



The  
World Bank



Human Development  
Network



Spanish Impact  
Evaluation Fund

[www.worldbank.org/hdchiefeconomist](http://www.worldbank.org/hdchiefeconomist)



---

# **Les Essais randomisés**

---

## **Session de Suivi technique II**

**Phillippe Leite**  
**Banque Mondiale**

# Les Essais randomisés

- Comment les chercheurs apprennent-ils les états contre- factuels du monde dans la pratique?
- Dans beaucoup de domaines, les preuves de faits contre-factuels sont produites par les essais ou expériences randomisés.  
(par exemple : la recherche médicale)
- Dans certaines conditions, les essais randomisés s'assurent que les résultats dans le groupe de référence reflètent réellement le **contrefactuel** du groupe expérimental.

# Randomisation de l'inférence causale

Les statisticiens recommandent un modèle de randomisation à deux étapes:

## Première étape

---

Un échantillon est sélectionné au hasard dans une population donnée.

## Seconde étape

---

Cet échantillon d'unités est attribué au hasard au groupe de référence et au groupe expérimental

**Population  
admissible**



Echantillon  
aléatoire

**Echantillon**



Distribution  
randomisée



**Groupe  
expérimental**

**Groupe de  
référence**

# Pourquoi deux étapes de randomisation ?

Première étape

Pour la Validité externe

C'est-à-dire s'assurer que les résultats de l'échantillon reflèteront les résultats de la population dans un niveau d'erreur d'échantillonnage défini

Seconde étape

Pour la validité interne

c-a-d s'assurer que l'effet observé sur la variable dépendante est du au traitement plutôt qu'à d'autres facteurs confusionnels.

- Rappelez-vous des **deux conditions** ?

# Essais randomisés à deux étapes

Dans les grands échantillons, les essais randomisés s'assurent que :

$$[Y_{-1} | D=1] = [\bar{y}_1 | D=0]$$

et

$$[Y_0 | D=1] = [\bar{y}_0 | D=0]$$

Pourquoi ceci est-il vrai?

# La loi des grands nombres



- Lorsque vous tirez au hasard un échantillon d'unités d'une grande population, et
- Lorsque le nombre d'unités que vous tirez devient grand
- La moyenne de toute caractéristique de votre échantillon aura tendance à se rapprocher de la valeur attendue.
- Si le nombre d'unités de votre échantillon augmente, sur la moyenne, l'échantillon sera similaire à sa population originale.



**Population  
admissible**



Echantillon  
aléatoire

**Echantillon**



Distribution  
randomisée



**Groupe  
expérimental**

**Groupe de  
référence**

# Essais randomisés à deux étapes

Dans les grands échantillons, les essais randomisés s'assurent que :

$$[Y_1 | D=1] = [\bar{Y}_1 | D=0] \quad \text{et} \quad [Y_0 | D=1] = [\bar{Y}_0 | D=0]$$

Donc, l'estimateur :

$$\hat{\delta} = [ \hat{Y}_1 | D = 1 ] - [ \hat{Y}_0 | D = 0 ]$$

Evalue systématiquement l'Effet Expérimental  
Moyen (ATE)

# Population contre Groupe sélectionné ?

Si la randomisation se fait sur un  
groupe d'unités sélectionné

Quelle sera l'évaluation ??

L'effet expérimental sur le  
groupe d'unités sélectionnés !

**Population  
admissible**



non  
aléatoire



**Groupe non  
sélectionné**

**Groupe  
sélectionné**  
(ex : Volontaires)



aléatoire

**Echantillon**



Distribution  
randomisée



**Groupe  
expérimental**

**Groupe de  
référence**

# Comment se fait la Distribution randomisée ?

- Si vous désirez attribuer 50% de l'échantillon au groupe expérimental et au groupe de référence : Choisissez pile ou face pour chaque personne.
- Si vous voulez attribuer 40% de l'échantillon au groupe de référence, lancez le dé pour chaque personne. A 1 ou un 2 pour le groupe expérimental; 3, 4, 5 ou un 6 pour le groupe de référence.
- Autres pourcentages: A l'aide d' Excel, donnez un nombre au hasard à chaque unité. Choisissez le nombre d'unités qui seront dans le groupe expérimental (nommez le X). Attribuer les X unités qui ont les nombres les plus élevés au groupe expérimental.



## **Exemple**

**Des ordinateurs pour l'Enseignement**  
***Barrera and Linden (2009)***

# Essai randomisé en Colombie, Amérique Latine.

- Activités du programme :
  - Rénover les ordinateurs offerts par les entreprises privées et les installer dans les écoles publiques.
  - Former les enseignants dans l'utilisation pédagogique des ordinateurs avec l'aide d'une université locale.
- **2006:** 97 écoles ont fait l'objet de randomisation,
  - 48 d'entre elles ont bénéficié d'ordinateurs.
  - 49 n'en ont pas reçu.
- **2008:** Enquête de suivi

# Etape 1 : Questionnaire d'évaluation

Quel est l'impact de l'intervention **D**  
sur la variable d'intérêt **Y**?

## Package d'intervention D

---

$$D = \begin{cases} 1 & \text{Si une école est sélectionnée pour l'installation} \\ & \text{d'ordinateurs + formation des enseignants} \\ 0 & \text{Sinon} \end{cases}$$

## Variable d'Intérêt Y

---

- Apprentissage (résultat final)
- Exercices en classe (Résultat partiel)
- Nombre d'enseignants formés (rendement)
- Nombre d'ordinateurs opérationnels dans les écoles (rendement)



# Etape 2 : Vérifier la parité

## Objectif

---

Vérifier que les caractéristiques sont équivalentes entre le groupe expérimental et le groupe de référence.

## Regression

---

$$y_{ij} = \beta^0 + \beta^1 T_j + \varepsilon_{ij}$$

- $i$  | Etudiant  $i$
- $j$  | Ecole  $j$
- $T_j$  | Variable nominale pour le cas où l'école  $j$  a été attribuée au groupe expérimental dans le processus de randomisation.

## Méthode

---

OLS contenant des erreurs-types groupées au niveau des écoles.

# Vérifier l'équilibre des notes d'examen.

Correction des Examens Normalisés	Moyenne du Groupe Expérimental	Moyenne du Groupe de référence	Différence
Langue	0.08 (0.10)	0.00 (0.08)	0.08 (0.13)
Math	0.04 (0.08)	0.00 (0.08)	0.04 (0.11)
<b>Total</b>	<b>0.08</b> <b>(0.11)</b>	<b>0.00</b> <b>(0.10)</b>	<b>0.08</b> <b>(0.15)</b>

# Vérifier l'équilibre des caractéristiques démographiques.

Caractéristiques démographiques	Moyenne du Groupe expérimental	Moyenne du Groupe de référence	Difference
Genre	0.50 (0.02)	0.52 (0.02)	-0.027 (0.03)
Age	11.79 (0.27)	11.55 (0.36)	0.24 (0.45)
Nbre de parents en famille	1.60 (0.02)	1.63 (0.02)	-0.033 (0.03)
Nbre de frères/soeurs	3.71 (0.22)	3.99 (0.20)	-0.286 (0.30)
Argent de poche reçu	0.76 (0.02)	0.73 (0.03)	0.03 (0.03)
Nbre d'amis	17.91 (1.91)	16.12 (1.15)	1.79 (2.22)
	5.05	5.00	1.106

# Etape 3 : Impact de l'évaluation

## En expression

---

Comparer la moyenne  $Y$  du groupe expérimental avec la moyenne  $Y$  du groupe de référence.

## Dans un Tableau

% des questions répondues correctement	Moyenne du Groupe expérimental	Moyenne du Groupe de référence	Différence simple
Espagnol	0.42	0.40	0.02
Math	0.24	0.23	0.01

## Dans une Regression

---

$$y_{ij} = \beta^0 + \beta^1 T_j + \varepsilon_{ij}$$

- Groupe au niveau des écoles.
- C'est là d'où proviennent les erreurs-types

# Etape 3 : Recherches

<b>% des questions répondues correctement</b>	<b>Moyenne du Groupe expérimental</b>	<b>Moyenne du Groupe de référence</b>	<b>Différence simple</b>
Espagnol	0.42 (0.01)	0.40 (0.01)	0.02 (0.02)
Math	0.24 (0.02)	0.23 (0.01)	0.01 (0.02)

# Etape 4 : Impact de l'évaluation à plusieurs variables

## En expression

---

- Comparer la moyenne  $Y$  des groupes expérimental et de référence, et
- Ajouter les commandes des caractéristiques de la ligne de base

Dans une Régression à Variables multiples

---

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 T_j + \beta_2 X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$X_{ij}$  est un vecteur des caractéristiques de ligne de base d'un étudiant  $i$  dans une école  $j$

# Etape 5 : Recherches

% des questions répondues correctement	Moyenne du Groupe expérimenta l	Moyenne du Groupe de référence	Différence simple	Différence avec des commandes (à plusieurs variables)
Espagnol	0.42 (0.01)	0.40 (0.01)	0.02 (0.02)	0.02 (0.02)
Math	0.24 (0.02)	0.23 (0.01)	0.01 (0.02)	0.01 (0.02)
<b>Variable de sortie</b>	<b>Moyenne du groupe expérimental</b>	<b>Moyenne du groupe de référence</b>	<b>Différence</b>	<b>Différence</b>
Nbre d'ordinateurs à l'école	13.38 (1.28)	5.10 (0.75)	8.281*** (1.49)	
% enseignants formés	0.95 (0.03)	0.08 (0.04)	0.865*** (0.05)	
Écoles expérimentés	0.96 (0.03)	0.04 (0.03)	0.918*** (0.04)	

# Etape 5 : Recherches

- Peu d' effet sur les notes d'examen des étudiants  
Par le niveau scolaire, matières, et le genre.
- Pourquoi ?  
Les Ordinateurs ne sont pas incorporés dans le système éducatif.





# **Plus de réflexions sur les essais randomisés**

# Mise en garde éventuelle

## ● Non-Respect

- En fait, Ce ne sont pas toutes les unités attribuées au groupe expérimental qui bénéficieront de l'expérimentation (non-respect)
- Certaines unités attribuées au groupe de référence pourraient bénéficier de l'expérimentation(non-respect)
- Pour le non-respect limité : Utiliser les variables instrumentales (voir session IV)

## ● Déperdition d'effectifs scolaires

- Nous pourrions pas observer ce qui se passe dans toutes unités.
- Attention à la déperdition scolaire !

# Mise en garde éventuelle

- Effet Hawthorne

- Observer simplement les unités les amène à se comporter différemment....
- Tendance à disparaître au fil du temps.

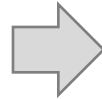
- Effet John Henry

Les « groupes de référence » travaillent d'arrache-pied pour compenser.

# Niveau de randomisation

- Quartier, village, famille, enfant?
- Le niveau de randomisation détermine le puissance de l'essai:

Plus d'unités dans le groupe expérimental et le groupe de référence.



L' Evaluation de la différence entre T et C devient plus précise.

- Le bas du niveau:
  - Une éventuelle contamination - Enfants dans une classe, familles au village et
  - La difficulté de gérer le programme ;
- En Général: Choisir le niveau le plus bas qui est faisable au plan administratif.

# Les Essais randomisés contre Les Essais non randomisés

- Expériences randomisés
  - Les hypothèses jouent un rôle mineur
  - Ou aucun rôle lors des tests d'hypothèses de "aucun effet expérimental "
  - En l'absence de difficultés telles que le non-respect ou la déperdition scolaire.
- Méthodes non randomisées
  - Requièrent une forte hypothèse en vue de valider le contre-factuel
  - La déperdition est également un problème comme dans les essais randomisés.

# Références

- Rosenbaum, Paul (2002): *Observational Studies*, Springer. Chapter 2.
- Cochran, W. G. (1965): “*The planning of observational studies of human populations*”, *Journal of the Royal Statistics Association Series A* 128, pp. 134-155, with discussion.
- Angrist, J., E. Bettinger, E. Bloom, E. King and M. Kremer (2002): “*Vouchers for Private Schooling in Colombia: Evidence from a Randomized Natural Experiment*”, *American Economic Review*, 92, pp. 1535-58.
- Angrist, J. and V. Lavy (2002): “*The Effect of High School Matriculation Awards: Evidence from Randomized Trials*”, NBER Working Paper.
- Barrera-Osorio, F. and L. Linden (2009): “*The Use and Misuse of Computers in Education: Evidence from a Randomized Experiment in Colombia*”, World Bank Policy Research Working Paper WPS4836.



# Thank You



**Q & A**