

# Hypothesis Testing: Summarizing Information about Causal Effects | Tests d'hypothèses : Résumer les informations sur les effets causaux

Fill In Your Name

21 March 2023

# The Role of Hypothesis Tests in Causal Inference | *Le rôle des tests d'hypothèse dans l'inférence causale*

# The Role of Hypothesis Tests in Causal Inference | *Le rôle des tests d'hypothèse dans l'inférence causale*

# Key points for this lecture | *Points clés de cette conférence*

- ▶ Statistical inference (e.g., hypothesis tests and confidence intervals) requires **inference** — reasoning about the unobserved.
- ▶  $p$ -values require probability distributions.
- ▶ Randomization (or Design) + a Hypothesis + a Test Statistic Function → probability distributions representing the hypothesis (reference distributions)
- ▶ Observed Values of Test Statistics + Reference Distribution →  $p$ -value.
- ▶ L'inférence statistique (par exemple, les tests d'hypothèse et les intervalles de confiance) nécessite une **inférence**, c'est-à-dire un raisonnement sur des éléments non observés.
- ▶ Les valeurs  $p$  nécessitent des distributions de probabilité.
- ▶ Randomisation (ou plan) + une hypothèse + une fonction de statistique de test → distributions de probabilité représentant l'hypothèse (distributions de référence)
- ▶ Valeurs observées des statistiques du test + Distribution de référence →  $p$ -value.

# The role of hypothesis tests in causal inference I | *Le rôle des tests d'hypothèse dans l'inférence causale I*

- ▶ The **fundamental problem of causal inference** says that we can see only one potential outcome for any given unit.
- ▶ So, if a counterfactual causal effect of the treatment,  $T$ , for Jake occurs when  $y_{\text{Jake}, T=1} \neq y_{\text{Jake}, T=0}$ , then how can we learn about the causal effect?
- ▶ One solution is the **estimation of averages of causal effects** (the ATE, ITT, LATE).
- ▶ This is what we call Neyman's approach.
- ▶ Le **problème fondamental de l'inférence causale** dit que nous ne pouvons voir qu'un seul résultat potentiel pour une unité donnée.
- ▶ Ainsi, si un effet causal contrefactuel du traitement,  $T$ , pour Jake se produit lorsque  $y_{\text{text Jake}, T=1} \neq y_{\text{text Jake}, T=0}$ , comment pouvons-nous en savoir plus sur l'effet causal ?
- ▶ Une solution consiste à **estimer des moyennes des effets causaux** (ATE, ITT, LATE).
- ▶ C'est ce que nous appelons l'approche de Neyman.

# The role of hypothesis tests in causal inference II | *Le rôle des tests d'hypothèse dans l'inférence causale II*

- ▶ Another solution is to make **claims** or **guesses** about the causal effects.
- ▶ We could say, “I think that the effect on Jake is 5.” or “This experiment had no effect on anyone.” And then we ask “How much evidence does this experiment have about that claim?”
- ▶ This evidence is summarized in a  $p$ -value.
- ▶ We call this Fisher’s approach.
- ▶ Une autre solution consiste à faire des **revendications** ou des **conjectures** sur les effets causaux.
- ▶ Nous pourrions dire : “Je pense que l’effet sur Jake est de 5” ou “Cette expérience n’a eu d’effet sur personne”. Puis nous demandons : “Quelle preuve cette expérience apporte-t-elle à cette affirmation ?”
- ▶ Cette preuve est résumée dans une valeur  $p$ .
- ▶ C’est ce que nous appelons l’approche de Fisher.

# The role of hypothesis tests in causal inference III | *Le rôle des tests d'hypothèse dans l'inférence causale III*

- ▶ The hypothesis testing approach to causal inference doesn't provide a best guess but instead tells you *how much evidence or information the research design provides about a causal claim*.
- ▶ The estimation approach provides a best guess but doesn't tell you how much you know about that guess.
  - ▶ For example, a best guess with  $N = 10$  seems to tell us less about the effect than  $N = 1000$ .
  - ▶ For example, a best guess when 95% of  $Y = 1$  and 5% of  $Y = 0$  seems to tell us less than when outcomes are evenly split between 0 and 1.
- ▶ We nearly always report both since both help us make decisions: "Our best guess of the treatment effect was 5, and we could reject the idea that the effect was 0 ( $p=.01$ )."
- ▶ L'approche du test d'hypothèse pour l'inférence causale ne fournit pas une meilleure estimation, mais vous indique *la quantité de preuves ou d'informations que le modèle de recherche fournit à propos d'une allégation causale*.
- ▶ L'approche de l'estimation permet d'obtenir la meilleure estimation possible, mais ne permet pas de savoir ce que l'on sait de cette estimation.
  - ▶ Par exemple, une meilleure estimation avec  $N = 10$  semble nous en dire moins sur l'effet que  $N = 1000$ .
  - ▶ Par exemple, une meilleure estimation lorsque 95% de  $Y = 1$  et 5% de  $Y = 0$  semble nous en dire moins que lorsque les résultats sont également répartis entre 0 et 1.
- ▶ Nous indiquons presque toujours les deux, car ils nous aident à prendre des décisions : "Notre meilleure estimation de l'effet du traitement était de 5, et nous pouvions rejeter l'idée que l'effet était de 0 ( $p=.01$ )."