

Corrélation et causalité

I Les concepts de corrélation et de cause

Qu'est-ce qu'une corrélation ?

- Une association statistique entre deux (ou plus) variables, où les variations de l'une sont liées aux variations de l'autre de manière prévisible, mais sans impliquer de lien de cause à effet.
- Elle peut être mesurée quantitativement, par exemple via le coefficient de corrélation de Pearson (r), qui varie entre -1 (corrélation négative parfaite) et $+1$ (corrélation positive parfaite), avec 0 indiquant l'absence de corrélation.
- Elle peut être positive, (les variables augmentent ou diminuent ensemble, e.g., taille et poids chez les humains) ; négative (l'une augmente quand l'autre diminue, e.g., prix et demande pour un bien) ; ou nulle.
- Symétrie : La corrélation est bidirectionnelle ; on ne peut pas dire que A "cause" B simplement parce qu'ils sont corrélés.

Illustration

- Dans une étude, on observe **une corrélation positive entre la consommation de chocolat et le nombre de prix Nobel par pays.**
- Cela ne signifie pas que le chocolat rend intelligent, mais simplement que **ces deux variables covarient (varient ensemble).**

Qu'est-ce qu'une relation causale ?

- Une relation causale implique qu'une variable (la cause) influence directement l'autre (l'effet), en produisant un changement.
- Contrairement à la corrélation, elle requiert un mécanisme explicatif et n'est pas symétrique : la cause précède l'effet temporellement, et l'effet dépend de la cause.

Caractéristiques des relations causales

- **Temporalité** : La cause doit précéder l'effet (e.g., fumer précède le cancer du poumon).
- **Mécanisme** : Il y a un lien explicable (e.g., biologique, physique).
- **Indépendance** : La relation persiste même en contrôlant d'autres variables. Mise en évidence :
 - **Expériences contrôlées** : Randomiser les groupes (e.g., essais cliniques randomisés pour tester un médicament). Méthode : Groupe expérimental (exposé à la cause) vs. groupe contrôle (non exposé).
- Certains philosophes soulignent le lien entre certains conditionnels et la causalité : **lorsque A cause B, B ne se serait pas produit si A n'avait pas eu lieu.**
 - **Illustration** : **Corrélation entre baromètre bas et pluie. Contrefactuel** : "Si le baromètre n'était pas bas, pleuvrait-il quand même ?" **Réponse** : Oui, car la pression atmosphérique est la vraie cause.

Expériences contrôlées et contrefactuels

- Un groupe expérimental (avec la cause A) est comparé à un groupe contrôle (sans A).
- Le groupe contrôle simule le monde contrefactuel "si A n'avait pas eu lieu".
- Exemple : Dans un essai clinique, "Si le patient n'avait pas reçu le médicament, son état se serait-il amélioré ?" Cela met en évidence si le médicament cause la guérison.

Illustrations

- **Médical** : Causalité du vaccin contre la COVID. Contrefactuel : "Si cette personne n'avait pas été vaccinée, aurait-elle contracté la maladie ?" Mise en évidence via essais randomisés, où le groupe placebo représente le contrefactuel.
- **Philosophique/historique** : "Si Hitler n'était pas né, la Seconde Guerre mondiale aurait-elle eu lieu ?" Cela teste si sa naissance était une cause nécessaire (réponse : Probablement oui, mais avec des formes différentes – illustre la complexité des chaînes causales).
- **Quotidien** : "Si je n'avais pas freiné, l'accident se serait produit."

II Le concept de facteur de confusion

Définition

- Un facteur de confusion (ou variable confondante) est une variable tierce, non mesurée ou non contrôlée, qui influence à la fois la variable indépendante (supposée cause) et la variable dépendante (effet observé).
- Elle crée une corrélation apparente entre les deux, sans lien causal direct.
- En termes philosophiques, cela illustre la difficulté (et le risque) des inférences à la meilleure explication.

Pourquoi cela rend-il difficile les inférences causales ?

- Les facteurs de confusion biaisent l'interprétation, menant à des conclusions erronées (e.g., faux positifs causaux).
- Sans contrôle, **on risque de confondre association et causation, ce qui est un piège classique en sciences sociales.**
- Exemple : Corrélation entre ventes de glaces et noyades. Facteur de confusion : la température estivale (augmente les deux).
Inférence erronée : "Les glaces causent les noyades."

Une inférence à la meilleure explication

- Prémisse : il existe un écart moyen de salaire, mesuré entre 22% et 15%, entre les hommes et les femmes
- Conclusion : les femmes sont discriminées dans le monde du travail ; à compétences et tâches identiques, elles sont rémunérées en moyenne 15,1% de moins en raison de ces discriminations

- Il s'agit d'une sorte d'inférence fréquemment avancée dans les sciences sociales contemporaines :
- on part de la description d'un **écart** (de salaire, de niveau social, de niveau d'études, de taux d'incarcération) entre différentes populations, et on explique l'existence de cet écart en postulant l'existence d'une **discrimination**
- par un argument abductif, on conclut à l'existence de la discrimination consciente ou non

Le problème

- Les arguments de cette sorte sont convaincants **uniquement si on s'assure qu'il n'existe pas d'autres explications, éventuellement meilleures, de l'existence de l'écart**
- Malheureusement les explications alternatives sont rarement prises en compte
- Cela rend ces arguments souvent peu convaincants.

Facteur de confusion 1

La durée du travail

- Le premier facteur explicatif des inégalités de salaires provient des différences de temps de travail.
- Plus d'une femme sur quatre travaille à temps partiel, ce qui n'est le cas que de moins de 10 % des hommes.
- Le salaire moyen réellement touché par les femmes est logiquement inférieur à celui des hommes.
- De plus, le temps de travail des hommes est accru par les heures supplémentaires qu'ils effectuent plus souvent que les femmes.

Facteur de confusion 2

Des métiers différents

- Les femmes et les hommes n'exercent pas les mêmes métiers.
- D'une part, les femmes occupent moins souvent des positions d'encadrement que les hommes.
- Elles sont ainsi moins nombreuses parmi les hauts salaires.
- D'autre part, même à catégorie sociale comparable, elles n'exercent pas dans les mêmes secteurs professionnels.
- Or, les métiers majoritairement exercés par les femmes sont aussi souvent les moins bien payés.

D'autres facteurs ?

- Si l'on retire l'effet de la profession exercée et du type d'employeur, les femmes gagnent en moyenne 3,8 % de moins que les hommes pour un même temps de travail et un poste comparable.
- Cet écart « toutes choses égales par ailleurs », comme disent les statisticiens, reste inexpliqué par l'Insee. Selon l'institut, il « ne peut s'interpréter comme une mesure de la discrimination salariale dans les entreprises ».
- Cet écart de 4 % s'explique en effet en partie par des facteurs non mesurés ici tels que les différences d'expérience professionnelle, d'ancienneté dans l'entreprise, de niveau de diplôme.
- Chacun de ces facteurs peuvent jouer en faveur ou en défaveur des femmes.

III Le paradoxe de Simpson

Définition

- Le paradoxe de Simpson (découvert par Edward Simpson en 1951) est un phénomène statistique où une tendance observée dans des sous-groupes distincts disparaît ou s'inverse quand ces groupes sont combinés en un ensemble global.
- Il est causé par un facteur de confusion qui varie entre les groupes, soulignant les dangers de l'agrégation non contrôlée.



Une université sexiste ?

- Supposons qu'une université imaginaire reçoive autant de dossiers de candidates que de candidats
- Que les dossiers des candidates soient de même qualité que ceux des candidats — le niveau académique des femmes est exactement identique à celui des hommes
- Enfin, que la répartition finale des étudiant(e)s retenu(e)s soit la suivante : 30% de femmes, 70% d'hommes

Explication par la discrimination

- Hypothèse explicative : le jugement des examinateurs est biaisé en faveur des hommes
- Seule cette hypothèse peut expliquer le fait observé==> abduction !
- C'est évident n'est-ce pas ?
- Et bien en fait pas tant que ça !

- Supposons que l'université propose plusieurs formations ...
- ... que les femmes demandent les formations les plus sélectives ...
- ... et que les hommes se contentent de formations moins sélectives
- Voici ce qu'on pourrait observer :

	Hommes acceptés	Hommes rejetés	Femmes acceptées	Femmes rejetées
Formation sélective	10	90	200	700
Formation peu sélective	700	200	90	10

- Au total, 710 hommes sont acceptés vs 290 femmes ; soit 71% hommes vs 29% de femmes
- Pourtant, les femmes sont préférées aux hommes dans les deux formations :
 - dans la formation sélective, 10% des candidats hommes sont retenus, mais 22% des candidates sont retenues
 - dans la formation peu sélective 77% des candidats sont retenus mais 90% des candidates

Conclusion

- une corrélation n'est qu'une covariation observable entre deux variables ; elle peut être réelle ou fallacieuse. Une relation causale, en revanche, affirme qu'une variable produit réellement l'autre. Pour passer légitimement de l'une à l'autre, il faut :
 - exclure les facteurs de confusion (variables tierces qui expliquent la covariation observée) ;
 - vérifier les conditions classiques (temporalité, mécanisme plausible, persistance après contrôle) ;
- Garder à l'esprit que, philosophiquement, **la causalité repose ultimement sur une dépendance contrefactuelle** : « si la cause n'avait pas eu lieu, l'effet ne se serait pas produit ».
- Le paradoxe de Simpson nous rappelle enfin qu'une tendance globale peut disparaître ou s'inverser dans les sous-groupes (et vice versa) : agréger ou désagréger les données sans réfléchir au facteur confondant sous-jacent conduit à des conclusions trompeuses.