-ce que 4,73 est différent de 9,11, non pas dans mon échantillon (réponse évidente) mais dans l'ensemble de la population ?

- Puis –je généraliser cette différence à la population ?

- Méthode mesurer l'erreur liée à l'échantillonnage.

<i>Qte alcool esperee</i>	<i>Moy épices</i>
A	4,73
F	6,91
I	9,11
Moyenne	6,92

Effet pharmacologique

Moyenne de Qte
Tabasco et de Sel

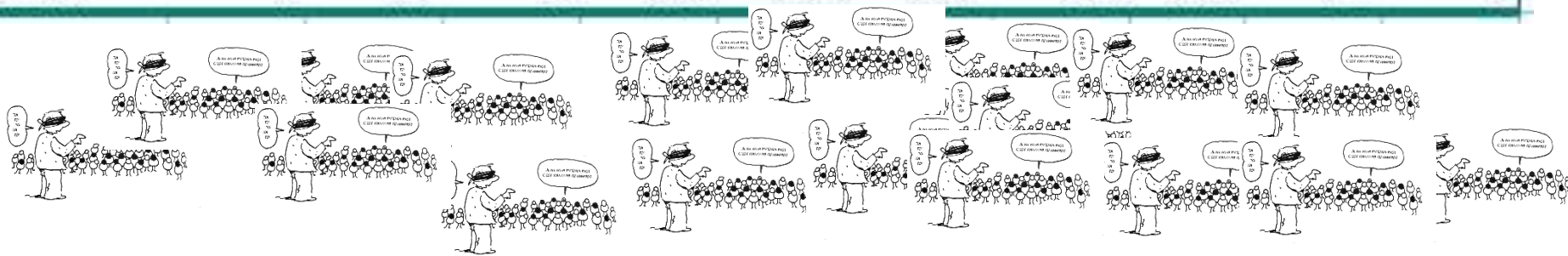
Qte alcool espérée

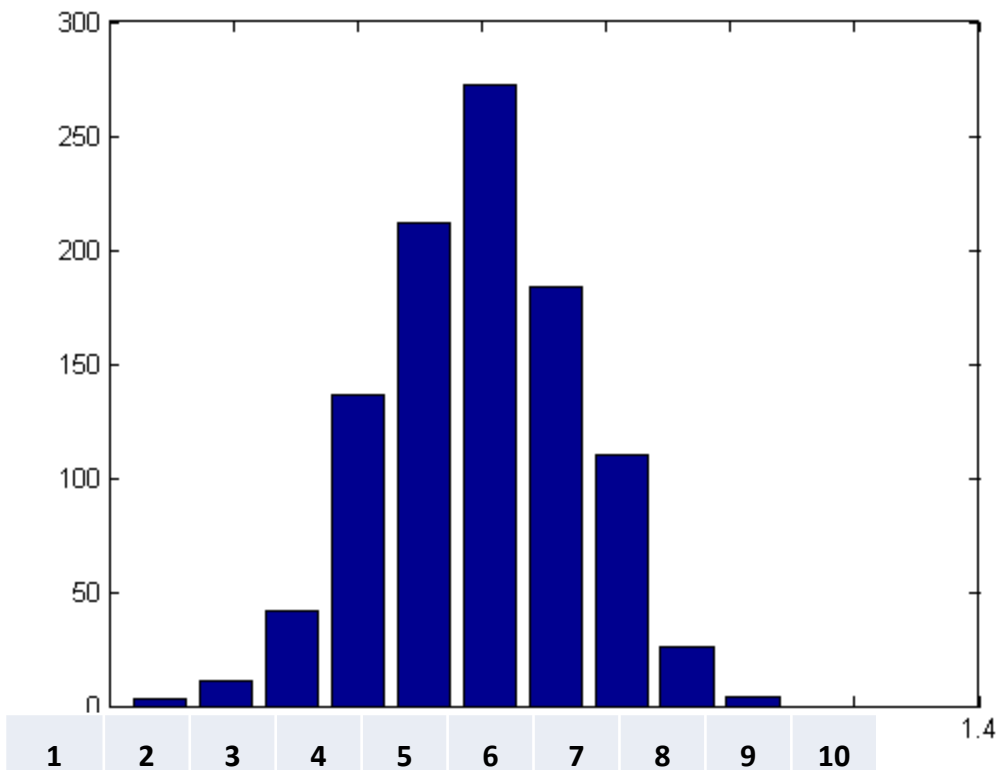
	A	F	I	
Moyenne	4,73	6,91	9,11	6,92

• Comment conclure ?

- Est-ce que 4,73 est différent de 9,11, non pas dans mon échantillon (réponse évidente) mais dans l'ensemble de la population ?
 - Puis –je généraliser cette différence à la population ?
- Méthode mesurer l'erreur liée à l'échantillonnage.

Tabasco/Sel										
Tabasco/Sel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
effectif	3	11	42	136	212	272	184	110	26	4





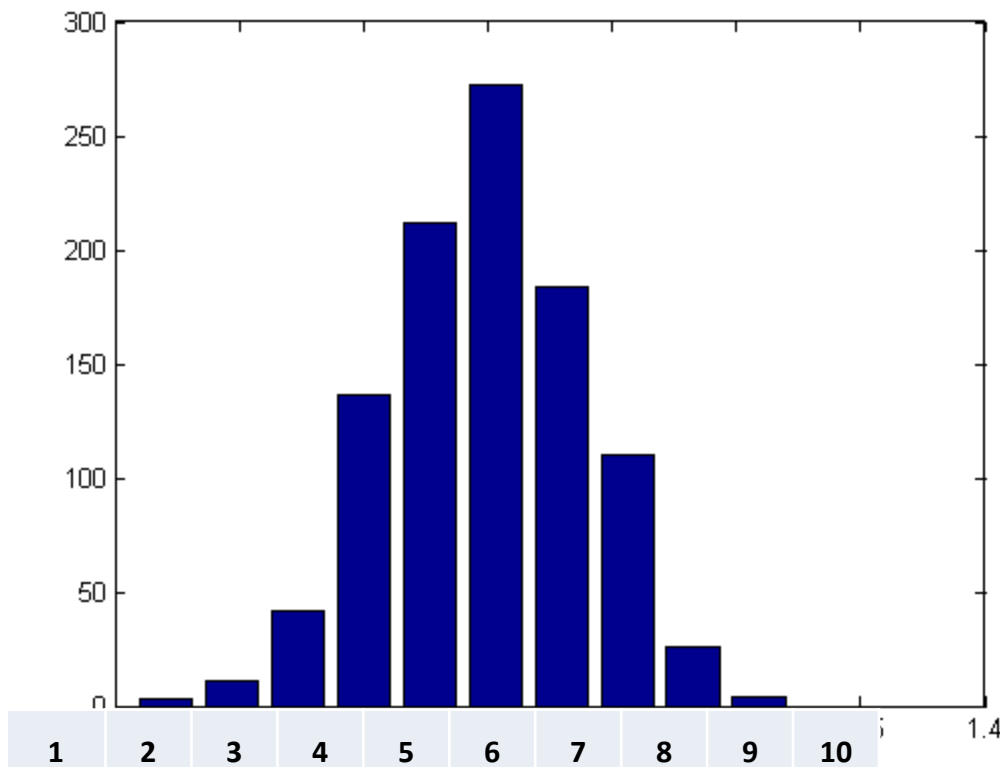
Qte alcool espérée			
A	F		I
73	6,91	9,11	6,92

'en moyenne !
 érience, j'obtiendrai des

- Exemple avec 1000 expériences

Tabasco/Sel										
Tabasco/Sel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
effectif	3	11	42	136	212	272	184	110	26	4



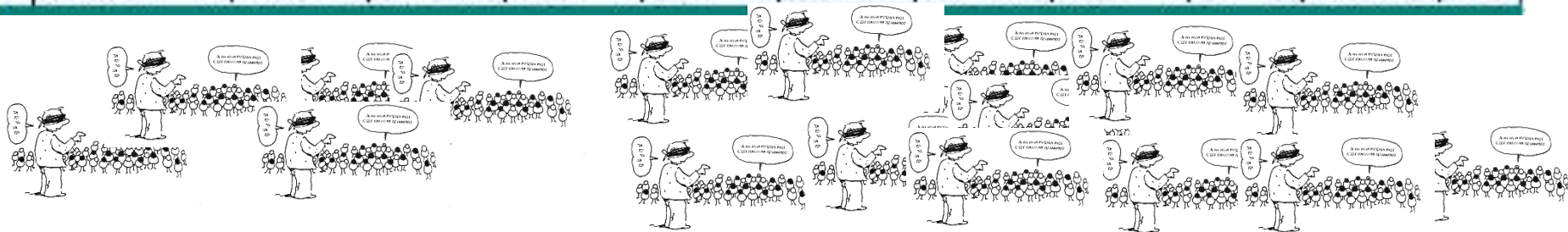


Qte alcool espérée			
A	F		I
73	6,91	9,11	6,92

'en moyenne !
 érience, j'obtiendrai des

- Exemple avec 1000 expériences

Tabasco/Sel										
Tabasco/Sel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fréquence	0,003	0,011	0,042	0,136	0,212	0,272	0,184	0,11	0,026	0,004



Effet pharmacologique	Moyenne de Qte Tabasco et de Sel	Qte alcool espérée			
		A	F	I	
		4,73	6,91	9,11	6,92

- Comment conclure ?
 - Ici, en construisant 1000 expériences pour lesquelles **l'alcool n'a pas d'effet**, j'observe qu'il est possible de générer une agressivité aussi importante que quand l'alcool attendue a un effet !

Tabasco/Sel										
Tabasco/Sel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fréquence	0,003	0,011	0,042	0,136	0,212	0,272	0,184	0,11	0,026	0,004

Effet pharmacologique

Moyenne de Qte Tabasco et de Sel	Qte alcool espérée			
	A	F	I	
Moyenne	4,73	6,91	9,11	6,92

• Comment conclure ?

- Mais, c'est très rare,
 - j'ai 3 chances sur 100 que cela arrive.
- Autrement dit, il est possible d'avoir une telle différence par hasard.

Tabasco/Sel										
Tabasco/Sel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fréquence	0,003	0,011	0,042	0,136	0,212	0,272	0,184	0,11	0,026	0,004



Effet pharmacologique

Moyenne de Qte Tabasco et de Sel	Qte alcool espérée			
	A	F	I	
Moyenne	4,73	6,91	9,11	6,92

- Comment conclure ?
 - Mais, c'est très rare,
 - j'ai 3 chances sur 100 que cela arrive.
 - Autrement dit, il est possible d'avoir une telle différence par hasard.
 - Je vais considérer que c'est tellement rare, que le hasard n'est pas la bonne explication.
 - Donc, je conclus que cette différence n'est pas due au hasard, mais à l'effet de l'alcool.

Tabasco/Sel										
Tabasco/Sel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fréquence	0,003	0,011	0,042	0,136	0,212	0,272	0,184	0,11	0,026	0,004

Conclusion

- Automaticity theory :
 - L'exposition au termes associés à l'alcool augmente les pensées agressives et les comportements agressifs, sans aucune consommation.
 - Il existe donc une composante non pharmacologique à l'agressivité et aux violences associées aux consommations d'alcool.
 - Il n'est pas nécessaire d'ingérer de l'alcool pour devenir plus agressif. Être exposé à des indices reliés à l'alcool est suffisant pour générer **automatiquement** des pensées agressives, et par la même peut générer des comportement agressifs.

Etude de cas : Agressivité et alcool

- Observations
 - La consommation d'alcool est souvent associée à des manifestations de violences.
 - Accident : In 2012, alcohol was involved in 62.9% of violence-related injuries (Zerhouni et al, 2013)
 - Accident routiers : L'alcool, à l'origine de près de 30% des tués, est la deuxième cause de mortalité derrière la vitesse. (<http://violenceouvertre.fr>)
 - Violences sexuelles et physiques : 49% des femmes interrogées ont déclaré que leur conjoint était sous emprise de la drogue et/ou de l'alcool (<http://www.lepoint.fr>)
- Question
 - Quel est le lien entre alcool et violence ?
 - Est-ce que l'augmentation de la violence suite à l'absorption d'alcool est uniquement un problème pharmacologique ?

Delmon, G., L. Bégué, G. Brasseur, F. Capeland, M. Desrochers, L. Perreault, L. Samson and C. Chénier (2016), "Alcohol and Violence in the Emergency Room: A Review and Perspectives on Psychological and Social Sciences," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(10), 1888.

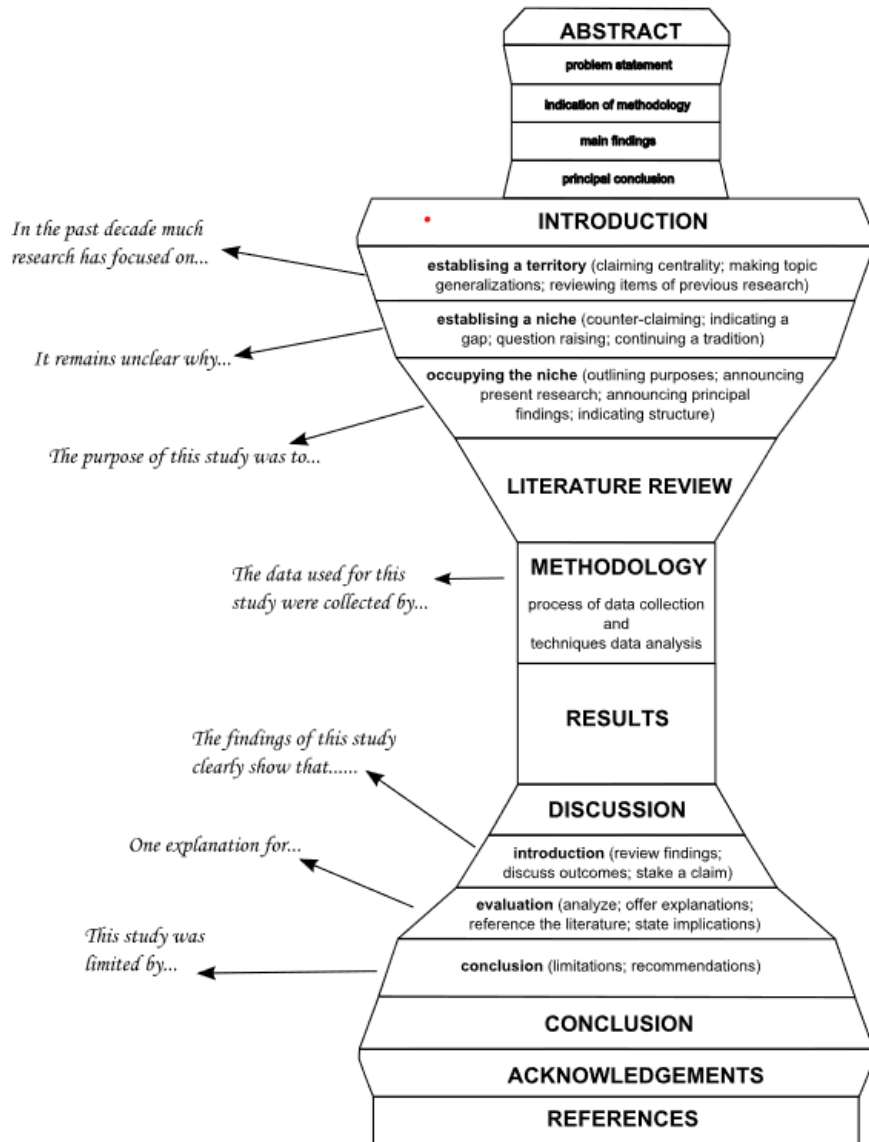
A message in a bottle: Extrapharmacological effects of alcohol on aggression

Laurent Bègue^{a,*}, Baptiste Subra^b, Philippe Arvers^c, Dominique Muller^b,
Véronique Bricout^d, Michel Zorman^e

Plan

- Démarche expérimentale
- Vocabulaire et méthode expérimentale
- Approche intuitive de l'ANOVA
- Le problème des comparaisons multiples
- Préambule
- Preuve expérimentale
- La démarche
 - Démarche hypothético-déductive
 - Hypothèses opérationnelles
- L'analyse de données et le test de l'hypothèse nulle.

Cours 4 – Stat / Métho



Introduction

Méthodologie

Résultats

Discussion



T de student

- Comparer des groupes c'est comparer un effet à l'erreur expérimentale
 - Exemples avec 1 moyenne ?

$$Effet = (\bar{X} - m_0)$$

$$\bar{X}_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

$$\bar{X}_n \xrightarrow{L} \mathcal{N}\left(\mu_X, \frac{\sigma_X}{\sqrt{N}}\right)$$

T de student

- Comparer des groupes c'est comparer un effet à l'erreur expérimentale
 - Exemples avec 1 moyenne ?

$$Effet = (\bar{X} - m_0)$$

$$Erreur = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

T de student

- Comparer des groupes c'est comparer un effet à l'erreur expérimentale
 - Exemples avec 1 moyenne ?

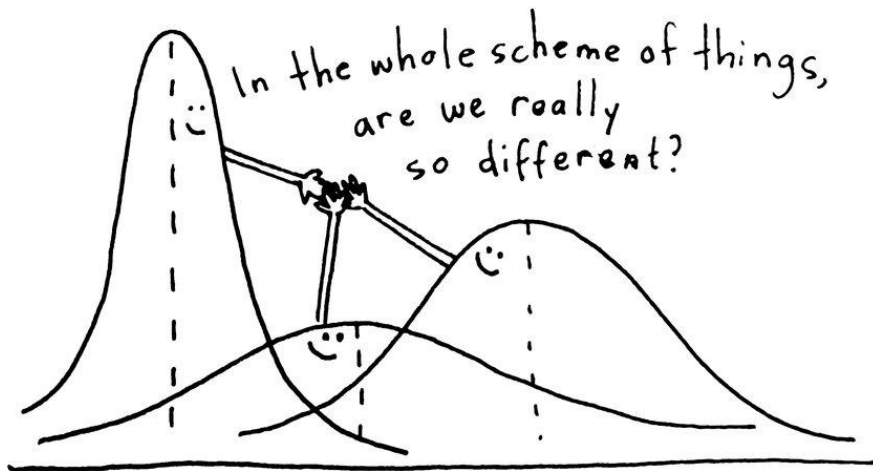
$$Effet = (\bar{X} - m_0)$$

$$T = \frac{(\bar{X} - m_0)}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$Erreur = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

T de student

- Comparer des groupes c'est comparer un effet à l'erreur expérimentale
 - Exemples avec 1 moyenne ?



$$T = \frac{(\bar{X} - m_0)}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

T de student

- Comparer des groupes c'est comparer un effet à l'erreur expérimentale
 - Pour comparer 2 moyennes ?

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\frac{S^2}{\sqrt{n}}} \rightsquigarrow t_{n-1}$$

$$IC_{1-\alpha}(\mu_1 - \mu_2) = [(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - t_{n_1+n_2-2;1-\frac{\alpha}{2}} \times S_p \sqrt{(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})};$$
$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + t_{n_1+n_2-2;1-\frac{\alpha}{2}} \times S_p \sqrt{(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}]$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

T de student

- Comparer des groupes c'est comparer un effet à l'erreur expérimentale
 - Pour comparer 2 moyennes ?

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

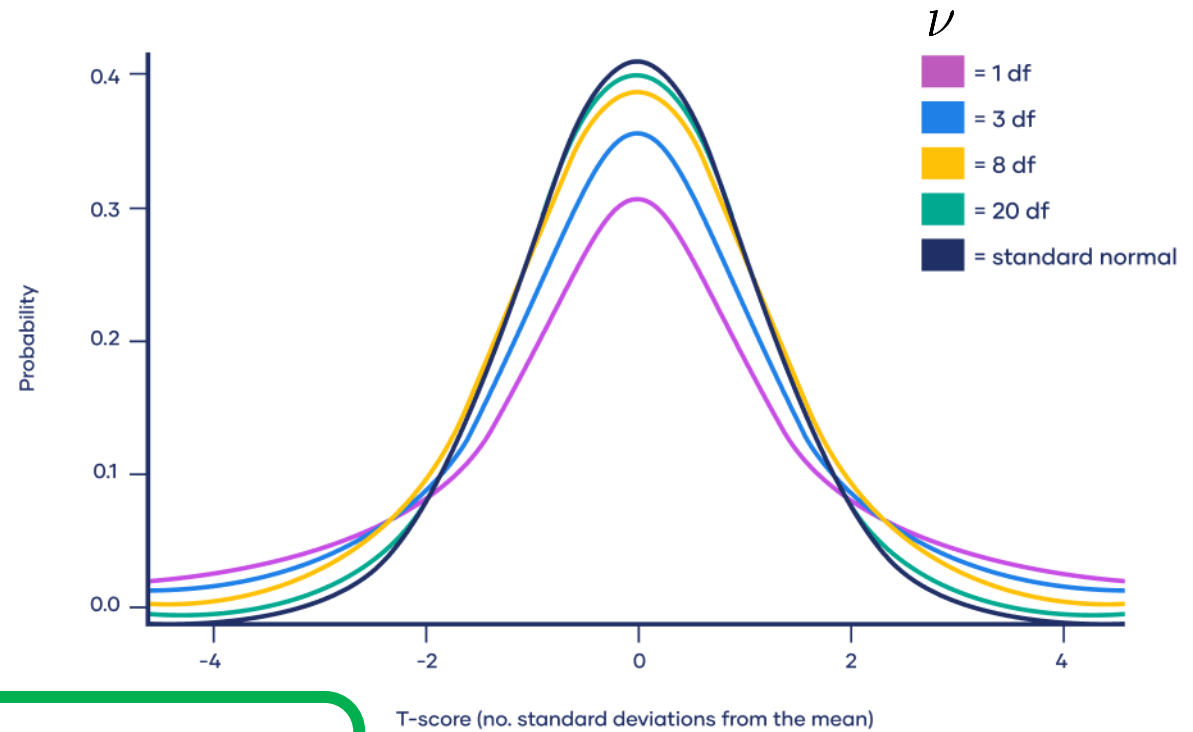
- avec

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Loi sous H_0

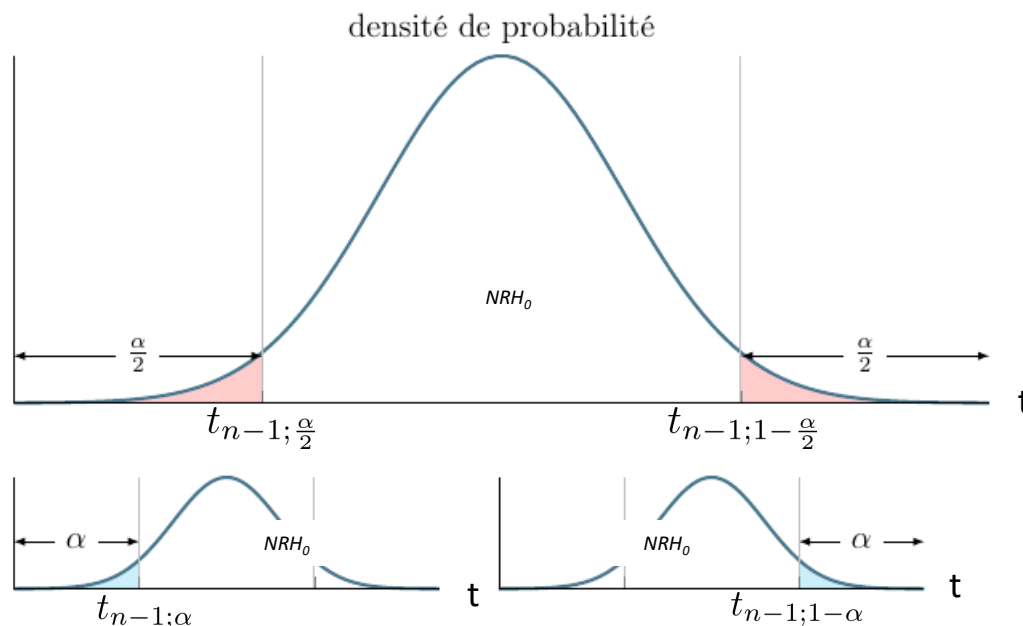


$T - > t_\nu$, avec ν le degré de liberté. Si $\nu > 100$, alors $N(0,1)$



$$f_T(t) = \frac{1}{\sqrt{k\pi}} \frac{\Gamma(\frac{k+1}{2})}{\Gamma(\frac{k}{2})} \left(1 + \frac{t^2}{k}\right)^{-\frac{k+1}{2}}$$

Valeurs et région critiques : unilatéral vs bilatéral



- La loi de Student $f_T(t) = \frac{1}{\sqrt{k\pi}} \frac{\Gamma(\frac{k+1}{2})}{\Gamma(\frac{k}{2})} \left(1 + \frac{t^2}{k}\right)^{-\frac{k+1}{2}}$ Ou Γ est la fonction Gamma

– Hypothèse unilatérale

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 < \mu_2 \text{ ou } \mu_1 > \mu_2 \end{cases}$$

$$t_{n-1; \alpha}$$

$$t_{n-1; 1-\alpha}$$

– Hypothèse bilatérale

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

$$t_{n-1; \frac{\alpha}{2}}$$

$$t_{n-1; 1-\frac{\alpha}{2}}$$

Student, unilatéral et bilatéral

- Hypothèse Nulle

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

- Hypothèse alternatives

- Hypothèses unilatérales

1. $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

$$t_{n-1;1-\alpha}$$

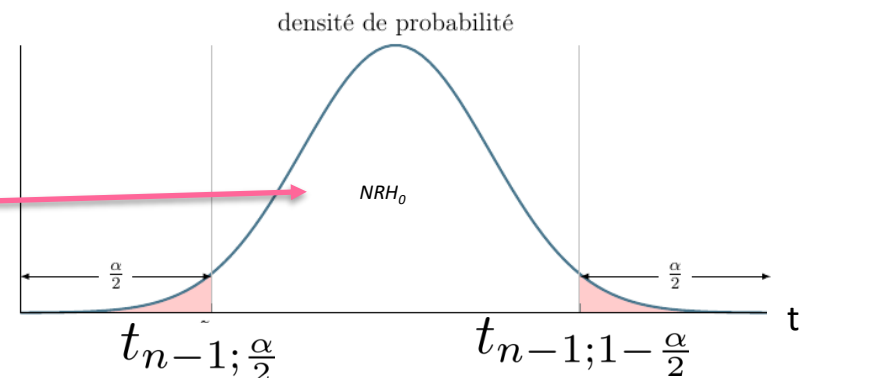
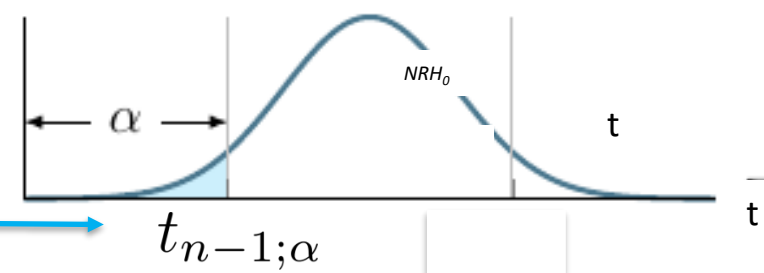
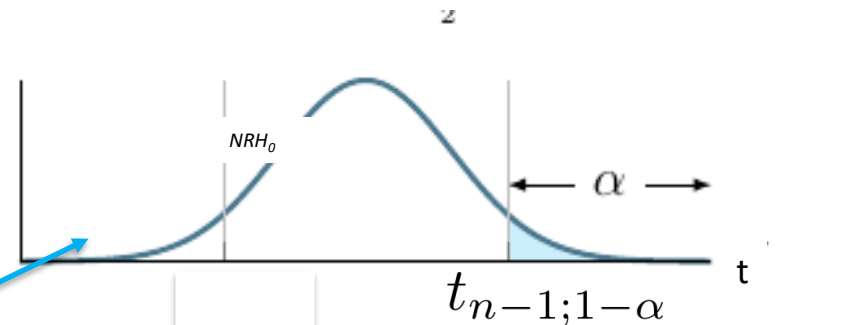
2. $H_1 : \mu_1 < \mu_2$

$$t_{n-1;\alpha}$$

- Hypothèse bilatérale

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t_{n-1;1-\frac{\alpha}{2}}$$



Synthèse

• Analyse

- VD = Quantité de d'épices (QE)
- VI₁ = Quantité d'alcool bue (QAB)
- VI₂ = Quantité d'alcool espérée (QAE)

ANOVA - QE

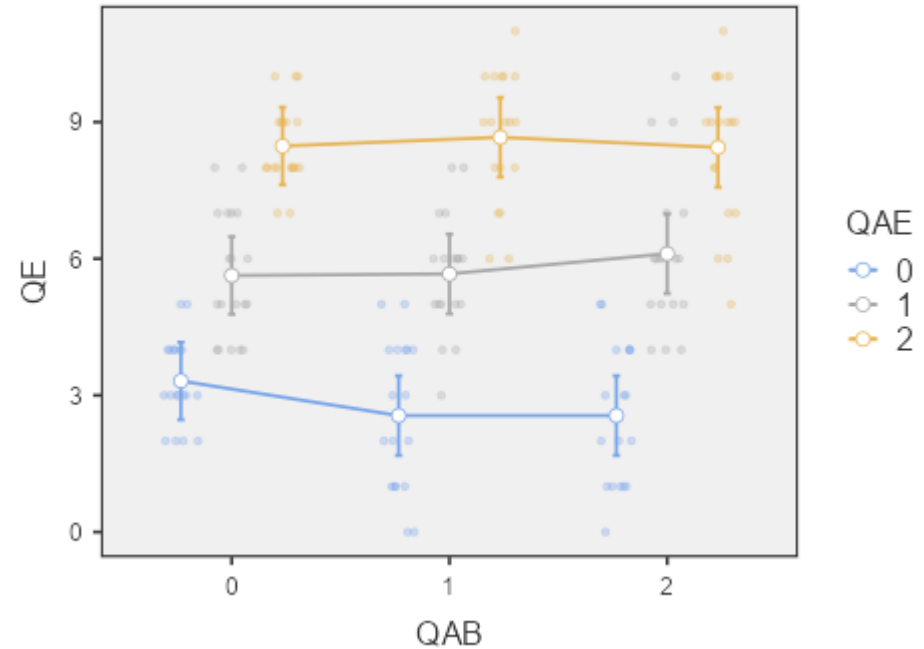
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
QAB	0.883	2	0.442	0.218	0.805
QAE	899.614	2	449.807	221.794	< .001
QAB * QAE	9.434	4	2.358	1.163	0.329
Residuals	316.374	156	2.028		

• Hypothèses

- QAB $H0_1 : \mu_{QE}^A = \mu_{QE}^F = \mu_{QE}^I$
- QAE $H0_2 : \mu_{QE}^A = \mu_{QE}^F = \mu_{QE}^I$
- QAB x QAE $H0_3 : a_{QE}^{QAB=A} = a_{QE}^{QAB=I} = a_{QE}^{QAB=F}$
 - Avec a le coefficient des pentes

• Interprétation

- F, df
- p et α
- η^2



Synthèse

- Analyse

- VD = Quantité de d'épices (QE)
- VI₁ = Quantité d'alcool bue (QAB)
- VI₂ = Quantité d'alcool espérée (QAE)

ANOVA - QE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
QAB	0.883	2	0.442	0.218	0.805
QAE	899.614	2	449.807	221.794	< .001
QAB * QAE	9.434	4	2.358	1.163	0.329
Residuals	316.374	156	2.028		

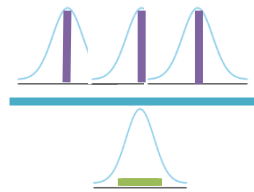
Plan

Formules : effet vs erreur (ou signal et bruit)

Hypothèses

Décision

ANOVA – la vraie formule



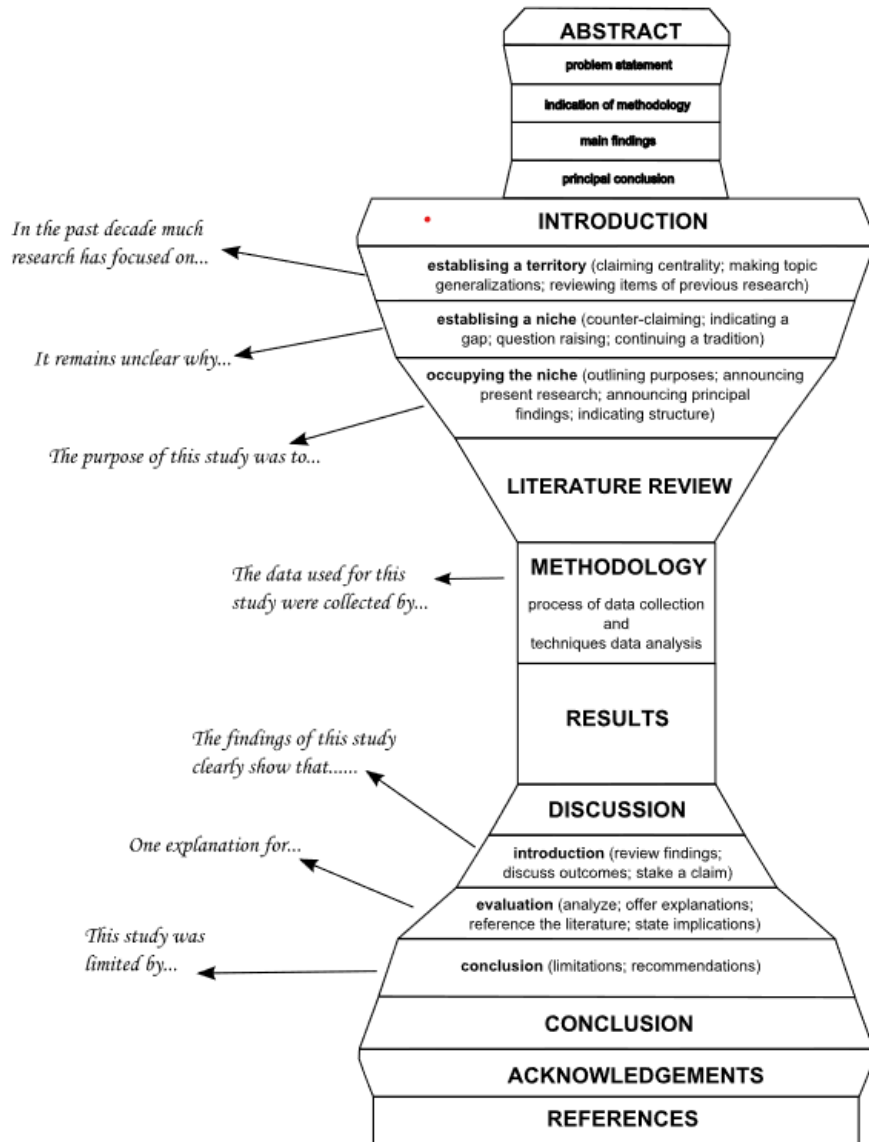
- Origine de la formule : décrire le comportement d'un sujet

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

- μ est la prédiction de l'ensemble des sujets
- $\mu + \tau_i$ est la prédiction du groupe i
 - τ_i est la variation autour de la moyenne induite par la modalité i de la variable indépendante
- $\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma)$ est le résidu, l'erreur la différence entre chaque sujet et son group. La variation intra-groupe non expliquée par la ou les VI.



Lecture critique



- Introduction

- Methodology

- Results

-



Individuals with pronounced schizotypal traits are more successful in tickling themselves

Anne-Laure Lemaitre, Marion Luyat, Gilles Lafargue*

Univ. Lille, EA 4072 - PSITEC - Psychologie: Interactions, Temps, Émotions, Cognition, F-59000

IMRAD

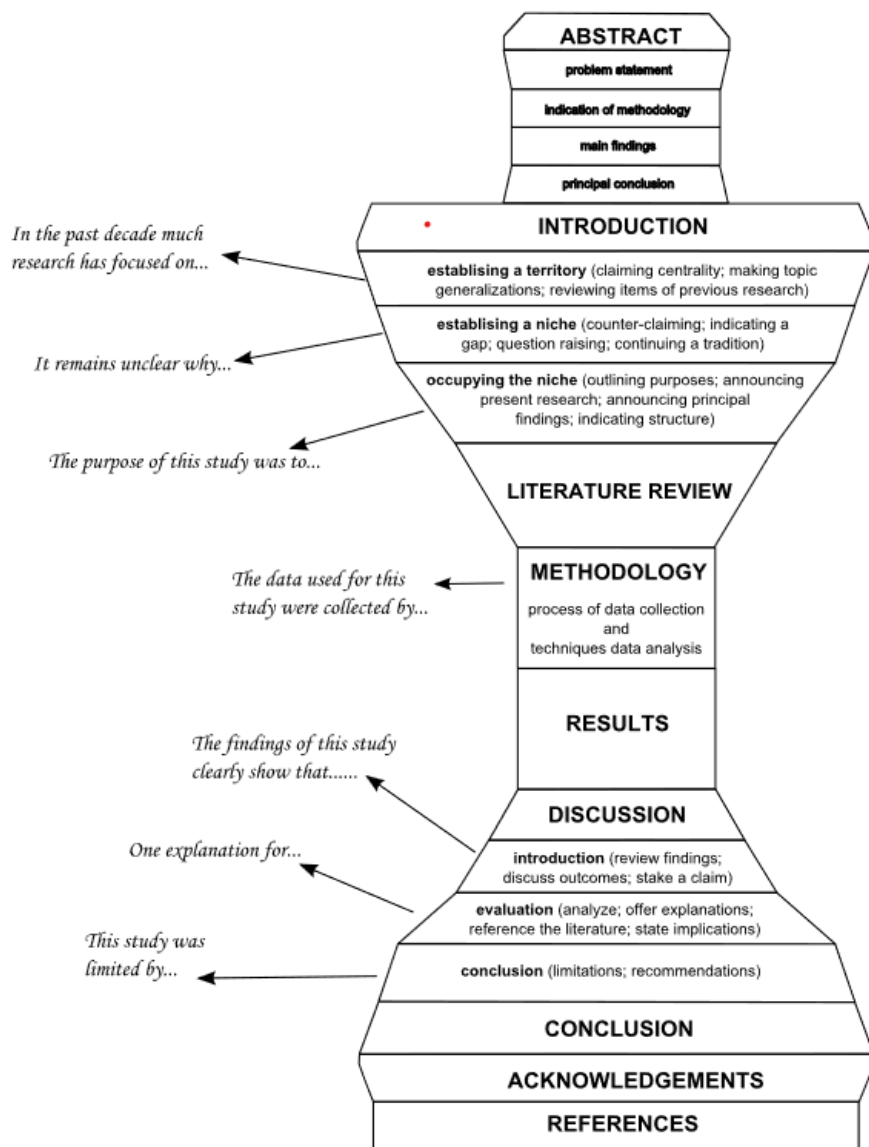
I

M

R

and

D



Introduction

Méthodologie

Résultats

Discussion

The collage displays various sections of academic papers, such as:

- Abstracts:** Concise summaries of the research, often starting with "The purpose of this study was to..."
- Introductions:** Sections that establish the research territory and identify the gap the study aims to fill.
- Methodologies:** Detailed descriptions of the data collection and analysis processes.
- Results:** Sections presenting the findings of the study, often accompanied by tables and graphs.
- Discussions:** Sections that interpret the results, provide explanations, and discuss the implications of the findings.

Introduction

1. Introduction

It is well known that tickling oneself fails to elicit the sensations produced when tickled by someone else. Experimentally, a range of studies have confirmed that self-produced somatosensory stimulation results in less ticklishness than externally produced (but otherwise identical) stimulation (Bays, Flanagan, & Wolpert, 2006; Claxton, 1975; Weiskrantz, Elliott, & Darlington, 1971). For instance, a single tactile stimulus (such as a feather) used for tickling is felt to be less intense when it is self-applied than when applied by someone else (Wolpert & Flanagan, 2001). When we perform a voluntary act, our brain is thought to create "efference copies" of the outgoing motor commands and use them to optimize motor control (Sperry, 1950; von Holst & Mittelstaedt, 1950). On this basis, it has been suggested that a "forward model" (Miall, Weir, Wolpert, & Stein, 1992; Wolpert, Chahramani, & Jordan, 1995; Wolpert & Miall, 1996) helps us to anticipate the sensory consequences of our actions. One aspect of this predictive process (which has obvious adaptive value) involves the sensory attenuation of voluntary action effects and thus enhancement of the salience of externally induced sensations (Claxton, 1975). Efference copies reduce the cognitive load by decreasing the processing of predictable (and thus irrelevant) sensory stimuli (Pyram & Desseaux, 2012). Consequently, an individual is more likely to focus on the rapid detection of unexpected and/or potentially threatening environmental stimuli. A second role may relate to the sense of agency, i.e. the sense that "I'm the one who is causing or generating an action" (Blakemore, Wolpert, & Frith, 2002; Gallagher, 2012). More generally, a sense of agency enables events to be classified as being caused by oneself or by an external source. Consequently, impairment of the predictive process might reduce attenuation of the sensory consequences of voluntary actions and thus prompt the incorrect attribution of a self-generated event to an external cause. This is exactly what happens in people with schizophrenia. Firstly, the attenuation of self-applied stimuli normally observed in healthy subjects is absent (Blakemore, Smith, Steel, Johnstone, & Frith, 2000; Shergill, Samson, Bays, Frith, & Wolpert, 2005). Secondly, some people with schizophrenia feel as if external agents are controlling their own actions; this has been referred to as a "passivity experience" (Blakemore et al., 2002; Frith, Blakemore, & Wolpert, 2000). This abnormal, subjective, sensory experience might be critically involved in the emergence and persistence of delusions of control (Frith et al., 2000; Sugimori, Asai, & Tanno, 2011). This (first-rank) subset of symptoms (Schneider, 1955) is closely related to the diagnosis of schizophrenia.

Interestingly, schizophrenia-like "schizotypal traits" are present to various extents in many people not classified as having clinical disease (Fletcher & Frith, 2009). Schizotypy refers to a cluster of personality traits that includes unusual perceptual experiences, bizarre behavior, odd beliefs and social anhedonia. Most researchers have adopted a dimensional model of schizotypy (Claridge & Davis, 2003) in which schizotypal traits vary continuously throughout the overall population. This creates a spectrum that ranges from normal psychological characteristics and milder forms of schizophrenic symptoms to the overexpression of these traits and thus the emergence of schizophrenia (Claridge, 1994, 1997). Schizotypy has been considered to encompass cognitive-perceptual, interpersonal and disorganized factors, which roughly correspond to the positive, negative and disorganized dimensions of schizophrenia, respectively (Raine, 1991). Given that drug treatment, long hospital stays and psychosis-induced cognitive impairments are potential sources of experimental bias in studies of the link between symptoms and neurocognitive functions in schizophrenia, assessment of the same functions in healthy individuals constitutes a valuable, complementary approach (Raine & Lencz, 1995).

In line with the data obtained in schizophrenia patients (Blakemore, Smith, et al., 2000; Shergill et al., 2005) the results of two correlational studies of healthy people have shown that individuals who score highly on schizotypal scales tend to have trouble predicting the sensory consequences of their actions. In the first of the two studies, Asai, Sugimori, and Tanno (2008) observed a negative correlation between the schizotypy score on one hand and performance in a simple pointing task (involving the prediction of movement) on the other. In the second study, Teufel, Kingdon, Ingram, Wolpert, and Fletcher's (2010) analysis of a force-matching task revealed a relationship between poor prediction of the sensory consequences of self-applied forces on one hand and a tendency to show delusional ideation on the other. On the basis of these findings, we reasoned that if healthy individuals high in schizotypal traits are indeed poorly able to predict the sensory consequences of their own actions, they should be able to tickle themselves more successfully than healthy individuals with low schizotypal scores. We also formed two other hypotheses concerning individuals high in schizotypal traits; that the ability to self-tickle would be (i) more strongly correlated with positive schizotypy than with other aspects of schizotypy – in line with Teufel et al. (2010, see above) – and (ii) correlated with a greater tendency to report passivity experiences. Indeed, we saw above that abnormal predictive mechanism has been linked to delusions of control in schizophrenic patients. Moreover certain manifestations of positive schizotypy can be regarded as non-clinical analogues of schizophrenia first rank symptoms.

• Théorie :

1. « predictive coding & efference copy » :

- (1) Permet d'anticiper la conséquence de nos actions et d'adapter les attentes et retours sensoriels.

– Attenuation des percepts conséquence de nos actions et augmentations des percepts externe

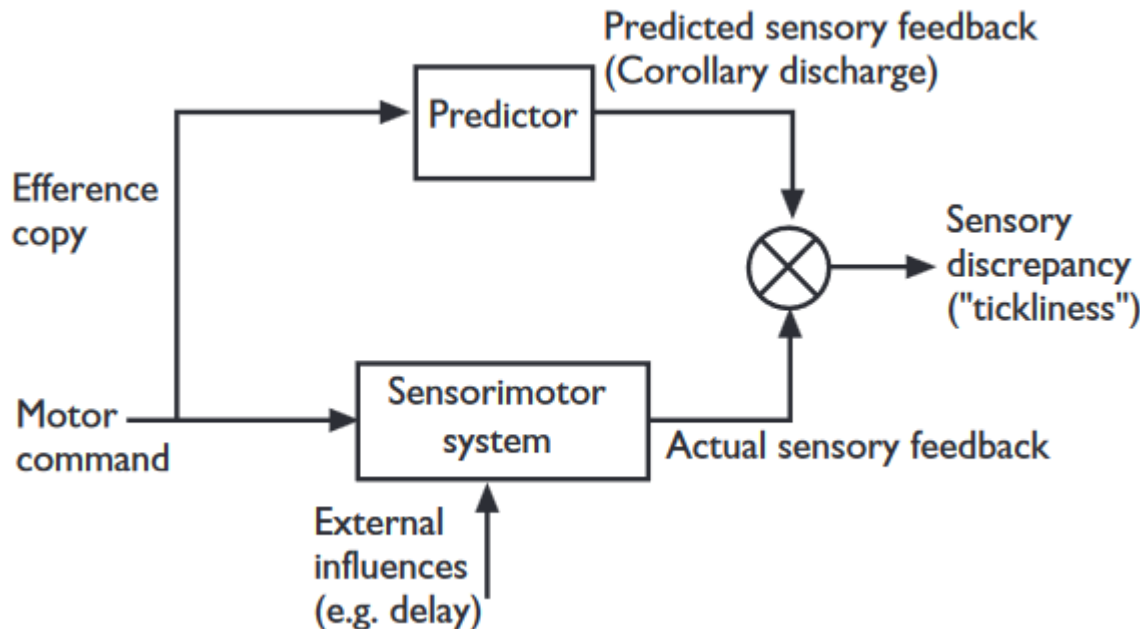
- (2) participe au sens de l'agentivité (source des actions)

2. Personne avec schizophrénie : atteinte du sens de l'agentivité

Introduction

- Modèle :

- « *predictive coding & efference copy* » : (1) Permet d'anticiper la conséquence de nos actions et d'adapter les attentes et retours



1. Introduction

It is well known that tickling oneself fails to elicit the sensations produced when tickled by someone else. Experimentally, a range of studies have confirmed that self-produced somatosensory stimulation results in less ticklishness than externally produced (but otherwise identical) stimulation (Bays, Flanagan, & Wolpert, 2006; Claxton, 1975; Weiskrantz, Elliott, & Darlington, 1971). For instance, a single tactile stimulus (such as a feather) used for tickling is felt to be less intense when it is self-applied than when applied by someone else (Wolpert & Flanagan, 2001). When we perform a voluntary act, our brain is thought to create "efference copies" of the outgoing motor commands and use them to optimize motor control (Sperry, 1950; von Holst & Mittelstaedt, 1950). On this basis, it has been suggested that a "forward model" (Miall, Weir, Wolpert, & Stein, 1993; Wolpert, Ghahramani, & Jordan, 1995; Wolpert & Miall, 1996) helps us to anticipate the sensory consequences of our actions. One aspect of this predictive process (which has obvious adaptive value) involves the sensory attenuation of voluntary action effects and thus enhancement of the salience of externally induced sensations (Claxton, 1975). Efference copies reduce the cognitive load by decreasing the processing of predictable (and thus irrelevant) sensory stimuli (Pyun & Desautels, 2012). Consequently, an individual is more likely to focus on the rapid detection of unexpected and/or potentially threatening environmental stimuli. A second role may relate to the sense of agency, i.e. the sense that "I'm the one who is causing or generating an action" (Blakemore, Wolpert, & Frith, 2002; Gallagher, 2012). More generally, a sense of agency enables events to be classified as being caused by oneself or by an external source. Consequently, impairment of the predictive process might reduce attenuation of the sensory consequences of voluntary actions and thus prompt the incorrect attribution of a self-generated event to an external cause. This is exactly what happens in people with schizophrenia. Firstly, the attenuation of self-applied stimuli normally observed in healthy subjects is absent (Blakemore, Smith, Steel, Johnstone, & Frith, 2000; Shergill, Samson, Bays, Frith, & Wolpert, 2005). Secondly, some people with schizophrenia feel as if external agents are controlling their own actions; this has been referred to as a "passivity experience" (Blakemore et al., 2002; Frith, Blakemore, & Wolpert, 2000). This abnormal, subjective, sensory experience might be critically involved in the emergence and persistence of delusions of control (Frith et al., 2000; Sugimori, Asai, & Tanno, 2011). This (first-rank) subset of symptoms (Schneider, 1955) is closely related to the diagnosis of schizophrenia.

Interestingly, schizophrenia-like "schizotypal traits" are present to various extents in many people not classified as having

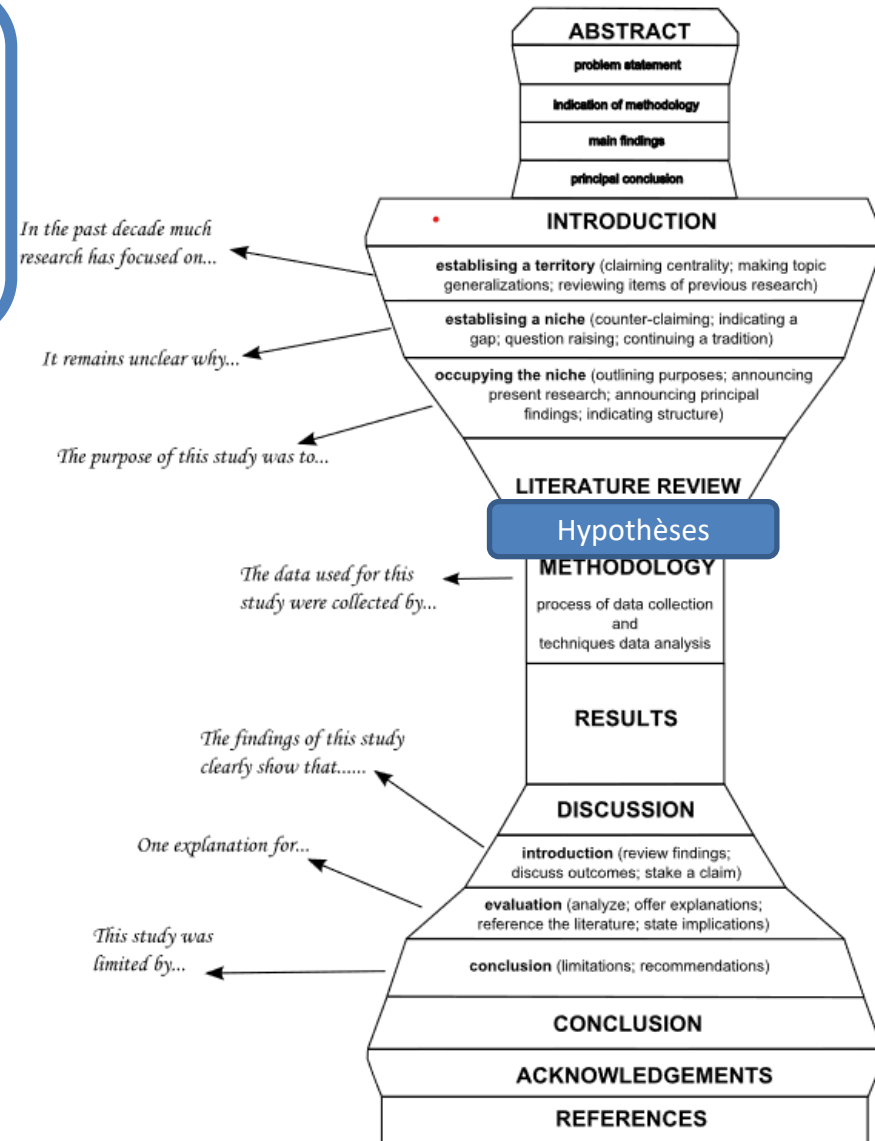
Schizotypy refers to a cluster of personality traits that includes unusual perceptual beliefs and social anhedonia. Most researchers have adopted a dimensional model of which schizotypal traits vary continuously throughout the overall population. These maladaptive psychological characteristics and milder forms of schizophrenic symptoms to the emergence of schizophrenia (Claridge, 1994, 1997). Schizotypy has been conceptualized as consisting of interpersonal and disorganized factors, which roughly correspond to the positive and negative symptoms of schizophrenia, respectively (Raine, 1991). Given that drug treatment, long-term impairments are potential sources of experimental bias in studies of the link between schizotypy and schizophrenia, assessment of the same functions in healthy individuals is a more appropriate approach (Raine & Lencz, 1995).

Studies with schizophrenia patients (Blakemore, Smith, et al., 2000; Shergill et al., 2005) have shown that individuals who score highly on schizotypal scales tend to have less control over their actions. In the first of the two studies, Asai, Sugimori, and Tanno (2008) found a relationship between the schizotypy score on one hand and performance in a simple pointing task on the other. In the second study, Teufel, Kingdon, Ingram, Wolpert, and Frith (2007) found a relationship between poor prediction of the sensory consequences of a tickling task and a tendency to show delusional ideation on the other. On the basis of these findings, it has been suggested that individuals high in schizotypal traits are indeed poorly able to predict the sensory consequences of their actions and thus are more likely to experience a "passivity experience". This hypothesis concerning individuals high in schizotypal traits; that the ability to predict the sensory consequences of voluntary actions is related with positive schizotypy rather than with other aspects of schizotypy – in line with the hypothesis that the ability to predict the sensory consequences of voluntary actions is correlated with a greater tendency to report passivity experiences. Indeed, we saw that the ability to predict the sensory consequences of voluntary actions has been linked to delusions of control in schizophrenic patients. Moreover, schizotypy can be regarded as non-clinical analogues of schizophrenia first rank symptoms.

Introduction

Hypotheses

- On the basis of these findings, we reasoned that if healthy individuals high in schizotypal traits are indeed poorly able to predict the sensory consequences of their own actions, they should be able to tickle themselves more successfully than healthy individuals with low schizotypal scores.
- We also formed two other hypotheses concerning individuals high in schizotypal traits; that the ability to self-tickle would be
 - (i) more strongly correlated with positive schizotypy than with other aspects of schizotypy – in line with Teufel et al. (2010, see above) – and
 - (ii) correlated with a greater tendency to report passivity experiences. Indeed, we saw above that abnormal predictive mechanism has been linked to delusions of control in schizophrenic patients. Moreover certain manifestations of positive schizotypy can be regarded as non-clinical analogues of schizophrenia first rank symptoms.



Méthode

2. Experiments

2.1. Methods

2.1.1. Participants

A total of 397 students completed a 7-items questionnaire extracted from the Schizotypy Personality Questionnaire (S; Raine, 1991) at the end of university courses. Eighty participants with extreme scores (40 with high and 40 with low score on this mini-questionnaire) were then invited to complete the full French version of the SPQ. The participants' scores were transformed in Z scores relative to the SPQ French normative data (Dumas et al., 2000; mean: 23.6; standard deviation: 12.09). The 27 individuals (17 women and 10 men; mean $\pm$ SD age: 23.4 ± 3.9) who scored in the upper quartile (SPQ score $\geq .69$) were selected to participate to the main study. They constituted a group high in schizotypal traits (Highs) with raw SPQ scores between 32 and 54 (mean: 38). We also selected for the main study 27 individuals (16 women and 11 men; mean age: 23 ± 4.32) who scored in the lower quartile (SPQ Z-score $< -.71$). They constituted a group low in schizotypal traits (Lows) with raw SPQ scores between 0 and 15 (mean: 9).

We chose to contrast two groups because the possible differences existing between sets of data are likely to be revealing using an extreme group design. Our purpose was first of all to compare the two distributions (low and high-schizotypy groups) and not to test correlations between the expression of schizotypal traits, on the full schizotypy distribution, other variables. We are aware that such a design can artificially dichotomize continuous variables, but given the subject nature of our task we wanted to give us the best chance to detect differences between subjects.

Our aim was not to address the issue of whether schizotypy should be understood in terms of normal set of personality traits in the global population (full dimensional approach) or attenuated form of mental disease (quasi-dimensional approach) (Asai, Sugimori, & Tanno, 2009; Claridge, 1994; Smyrnis et al., 2007). However, in order to form two extreme groups, our measure of interest was the degree of expression of schizotypal traits and, *de facto*, our approach could be viewed as more quasi than fully dimensional. Note also that the participants in the Low-schizotypy group had a narrow range of very low scores. This low variability made it very difficult to detect correlations with other variables. In fact our Low-schizotypy group could be considered as a control non-schizotypal group.

Participants

The High-schizotypy and Low-schizotypy groups did not differ significantly with regard to age ($t_{(52)} = .43$; $p = .67$) or laterality according to the Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) ($t_{(52)} = 1.42$; $p = .16$) but did have significantly different SPQ Z-scores ($t_{(52)} = 19.81$; $p < .0001$).

None of the participants showed motor or sensory impairments or reported a history of neurological or psychiatric disorders. So as not to skew the data collection, none of the participants were aware of the study's objectives. Each person provided his/her prior, written, informed consent to participation and was fully debriefed on the study's objectives after having completed the experiment.

2.1.2. Materials

2.1.2.1. Questionnaires. Two questionnaires were used:

- The SPQ (Raine, 1991) is a 74-item forced choice (Yes/No) self-reported questionnaire consisting of 9 subscales based on the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (APA, 1987) criteria for schizotypal personality disorder: ideas of reference, excessive social anxiety, odd beliefs or magical thinking, unusual perceptual experiences, odd or eccentric behavior, no close friends, odd speech, constricted affect, and suspiciousness. The SPQ is also subdivided into three dimensions, which are respectively regarded as non-clinical analogues of the positive, negative and disorganized symptoms of schizophrenia (Raine & Lencz, 1995): Cognitive-Perceptual (positive schizotypy, e.g. unusual perceptual experience and magical thinking), Interpersonal (negative schizotypy, e.g. social anxiety and constricted affect) and Disorganized (e.g. odd speech and bizarre behavior).
- The Scale for Assessment of Passivity Experiences in the General Population (SAPE-GP) (Jones, de-Wit, Fernyhough, & Meins, 2008). Each of the questionnaire's five items is scored on a five-point scale (0: never; 1: occasionally; 2: many times; 3: very often; 4: always), yielding a total score of between 0 and 20. The higher the score, the more frequently the subject has passivity experiences. Only the 54 subjects that were selected for the main experiment were asked to complete this questionnaire.

2.1.2.2. Experimental material. The experimental device (see Fig. 1) could be adjusted to compensate for differences in morphology and thus maintain the brush in contact with the skin at a constant pressure. The area of tickling (total horizontal displacement: 6 cm) was accurately defined for each participant. At the beginning of the experiment, the height of the brush was adjusted so that only the tips of the bristles touched the skin of the forearm.

A virtual metronome (GiveMeTac software, version 1.1) was set to produce a rhythm of 45 beats per minute.

2.1.3. Procedures

Each participant was tested individually. A mask was placed over the eyes so that somesthesia was not influenced by vision (Whiteley, Kennett, Taylor-Clarke, & Haggard, 2004). The participant placed his/her non-dominant forearm flat on the table (with the sleeve rolled up above the elbow) and performed three trials under each of the three following experimental conditions:

- **Self-tickling (ST):** participant used his/her dominant hand to make back and forth movements of the palm on his non-dominant forearm, to each "tick" and "tack" of the metronome. The duration of the stimulation (beats). Both the participant and the experimenter could hear the sound of the metronome.
- **Predictable, externally-produced tickling (ET_P):** the experimenter applied the tactile stimulation on the forearm with the same rhythm that in the ST condition. Both could hear the sound of the metronome.

- **Unpredictable, externally-produced tickling (ET_U):** the procedure was the same as in the ET_P condition except that only the experimenter could hear the sound of the metronome through headphones connected to the computer. Here, "unpredictable" means unpredictable on the basis of an effective external signal because the participant couldn't hear the sound of the metronome. In such a condition, at least for the subjects with the less efficient predictive mechanisms, the rhythm of the tactile stimulation should be less easily predictable. Note that the two different externally tickle conditions were also included to add some variety to what was essentially a very repetitive task for the participants.

At the end of each trial, the participant had to rate his/her perceived sensation of tickling on a scale from 0 ("not at all tickly") to 10 ("extremely tickly"). The experiment lasted about 10 min for each participant and (as already mentioned) each trial lasted only 6 metronome beats. It is well known that when the senses are exposed to a continuing stimulus, sensory adaptation occurs, particularly when tactile receptors are stimulated (Adrian, 1928). Thus, in order to diminish adaptation, and also because the task was very subjective in nature, we thought that 3 trials by conditions were a good compromise in order that the subjects could stay on their first sensations.

2.1.4. Data analyses

For each experimental condition, the participant's tickle ratings from the three trials were averaged. We analyzed the ratings in a 2×3 repeated-measures analysis of variance (schizotypal traits [High-schizotypy-Low-schizotypy] $\times$ tickling condition [ST, ET_P, ET_U]). With schizotypal traits as a category-specific predictor. The Greenhouse-Geisser correction was applied because the data violated the sphericity assumption. Post-hoc comparisons were conducted using Tukey's multiple comparisons test.

Moreover, an index of somatosensory attenuation (ISA) was calculated as follows:

$$ISA = \frac{ET_{U(1)} - ET_{P(1)}}{ET_{U(1)} + ET_{P(1)}}$$

A score of 1 indicates complete somatosensory attenuation, whereas a score of 0 indicates the absence of any attenuation. A Student's t-test for independent samples was used to compare the ISA as a function of the degree of schizotypy.

Lastly, Pearson's coefficient (two-tailed) was calculated for the correlations between the ISA and the questionnaire scores (the SPQ scales and subscales and the SAPE-GP). As our investigations were based on a priori hypotheses, no correction was made for multiple comparisons to avoid increasing the risk of a type II error. Note that Bonferroni correction would be too conservative and not appropriate here, firstly because the SPQ scales and subscales scores are not independent measures. Moreover, some statisticians defend the idea that if all the individual p values are reported, it is not necessary and even not recommended to adjust for multiple comparisons; but in this case the researchers have to make it clear that no corrections for multiple comparisons were made (Feise, 2002; Perneger, 1998; Savitz & Olshan, 1995).

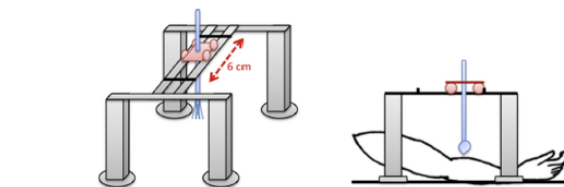


Fig. 1. 2D and 3D views of the device. The experimental material consisted of a wooden frame affixed to a table via four suckers. A paintbrush on a tube (movable) is moved horizontally back and forth over the participant's forearm. The paintbrush's height could be adjusted with wheels blocked on each side, to delineate the area of tickling (total horizontal displacement: 6 cm).

Materials

Procedures

Data Analysis

Méthode : Participants

2. Experiments

2.1. Methods

2.1.1. Participants

A total of 397 students completed a 7-items questionnaire extracted from the Schizotypy Personality Questionnaire (SPQ, Raine, 1991) at the end of university courses. Eighty participants with extreme scores (40 with high and 40 with low scores) on this mini-questionnaire were then invited to complete the full French version of the SPQ. The participants' scores were transformed in Z scores relative to the SPQ French normative data (Dumas et al., 2000; mean: 23.6; standard deviation: 12.09). The 27 individuals (17 women and 10 men; mean $\pm$ SD age: 23.4 ± 3.9) who scored in the upper quartile (SPQ Z-score $\geq .69$) were selected to participate to the main study. They constituted a group high in schizotypal traits (High_{Schiz}) with raw SPQ scores between 32 and 54 (mean: 38). We also selected for the main study 27 individuals (16 women and 11 men; mean age: 23 ± 4.32) who scored in the lower quartile (SPQ Z-score $\leq -.71$). They constituted a group low in schizotypal traits (Low_{Schiz}) with raw SPQ scores between 0 and 15 (mean: 9).

We chose to contrast two groups because the possible differences existing between sets of data are likely to be revealed using an extreme group design. Our purpose was first of all to compare the two distributions (low and high-schizotypal groups) and not to test correlations between the expression of schizotypal traits, on the full schizotypy distribution, and other variables. We are aware that such a design can artificially dichotomize continuous variables, but given the subjective nature of our task we wanted to give us the best chance to detect differences between subjects.

Our aim was not to address the issue of whether schizotypy should be understood in terms of normal set of personality traits in the global population (full dimensional approach) or attenuated form of mental disease (quasi-dimensional approach) (Asai, Sugimori, & Tanno, 2009; Claridge, 1994; Smyrnis et al., 2007). However, in order to form two extreme groups, our measure of interest was the degree of expression of schizotypal traits and, *de facto*, our approach could be viewed as more *quasi* than *fully* dimensional. Note also that the participants in the Low_{Schiz} group had a narrow range of very low SPQ scores. This low variability made it very difficult to detect correlations with other variables. In fact our Low_{Schiz} group could be considered as a control non-schizotypal group.

The High_{Schiz} and Low_{Schiz} groups did not differ significantly with regard to age ($t_{52} = .43$; $p = .67$) or laterality according to the Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) ($t_{52} = 1.42$; $p = .16$) but did have significantly different SPQ Z-scores ($t_{52} = 19.81$; $p < .0001$).

None of the participants showed motor or sensory impairments or reported a history of neurological or psychiatric disorders. So as not to skew the data collection, none of the participants were aware of the study's objectives. Each person provided his/her prior, written, informed consent to participation and was fully debriefed on the study's objectives after having completed the experiment.

Méthode : Participants

- ## Quel mode de sélection ? Quelles conséquences ?

N=54

Population / échantillon

- Echantillon

- Échantillonnage par convenance

When considering a continuum ranging from the absence of a disorder to the full-blown symptoms of schizophrenia, our data provide a basis for understanding the illusions of control experienced by schizophrenic patients.

- Autres variables contrôle des deux groupes, pourquoi ?

The High_{Schiz} and Low_{Schiz} groups did not differ significantly with regard to age ($t_{52} = .43$; $p = .67$) or laterality according to the Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) ($t_{52} = 1.42$; $p = .16$) but did have significantly different SPQ Z-scores ($t_{52} = 19.81$; $p < .0001$).

None of the participants showed motor or sensory impairments or reported a history of neurological or psychiatric disorders. So as not to skew the data collection, none of the participants were aware of the study's objectives. Each person provided his/her prior, written, informed consent to participation and was fully debriefed on the study's objectives after having completed the experiment.

- Population

- Quelle est la population ?

Méthode : Experimental material

VI : schizotypal traits groups
High_{schiz}, Low_{schiz}

VI : score SQP

Materials

Questionnaires. Two questionnaires were used:

- The SPQ (Raine, 1991) is a 74-item forced choice (Yes/No) self-reported questionnaire consisting of 9 subscales based on the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (APA, 1987) criteria for schizotypal personality disorder: ideas of reference, excessive social anxiety, odd beliefs or magical thinking, unusual perceptual experiences, odd or eccentric behavior, no close friends, odd speech, constricted affect, and suspiciousness. The SPQ is also subdivided into three dimensions, which are respectively regarded as non-clinical analogues of the positive, negative and disorganized symptoms of schizophrenia (Raine & Lencz, 1995): Cognitive-Perceptual (positive schizotypy, e.g. unusual perceptual experiences and magical thinking), Interpersonal (negative schizotypy, e.g. social anxiety and constricted affect) and Disorganized (e.g. odd speech and bizarre behavior).
- The Scale for Assessment of Passivity Experiences in the General Population (SAPE-GP) (Jones, de-Wit, Fernyhough, & Meins, 2008). Each of the questionnaire's five items is scored on a five-point scale (0: never; 1: occasionally; 2: many times; 3: very often; 4: always), yielding a total score of between 0 and 20. The higher the score, the more frequently the subject has passivity experiences. Only the 54 subjects that were selected for the main experiment were asked to complete this questionnaire.

2.1.2.2. Experimental material. The experimental device (see Fig. 1) could be adjusted to compensate for differences in morphology and thus maintain the brush in contact with the skin at a constant pressure. The area of tickling (total horizontal displacement: 6 cm) was accurately defined for each participant. At the beginning of the experiment, the height of the brush was adjusted so that only the tips of the bristles touched the skin of the forearm.

A virtual metronome (GiveMeTac software, version 1.1) was set to produce a rhythm of 45 beats per minute.

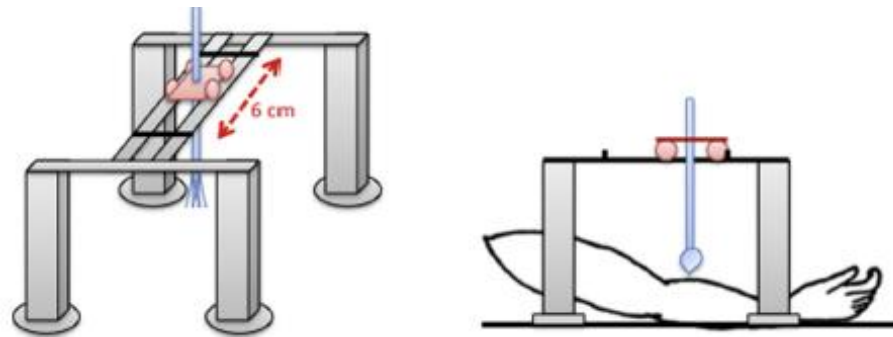


Fig 1. 2D and 3D views of the device. The experimental material consisted of a wooden frame affixed to a table via four suckers. A paintbrush was mounted on rails to enable it to be moved horizontally back and forth over the participant's forearm. The paintbrush's height could be adjusted with a screw. The rails were fixed on each side to delineate the area of stimulation (total horizontal displacement: 6 cm).

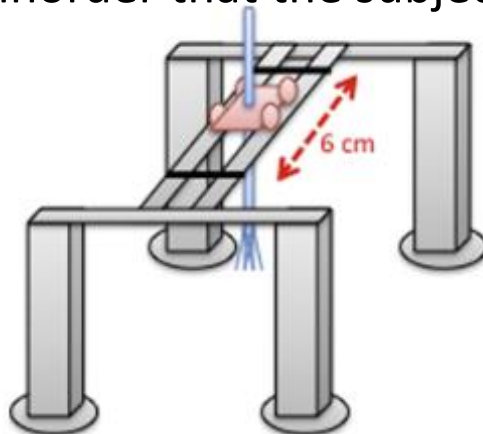
VI SAPE-G : some people with schizophrenia feel as if external agents are controlling their own actions; this has been referred to as a “passivity experience”

Méthode : Experimental material

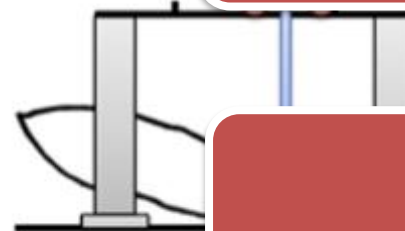
- The experimental device (see Fig. 1) consisted of a brush with bristles of different lengths for differences in morphology and thus no differences in pressure. The area of tickling (6 cm) was accurately defined for each participant. In order to maintain a constant pressure, the height of the brush was adjusted so that only the tips of the bristles touched the skin of the forearm.
- A virtual metronome (GiveMeTac software, version 1.1) was set to produce a rhythm of 45 beats per minute. The experiment lasted about 10 min for each participant and (as already mentioned) each trial lasted only 6 metronome beats.
- It is well known that when the senses are exposed to a continuing stimulus, sensory adaptation occurs, particularly when tactile receptors are stimulated (Adrian, 1928). Thus, in order to diminish adaptation, and also because the task was very subjective in nature, we thought that 3 trials by conditions were a good compromise in order that the subjects could stay on their first sensations.

VC : qualité de la stimulation

VC : ordre



VC : durée de la stimulation



VC : nb essais

Méthode : procédures

VC : sensation purement
somesthésique

2.1.3. Procedures

Each participant was tested individually. A mask was placed over the eyes so that somesthesia was not influenced by vision (Whiteley, Kennett, Taylor-Clarke, & Haggard, 2004). The participant placed his/her non-dominant forearm flat on the table (with the sleeve rolled up above the elbow) and performed three trials under each of the three following experimental conditions:

- **Self-tickling (ST)**: participant used his/her dominant hand to make his non-dominant forearm, to each “tick” and “tack” of the metronome (beats). Both the participant and the experimenter could hear the sound of the metronome.
- **Predictable, externally-produced tickling (ET_P)**: the experimenter tickled the participant's forearm with the same rhythm that in the ST condition. Both could hear the sound of the metronome.
- **Unpredictable, externally-produced tickling (ET_{UN})**: the procedure was the same as in the ET_P condition, but only the experimenter could hear the sound of the metronome. “unpredictable” means unpredictable on the basis of an effective sound of the metronome. In such a condition, at least for the subject, the rhythm of the tactile stimulation should be less easily predictable. To avoid habituation, we also included to add some variety to what was essentially a tickling.

At the end of each trial, the participant had to rate his/her perceived sensation of tickling on a scale from 0 (“not at all tickly”) to 10 (“extremely tickly”). The experiment lasted about 10 min for each participant and (as already mentioned) each trial lasted only 6 metronome beats. It is well known that when the senses are exposed to a continuing stimulus, sensory adaptation occurs, particularly when tactile receptors are stimulated (Adrian, 1928). Thus, in order to diminish adaptation, and also because the task was very subjective in nature, we thought that 3 trials by conditions were a good compromise in order that the subjects could stay on their first sensations.

VI : Tickling Condition

1. Self-Tickling-ST,
2. externally-produced tickling-ET_P,
3. Unpredictable, Externally-produced tickling-ET_{UN}

VD : perceived sensation of tickling on a scale
from 0 (“not at all tickly”) to 10 (“extremely tickly”).

Méthode : Analyse de données

2.1.4. Data analyses

Modèle d'analyse : Anova

Tickling sensation = f(tickling conditions x Schyzotypie groups)
+ post hoc correction

were averaged. We analyzed the ratio $[W_{Schiz}] \times \text{tickling condition} [ST, ET_p]$. A Bonferroni correction was applied because of Tukey's multiple comparisons test.

$$ISA = \frac{\frac{ET_{low} + ET_p}{2} - ST}{\frac{ET_{low} + ET_p}{2} + ST}$$

Modèle d'analyse : student t test

ISA = f(degree of schyzotypy)

A score of 1 indicates complete somatosensory attenuation, while a score of 0 indicates no attenuation.

A Student's t test for independent samples was used to compare the ISA as a function of the degree of schizotypy.

Lastly, Pearson's coefficient (two-tailed) was calculated for the correlations between the ISA and the questionnaire scores (the SPQ scales and subscales and the SAPE-GP). As our investigations were based on a priori hypotheses, no correction was made for multiple comparisons to avoid increasing the risk of a type II error. Note that Bonferroni correction would be too conservative and not appropriate here, firstly because the SPQ scales and subscales scores are not independent measures. Moreover, some statisticians defend the idea that if all the individual *p* values are reported, it is not necessary and even not recommended to adjust for multiple comparisons; but in this case the researchers have to make it clear that no corrections for multiple comparisons were made (Feise, 2002; Perneger, 1998; Savitz & Olshan, 1995).

Modèle d'analyse : corrélation pearson

ISA = SPQ 3 subscales

ISA = SAGE-GP

A priori, mcp ?

Méthode : Analyse de données

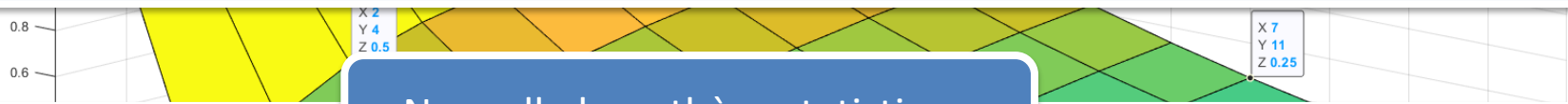
$$ISA = \frac{\frac{ET_{un} + ET_p}{2} - ST}{\frac{ET_{un} + ET_p}{2} + ST}$$

VI : Tickling Condition

1. Self-Tickling-ST,
2. externally-produced tickling-ET_p,
3. Unpredictable, Externally-produced tickling-ET_{un}.

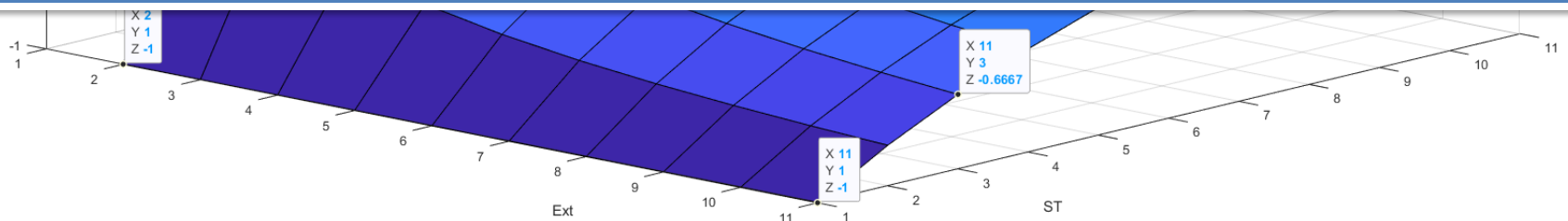
Introduction

On the basis of these findings, we reasoned that if healthy individuals high in schizotypal traits are indeed poorly able to predict the sensory consequences



Nouvelle hypothèse statistique

Student's t test for independent samples was used to compare the ISA as a function of the degree of schizotypy.



A score of 1 indicates complete somatosensory attenuation, whereas a score of 0 indicates the absence of any attenuation. A Student's t test for independent samples was used to compare the ISA as a function of the degree of schizotypy.

Introduction

Méthode : Analyse de données

Hypothèses

- On the basis of these findings, we reasoned that if healthy individuals high in schizotypal traits are indeed poorly able to predict the sensory consequences of their own actions, they should be able to tickle themselves more successfully than healthy individuals with low schizotypal scores.
- We also formed two other hypotheses concerning individuals high in schizotypal traits: that the ability to self-tickle would be
 - (i) more strongly correlated with positive schizotypy than with other aspects of schizotypy – in line with Teufel et al. (2010, see above) – and
 - (ii) correlated with a greater tendency to report passivity experiences. Indeed, we saw above that abnormal predictive mechanism has been linked to delusions of control in schizophrenic patients. Moreover certain manifestations of positive schizotypy can be regarded as non-clinical analogues of schizophrenia first rank symptoms.

27

ir

E

A score of 1 indicates complete somatosensory attenuation, whereas a score of 0 indicates the absence of any attenuation. A Student's t test for independent samples was used to compare the ISA as a function of the degree of schizotypy.

Lastly, Pearson's coefficient (two-tailed) was calculated for the correlations between the ISA and the questionnaire scores (the SPQ scales and subscales and the SAPE-GP). As our investigations were based on a priori hypotheses, no correction was made for multiple comparisons to avoid increasing the risk of a type II error. Note that Bonferroni correction would be too conservative and not appropriate here, firstly because the SPQ scales and subscales scores are not independent measures. Moreover, some statisticians defend the idea that if all the individual *p* values are reported, it is not necessary and even not recommended to adjust for multiple comparisons; but in this case the researchers have to make it clear that no corrections for multiple comparisons were made (Feise, 2002; Perneger, 1998; Savitz & Olshan, 1995).

Modèle d'analyse : Anova

Tickling sensation = f(tickling conditions x Schizotypie groups)
+ post hoc correction

Modèle d'analyse : student t test

ISA = f(degree of schizotypy)

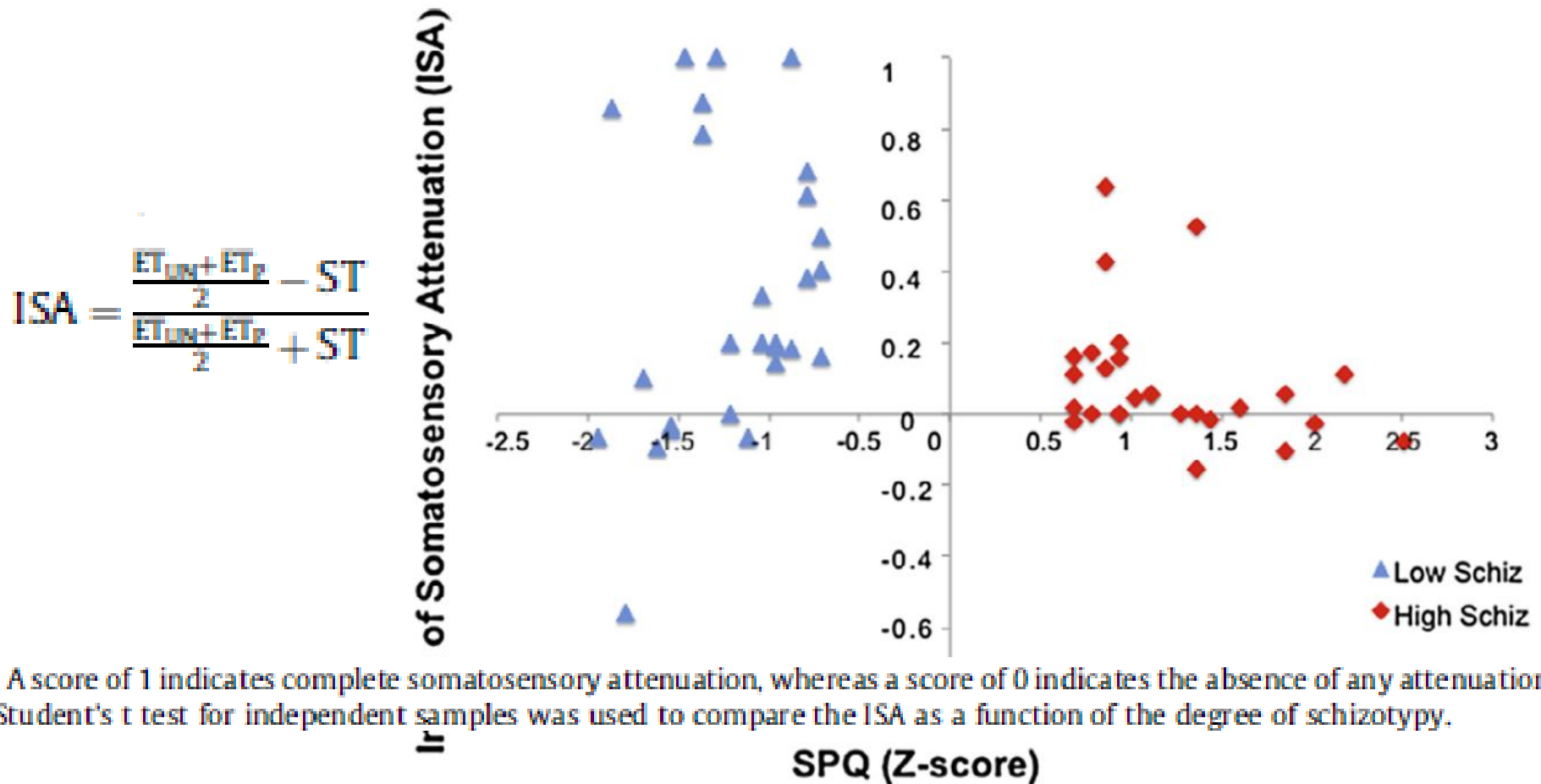
Modèle d'analyse : corrélation pearson

ISA = SPQ 3 subscales

ISA = SAGE-GP

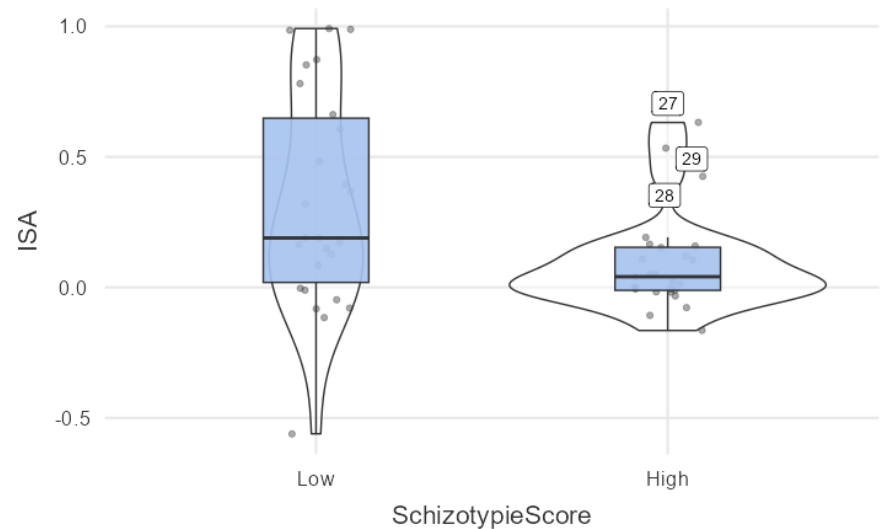
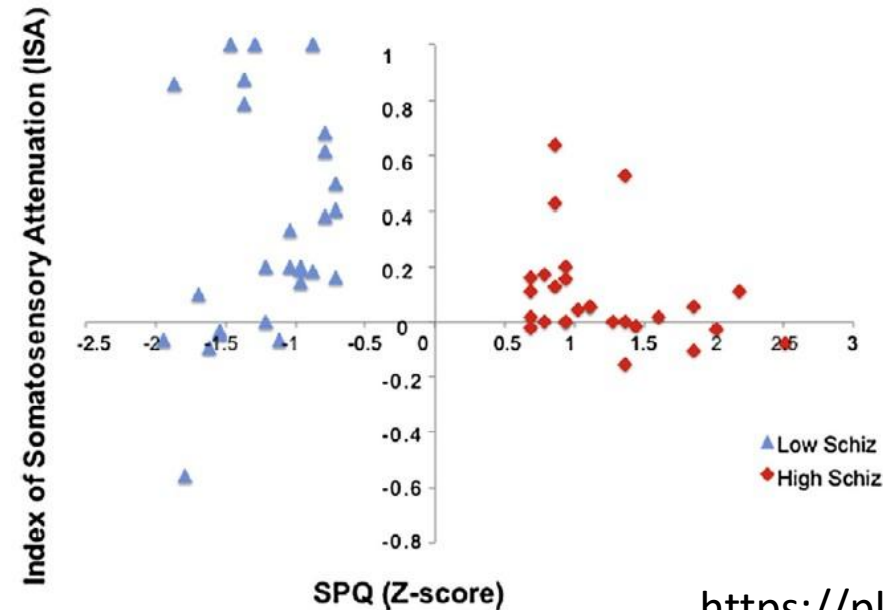
A priori, mcp ?

Résultats : atténuation

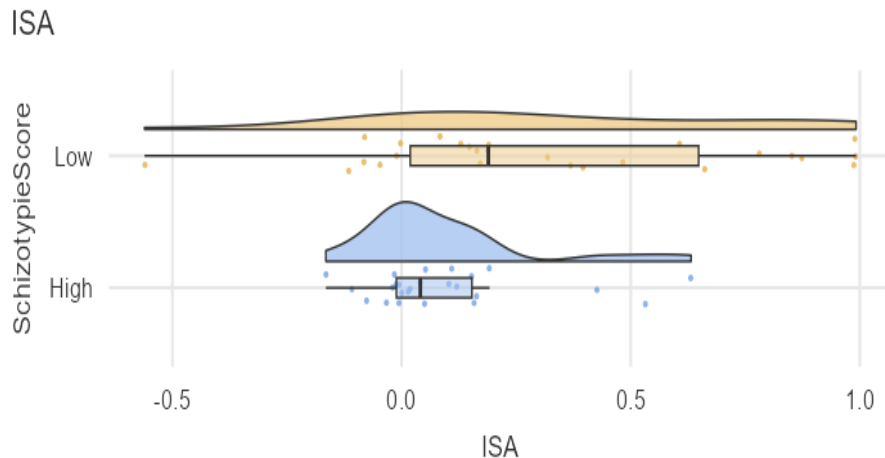


- An analysis of the ISA values showed that the attenuation of the self-tickling sensation was 3.67 times greater in the LowSchiz group than in the HighSchiz group ($ISA_{HighSchiz} = 0.09$ and $ISA_{LowSchiz} = 0.33$; $t_{52} = 2.80$, $p < .01$).

Réplication de l'analyse



<https://plotdigitizer.com/app>



Library survey plot, jamovi

- **Avantage**
 - Exprime la relation VI/VD
 - Montre
 - les données individuelles
 - Les distributions
 - Les données extrêmes

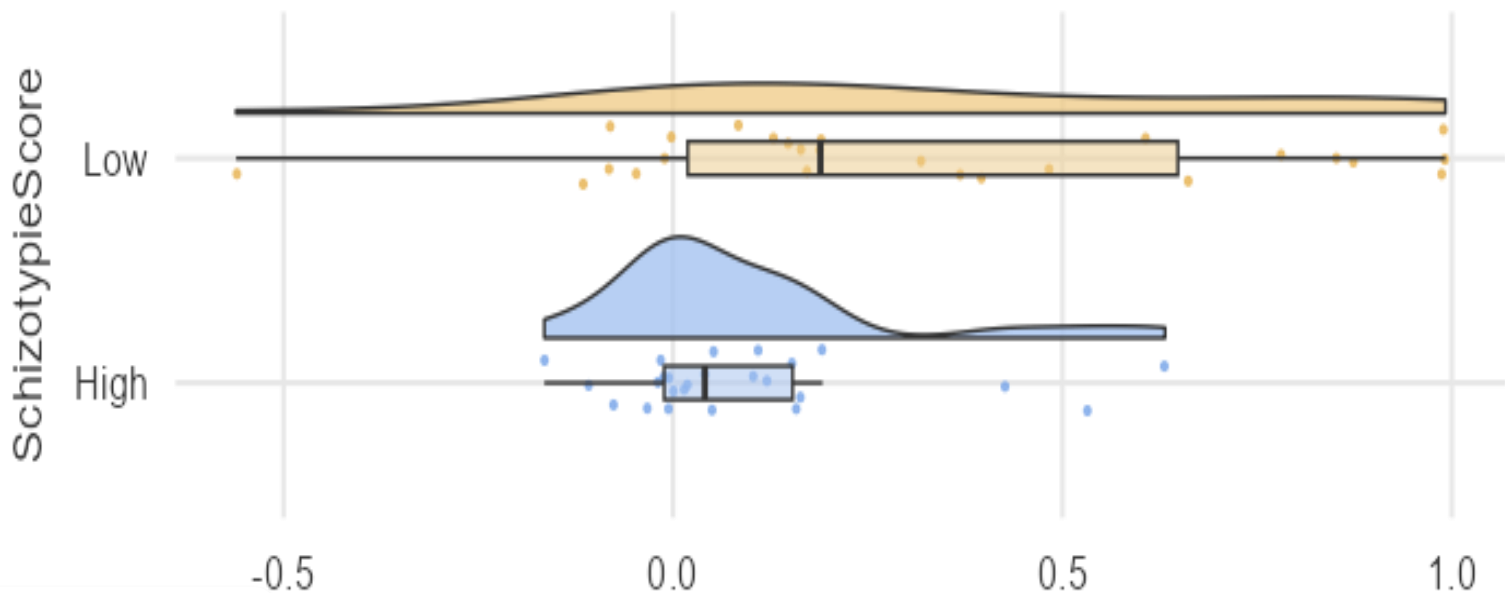
Réplication de l'analyse : interprétation

Test t pour échantillons indépendants

						Intervalle de confiance à 95%				Intervalle de confiance à 95%	
	Statistique	ddl	p	Différence moyenne	Différence d'erreur standard	Borne inf	Supérieur		Taille de l'effet	Borne inf	Supérieur
ISA t de Student	2.68 ^a	50.0	0.010	0.237	0.0885	0.0595	0.415	d de Cohen	0.744	0.178	1.30

Note. H_a $\mu_{Low} \neq \mu_{High}$

ISA



Absence of
Attenuation

ISA

Attenuation

Réplication de l'analyse : interprétation

Test t pour échantillons indépendants

						Intervalle de confiance à 95%				Intervalle de confiance à 95%		
						Borne inf	Supérieur			Taille de l'effet		
						Borne inf	Supérieur			Borne inf	Supérieur	
ISA	t de Student	2.68 ^a	50.0	0.010	0.237	0.0885	0.0595	0.415	d de Cohen	0.744	0.178	1.30

Note. $H_a: \mu_{\text{Low}} \neq \mu_{\text{High}}$

- Rappel

- VD : ISA (Ordinal/Rapport)

$$ISA = \frac{\frac{ET_u + ET_p}{2} - ST}{\frac{ET_u + ET_p}{2} + ST}$$

- VI : SchizoTypieScore: {High, Low} (échelle Ordinale)

Réplication de l'analyse : interprétation

Test t pour échantillons indépendants

						Intervalle de confiance à 95%				Intervalle de confiance à 95%	
	Statistique	ddl	p	Différence moyenne	Différence d'erreur standard	Borne inf	Supérieur		Taille de l'effet	Borne inf	Supérieur
ISA t de Student	2.68 ^a	50.0	0.010	0.237	0.0885	0.0595	0.415	d de Cohen	0.744	0.178	1.30

Note. H_a μ_{Low} ≠ μ_{High}

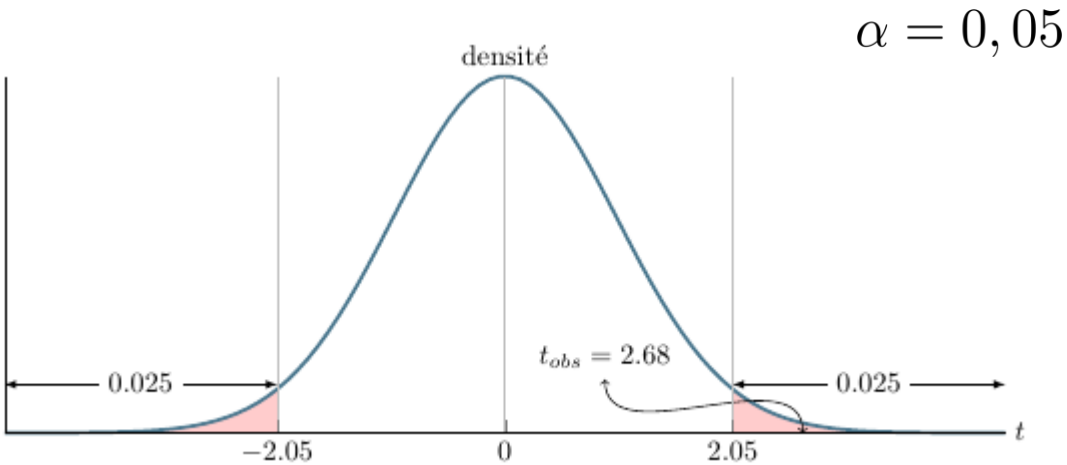
• Test

$$t = \frac{\overline{X}_L^{ISA} - \overline{X}_H^{ISA}}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_L} + \frac{1}{n_H}}}$$

$$t \text{ sous } H_0, t \rightsquigarrow t_{n_L+n_H-2}$$

$$H_0 : \mu_L^{ISA} = \mu_H^{ISA}$$

$$H_1 : \mu_L^{ISA} \neq \mu_H^{ISA}$$



Réplication de l'analyse : interprétation

Test t pour échantillons indépendants

						Intervalle de confiance à 95%					Intervalle de confiance à 95%	

Note. H_a μ_{Low} ≠ μ_{High}

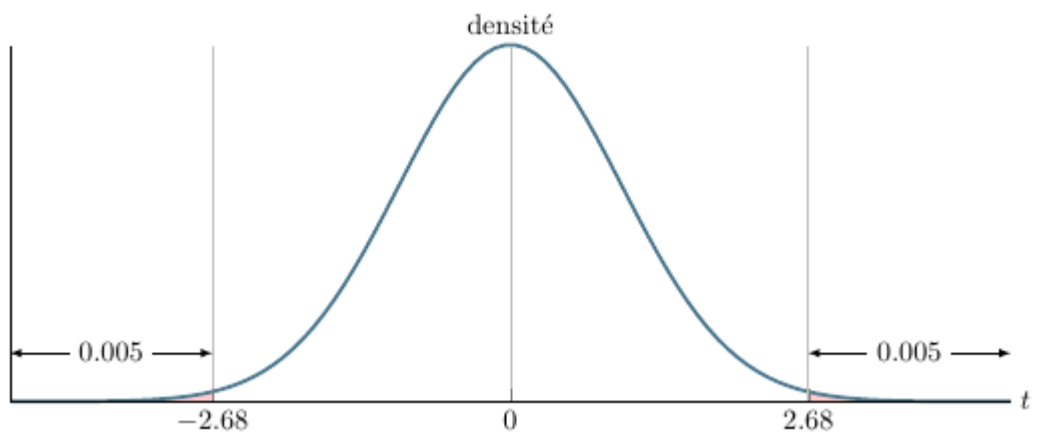
• Test

$$t = \frac{\overline{X}_L^{ISA} - \overline{X}_H^{ISA}}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_L} + \frac{1}{n_H}}}$$

$$p = P(|t| \geq 2.68 | H_0) = 0.01 \stackrel{?}{\geq} \alpha = 0,05$$

$$H_0 : \mu_L^{ISA} = \mu_H^{ISA}$$

$$H_1 : \mu_L^{ISA} \neq \mu_H^{ISA}$$



Réplication de l'analyse : interprétation

Test t pour échantillons indépendants

						Intervalle de confiance à 95%		Intervalle de confiance à 95%		
	Statistique	ddl	p	Différence moyenne	Différence d'erreur standard	Borne inf	Supérieur	Taille de l'effet	Borne inf	Supérieur
ISA t de Student	2.68 ^a	50.0	0.010	0.237	0.0885	0.0595	0.415	d de Cohen 0.744	0.178	1.30

Note. H_a μ_{Low} ≠ μ_{High}

• Test

$$t = \frac{\overline{X}_L^{ISA} - \overline{X}_H^{ISA}}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_L} + \frac{1}{n_H}}}$$

$$p = P(|t| \geq 2.68 | H_0) = 0.01 < \alpha = 0,05$$

$$H_0 : \mu_L^{ISA} = \mu_H^{ISA}$$

$$H_1 : \mu_L^{ISA} \neq \mu_H^{ISA}$$

$$d = \frac{\overline{X}_L^{ISA} - \overline{X}_H^{ISA}}{S_p}$$

Table 1
ES Indexes and Their Values for Small, Medium, and Large Effects

Test	ES index	Effect size		
		Small	Medium	Large
1. m_A vs. m_B for independent means	$d = \frac{m_A - m_B}{\sigma}$	.20	.50	.80
2. Significance of product-moment r	r	.10	.30	.50
3. r_A vs. r_B for independent r s	$q = z_A - z_B$ where z = Fisher's z	.10	.30	.50
4. $P = .5$ and the sign test	$g = P - .50$	.05	.15	.25
5. P_A vs. P_B for independent proportions	$h = \phi_A - \phi_B$ where ϕ = arcsine transformation	.20	.50	.80
6. Chi-square for goodness of fit and contingency	$w = \sqrt{\sum_{i=1}^k \frac{(P_{1i} - P_{0i})^2}{P_{0i}}}$	.10	.30	.50
7. One-way analysis of variance	$f = \frac{\sigma_m}{\sigma}$	.10	.25	.40
8. Multiple and multiple partial correlation	$f^2 = \frac{R^2}{1 - R^2}$	.02	.15	.35

QUANTITATIVE METHODS IN PSYCHOLOGY

A Power Primer

Note. ES = population effect size.

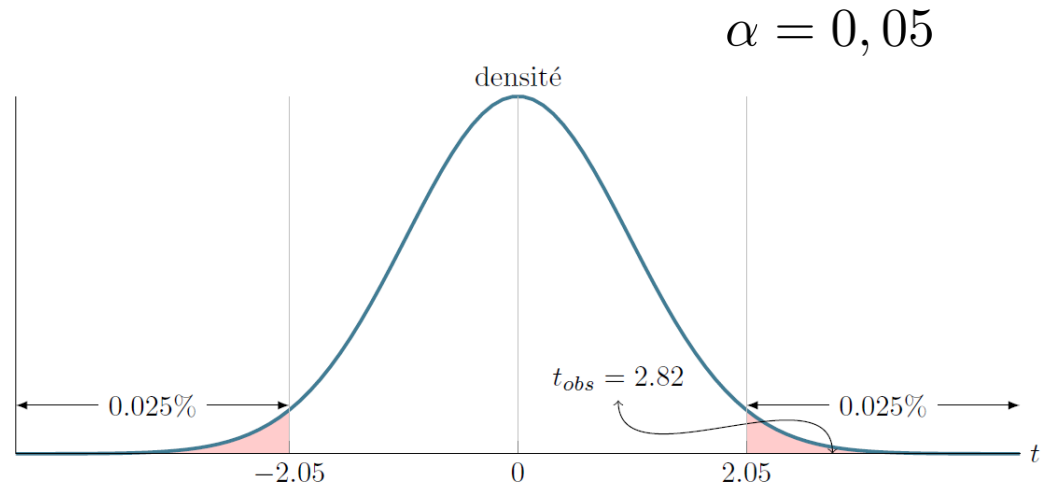
$$ISA = \frac{\frac{ET_u + ET_p}{2} - ST}{\frac{ET_u + ET_p}{2} + ST}$$

$$p = P(|t| \geq 2,80 | H_0)$$

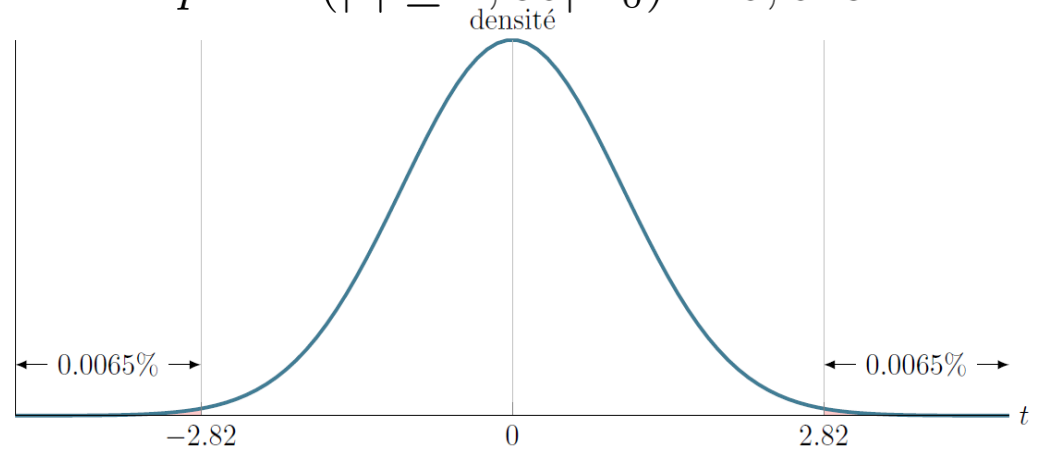
$$t = \frac{\overline{X}_L^{ISA} - \overline{X}_H^{ISA}}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_L} + \frac{1}{n_H}}}$$

$$H_0 : \mu_L^{ISA} = \mu_H^{ISA}$$

$$H_1 : \mu_L^{ISA} \neq \mu_H^{ISA}$$



$$p = P(|t| \geq 2,80 | H_0) = 0,013$$



t sous H_0 , $t \rightsquigarrow t_{n_L+n_H-2}$

Résultats : atténuation et dimensions de la schizotypie

- HighSchiz group alone,
 - correlations between the ISA and
 - the cognitive-perceptual factor ($r = -.58$),
 - the unusual perceptual experiences subscale ($r = .44$)
 - suspiciousness ($r = -.56$)
 - There was also a significant negative correlation between the ISA and the SAPE-GP score ($r = -.41$)

70

A.-L. Lemaire et al./Consciousness and Cognition 41 (2016) 64–71

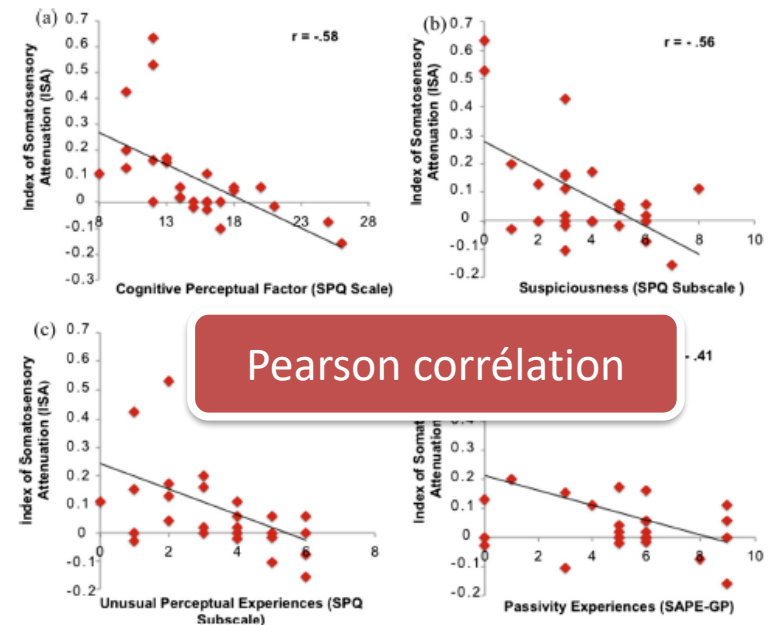


Fig. 4. Individual Index of Somatosensory Attenuation values as a function of (a) Cognitive Perceptual Factors scores; (b) Suspiciousness scores; (c) Unusual Perceptual Experiences scores and (d) Passivity Experiences (SAPE-GP) scores.

Table 1

values) between Index of Somatosensory Attenuation, SPQ factors and SAPE-GP for High and LowSchiz

Index of Somatosensory Attenuation (ISA)

Hypothèses

Hypothesis :

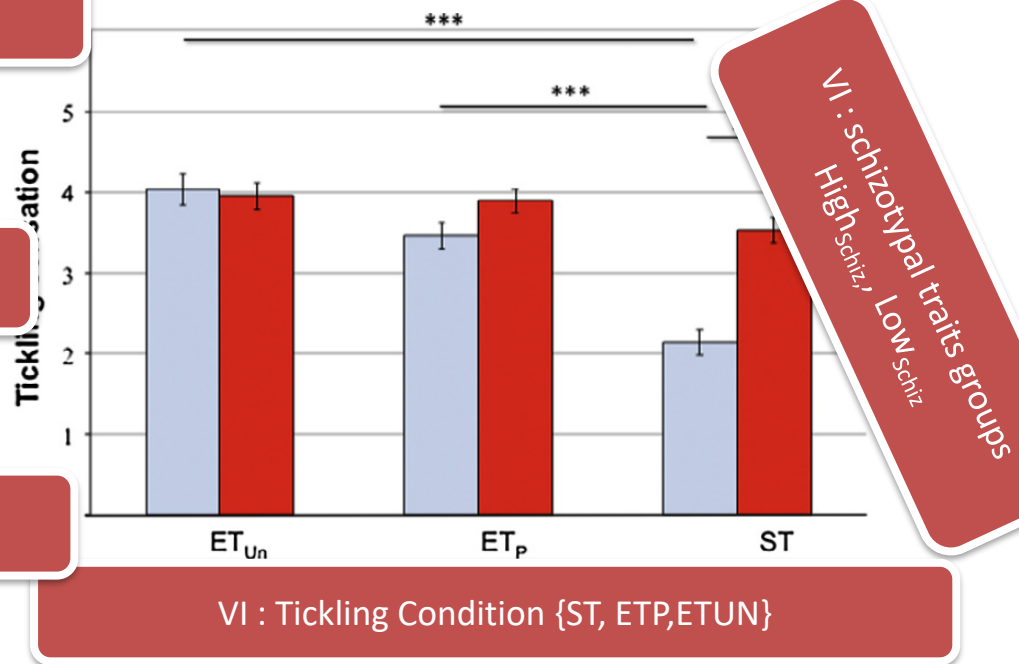
- the ability to self-tickle would be more strongly correlated with positive schizotypy than with other aspects of schizotypy
- the ability to self-tickle would be correlated with a greater tendency to report passivity experiences.

Résultats : ANOVA

10 ("extremely tickly").

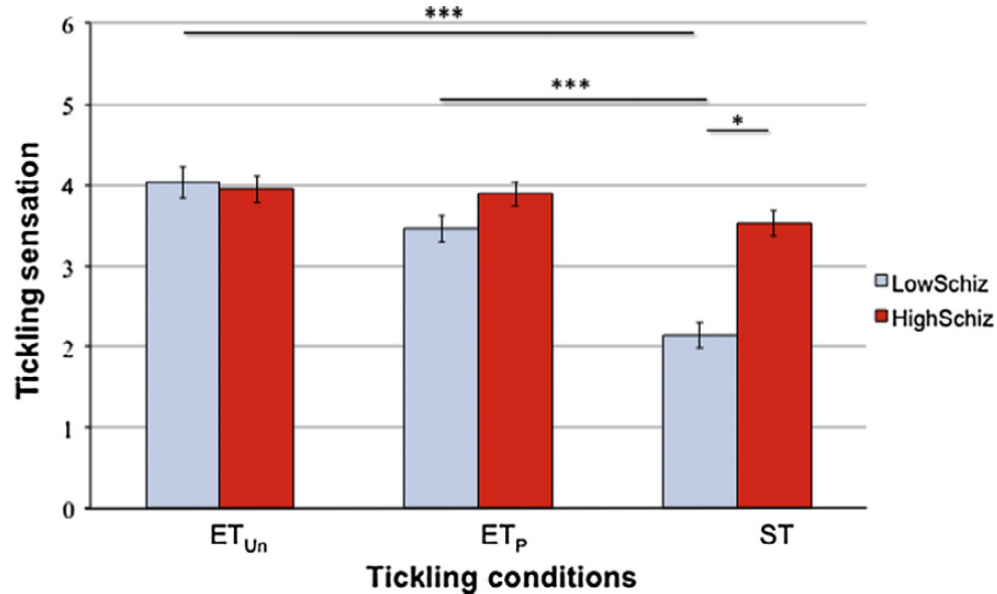
VD : perceived sensation of tickling

0 ("not at all tickly")



- the HighSchiz and LowSchiz groups did not differ significantly in terms of the mean tickle rating; hence, schizotypal traits did not have a significant effect [$F(1,52) = 2.13, p = .15 > .05$].
- a significant effect of the tickling condition [$F(2,104) = 15.75, \eta_p^2 = 0.23; p < .0001$]. Overall, the tickle rating differed as a function of the type of stimulation.
 - A post-hoc comparison of the pairs of means showed that tickling sensation was significantly more intense in the ETUN condition (3.99) than in the ST condition (2.83) ($p < .0001$).
 - Likewise, the tickling sensation was significantly more intense ($p < .001$) in the ETP condition (3.67) than in the ST condition (2.83).
 - However, the tickle ratings in the ETUN and the ETP conditions did not differ significantly ($p = .29$).
- Our key finding was a significant interaction between schizotypal traits and the tickling condition (Fig. 2): [$F(2,104) = 6.20; \eta_p^2 = 0.11; p < .01$].

Résultats : ANOVA



- the HighSchiz and LowSchiz groups did not differ significantly in terms of the mean tickle rating; hence, schizotypal traits did not have a significant effect [$F(1,52) = 2.13, p = .15 > .05$].
- a significant effect of the tickling condition [$F(2,104) = 15.75, \eta^2 = 0.23; p < .0001$]. Overall, the tickle rating differed as a function of the type of stimulation.
 - A post-hoc comparison of the pairs of means showed that tickling sensation was significantly more intense in the ETUN condition (3.99) than in the ST condition (2.83) ($p < .0001$).
 - Likewise, the tickling sensation was significantly more intense ($p < .001$) in the ETP condition (3.67) than in the ST condition (2.83).
 - However, the tickle ratings in the ETUN and the ETP conditions did not differ significantly ($p = .29$).
- Our key finding was a significant interaction between schizotypal traits and the tickling condition (Fig. 2): [$F(2,104) = 6.20; \eta_p^2 = 0.11; p < .01$].
 - Groups differences
 - the ST condition, there was a significant difference in the mean tickle rating between the HighSchiz and LowSchiz groups (3.53 and 2.14, respectively; $p = .041$).
 - In contrast, there were no significant intergroup differences in the ETP condition (3.89 and 3.46, respectively; $p = .94$) or the ETUN condition (3.95 and 4.04, respectively; $p = .99$).
 - Conditions differences
 - For the LowSchiz group, the post-hoc analysis revealed significant differences between the ETUN and ST conditions ($p < .001$) and between the ETP and ST conditions ($p < .001$). In contrast, no significant difference was found between the ETUN condition and the ETP condition ($p = .40$).
 - For the HighSchiz group, no significant difference was found between the different Ticking Conditions: ETUN vs. ETP ($p = .99$), ETP vs. ST ($p = .84$), and ETUN vs. ST ($p = .73$).

Plan

- Intro et Démarche expérimentale
- Les Variables
 - dépendantes
 - indépendantes
 - Dépendance ?
- Tests de l'hypothèse nulle
 - De l'intuition aux formules
 - Des contrastes aux comparaisons multiples
- Les Variables dépendantes
 - Sensibilité, validité etc.
 - Modèle d'analyse (résidus)
- Les Variables indépendantes
 - Contraintes sur le choix : nombres, nombres de modalités, échelles ?
 - Aléatoires ou fixées ?
 - Facteur sujets ?
- Les Variables contrôles
 - Tout doit être contrôlé ou mis en covariable ?
- Les relations entre les variables

Plan

- Intro et Démarche expérimentale
- Les Variables
 - dépendantes
 - indépendantes
 - Dépendance ?
- Tests de l'hypothèse nulle
 - De l'intuition aux formules
 - Des contrastes aux comparaisons multiples
- Les Variables dépendantes
 - Sensibilité, validité etc.
 - Modèle d'analyse (résidus)
- Les Variables indépendantes
 - Contraintes sur le choix : nombres, nombres de modalités, échelles ?
 - Aléatoires ou fixées ?
 - Facteur sujets ?
- Les Variables contrôles
 - Tout doit être contrôlé ou mis en covariable ?
- Les relations entre les variables

Variables Dépendantes

- 4 qualités psychométriques (ou métrologiques) des mesures
 - Validité
 - Adéquation de la mesure à l'objet d'étude et à la population
 - Sensibilité
 - Capacité à des détecter des variations de la variable mesurée
 - Fidélité
 - Peu d'erreur de mesure (e.g., stabilité dans le temps)
 - Objectivité
 - Mesure ne dépend pas de son utilisateur (standardisation)
- L'étude d'un comportement peut nécessiter plusieurs VDs
 - Analyses séparées
 - Attention augmente le risque de première espèce (suite du CM)
 - Analyses conjointes = analyses multivariées
 - Interprétation délicate...

Echelles

VARIABLES	STRUCTURE	MODALITÉS	MESURES	EXEMPLES
Qualitatives	Nominale	Étiquette	Effectif, Mode, χ^2	CSP
	Ordinale	Ordre	Médiane Quantiles	Réponse graduée (échelle de douleur)
Quantitatives	Intervalle	Distance	Moyenne Écart-type coefficient de corrélation	Différences de températures
	Rapport	Distance et Zéro absolu	Coefficient de variation	Temps de réactions, % de bonnes réponses, compte

Nominales



Sexe

Ordinales



Classement

D'intervalles



Température
(°C)

De



Écart temporel
(s)

Détermine le modèle d'analyse : gaussien, binomial, multinomial, hypergéométrique etc.

Echelles

- Plus que la mesure, ce qui est important c'est la variabilité de la mesure.
- La variabilité de la mesure se capture avec
 - un indice de variabilité
 - La loi de probabilité de la mesure

Tableau récapitulatif (avec formules)

Échelle	Indice de position	Indice(s) de variabilité
Nominale	Mode	Taux de variation (VR) : $V = 1 - \frac{f_{\text{mode}}}{N}$ Indice de variation qualitative (IQV) : $\text{IQV} = \frac{K \left(1 - \sum_{i=1}^K p_i^2\right)}{K - 1}$ Entropie de Shannon : $H = - \sum_{i=1}^K p_i \log(p_i)$
Ordinale	Médiane (ou autres quantiles)	Étendue : $\text{Range} = x_{\max} - x_{\min}$ Écart interquartile (IQR) : $\text{IQR} = Q_3 - Q_1$ MAD (Median Absolute Deviation) : $\text{MAD} = \text{med}(x_i - \text{med}(x))$
Intervalles	Moyenne arithmétique : $\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$	Variance (population) : $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2$ Écart-type : $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ (Échantillon : $s^2 = \frac{1}{N-1} \sum (x_i - \bar{x})^2$, $s = \sqrt{s^2}$).
Rapports (Ratio)	Moyenne arithmétique μ ou moyenne géométrique : $\text{GM} = \left(\prod_{i=1}^N x_i \right)^{1/N}$	Variance / Écart-type (comme ci-dessus) Coefficient de variation (CV) : $\text{CV} = \frac{\sigma}{\mu} \quad (\text{ou } \text{CV}(\%) = 100 \times \sigma/\mu)$

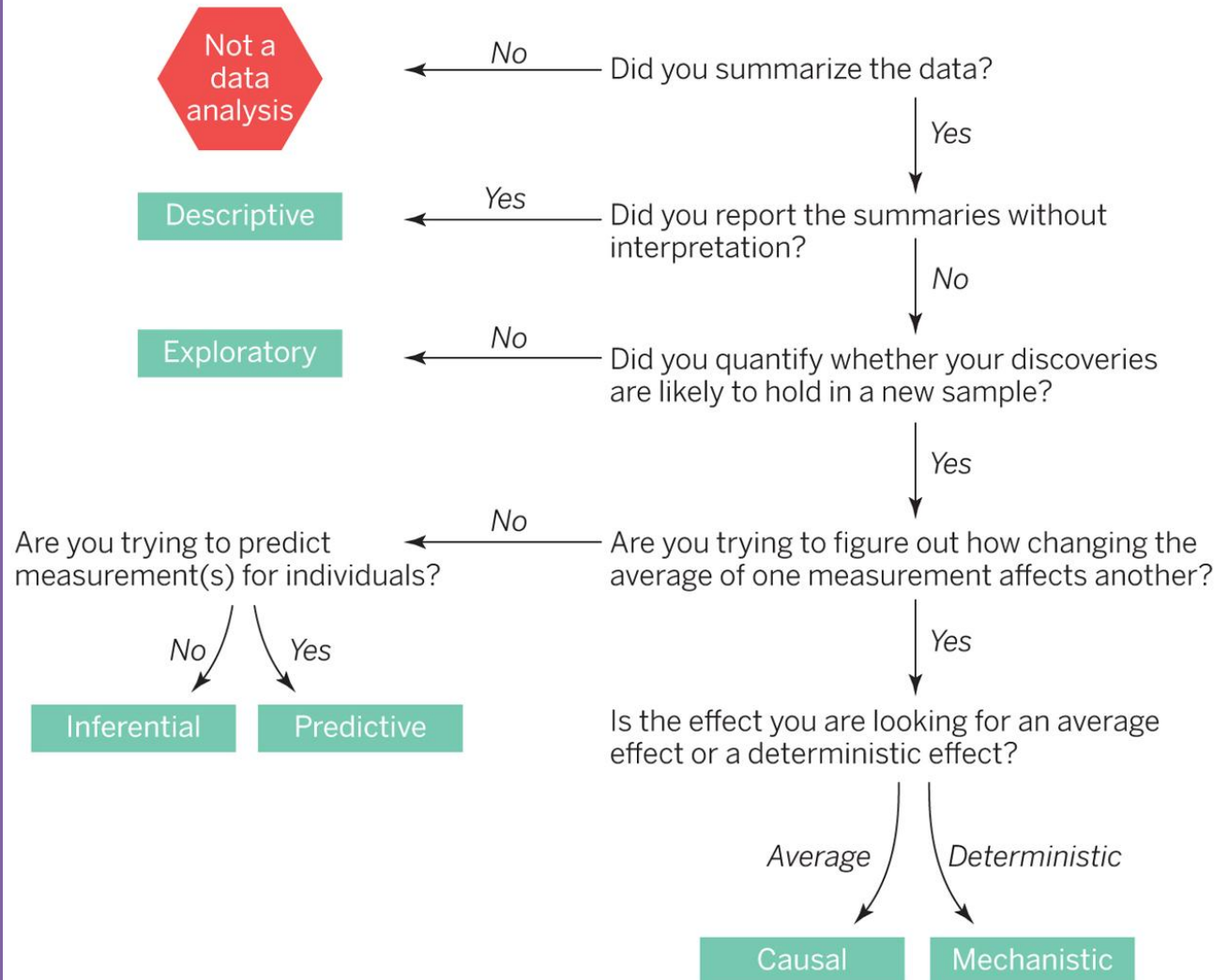
Echelles

- Plus que la mesure, ce qui est important c'est la variabilité de la mesure.
- La variabilité de la mesure se capture avec
 - un indice de variabilité
 - La loi de probabilité de la mesure

Tableau récapitulatif (avec formules)

Échelle	Indice de position	Indice(s) de variabilité
Nominale	Mode	Taux de variation (VR) : $V = 1 - \frac{f_{\text{mode}}}{N}$ Indice de variation qualitative (IQV) : $\text{IQV} = \frac{K \left(1 - \sum_{i=1}^K p_i^2\right)}{K - 1}$ Entropie de Shannon : $H = - \sum_{i=1}^K p_i \log(p_i)$
Ordinale	Médiane (ou autres quantiles)	Étendue : $\text{Range} = x_{\max} - x_{\min}$ Écart interquartile (IQR) : $\text{IQR} = Q_3 - Q_1$ MAD (Median Absolute Deviation) : $\text{MAD} = \text{med}(x_i - \text{med}(x))$
Intervalles	Moyenne arithmétique : $\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$	Variance (population) : $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2$ Écart-type : $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ (Échantillon : $s^2 = \frac{1}{N-1} \sum (x_i - \bar{x})^2$, $s = \sqrt{s^2}$).
Rapports (Ratio)	Moyenne arithmétique μ ou moyenne géométrique : $\text{GM} = \left(\prod_{i=1}^N x_i \right)^{1/N}$	Variance / Écart-type (comme ci-dessus) Coefficient de variation (CV) : $\text{CV} = \frac{\sigma}{\mu} \quad (\text{ou } \text{CV}(\%) = 100 \times \sigma/\mu)$

Data analysis flowchart



Plan

- Intro et Démarche expérimentale
- Les Variables
 - dépendantes
 - indépendantes
 - Dépendance ?
- Tests de l'hypothèse nulle
 - De l'intuition aux formules
 - Des contrastes aux comparaisons multiples
- Les Variables dépendantes
 - Sensibilité, validité etc.
 - Modèle d'analyse (résidus)
- Les Variables indépendantes
 - Contraintes sur le choix : nombres, nombres de modalités, échelles ?
 - Aléatoires ou fixées ?
 - Facteur sujets ?
- Les Variables contrôles
 - Tout doit être contrôlé ou mis en covariable ?
- Les relations entre les variables

Les Variables indépendantes

- Variables indépendantes (VI)
- Variables dont on cherche à vérifier l'influence sur le comportement, la performance.
 - sources de variation
 - possèdent plusieurs modalités
- Questions :
 - Combien de VI ?
 - Combien de modalités ?
 - Quelle sera la nature des VI ?

Les Variables indépendantes

- Variables indépendantes (VI)
- Variables dont on cherche à vérifier l'influence sur le comportement, la performance.
 - sources de variation
 - possèdent plusieurs modalités
- Questions :
 - Combien de VI ?
 - Combien de modalités ?
 - Quelle sera la nature des VI ?

Les Variables indépendantes

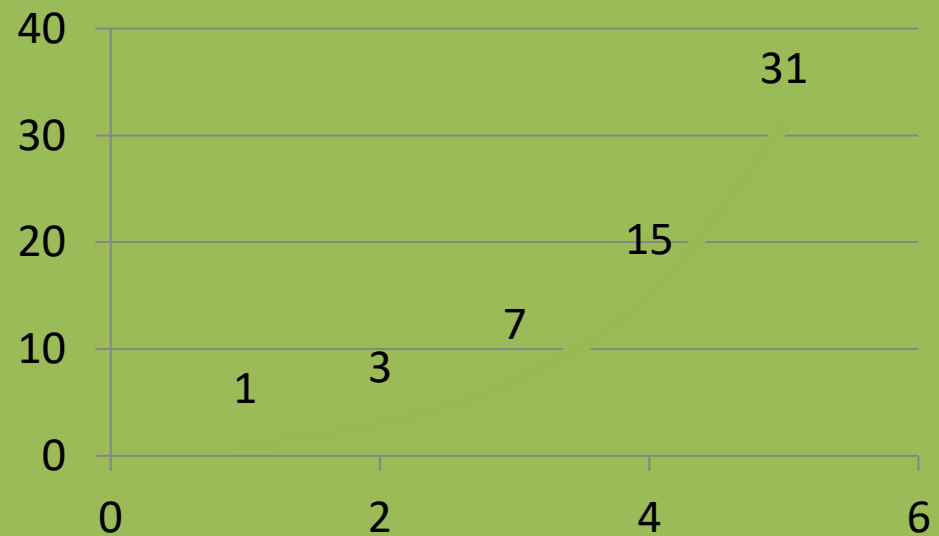
- Combien de variables indépendantes ?
 - Argument conceptuel :
 - Chaque variable implique au moins une hypothèse.
 - Si plusieurs variables alors hypothèses d'interactions sinon plusieurs expérience
 - Qu'est ce qu'une interaction avec 2, 3 ou 4 variables ?
 - Au plus de trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
 - Une interaction entre
 - deux variables s'exprime par la différence de pente entre deux droites
 - Trois variables par la différence d'orientation entre deux plans visualisée dans un espace 3D
 - Quatre variables par la différence d'orientation entre deux hyperplans visualisée dans un espace 4D !

Je considère ici que chaque variable à 2 modalités

Les Variables indépendantes

- Combien de variables indépendantes ?
 - Argument quantitatif : le nombre d'effet augmente avec le nombre de variables.
 - Quelle est la relation entre le nombre de variables et d'effets ?
 - Au plus de trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
- De manière général le nombre d'effets principaux et d'interactions pour n variables est égal à

$$N = 2^n - 1$$



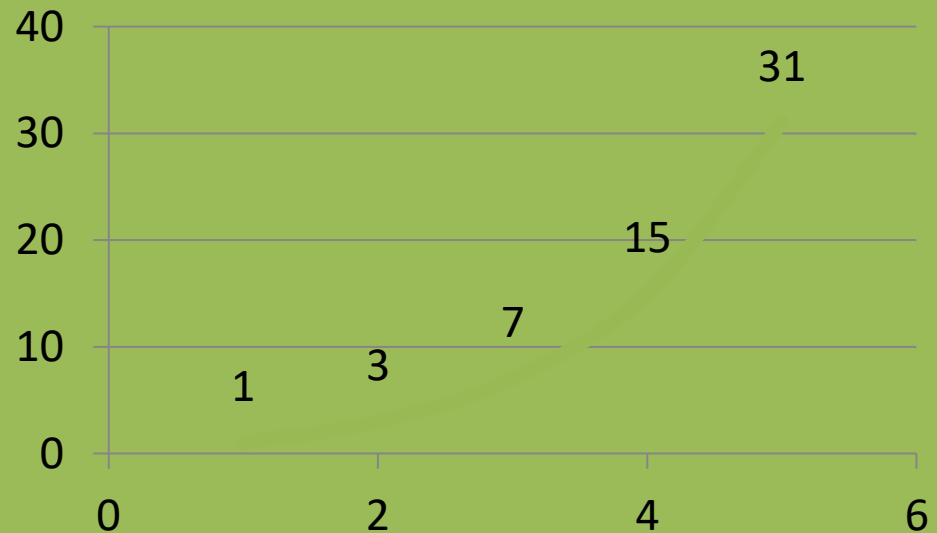
Les Variables indépendantes

- Combien de variables indépendantes ?
 - De manière général le nombre (N) d'effets principaux et d'effets d'interactions pour n variables est égal à

$$N = 2^n - 1$$

n	1	2	3
1	A		
2	A	B	AxB

n	1	2	3	4	5	6	7
3	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC



n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	A	B	C	D	AxB	AxC	AxD	BxC	BxD	CxD	AxBxC	AxBxD	AxCxD	BxCxD	AxBxCxD

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5	A	B	C	D	E	AxB	AxC	AxD	AxE	BxC	BxD	BxE	CxD	CxE	DxE	AxBxC	AxBxD	AxBxE	AxCxD	AxCxE	AxDxE	BxCxD	BxCxE	BxDxE	CxDxE	AxBxCxD	AxBxCxE	AxBxDxE	AxCxDxE	BxCxDxE	AxBxCxDxE

Variables Indépendantes - # variables?

- Questions :
 - Nombre de variables
 - Au plus trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
 - Si pas d'hypothèses d'interactions, alors faire des expériences différentes
 - Pourquoi ne pas tester les interactions en combinant plusieurs expériences ?
 - Attention mettre plusieurs expériences ensembles ne permet pas de tester l'effet d'interactions.
 - problème dans l'attribution aléatoire des sujets dans chaque condition, plus d'indépendance

Variables Indépendantes

- Variables indépendantes (VI)
- Variables dont on cherche à vérifier l'influence sur le comportement, la performance.
 - sources de variation
 - possèdent plusieurs modalités
- Questions :
 - Combien de VI ?
 - Combien de modalités ?
 - Quelle sera la nature des VI ?

Les Variables indépendantes

- Variables indépendantes (VI)
- Variables dont on cherche à vérifier l'influence sur le comportement, la performance.
 - sources de variation
 - possèdent plusieurs modalités
- Questions :
 - Combien de VI ?
 - Combien de modalités ?
 - Quelle sera la nature des VI ?

Variables Indépendantes - # modalités ?

- Questions :

- Nombre de variables

- Au plus trois : il est impossible de
 - Si pas d'hypothèses d'interactions: tester l'effet d'interactions. (prob

Le nombre de modalités est fonction de l'espace à échantillonner, de la précision de l'échantillonnage, de l'échelle de la variable, de la durée maximum de l'expérience, de la nature de l'hypothèse, etc.

- Nombre de modalités

- 2 est idéal car un effet simple permet de conclure à la différence entre les deux modalités de ma variable.
 - 3 ou plus demande plusieurs comparaisons et nécessite de construire des contrastes à priori.

- Posez vous les questions :

- Avez-vous des hypothèses pour chaque niveau de votre variable ?
 - Cherchez vous une fonction dans un intervalle de valeur ?
 - Quel est l'impact sur la durée de l'expérience d'enlever ou de rajouter une modalité.

Variables Indépendantes - # modalités ?

- Questions :

- Nombre de variables

- Au plus trois : il est impossible de
 - Si pas d'hypothèses d'interactions : tester l'effet d'interactions. (prob

Le nombre de modalités est fonction de l'espace à échantillonner, de la précision de l'échantillonnage, de l'échelle de la variable, de la durée maximum de l'expérience, de la nature de l'hypothèse, etc.

- Nombre de modalités

- 2 est idéal car un effet simple permet de conclure à la différence entre les deux modalités de ma variable.
 - 3 ou plus demande plusieurs comparaisons et nécessite de construire des contrastes à priori.

- Posez vous les questions suivantes :

- Avez-vous des hypothèses pour chaque niveau de votre variable ?
 - Cherchez vous une fonction dans un intervalle de valeur ?

Variables Indépendantes - # modalités ?

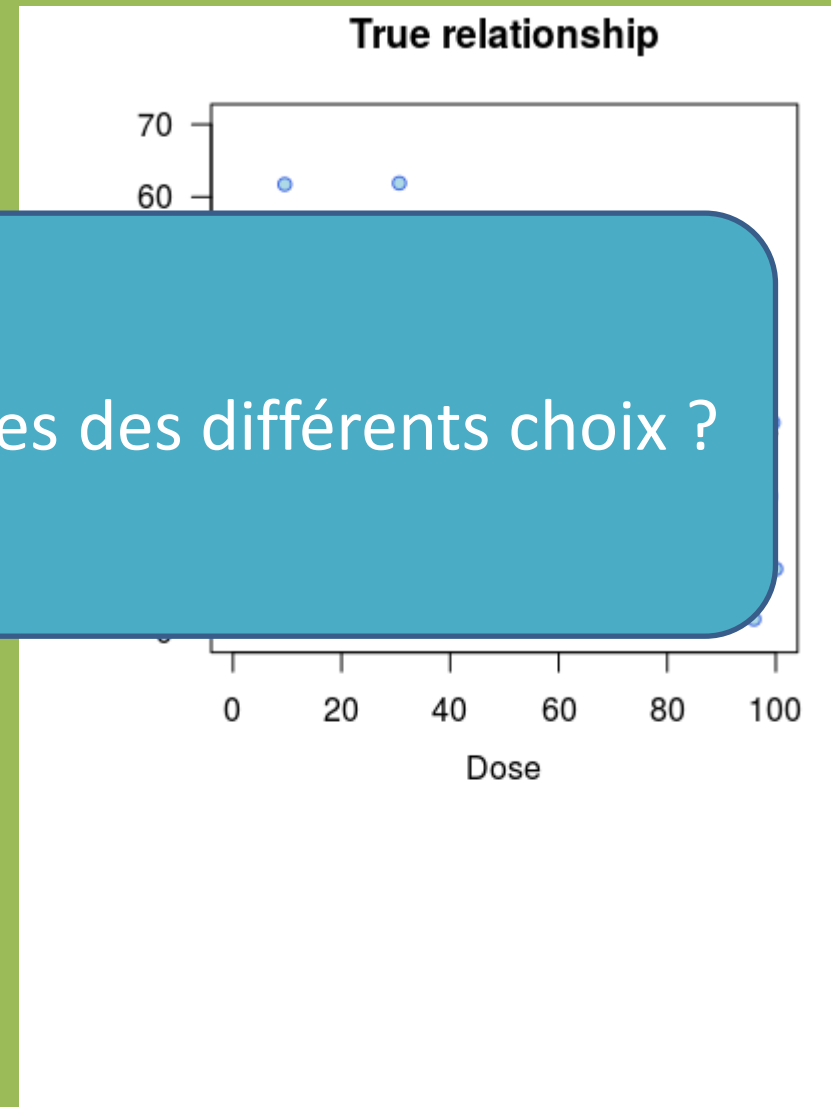
- Exemple

- Imaginons le cas d'une relation réelle mais

Quelles sont les conséquences des différents choix ?

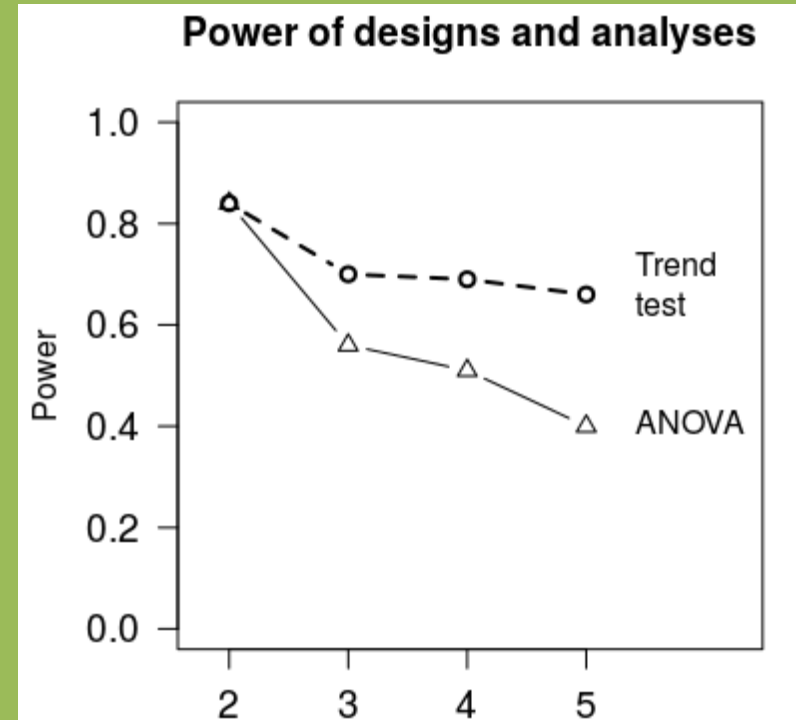
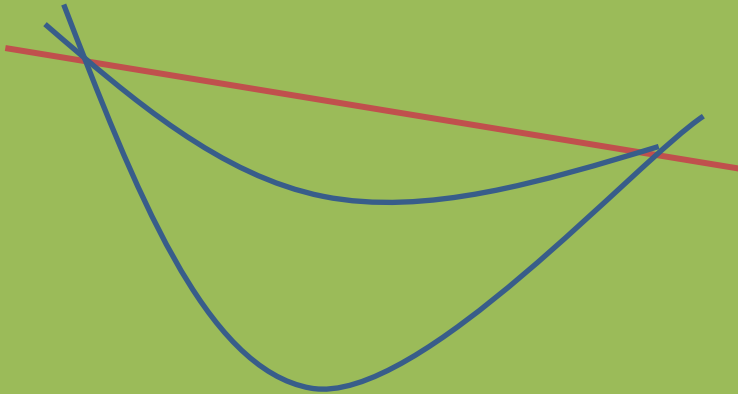
la VI

- Avec un échantillon de 20 personnes, les répartitions suivantes sont possibles (plan inter)



Variables Indépendantes - # modalités ?

- Nombre de modalités
 - La puissance est maximale pour 2 modalités (N est fixée).
 - Mais
 - Par 2 points je fait passer une droite.
 - et une infinité de polynomes du second degré :



Si la relation entre la VI et la VD n'est pas linéaire deux points ne sont pas suffisants

Variables Indépendantes - # modalités ?

Le nombre de modalités est fonction de l'espace à échantillonner, de la précision de l'échantillonnage, de l'échelle de la variable, de la durée maximum de l'expérience, de la nature de l'hypothèse, etc.

- Questions :

- Nombre de variables

- Au plus trois : il est impossible de
 - Si pas d'hypothèses d'interactions : tester l'effet d'interactions. (probl

- Nombre de modalités

- 2 est idéal car un effet simple permet de conclure à la différence entre les deux modalités de ma variable.
 - 3 ou plus demande plusieurs comparaisons et nécessite de construire des contrastes à priori.
 - Plus vous avez de modalités plus vous augmentez le nombre de sujets (plan inter) ou le nombre de répétition (plan intra) !

- Posez vous les questions suivantes :

- Avez-vous des hypothèses pour chaque niveau de votre variable ?
 - Cherchez vous une fonction dans un intervalle de valeur ?
 - Quel est l'impact sur la durée/coût de l'expérience d'enlever ou de rajouter une modalité.

Variables Indépendantes – continues ou discrétisées ?

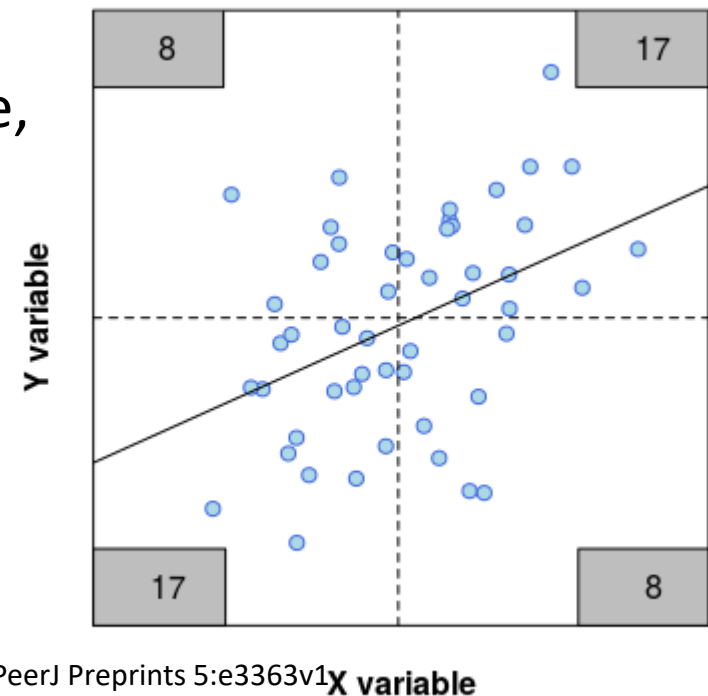
- Questions :

- Nombre de variables
 - Au plus trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
 - Si pas d'hypothèses d'interactions, alors faire des expériences différentes Attention mettre plusieurs expérience ensemble ne permet pas de tester l'effet d'interactions. (problème dans l'attribution aléatoire des sujets dans chaque condition, plus d'indépendance)
- Nombre de modalités
 - 2 est idéal car un effet simple permet de conclure à la différence entre les deux modalités de ma variable.
 - 3 ou plus demande plusieurs comparaisons et nécessite de construire des contrastes à priori.

- Dois-je discrétiser ma variable continue ?

- 50 données issues de 2 variables X et Y avec une corrélation (pearson) :
- Discrétisation autour de la médiane,

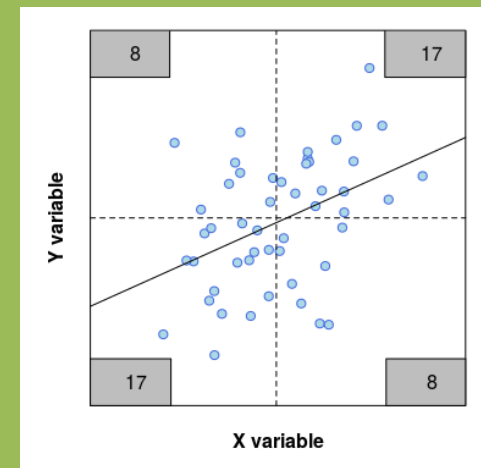
	X_1	X_2
Y_1	8	17
Y_2	17	8



Variables Indépendantes – Continues et discrétisées ?

- Dois-je discrétiser ma variable continue ?
 - 50 données issues de 2 variables X et Y avec une corrélation (pearson) : $\rho = .4, p = .002$
 - Discrétisation autour de la médiane, (test du χ^2)
 $\chi^2 = 5.13; p = 0.024$
 - 50% de perte de puissance (simulation Monte-Carlo) :
84% avec données continues à 34% avec données dichotomique

	X ₁	X ₂
Y ₁	8	17
Y ₂	17	8



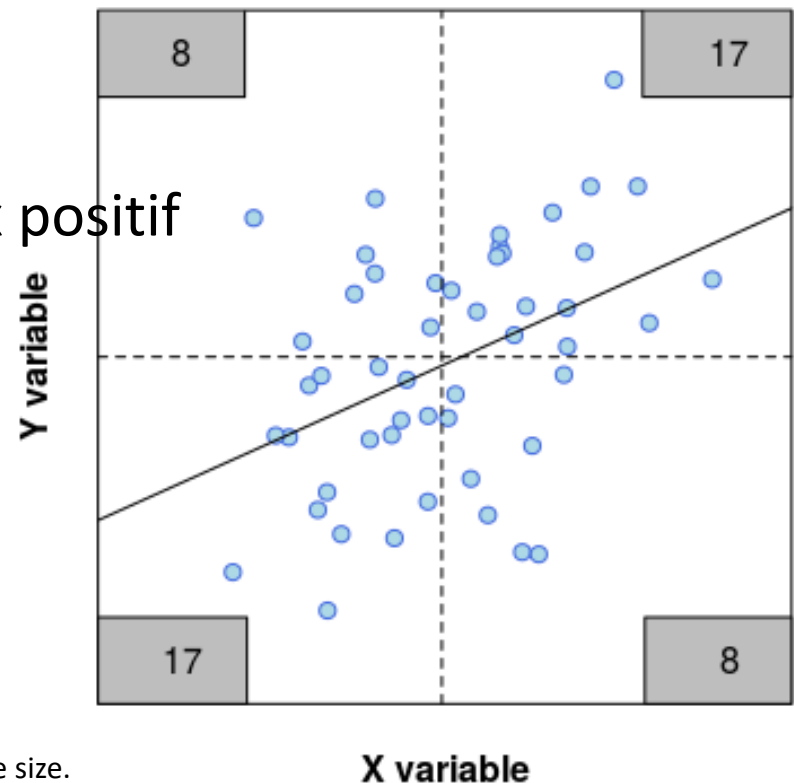
Variables Indépendantes – Continues et discrétisées ?

- Questions :

- Nombre de variables
 - Au plus trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
 - Si pas d'hypothèses d'interactions, alors faire des expériences différentes Attention mettre plusieurs expérience ensemble ne permet pas de tester l'effet d'interactions. (problème dans l'attribution aléatoire des sujets dans chaque condition, plus d'indépendance)
- Nombre de modalités
 - 2 est idéal car un effet simple permet de conclure à la différence entre les deux modalités de ma variable.
 - 3 ou plus demande plusieurs comparaisons et nécessite de construire des contrastes à priori.

- Dois-je discrétiser ma variable continue ?

- NON : perte de puissance
- NON : introduction de biais
- NON : augmente le taux de faux positif



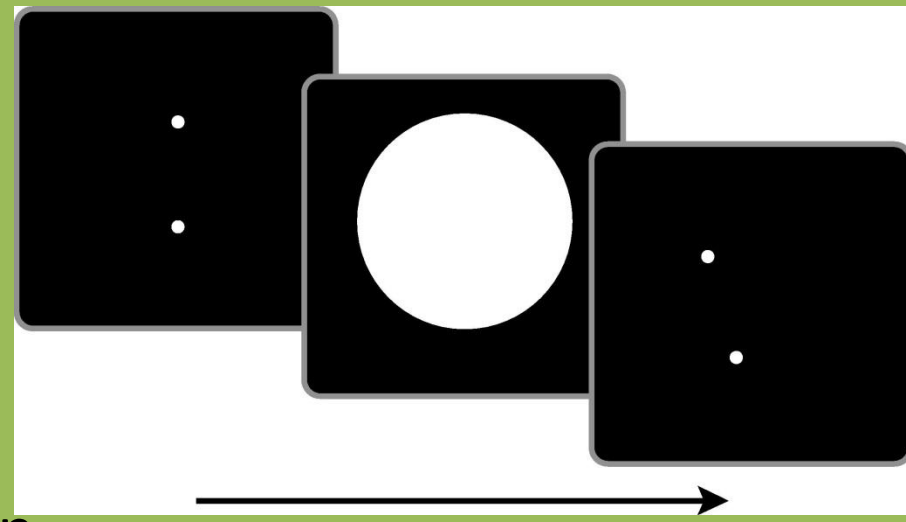
Variables Indépendantes

- Questions :
 - Nombre de variables
 - Au plus trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
 - Si pas d'hypothèses d'interactions, alors faire des expériences différentes Attention mettre plusieurs expérience ensemble ne permet pas de tester l'effet d'interactions. (problème dans l'attribution aléatoire des sujets dans chaque condition, plus d'indépendance)
 - Nombre de modalités et sélections des modalités
 - Fixe : ?
 - Aléatoire : ?

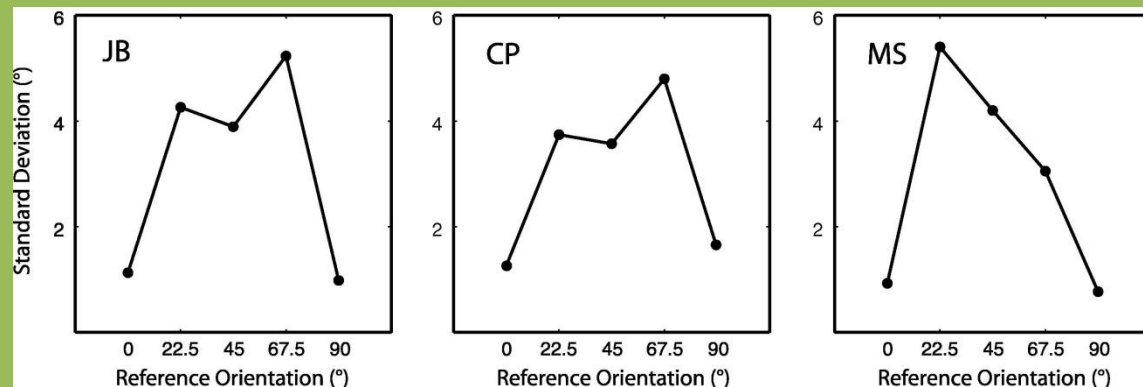
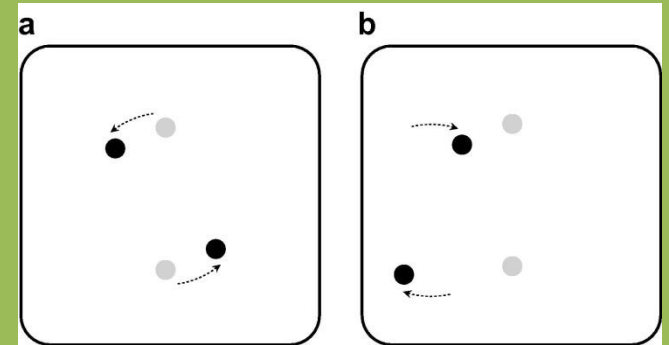
Variables Indépendantes

- Questions :
 - Nombre de variables
 - Au plus trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
 - Si pas d'hypothèses d'interactions, alors faire des expériences différentes Attention mettre plusieurs expérience ensemble ne permet pas de tester l'effet d'interactions. (problème dans l'attribution aléatoire des sujets dans chaque condition, plus d'indépendance)
 - Nombre de modalités et sélections des modalités
 - Fixe : la généralisation n'est pas possible en dehors des modalités manipulées
 - Aléatoire : généralisation possible dans l'intervalle testée. Nécessite un nombre d'échantillon suffisants pour tester l'ensemble de l'espace étudié.

Fixe vs Aléa



- Quelle conséquence ?
 - ajustement d'orientation (en ne testant que les orientations cardinales - meilleures sensibilité)
 - Il est incorrecte de généraliser à $[0, 2\pi]$



Variables Indépendantes

- Questions :
 - Nombre de variables
 - Au plus de trois : il est impossible de formuler des hypothèses théoriques pour tous les effets principaux et interactions pour plus de 3 variables.
 - Si pas d'hypothèses d'interactions, alors faire des expériences différentes Attention mettre plusieurs expérience ensemble ne permet pas de tester l'effet d'interactions. (problème dans l'attribution aléatoire des sujets dans chaque condition, plus d'indépendance)
 - Sélections des modalités
 - Fixe : la généralisation n'est pas possible en dehors des modalités manipulées
 - Aléatoire : généralisation possible dans l'intervalle testée. Nécessite un nombre d'échantillons suffisant pour tester l'ensemble de l'espace étudié.

La variable sujet doit toujours être aléatoire !

Le “facteur sujet”

- **Variable aléatoire (généralisation)**
 - Chaque sujet a des particularités qui peuvent influencer la performance (VD) indépendamment des VI.
- Recherche d'un modèle général
 - Plusieurs sujets (groupes) : les différences individuelles seront supposées être neutralisées dans le calcul de la performance moyenne du groupe.



Facteur “sujet” car variable

Les Variables indépendantes

- Variables indépendantes (VI)
- Variables dont on cherche à vérifier l'influence sur le comportement, la performance.
 - sources de variation
 - possèdent plusieurs modalités
- Questions :
 - Combien de VI ?
 - Combien de modalités ?
 - Quelle sera la nature des VI ?

Variables Indépendantes

- Questions :

- Nombre

- A
 - S
 - I

- Nombre

- P
 - A

Exemple
l'anxiété diminue les performances intellectuelles

de 3 variables.

net pas de tester

- Aléatoire : généralisation possible dans l'intervalle testé. Nécessite un nombre d'échantillon suffisant ($n > 30$) pour tester l'ensemble de l'espace étudié.

- Nature des variables

- Invoquées = les modalités sont des caractéristiques des sujets
→ diminue la validité interne de l'expérience

- Age
- Genre
- Anxiété
- Milieu soc.
- lésions

- Provoquées : Ses modalités sont manipulées par le chercheur

- Nature du matériel
- Condition d'apprentissage
- délais de rétention

VI invoquée/provoquée - exemple

Exemple

l'anxiété diminue les performances intellectuelles

VI invoquée

Niveau d'anxiété
des sujets

- N. anxiété < 10
- $15 < NA < 25$
- N. anxiété > 30



VD = Performance
à l'examen

VI provoquée

Importance
de l'examen

- Sans importance
- Compte pour 50 %
- Détermine le renvoi de l'étudiant



VD = Performance
à l'examen

Méthodes de la psychologie

	NIVEAU DE GENERALISATION	
	MODELE DE L'INDIVIDU	MODELE GENERAL
DETERMINANTS PROVOQUES	METHODE EXPERIMENTALE AU SENS STRICT (psychologie clinique)	METHODE EXPERIMENTALE AU SENS STRICT (psychologie générale)
DETERMINANTS PROVOQUES ET DETERMINANTS INVOQUES	-	METHODE EXPERIMENTALE AU SENS LARGE [méthodes différentielle et développementale]
DETERMINANTS INVOQUES (SITUATIONNELS & PERSONNELS)	METHODE CLINIQUE AU SENS HABITUEL	METHODES D'OBSERVATIONS SYSTEMATIQUES (Psychologie comparée, de l'enfant, etc.)

Plan

- Intro et Démarche expérimentale
- Les Variables
 - dépendantes
 - indépendantes
 - Dépendance ?
- Les tests de l'hypothèse nulle par l'ANOVA
 - De l'intuition aux formules
 - Des contrastes aux comparaisons multiples
- Les Variables dépendantes
 - Sensibilité, validité etc.
 - Modèle d'analyse (résidus)
- Les Variables indépendantes
 - Contraintes sur le choix : nombres, nombres de modalités, échelles ?
 - Aléatoires ou fixées ?
 - Facteur sujets ?
- Les Variables contrôles
 - Tout doit être contrôlé ou mis en covariable ?
- Les relations entre les variables

Variables Contrôles

- Une variable “**contrôlée**” (ou VC) est
 - une source d’influence potentielle de la VD
 - qui n’est pas étudiée pour elle-même
 - dont l’influence sur la VD doit être contrôlée et dissociée de celle de la VI

hypothèse appuyées sur des études précédentes ou une théorie

Variables Contrôles

- Une variable “**contrôlée**” (ou VC) est
 - une source d’influence potentielle de la VD
 - qui n’est pas étudiée pour elle-même
 - dont l’influence sur la VD doit être contrôlée et dissociée de celle de la VI
- Type de contrôle
 - Invoquée: propriété de personnes
 - Provoquée : manipulation expérimentale
 - Sélection : fixe ou aléatoire

Variables Contrôles

- Répartition aléatoire des modalités d'une VC dans les conditions expérimentales
- B) Répartition systématique
 - VC neutralisée = si le chercheur choisit de sélectionner une seule modalité de la VC
 - Méthode de croisement = croiser les modalités de la VC avec celles de la VI
 - Répartition en carré latin -> chaque modalité de la VC intervient le même nombre de fois pour chaque modalités de chacune des VI
 - Pas de test d'interaction !

Plan d'expérience

- Pourquoi ?
 - Le plan d'expérience avec la définition des VD, VI et VC déterminent complètement l'analyse.
 - L'erreur de mesure et la mesure de l'effet dépendent à la fois de l'échelle des variables (VI et VD) mais aussi de leur lien (croisement, emboîtement, mixte, liaison, etc.)

Plans

- Plan Inter-sujets
 - Le facteur sujet est dit emboîté dans la VI
 - Notation : $S<A>$
- Plan Intra-sujets
 - Le facteur sujet est dit croisé avec la VI
 - Notation : $S*A$
- Plan mixtes
 - Le facteur sujet est dit croisé avec une VI et emboîté avec l'autre
 - Notation : $S<A>*B$

Si la VI est

- invoquée → étude expérimentale ou manipulée
- provoquée → étude non-expérimentale, corrélationnelle ou observationnelle

l'échantillon est **a. i. i. d.** : les individus sont sélectionnés de manière aléatoire indépendante et identiquement distribuée.

Plans - Avantages et inconvénients

	PLAN INTER	PLAN INTRA
Avantages	• Pas de problèmes de répétitions (fatigue et/ou apprentissage) • Groupes indépendants	• Equivalence entre les « groupes » parfaite • Moins de sujets • Plus de puissance (erreur intra-sujet)
Inconvénients	• Problème de l'équivalence des groupes • Nombreux sujets	• Effet d'apprentissage • Effet d'ordre

Cas particulier de plan INTER

Groupe Contrôle (ou témoin)



Qui ne subit pas l'influence du facteur étudié

Groupe Expérimental (1 ou plusieurs)



Qui subit l'influence du facteur étudié



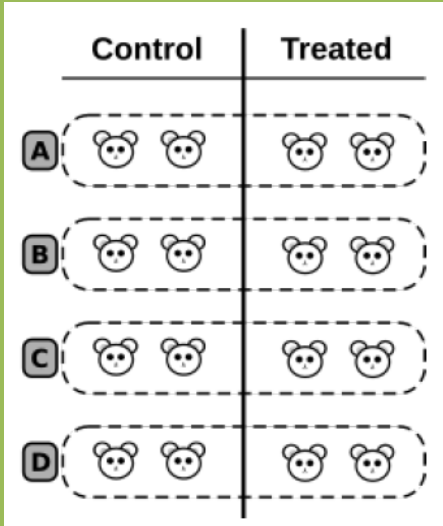
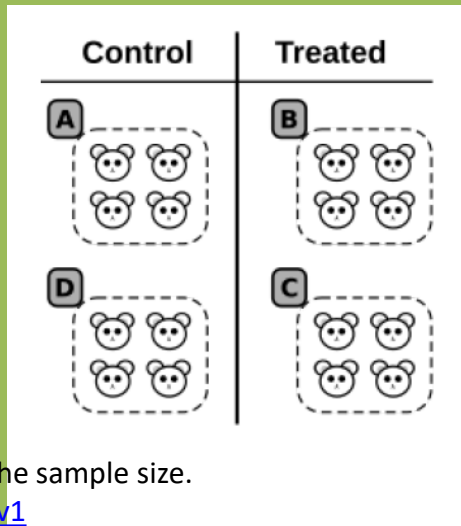
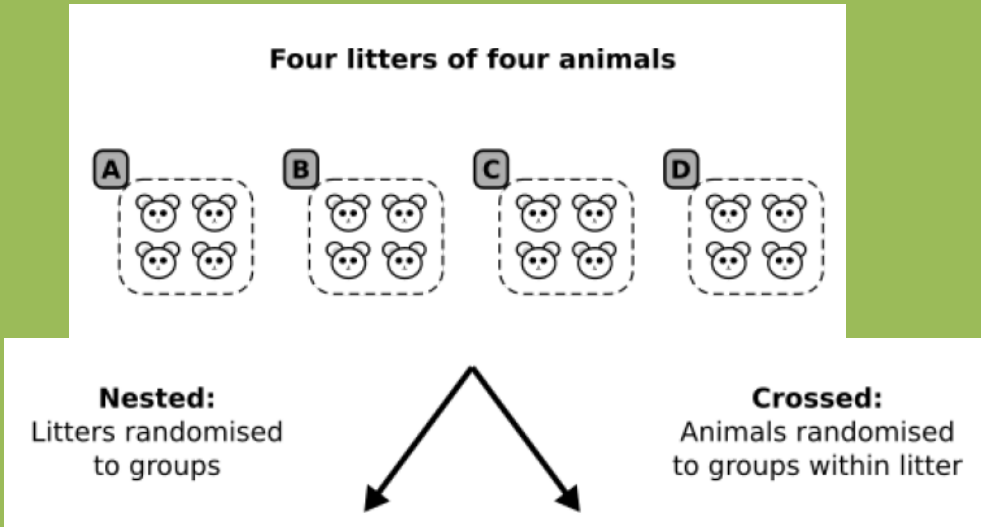
Implique l'équivalence des groupes
utiliser une méthode "d'appariement"

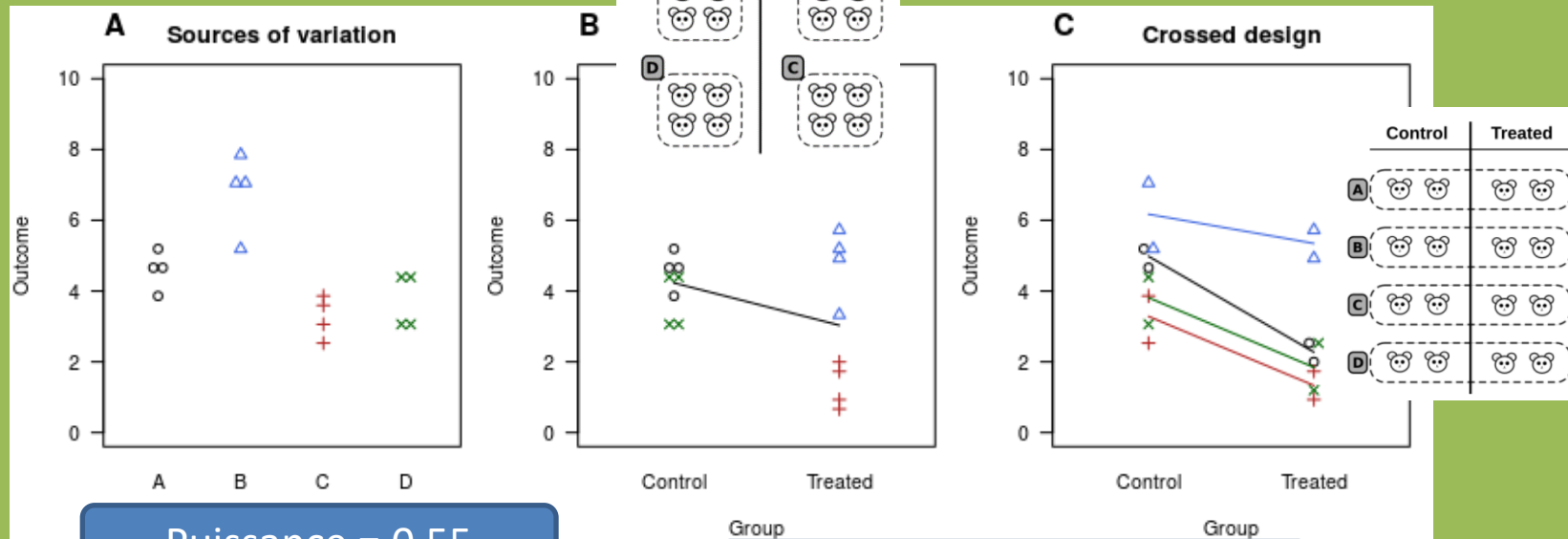
C'est un plan
intra, car on
introduit une
corrélation
dans les
résultats.

Plan hiérarchique

- Attention
 - Pas d'assignement aléatoire des sujets dans les conditions expérimentales
 - C'est le facteur de regroupement qui est le facteur aléatoire
 - Risque de facteur confondu en considérant le sujet comme facteur aléatoire
 - Exemple d'une école

- Plan niché
 - Pas d’assignement aléatoire des sujets dans les conditions expérimentales
 - Le facteur de regroupement est le facteur aléatoire
 - Risque de facteur confondu en considérant le sujet comme facteur aléatoire
 - Exemple d’une école





Puissance = 0,55

Puissance = 0,07 vs 0,99

Exemple

- 4 écoles ayant des caractéristiques socio-démographiques différentes (facteur de réussite INSEE)
- Si l'effet d'une nouvelle méthode est testée en prenant des écoles contrôles et d'autres écoles « test »,
 - le facteur école est le facteur aléatoire et non le facteur sujet (confusion fréquente). La généralisation ne sera pas possible sur les élèves.
 - La puissance est plus faible qu'en croisant les écoles avec les méthodes



La Méthode Expérimentale - Résumé

1. VI : variable d'intérêt pour le chercheur "cause" du comportement étudié
2. VD : "mesure" du comportement étudié
3. Facteur "sujet" : facteur dit aléatoire (sujets tirés au hasard) dont la répétition (plusieurs sujets) permet de neutraliser les effets propres à chaque sujet.
4. VC : permettent de contrôler les sources potentielles d'influence sur la VD (en dehors de la VI) pour respecter le principe

"toute chose égale par ailleurs"

La Méthode Expérimentale - Variables

1. **Variable Indépendante (VI)** : variable d'intérêt pour le chercheur "cause" du comportement étudié
2. **Variable Dépendante (VD)** : "mesure" du comportement étudié
3. **Facteur "sujet"** : facteur dit aléatoire (sujets tirés au hasard) dont la répétition (plusieurs sujets) permet de neutraliser les effets propres à chaque sujet.
4. **Variable Contrôle (VC)** : permettent de contrôler les sources potentielles d'influencesur la VD (en dehors de la VI) pour respecter le principe

"toute chose égale par ailleurs"



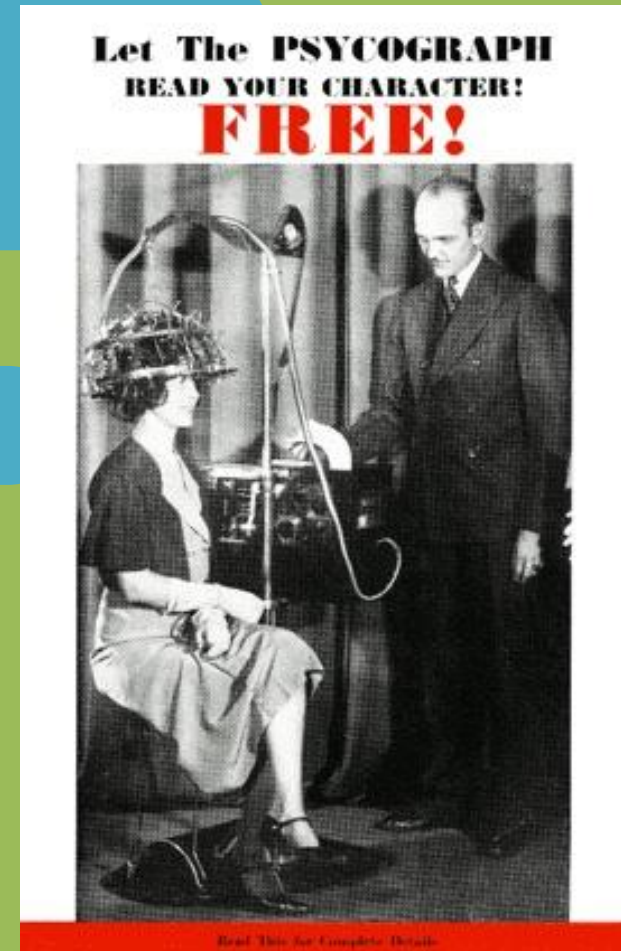
Démarche expérimentale

- Il y aura deux choses à considérer dans la méthode expérimentale
 - l'art d'obtenir des faits exacts au moyen d'une investigation rigoureuse ;
 - l'art de les mettre en œuvre au moyen d'un raisonnement expérimental afin d'en faire ressortir la connaissance de la loi des phénomènes

Obtenir des données avec une méthodologie
Interpréter ses données en fonction d'argument reliant logiquement
théorie, hypothèse expérimentales et résultats

Démarche expérimentale

- Pourquoi une méthode ?
- Quelle méthode ?
- Comment faire ?



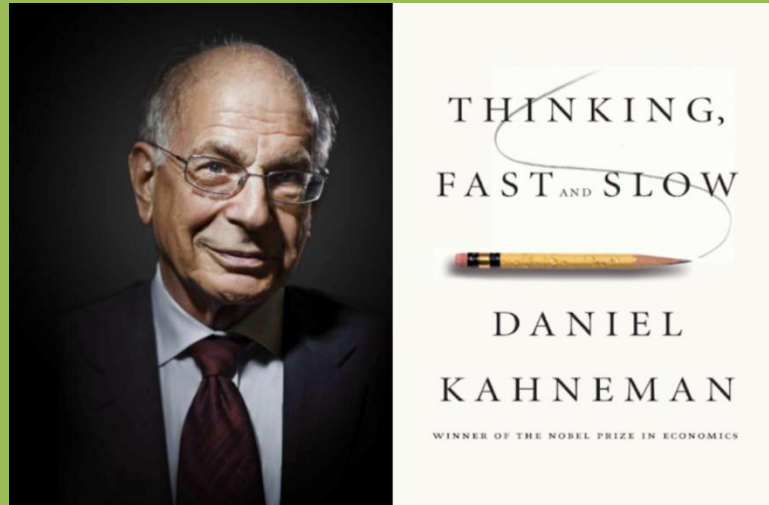
Démarche expérimentale

- Pourquoi une méthode ?
 - Partage éclairé du raisonnement
 - Limite les biais de raisonnement
 - Relations causales
 - Assure la validité des interprétations
 - Permet la réplication
- Quelle méthode ?
 - Démarche hypothético-déductive
- Comment faire ?



Partage éclairé du raisonnement

- Partage éclairé du raisonnement
 - Limite les biais de raisonnement
 - Relations causales



« Des expériences ont montré que les juges des détentions, chargés d'éplucher les demandes de liberté conditionnelle, se montrent sensiblement plus sévères dans les deux heures qui précèdent leur pause que dans les deux heures qui la suivent. Pourquoi ? Parce que l'épuisement de l'ego juste avant la pause les pousse inconsciemment à faire le choix par défaut, celui qui leur demande le moins d'efforts et qui est de rejeter la demande »,

Daniel Kahneman, « *Système 1/Système 2 : les deux vitesses de la pensée* »

Biais cognitif

- Biais cognitif
 - Limite un certains nombre de biais

Faux souvenirs

J'ai vu Bugs Bunny à Disney Land quand j'étais gosse. Il était trop sympa !

Corrélations illusoires

La file d'attente que je choisis est toujours plus lente que les autres !

Biais de confirmation

Je vois que ce que je crois !



Gary Spivey
Psychic Medium, Healer

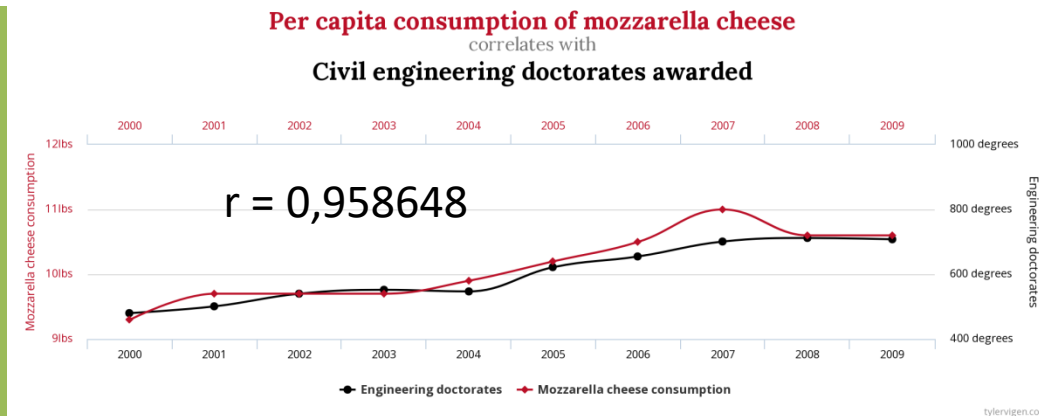
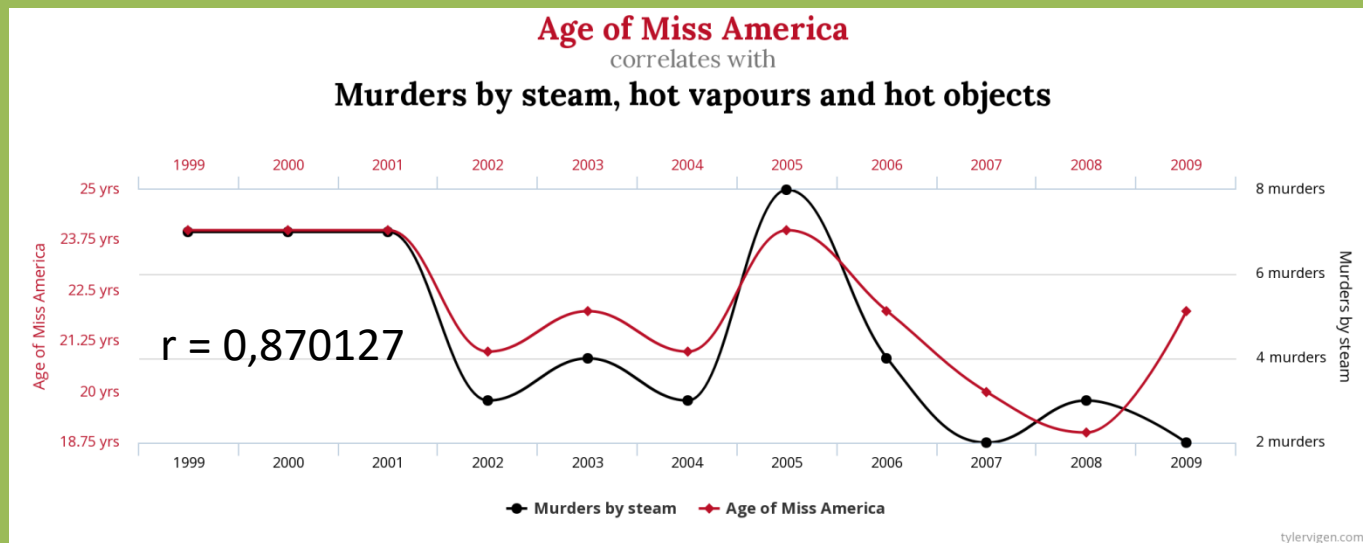
Biais de représentativité

Si 2 étudiants m'ont dit avoir aimé ce cours, c'est que tous les autres l'ont aimé aussi.

Biais de demande

La modification du comportement selon sa compréhension des attentes de l'expérimentateur

- Correlation is not causation
 - <http://www.tylervigen.com/spurious-correlations>



Biais de demande

- Les comportements d'un participants sont déterminés par les variables expérimentales et les demandes d'une situation expérimentale.

The concept of “demand characteristics” refers to participants being aware of what the researcher is trying to investigate, or anticipates finding, and what this implies for how participants are expected to behave.

- Les biais de demandes ne peuvent être éliminés
 - Un biais est une modification systématique de la réponse. Votre mesure est décalée par rapport à la mesure « vraie »
 - Vous devez les évaluer
- Ces biais ont un impact sur la validité de la mesure

Philbeck, J. W. and J. K. Witt (2015). "Action-specific influences on perception and postperceptual processes: Present controversies and future directions." Psychological bulletin **141(6): 1120.**

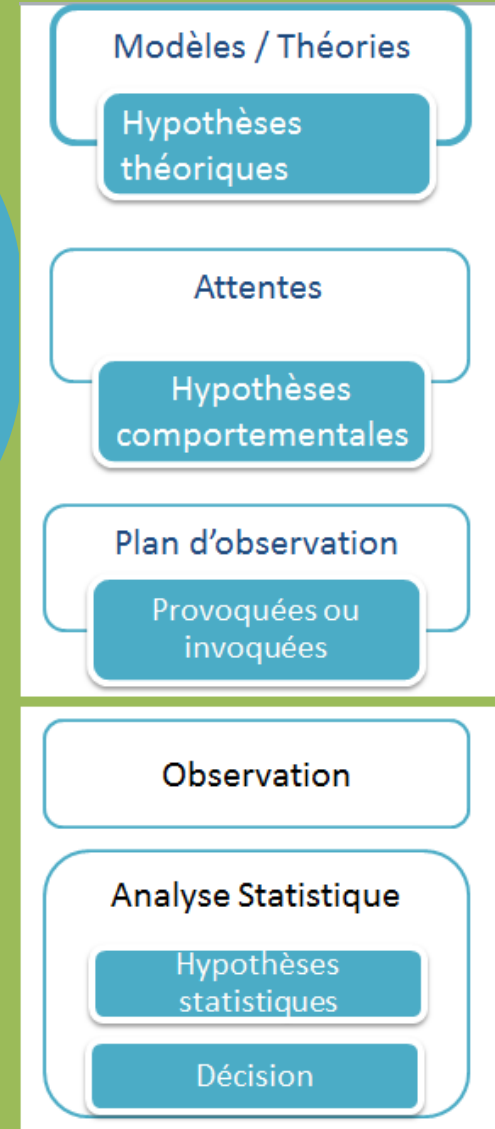
McCambridge, J., De Bruin, M., & Witton, J. (2012). The effects of demand characteristics on research participant behaviours in non-laboratory settings: a systematic review. *PLoS One*, 7(6), e39116.

Partage éclairé du raisonnement

- Partage éclairé du raisonnement
 - Limite les biais de raisonnement
 - Relations causales
 - La cause précède l'effet
 - La cause est reliée à l'effet
 - » Règles d'inférences : Modus Ponens, Modus Tollens et Syllogisme
 - Il n'existe pas d'autres explication pour l'effet que la cause
 - » variables confondue ou modèle concurrent

Démarche expérimentale

- Pourquoi une méthode ?
 - Partage éclairé du raisonnement
 - Limite les biais de raisonnement
 - Relations causales
 - Assure la validité des interprétations
 - Permet la réplication
- Quelle méthode ?
 - Démarche hypothético-déductive
- Comment faire ?



validités

- Définition
 - Validité de construit : généralisation de la mesure à son concept
 - Validité interne : fiabilité ou justesse de l'inférence causale faite à partir des résultats d'une expérience compte tenu du contrôle des variables parasites (Campbell & Stanley, 1963; Leighton, 2010a)
 - directement dépendante de l'existence ou non d'autres facteurs déterminant que ceux manipulés
 - directement dépendante de l'existence ou non d'autres facteurs déterminant que ceux manipulés
 - Validité externe et validité écologique :
 - C'est la possibilité de généralisation des résultats à d'autres situations et d'autres participants (population).

On en reparle plus tard

https://en.wikipedia.org/wiki/External_validity

TIBERGHIEN G., ROULIN J.-C., BEAUVOIS J.-L., Manuel pratique de psychologie : Tome 1, Paris, PUF, 1997.

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Houghton, Mifflin and Company

Exemple 2

- Influence de deux dispositifs d'assistance robotisée sur l'apprentissage en chirurgie par coelioscopie

- Expérience

- tâche manuelle
- Pratiques avec 1 type de robot (2 groupe)
- Tâche manuelle

- Méthode

- Mesure oculométrique + capture de mouvement et EEG prévu
- Recrutement d'une population particulière interne en chirurgie en apprentissage de la coelioscopie

- Résultat

- modification du nombre de fixation et des durées d'exploration.
- Diminution avec Achille (plus orienté patient) que Da Vinci

- Interprétation

- l'apprentissage de la coelioscopie est meilleur avec Achille



Quel est le premier problème avec cette étude ?

• Influence de deux dispositifs d'assistance robotisée sur l'apprentissage en chirurgie par coelioscopie

– Expérience

- tâche manuelle
- Pratiques avec 1 type de robot (2)
- Tâche manuelle

– Méthode

- Mesure oculométrique + capture
- Recrutement d'une population par apprentissage de la coelioscopie

– Résultat

- modification du nombre de fixation et des durées d'exploration.
- Diminution avec Achille (plus orienté patient) que Da Vinci

– Interprétation

- l'apprentissage de la coelioscopie est meilleur avec Achille

On doit trouver
meilleur indicateur de
l'efficacité d'une
opération !



Démarche expérimentale

- Pourquoi une méthode ?

- Partage éclairé du raisonnement
 - Limite les biais de raisonnement
- Assure la validité des interprétations
- Permet la réplication



<https://osf.io/>



<https://osf.io/preprints/>



<https://www.cos.io/>



Modèles / Théories

Hypothèses
théoriques

Attentes

Hypothèses
comportementales

Plan d'observation

Provoquées ou
invoquées

Observation

Analyse Statistique

Hypothèses
statistiques

Décision

Plan national pour la science ouverte

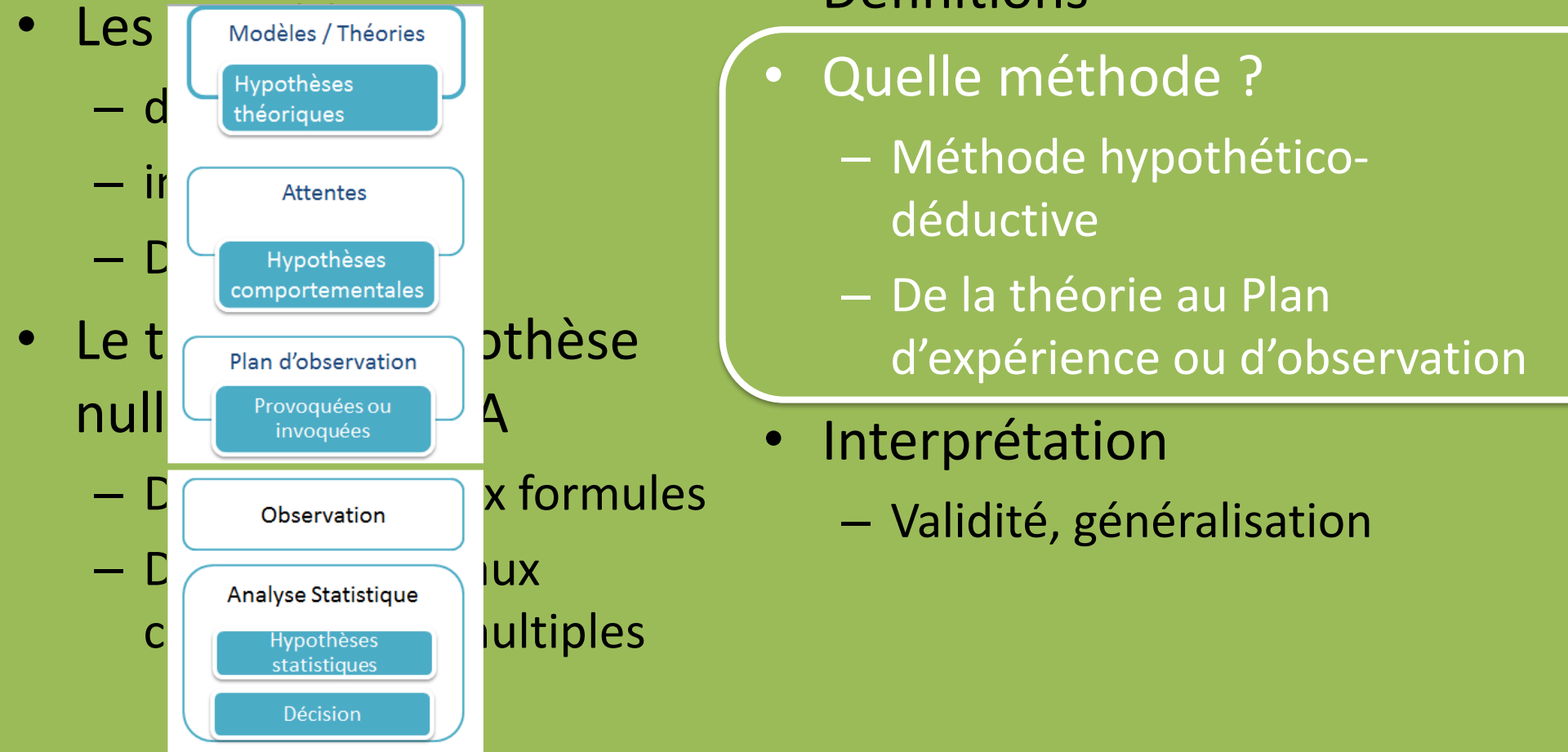
1. Rendre obligatoire la publication en accès ouvert des articles et livres issus de recherches financées par appel d'offres sur fonds publics.
2. 4. Rendre obligatoire la diffusion ouverte des données de recherche issues de programmes financés par appels à projets sur fonds publics.

<https://tinyurl.com/meejc9vc>



Plan

- Intro et Démarche expérimentale



- Définitions

- Quelle méthode ?

- Méthode hypothético-déductive

- De la théorie au Plan d'expérience ou d'observation

- Interprétation

- Validité, généralisation

Démarche expérimentale

- Pourquoi une méthode ?
 - Partage éclairé du raisonnement
 - Limite les biais de raisonnement
 - Relations causales
 - Assure la validité des interprétations
 - Permet la réplication
- Quelle méthode ?
 - Démarche hypothético-déductive
- Comment faire ?



Méthode hypothético-déductive

Modèles / Théories

Hypothèses
théoriques

Attentes

Hypothèses
comportementales

Plan d'observation

Provoquées ou
invoquées

Observation

Analyse Statistique

Hypothèses
statistiques

Décision

Méthode hypothético-déductive

Modèles / Théories

Hypothèses
théoriques

Principes psychologique
explicatifs

Attentes

Hypothèses
comportementales

Plan d'observation

Provoquées ou
invoquées

Observation

Analyse Statistique

Hypothèses
statistiques

Décision

Théorie

- Définition

- Enseigner les phénomènes : ensemble de phénomènes
- Rendre compte (rapport) : pouvoir explicatif

- QUALITÉS D'UNE « BONNE » THÉORIE

- DOIT ÊTRE PARCIMONIEUSE : n'utilise que les concepts nécessaires
- DOIT ÊTRE COHÉRENTE : les composantes de la théories sont en accord entre elles
- DOIT ÊTRE TESTABLE ET FALSIFIABLE : Doit pouvoir être traduite dans des termes concrets et pouvoir être réfutée (Hypothèses)



Méthode hypothético-déductive

Modèles / Théories

Hypothèses
théoriques

Principes psychologique
explicatifs

Attentes

Hypothèses
comportementales

Effet des facteurs sur le
comportement

Plan d'observation

Provoquées ou
invoquées

Observation

Analyse Statistique

Hypothèses
statistiques

Décision

Méthode hypothético-déductive

Modèles / Théories

Hypothèses
théoriques

Principes psychologique
explicatifs

Attentes

Hypothèses
comportementales

Effet des facteurs sur le
comportement

Plan d'observation

Provoquées ou
invoquées

Déterminer l'ensemble des
variables ayant un effet sur le
comportement et leurs
relations

Plan expé
VI + VD + VC

Observation

Analyse Statistique

Hypothèses
statistiques

Décision

De l'hypothèse vers le plan d'expérience

- Qu'est ce qu'un modèle ?
- Exprimer clairement = modèle
 - Un modèle est une description des relations existantes entre plusieurs variables.
 - Il définit la manière dont les facteurs influencent la caractéristique étudiée
 - En l'absence d'observation, il font une prédiction sur la caractéristique étudiée (Hypothèse)
- Pourquoi le meilleur modèle n'est-il pas le plus réaliste ?

Hypothèse = un modèle et une question

Définir une hypothèse c'est choisir un modèle

Quel est le meilleur modèle ?

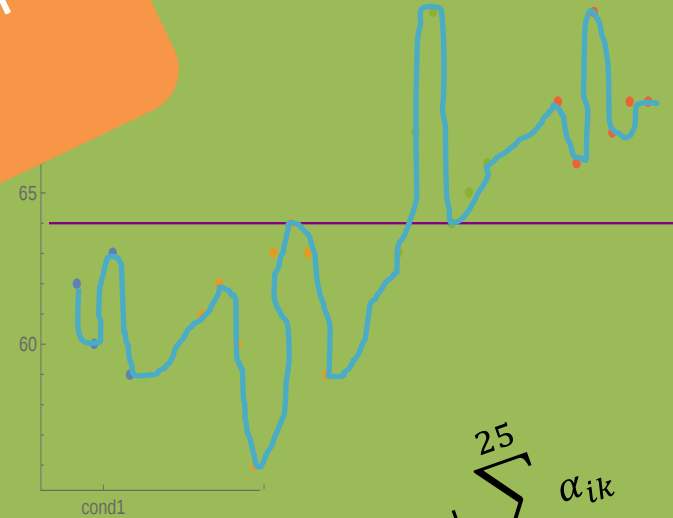
$$Y_i = \mu + \varepsilon_i$$

μ

cond1 cond2 cond3 cond4

Modèle simple

Modèle parfait



$$Y_i = \mu + \sum_{k=1}^{25} \alpha_{ik}$$

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

$\mu + \alpha_1$

$\mu + \alpha_2$

$\mu + \alpha_4$

$\mu + \alpha_3$

Modèle moins simple et faux

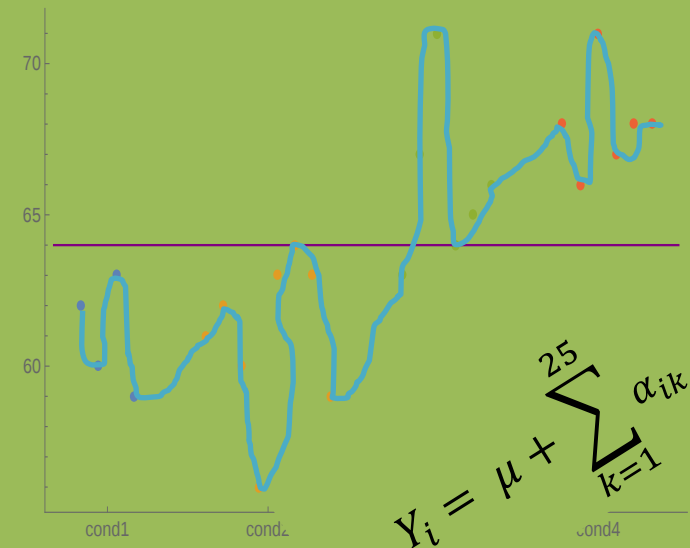
Variables
contrôles

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma)$$

Hypothèse = choix modèle + question

- Exprimer clairement = modèle
 - Un modèle est une description des relations existantes entre plusieurs variables.
 - Un modèle a comme objet une représentation **simplifiée** de la réalité.
 - Contre exemple : avoir une représentation exacte de la réalité

Quel est le meilleur modèle ?



Théorie - modèle

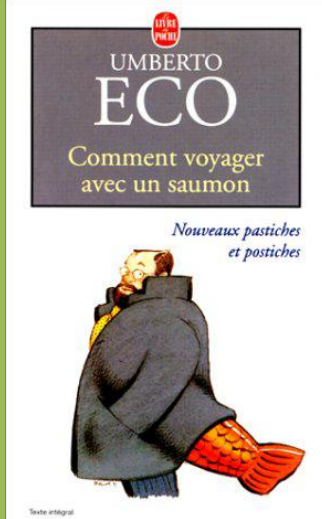
- Pourquoi le meilleur modèle n'est-il pas le plus réaliste ?
- Quel est le meilleur modèle : la réalité ?

Raisonnement par l'absurde :
Si le meilleur modèle est la réalité,
exemple de la cartographie

Le modèle exacte :

« On Exactitude in Science »

- Les contraintes et la réalisation théorique d'une carte à l'échelle 1:1
 - Il faut donc ou que (a) la carte ne soit pas transparente, ou que (b) elle ne repose pas sur le territoire, ou enfin que (c) elle soit orientable



Impossibilité logique de la carte : « À partir du moment où la carte est installée, recouvrant tout le territoire (qu'elle soit étalée ou suspendue), le territoire de l'empire est caractérisé par le fait d'être un territoire intégralement recouvert par une carte. La carte ne rend pas compte de cette caractéristique. À moins que, sur la carte, ne soit placée une autre carte qui représente le territoire plus la carte sous-jacente. Mais le processus serait infini (argument du troisième homme). »

:1

Un modèle doit être le plus **simple** possible : minimiser le nombre de variables, le nombre de questions (parcimonie)

Un modèle doit être le plus **réaliste** possible : minimiser l'incertitude dans les données, décrire au mieux la réalité

Deux conditions antagonistes

- Exprimer clairement = modèle
 - Un modèle est une description des relations existantes entre plusieurs variables.
 - Il définit la manière dont les facteurs influencent la caractéristique étudiée
 - En l'absence d'observation, il fait une prédiction sur la caractéristique étudiée (Hypothèse)

Hypothèses/Modèles – un pas de +

- Combien de modèles ?
 - 2 modèles théoriques
 - Prédiction opposée et communes
 - 2 modèles statistiques
 - Erreur de mesure (H_0) et effet(s) de la manipulation (H_n)
- Comment les choisir ?
 - Réalistes
 - Parcimonieux
 - Prédissant des effets opposés, mais également des absences d'effets

Permet de décider sur un effet et pas une absence d'effet !

Un bon modèle prédit des interactions

Plan d'observation - modèle

- plan d'observation
 - Un plan d'observation permet de s'assurer que les seuls facteurs influençant la ou les mesures sont les VI.
 - Les autres facteurs seront contrôlés.
 - Un plan d'observation associe un modèle aux variables
- Un modèle
 - Un modèle est une description des relations existantes entre plusieurs variables.
 - Mais, les **variables contrôles** ne sont forcément dans le modèle
 - Il définit la manière dont les facteurs influencent la caractéristique étudiée
 - En l'absence d'observation, il fait une prédiction sur la caractéristique étudiée

Méthode hypothético-déductive

Modèles / Théories

Hypothèses
théoriques

Principes psychologique
explicatifs

Attentes

Hypothèses
comportementales

Effet des facteurs sur le
comportement

Plan d'observation

Provoquées ou
invoquées

Déterminer l'ensemble des
variables ayant un effet sur le
comportement

Observation

Sujets
appareils de mesures

Analyse Statistique

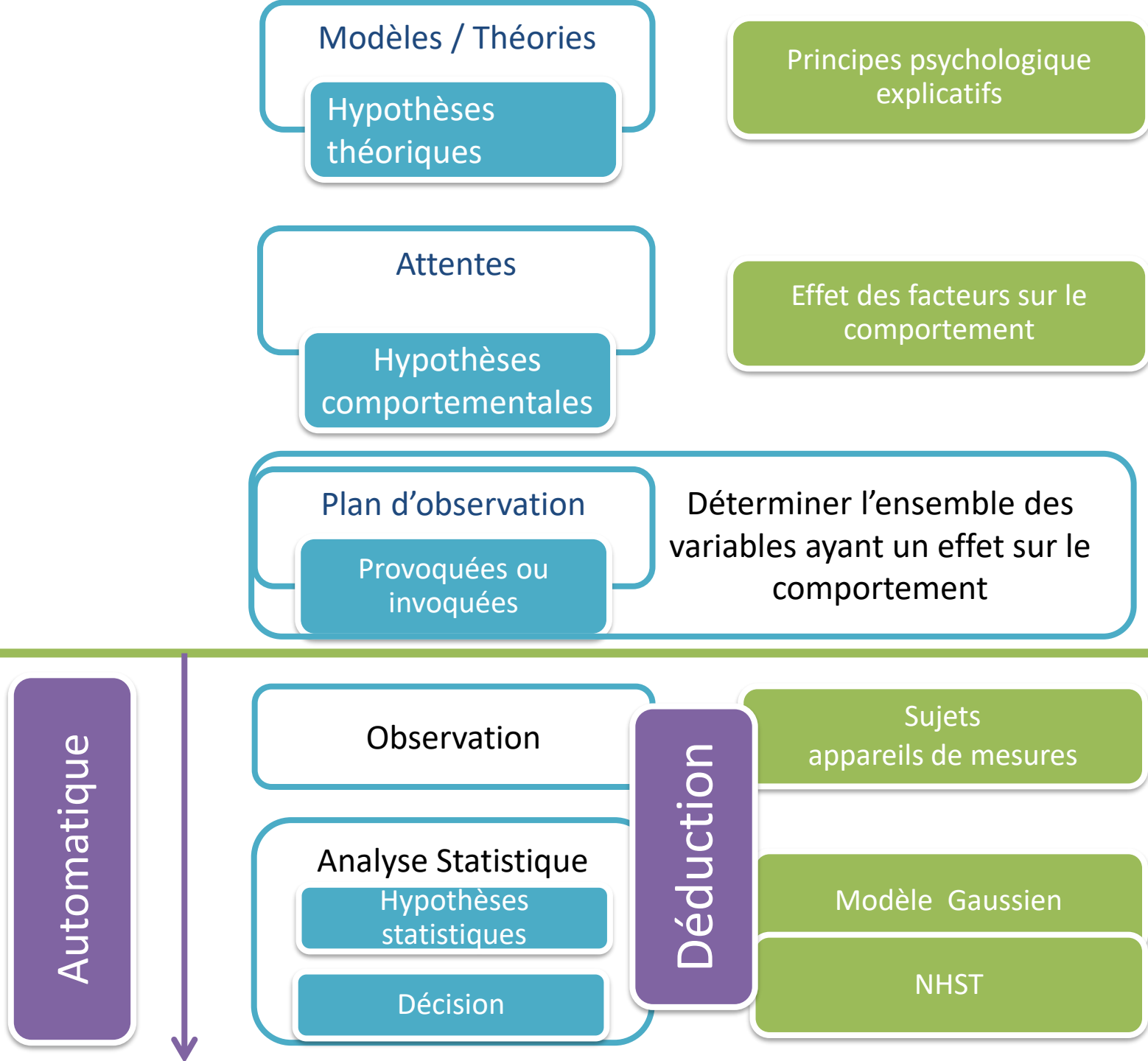
Hypothèses
statistiques

Décision

Modèle Gaussien

NHST

Méthode hypothético-déductive



Automatique ?

- Etude montrant la variabilité des conclusions statistiques effectuées par différents groupes de chercheurs
 - 161 chercheurs provenant de 73 équipes

Hypothesis tested by Participants

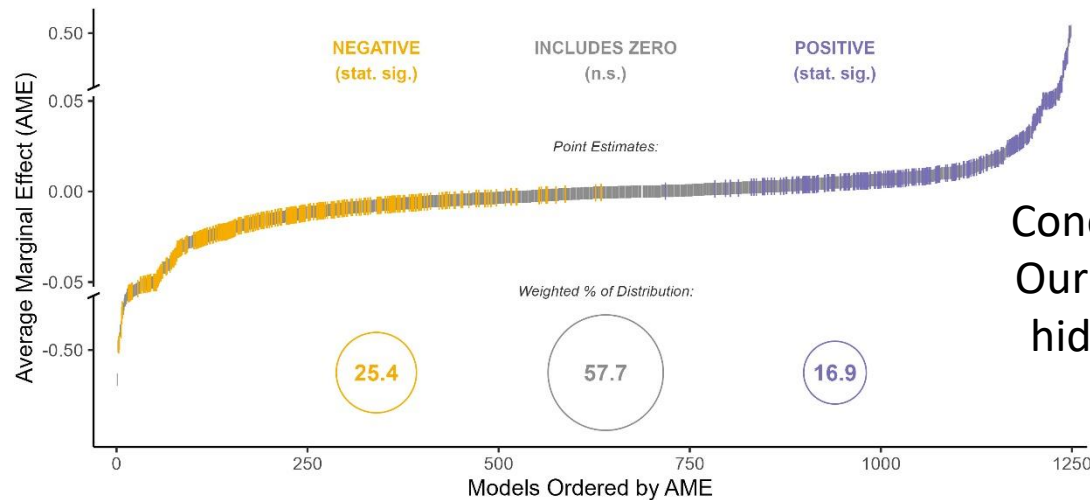
Hypothesis:

That greater immigration reduces support for social policies among the public.

Data:

International Social Survey Program (ISSP) waves I-V (1985-2016), plus various macro-indicators.

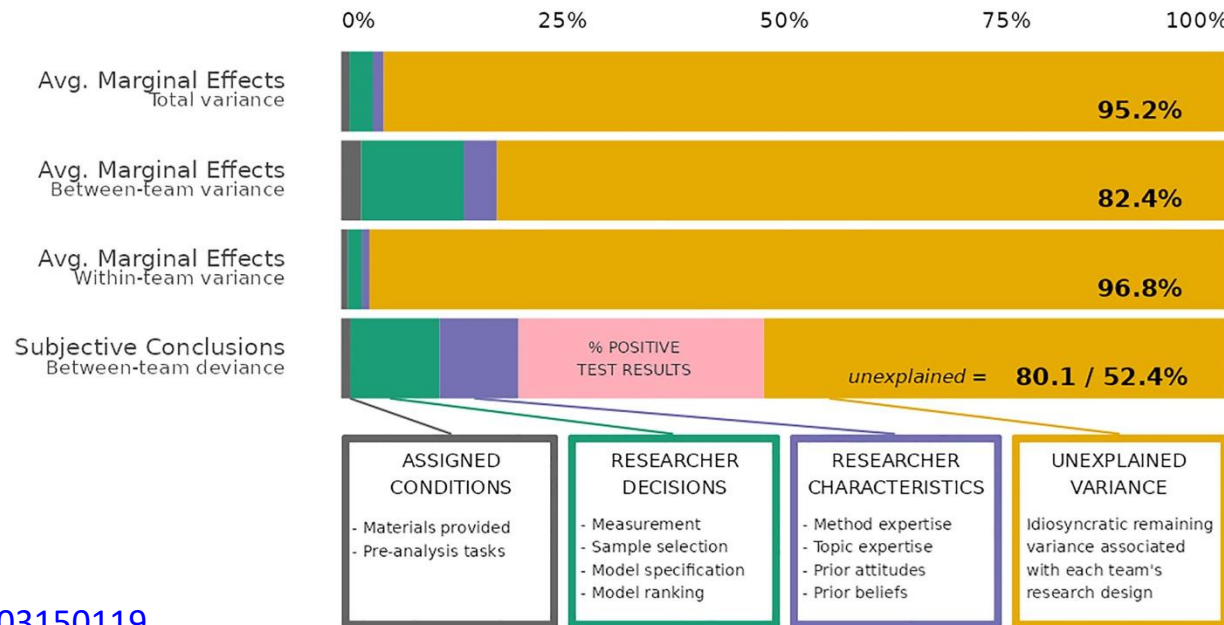
Automatique ?



Conclusion :

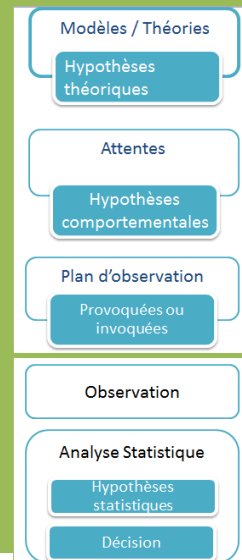
Our conclusion is that we have tapped into a hidden universe of idiosyncratic researcher variability

Factors Explaining Variance in Results



Démarche expérimentale (synthèse)

- Il y aura deux choses à considérer dans la méthode expérimentale
 - l'art d'obtenir des faits exacts au moyen d'une investigation rigoureuse ;
 - l'art de les mettre en œuvre au moyen d'un raisonnement expérimental afin d'en faire ressortir la connaissance de la loi des phénomènes
- Pourquoi une méthode ?
 - Partage éclairé du raisonnement
 - Assure la validité des interprétations
 - Permet la réplication



Validités

- Définitions

- Validité de construit : généralisation de la mesure à son concept
- Validité interne : fiabilité ou justesse de l'inférence causale faite à partir des résultats d'une expérience compte tenu du contrôle des variables parasites (Campbell & Stanley, 1963; Leighton, 2010a)
 - directement dépendante de l'existence ou non d'autres facteurs déterminant que ceux manipulés directement
 - dépendante de l'existence ou non d'autres facteurs déterminant que ceux manipulés
- Validité externe et validité écologique :
 - C'est la possibilité de généralisation des résultats à d'autres situations et d'autres participants (population).

Validités

- Définitions

- Validité de construit : généralisation de la mesure à son concept
- Validité interne : fiabilité ou justesse de l'inférence causale faite à partir des résultats d'une expérience compte tenu du contrôle des variables parasites (Campbell & Stanley, 1963; Leighton, 2010a)
- Validité externe et validité écologique :
 - C'est la possibilité de généralisation des résultats à d'autres situations et à d'autres participants (population).
(https://en.wikipedia.org/wiki/External_validity)

validités

- Définition
 - Validité externe et validité écologique :
 - C'est la possibilité de généralisation des résultats à d'autres situations et d'autres participants (population).
- Est influencée par :
 1. validité écologique : le caractère trop artificiel des recherches en laboratoire (ex : conditions limites de perception, utilisation de matériel non significatif pour étudier la mémoire...)
 2. validité externe : la représentativité des sujets (étudiant(e)s de psychologie, français...).

Validité externe - Population et échantillon

- Qu'est-ce que la population ?
- Comment construire un échantillon correcte ?

Rappel : échantillonnage

Validité externe - Population et échantillon

- Qu'est-ce que la population ?
 - L'ensemble de valeurs possibles des modalités des variables étudiées : Ω
- Comment construire un échantillon correcte ?
 - Un échantillon correcte est un échantillon qui possède les mêmes propriétés que la population (représentatif) et qui est construit de la même manière que les lois statistiques utilisées dans les modèles.

échantillon a. i. i. d.

aléatoire, identiquement distribué et indépendant

Validité externe - Population et échantillon

- Qu'est-ce que la population ?
 - L'ensemble de valeurs possibles des modalités des variables étudiées : Ω
- Comment construire un échantillon correcte ?
 - Un échantillon correcte est un échantillon qui possède les mêmes propriétés que la population (représentatif) et qui est construit de la même manière que les lois statistiques utilisées dans les modèles.
 - échantillon a. i. i. d : aléatoire, identiquement distribué et indépendant
 - Attention, plus l'échantillon est petit plus le risque de biais d'échantillonnage augmente
- Limites
 - Nécessite d'avoir accès à toute la population

Validité externe - Population et échantillon

- Qu'est-ce que la population ?
 - L'ensemble de valeurs possibles des modalités des variables étudiées : Ω
- Comment construire un échantillon correcte ?
 - Échantillon a. i. i. d : aléatoire, identiquement distribué et indépendant
 - Échantillonnages par quota
 - La fréquences des propriétés importantes dans la population est connue.
 - On définit des quotas (fréquence) de chaque propriété
 - L'échantillon est tiré sélectionné (aléatoire contraint) dans chaque
 - Échantillonnages non-probabilistes
 - Sélection qui n'est pas contrainte par les probabilités
 - Exemple : Échantillonnage par disponibilité : Sélection des individus de la population « à portée de main »
- Limites
 - Validité externe faible
 - Biais d'échantillonnage → représentativité douteuse

Échantillon - WEIRD

Démarche expérimentale

- Pourquoi une méthode ?
 - Partage éclairé du raisonnement
 - Limite les biais de raisonnement
 - Relations causales
 - Assure la validité des interprétations
 - Permet la réplication
- Quelle méthode ?
 - Démarche hypothético-déductive
- Comment faire ?



Validités

- Définitions

- Validité de construit : généralisation de la mesure à son concept
- Validité interne : fiabilité ou justesse de l'inférence causale faite à partir des résultats d'une expérience compte tenu du contrôle des variables parasites (Campbell & Stanley, 1963; Leighton, 2010a)
 - directement dépendante de l'existence ou non d'autres facteurs déterminant que ceux manipulés directement
 - dépendante de l'existence ou non d'autres facteurs déterminant que ceux manipulés
- Validité externe et validité écologique :
 - C'est la possibilité de généralisation des résultats à d'autres situations et d'autres participants (population).

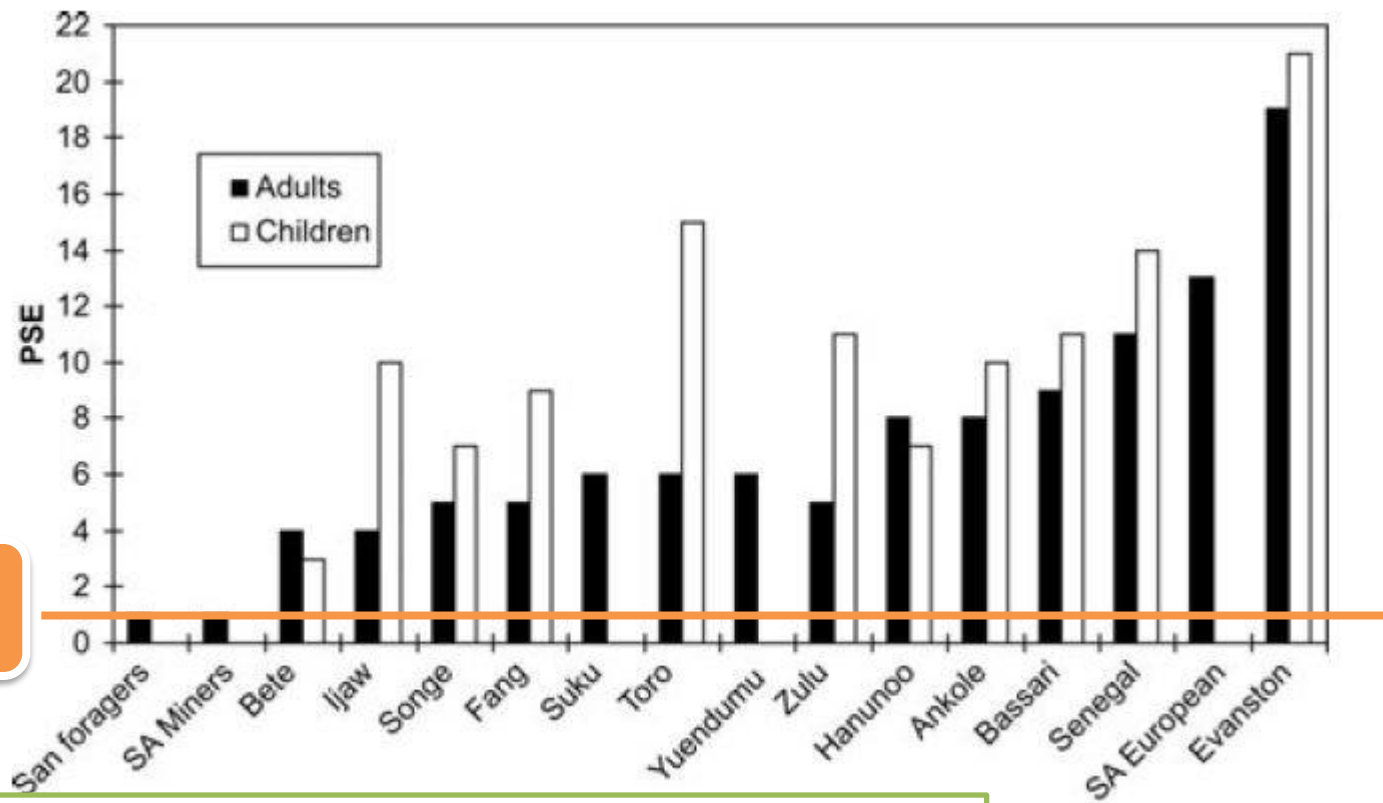
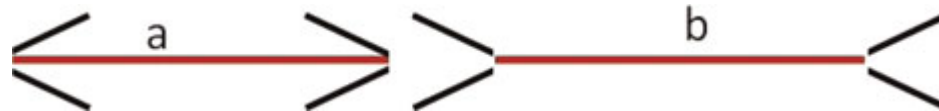
Validité externe - Population et échantillon

- Qu'est-ce que la population ?
- Comment construire un échantillon correcte ?

Rappel : échantillonnage

échantillon aïid, non échantillon WEIRD

- Question : quelle est la ligne la plus grande ?

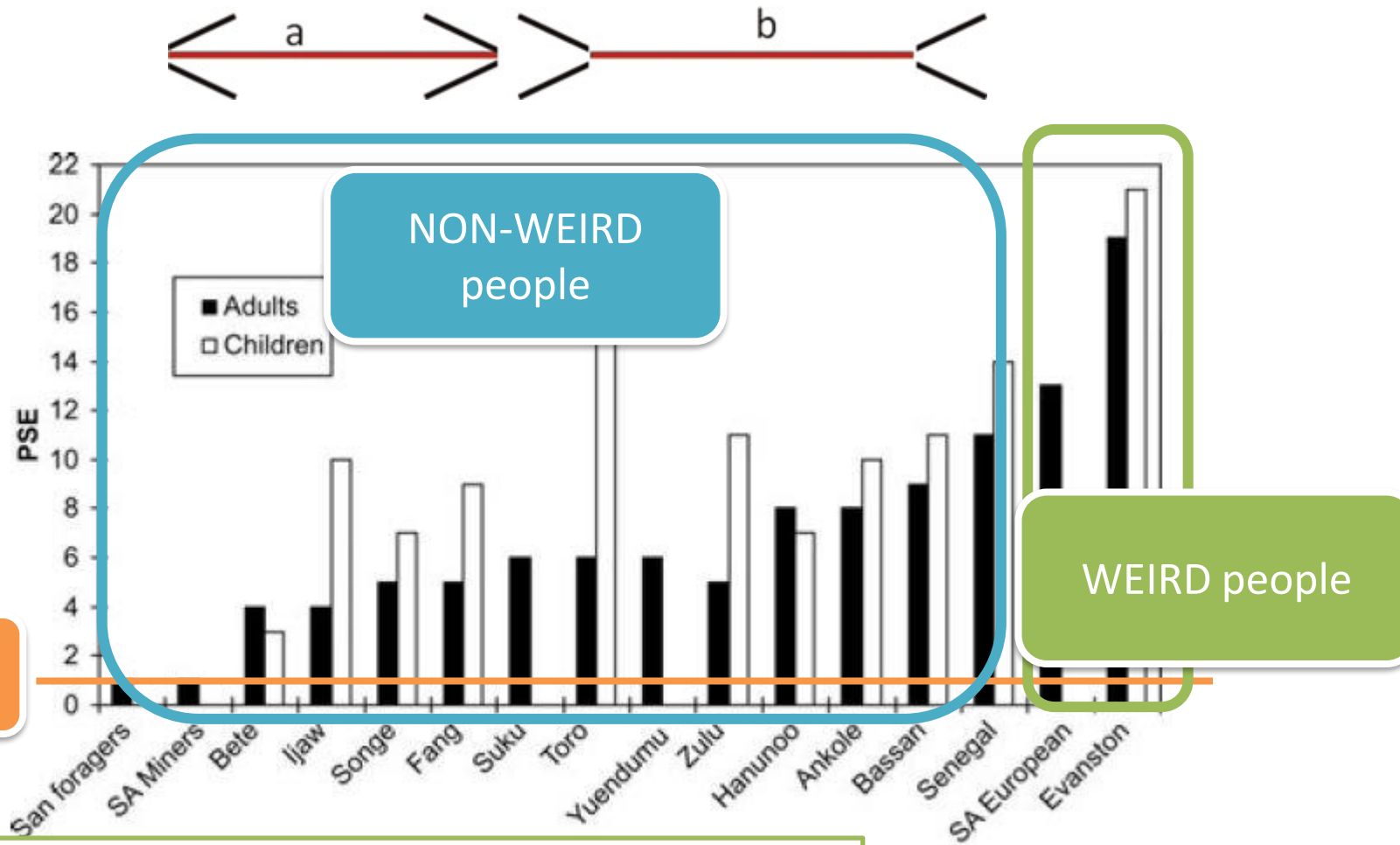


Pas
d'illusion

WEIRD : Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic

échantillon aïid, non échantillon WEIRD

- Question : quelle est la ligne la plus grande ?



Pas
d'illusion

NON-WEIRD
people

WEIRD people

WEIRD : Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic

Echantillon (aparté)

- Quelle taille d'échantillon ?

Smith PL, Little DR. Small is beautiful: In defense of the small-N design. Psychon Bull Rev. 2018 Dec;25(6):2083-2101. doi: 10.3758/s13423-018-1451-8.

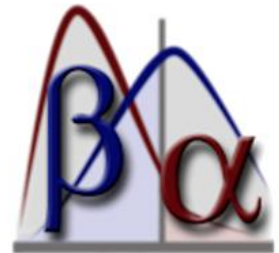
- Comment calculer la taille de l'échantillon ?

- Connaître l'effet attendu
- Connaître le modèle d'analyse
- Connaître la puissance et le seuil de décision

<https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower>

ou

<https://tinyurl.com/374xcbxb>



Validité interne

IMPORTANT

Si absence de variables contrôles alors la validité interne est nulle. Il est donc impossible de conclure sur l'existence d'une relation causale

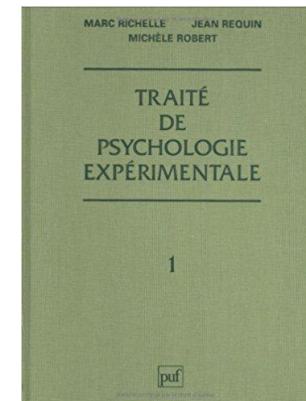
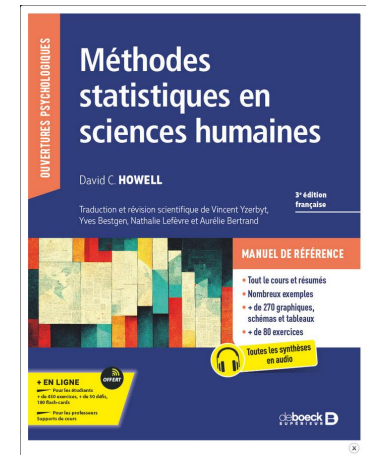
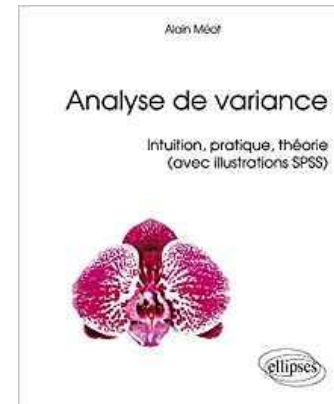
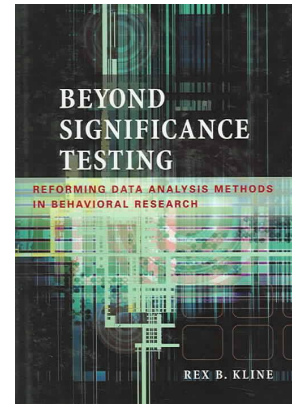
(2010a)

- Définition
 -
- Est influencée par :
 1. les facteurs historiques et l'évolution spontanée des sujets
 2. la modification des attentes des sujets (biais de demande) et de l'expérimentateur (biais de confirmation)
 3. les fluctuations de l'instrumentation, de l'appareillage
 4. l'administration répétée de l'épreuve sans vérification (phénomène de régression vers la moyenne)
 5. les procédés de sélection des sujets (biais de sélection)
 6. l'abandon ou la perte différentielle de sujets (biais de sélection)

Bibliographie

- Références

- Judd, McClelland, Muller, Ryan & Yzerbyt (2010) L'analyse de données : une approche par comparaison de modèles, DeBoeck
- Howell, D, C (2024) Méthodes statistiques en sciences humaines, 3nd edition, DeBoeck
- Méot, A (2014) Analyse de variance, intuition, pratique, théorie avec exemples, ellipses.
- Kline R. B. (2004), Beyond significance Testing, APA ed, Chapitre 2
- Richelle, Requin et Robert (1994) Traité de psychologie expérimentale Vol I, puf, chapitre 2.



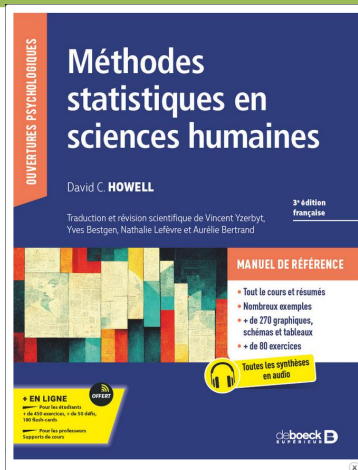
Articles

Statistical Methods in Psychology Journals

Guidelines and Explanations

Leland Wilkinson and the Task Force on Statistical Inference
APA Board of Scientific Affairs

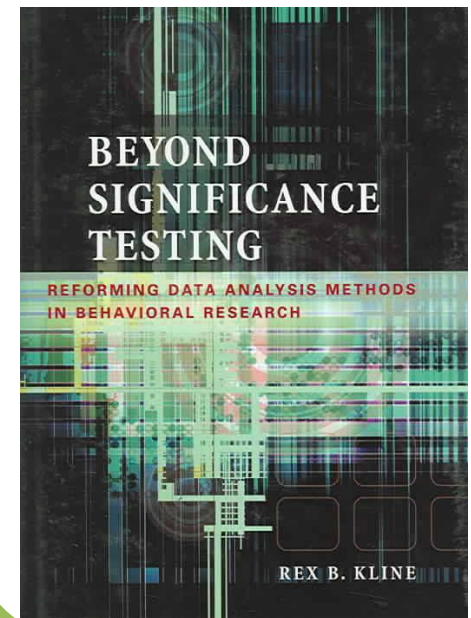
Howell, D



2



FUNDAMENTAL CONCEPTS



The Earth Is Round ($p < .05$)

December 1994 • American Psychologist Jacob Cohen

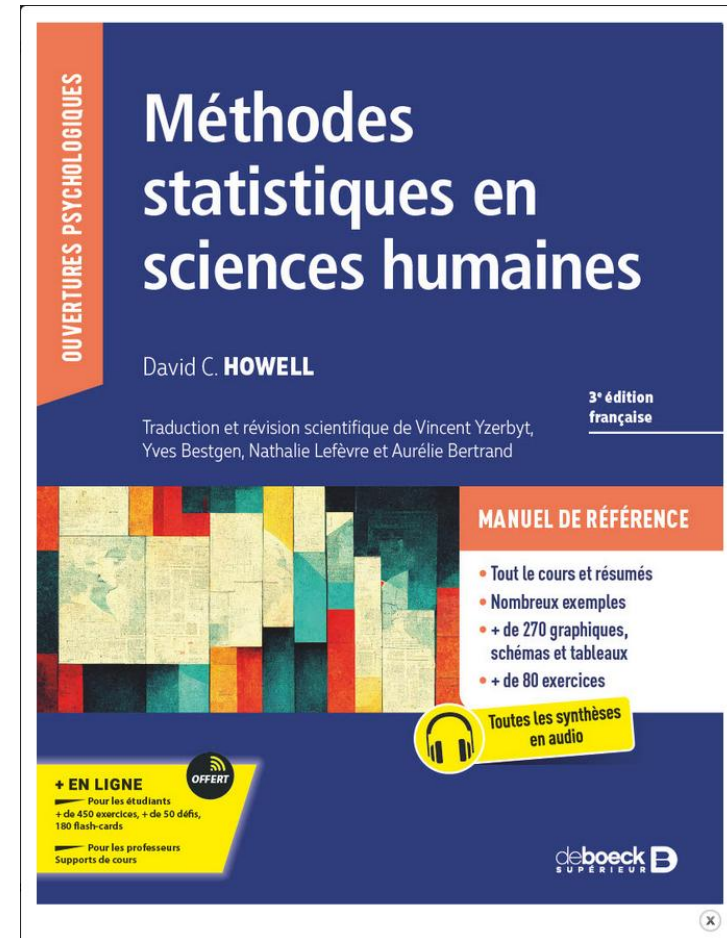
(1999) American Psychologist, Vol. 54, No. 8, 594-604



Méthodes statistiques en sciences humaines,

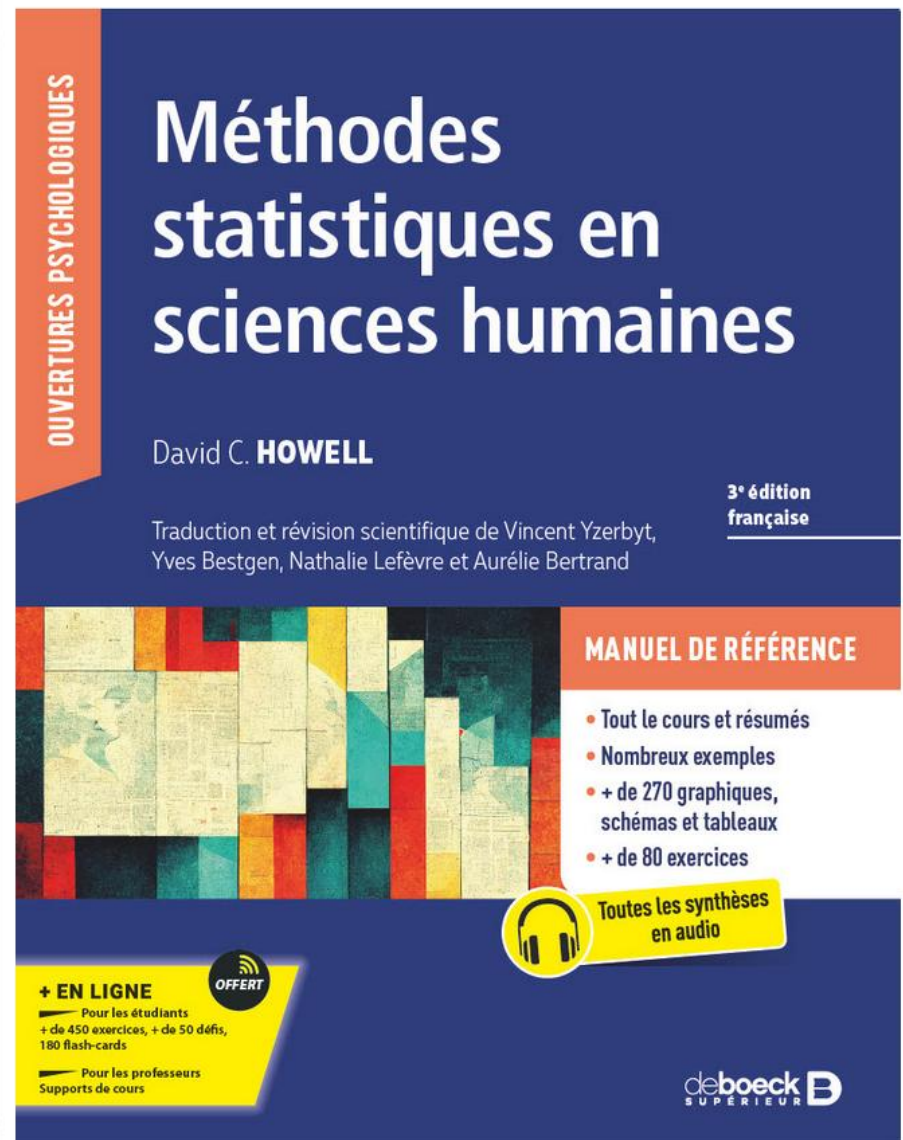
David C. Howell

- Chapitre 1 : Concepts de base
- Chapitre 2 : Description et exploration des données
- Chapitre 4 : Distributions d'échantillonnage et tests d'hypothèse
- Chapitre 5 : Concepts de base des probabilités
- Chapitre 7 : Le test d'hypothèse appliqué aux moyennes
- Chapitre 8 : La puissance
 - G*power : [lien](#)
- Chapitre 11 : L'analyse de variance simple
- Chapitre 12 : Comparaisons multiples entre des moyennes de traitement
- Chapitre 14 : Les plans à mesures répétées
- Chapitre 16 : Les analyses de variance et de covariance comme modèles linéaires généraux
- Chapitre 17 : Méta-analyse et études de cas uniques
- Chapitre 18 : Approches de rééchantillonnage et non paramétriques des données



Chapitre 1 : Concepts de base

- Termes importants
 - Population & Échantillon (aiid)
 - Facteur sujets
 - Validité
 - Validité externe
 - Validité interne
 - Variable
 - Variable indépendante
 - Variable dépendante
 - Variables contrôles
- Echelles de mesures
 - Échelles nominales
 - Échelles ordinales
 - Échelles d'intervalles
 - Échelles de rapports



Chapitre 4 : Distributions d'échantillonnage et tests d'hypothèse

- 3. La théorie du test d'hypothèse
 - Nous partons d'une hypothèse de recherche.
 - Nous formulons l'hypothèse nulle,
 - Nous traçons la distribution d'échantillonnage de la statistique en question en supposant que H_0 est vraie,
 - Nous collectons des données,
 - Nous comparons la statistique de l'échantillon à cette distribution,
 - Nous rejetons ou conservons H_0 en fonction de la probabilité, sous H_0 , d'arriver à une statistique d'échantillon au moins aussi extrême que celle que nous avons obtenue.

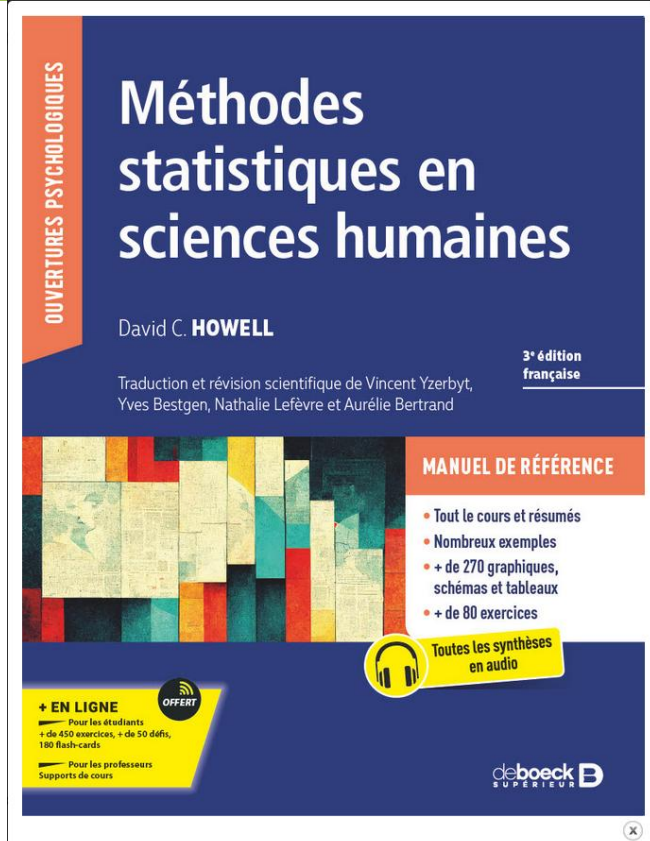
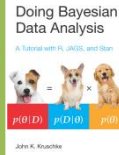


TABLEAU 4.1. Résultats possibles du processus décisionnel

Décision	État réel des choses	
	H_0 vraie	H_0 fausse
Rejet de H_0	Erreur de type I $p = \alpha$	Décision correcte $p = 1 - \beta$ = Puissance
Non-rejet de H_0	Décision correcte $p = 1 - \alpha$	Erreur de type II $p = \beta$

Pour aller plus loin et ailleurs

- Yvonnick Noël
- Kruschke



<http://doingbayesiandataanalysis.blogspot.fr/>

- Cours de Thierry Phenix
- Cours de l'université de Toulouse
 - http://w3.uohpsy2.univ-tlse2.fr/UOHPsy2/index.php?option=com_content&task=category§ionid=5&id=15&Itemid=30

- Ladislav Nalborczyk
 - <http://www.barelysignificant.com>
- Andrew Gelman's blog
 - <https://statmodeling.stat.columbia.edu/>
- Felix Schönbrodt
 - <http://www.nicebread.de/>
- Bayes's Blog
 - <https://markpsite.wordpress.com>
- Blog
 - <https://www.countbayesie.com>



Référence



- Logiciel

- SPSS / Statistica / SAS

- Licence commerciale



- R et Rstudio

- Licence libre
 - Interface et langage de programmation interprétée



- Jamovi

- Interface graphique pour R



- Jasp

- Interface graphique orientée statistiques bayésiennes



- Site

- John H. McDonald, Handbook of Biological Statistics,

- <http://www.biostathandbook.com/>

- Salvatore S. Mangiafico, An R Companion for the Handbook of Biological Statistics,
<http://rcompanion.org/rcompanion/index.html>

- Jean Luc Roulin, SCALP : Savoir, Connaitre, Apprendre. Leçons de Psychométrie,

- <http://psychometrie.jlroulin.fr/>

- Hill for the data scientist: an xkcd story,

- <http://livefreeordichotomize.com/2016/12/15/hill-for-the-data-scientist-an-xkcd-story/>