

SOCIO 532.2  
STATISTIQUES & INFORMATIQUE APPLIQUÉES AUX  
SCIENCES SOCIALES

El Hadj Touré, Ph D. Sociologie  
Section de sociologie  
Université Gaston Berger de St-Louis

---

**Leçon 4**

**Introduction à l'analyse multivariée.  
Modèles de causalité**

16:19 1

1

---

---

---

---

---

---

---

---

**Au programme**

- Survol des concepts clés et des modèles de relations causales en analyse multivariée
  - Élaboration: de l'analyse bivariée à l'analyse multivariée
  - Les trois conditions de la causalité
  - Aperçu, illustration et schématisation des modèles (structures) de causalité usuelles en sciences sociales :
    - ✦ Convergence
    - ✦ Relation fallacieuse
    - ✦ Modération
  - Aperçu des techniques statistiques associées aux différents modèles de causalité

16:19 2

2

---

---

---

---

---

---

---

---

**De l'analyse bivariée à l'analyse multivariée**

**6 questions clés (Fox: 124)**

1. Y a-t-il une relation d'association entre 2 variables?
2. Quelle est l'intensité de cette relation?
3. Quelles sont la direction et la forme de la relation?
4. Si la relation existe dans l'échantillon, peut-on la généraliser à la population dont est tiré cet échantillon?
5. La relation entre 2 variables est-elle causale? Ou n'est-elle pas plutôt une relation fallacieuse engendrée par une quelconque variable antécédente tierce?
6. Y a-t-il des variables [modératrice ou convergente ou discriminante] qui agissent sur la relation bivariée?

16:19 3

3

---

---

---

---

---

---

---

---

**De l'analyse bivariée à l'analyse multivariée**

**Exemple illustratif 1**

- Le revenu est-il associé au sexe?

X Sexe  $\xrightarrow{Y = f(X)}$  Revenu Y

- Le revenu est-il associé au sexe, après avoir contrôlé pour l'effet de la scolarité et de la profession (à scolarités égales, à professions égales) ?

X Sexe  $\xrightarrow{\text{---}}$  Revenu Y

Z Scolarité  
Profession  $\xrightarrow{Y = f(X, Z_1, Z_2)}$

4

---

---

---

---

---

---

---

---

**De l'analyse bivariée à l'analyse multivariée**

**Exemple illustratif 2**

- Le QI est-il associé à l'ethnie chez les enfants?

X Ethnie  $\xrightarrow{Y = f(X)}$  Quotient intellectuel Y

- Le QI est-il associé à l'ethnie, après avoir contrôlé pour l'effet de variables sociologiques (à scolarités des parents égales, à revenus égaux, à occupations égales...)?

X Ethnie  $\xrightarrow{\text{---}}$  Quotient intellectuel Y

Z Scolarité, Revenu, Occupation,  
Patrimoine, Résidence, Nombre  
d'enfants...  $\xrightarrow{Y = f(X, Z_1, Z_2, Z_3, \dots)}$

5

---

---

---

---

---

---

---

---

**De l'analyse bivariée à l'analyse multivariée**

**Association vs Causalité**

- «Une relation statistique [entre deux variables] ne peut être interprétée, sans de grandes précautions [conditions], comme une relation causale» (Boudon, 2002)
- Une fois qu'une relation entre deux variables est établie, les chercheurs considèrent communément le rôle d'une troisième variable (Lazarsfeld, 1955)
- Contrairement à l'analyse bivariée qui permet d'établir une simple relation d'association, l'analyse multivariée permet d'interpréter une relation en termes de causalité

6

---

---

---

---

---

---

---

---

## Qu'est-ce que l'analyse causale?

### Conditions de la causalité

→ 3 conditions pour que X soit la cause de Y (Fox, 1999)

1. Le facteur présumé X survient avant l'effet présumé Y
  - Condition pouvant être résolue par la théorie, le bon sens, le devis
2. Les variables X et Y sont associées statistiquement
  - Les statistiques bivariées visent à vérifier cette condition
3. L'association stat. X-Y n'est pas due à une 3<sup>e</sup> variable
  - L'analyse comparative (expérimentale) et/ou l'analyse multivariée (corrélacionnelle) permettent de vérifier cette condition

→ Pour conclure de façon convaincante à un lien de causalité, il faut l'inscrire dans un raisonnement théorique

7

---

---

---

---

---

---

---

---

## Qu'est-ce que l'analyse causale?

### Démarches méthodologiques pour asseoir la causalité

1. Démarche expérimentale (expérimentation)

Films violents (VI manipulée) → comportements violents (VD)

- Groupe expérimental/groupe-contrôle
  - Randomisation= assignation aléatoire des sujets aux groupes expérimental (intervention) et contrôle (sans intervention)
  - Matching= assignation de caractéristiques identiques aux groupes
- Analyse comparative: comparer les deux groupes, tout en contrôlant expérimentalement les variables additionnelles, leur effet étant éliminé simultanément, implicitement
  - Contrôle efficace grâce à la randomisation ou au matching

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## Qu'est-ce que l'analyse causale?

### Démarches méthodologiques pour asseoir la causalité

2. Démarche corrélacionnelle (enquête par sondage)

Sexe (VI désignée) → Comportements violents (VD)  
Délinquance

- Élaboration
  - Procédure statistique qui consiste à introduire des variables-contrôle dans une relation bivariée
  - Variable-contrôle: variable que l'on contrôle, garde constante ou dont on tient compte des différences sous-jacentes
- Analyse multivariée: établir une relation entre deux variables en contrôlant statistiquement quelques variables tierces à la fois, leur effet étant éliminé progressivement
  - Contrôle moins efficace, mais possible grâce à l'élaboration

9

---

---

---

---

---

---

---

---

## Qu'est-ce que l'analyse causale?

### Analyse multivariée & analyse causale

- L'analyse dite « multivariée » permet surtout de répondre à des questions de recherche causales du genre:
  - « Toutes choses étant égales (après avoir neutralisé l'effet des variables-contrôle (VC) Z), la VI (X) a-t-elle un effet sur la VD (Y)? »
- L'analyse sociologique consiste à établir les structures de causalité sous-jacentes aux relations entre variables étudiées (Durkheim, cité par Boudon, 2002)
- Tacq (1997) identifie 8 structures de causalité sous-jacentes aux problèmes de recherche en sciences sociales

10

---

---

---

---

---

---

---

---

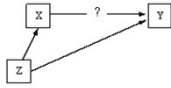
## Structures de causalité

Tacq (1997)

1. Structure de causalité bivariée



2. Causalité fallacieuse



3. Structure de causalité convergente



4. Structure de causalité discriminante



5. Structure de causalité interactive



11

---

---

---

---

---

---

---

---

## Structures de causalité

### Étapes & modèles

- Au moins trois étapes dans un processus d'élaboration
  1. Examen d'une relation d'association bivariée
  2. Ajout d'une variable additionnelle dans le modèle
  3. Diagnostic causal de l'élaboration
- Focus sur quatre modèles d'élaboration qui correspondent aux structures de causalité de Tacq (1997)
  - Convergence (structure de causalité convergente)
  - Relation fallacieuse (structure de causalité factice)
  - Modération (structure de causalité interactive)

16:19

12

12

---

---

---

---

---

---

---

---

### Structure de causalité bivariée (expérimentale)

Exemple d'un problème de recherche

- Dans le cas d'une «structure de causalité bivariée», la question est à l'effet de savoir si une VI manipulée expérimentalement a un effet sur une VD

- Toutes choses étant égales (en neutralisant implicitement les autres effets) le groupe ayant reçu le traitement (groupe expérimental) est plus susceptible de voir ses symptômes dépressifs diminuer que le groupe n'ayant pas reçu le traitement (groupe-contrôle)

13

---

---

---

---

---

---

---

---

### Structure de causalité bivariée (expérimentale)

Résultat de l'élaboration (diagnostic causal)

- Il y a causalité bivariée lorsqu'une VI manipulée (groupe expérimental/contrôle) est associée à une VD, les autres causes étant gardées constantes implicitement par la randomisation ou le matching (design expérimental)
- Il n'y a pas de causalité bivariée lorsqu'il n'y a pas d'effet de la VI manipulée sur la VD, une fois les autres causes neutralisées implicitement

→Comment asseoir l'efficacité d'une méthode d'enseignement innovatrice par rapport à une méthode traditionnelle (X) sur la performance des étudiants en stats sociales (Y)?

14

---

---

---

---

---

---

---

---

### Structure de causalité fallacieuse

Exemple d'un problème de recherche

- Pour une «structure de causalité fallacieuse», la question est de savoir si la VC (variable antécédente) explique l'effet de la VI sur la VD (Pourquoi?)

- La longueur des pieds chez les enfants (X) a un effet + sur leur performance en orthographe (Y). Mais cet effet disparaît lorsqu'on considère l'âge (Z), qui ainsi explique causalement la longueur des pieds et la performance

15

---

---

---

---

---

---

---

---

**Structure de causalité fallacieuse**

Résultat de l'élaboration (diagnostic causal)

- Il y a relation fallacieuse lorsque qu'une fois introduite dans le modèle, la variable antécédente annule | affaiblit la relation entre la VI et la VD: la VC explique ainsi en tout ou en partie la relation VI-VD (effet explicatif)
- Lorsque la présence de la VC antécédente n'annule pas ou reproduit tout simplement la relation entre la VI et la VD, il y a relation véritable entre la VI et la VD

→ Quelle variable-contrôle antécédente (Z) est susceptible d'expliquer causalement la relation fallacieuse entre la motivation (X) et la performance au travail (Y)?

16:19 16

16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Structure de causalité convergente**

Exemple d'un problème de recherche

- Dans le cas d'une « structure de causalité convergente », la question est de savoir si la VI et la VC agissent simultanément, directement sur la VD (Avec quoi?)

X<sub>1</sub>

Frustration scolaire

X<sub>2</sub>

Attachement parental

→

Délinquance (échelle) Y

- Toutes choses étant égales, la frustration scolaire (VI) et l'attachement parental (VC) convergent, influent de façon simultanée sur l'échelle de comportements délinquants chez les ados, leur effet étant additif

17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Structure de causalité convergente**

Résultat de l'élaboration (diagnostic causal)

- Il y a convergence lorsque l'effet de la VI s'ajoute à celui de la VC pour expliquer la VD quantitative (effet additif)
  - La VI et la VC convergent vers un point, la VD
  - La VI et la VC ont chacune un pouvoir explicatif propre, leur effet respectif s'additionnant pour expliquer la VD
- Il n'y a pas de convergence lorsque l'effet de la VI ou de la VC sur la VD est annulé en présence l'une de l'autre

→ Plusieurs variables additionnelles (Z) convergent avec le sexe (X) pour expliquer l'effet sur la détresse psychologique (Y)?

16:19 18

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Structure de causalité discriminante

Exemple d'un problème de recherche

- Dans le cas d'une « structure de causalité discriminante », la question est de savoir si la VI et la VC agissent pour influencer sur la VD qualitative (Avec quoi?)

```

    graph LR
      X1[Frustration scolaire] --> Y[Délinquance (1)  
Non-délinquance (0)]
      X2[Attachement parental] --> Y
  
```

- Toutes choses étant égales, la frustration scolaire (VI) et l'attachement parental (VC) discriminent, prédisent correctement le fait de présenter un comportement délinquant (1) plutôt que non (0) chez les ados

19

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Structure de causalité discriminante

Résultat de l'élaboration (diagnostic causal)

- Il y a discrimination lorsque l'effet de la VI s'ajoute à celui de la VC pour expliquer la VD qualitative (effet additif)
  - La VI et la VC discriminent entre les groupes de la VD
  - La VI et la VC ont chacune un pouvoir explicatif propre, leur effet respectif s'additionnant pour expliquer la VD qualitative
- Il n'y a pas de discrimination lorsque l'effet de la VI ou de la VC sur la VD qualitative est annulé l'une face à l'autre

→ Plusieurs variables (Z) agissent avec le sexe (X) pour discriminer le fait de voter ou non aux élections (Y) ?

20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Structure de causalité interactive

Exemple d'un problème de recherche

- Pour une modération ou « causalité interactive », l'enjeu est de savoir si l'effet de la VI sur la VD diffère selon les niveaux de la VC (var. modératrice) (À quelle condition?)

```

    graph LR
      subgraph Z [SSE]
        Z1[Élevé]
        Z2[Faible]
      end
      X1[Frustration scolaire] --> Y1[Délinquance échelle]
      X2[Frustration scolaire] --> Y2[Délinquance échelle]
      Z1 -.-> X1
      Z2 -.-> X2
  
```

- La frustration scolaire (X) a un effet sur la délinquance (Y) chez les ados. Toutefois, cet effet est modéré par le statut socioéconomique (Z): l'effet disparaît quand le SSE est élevé et persiste quand le SSE est faible

21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Structure de causalité interactive**

Résultat de l'élaboration (diagnostic causal)

- Il y a modération lorsque l'effet de la VI sur la VD se révèle | s'amplifie pour un niveau de la VC et disparaît | s'affaiblit pour l'autre niveau de la VC. La VC modère ainsi la relation VI-VD (effet modérateur | interactif)
- Il y a absence de modération lorsque l'effet de la VI sur la VD apparaît à l'intérieur de chacun des niveaux de la VC: l'effet existe peu importe la condition considérée

→ Selon quelle variable-contrôle modératrice (Z), la relation entre le chômage (X) et la détresse psychologique élevée (Y) est susceptible de différer causalement?

16:19 22

22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Structure de causalité**

Remue-méninges

→ Pour chaque situation, schématiser le diagnostic causal? (convergence, relation fallacieuse, médiation ou modération)

1. Il y a un lien entre la banqueroute (X) et le suicide (Y) chez les entrepreneurs
  - Mais lorsqu'on introduit l'âge Z (jeune, vieux), la relation disparaît
  - Pourtant, il y a relation entre Z et X (+entrepreneur vieux, +banqueroute) et entre Z et Y (+entrepreneur vieux, +suicide)
2. Il y a un lien entre le genre (X) et le revenu (Y)
  - Mais lorsqu'on introduit l'occupation Z (employé, autonome), la relation existe seulement chez les employés salariés

16:19 23

23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Structure de causalité**

Remue-méninges (suite)

→ Pour chaque situation, schématiser le diagnostic causal? (convergence, relation fallacieuse, médiation ou modération)

3. Il y a un lien entre le tabagisme (X) et le fait de présenter ou non un cancer du poumon (Y) chez les gens
  - Mais le statut socioéconomique (Z) agit avec le tabagisme pour influencer ensemble sur le fait de présenter ou non un cancer du poumon (Y)
4. Il y a un lien entre le genre (X) et la détresse (Y)
  - Mais le statut matrimonial (Z) agit simultanément avec le genre (X) pour influencer sur la détresse psychologique (Y)

16:19 24

24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Processus d'élaboration			
Tableau comparatif des modèles d'élaboration usuels			
Modèles d'élaboration	VI sur VD	Variable-contrôle	Résultat de l'élaboration
Convergence	Avec quoi?	Convergente	Effet additif
Relation fallacieuse  causalité factice	Pourquoi?	Antécédente  confondante	Effet fallacieux
Discrimination	Avec quoi?	Discriminante	Effet additif
Modération  causalité interactive	À quelle condition?	Modératrice  interactive	Effet modérateur
16:19			25

25

---

---

---

---

---

---

---

---

Processus d'élaboration
Remarques comparatives sur les modèles d'élaboration
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Les modèles multivariés aident à établir l'effet d'une VC ou + sur une relation bivariée entre une VI et une VD</li> <li>■ La plupart d'entre eux peuvent être estimés à l'aide des mêmes techniques statistiques: par ex. les régressions           <ul style="list-style-type: none"> <li>– En l'occurrence, les procédures statistiques d'élaboration ne font aucune distinction entre les modèles à variable antécédente et les modèles à variable intermédiaire (Fox, 1999: 308)</li> </ul> </li> <li>■ Toutefois, sur le plan conceptuel, ces modèles sont à différencier, notamment au regard de l'agencement de la VC dans la <u>chaîne causale</u> liant la VI à la VD</li> </ul>
16:19 <span style="float: right;">26</span>

26

---

---

---

---

---

---

---

---

Processus d'élaboration				
Classification des techniques statistiques				
Schèmes d'analyse de Tacq (1997)				
Type de relations	Causalité convergente	Causalité discriminante	Causalité fallacieuse	Causalité interactive
Dépendance entre var. quali.				Tabl. croisés multivariés/ chi-2
Lien avec une VD quanti.	Régression linéaire multiple		Corrélation partielle	
Appartenance à un groupe		Régression logistique multiple		
16:19				27

27

---

---

---

---

---

---

---

---

## Références bibliographiques

- Boudon, R. 2002. Les méthodes en sociologie, Paris : PUF, p.5-40.
- Fox, W. (1999). Statistiques sociales, Québec : Les Presses de l'Université Laval, Traduit de l'anglais et adapté par L.M. Imbeau.
- Tacq, J. 1997. "A Number of research Examples and their Basic Format". In Multivariate Analysis Techniques in Social Science: From Problem To Analysis, London: Sage, pp.8-30.

28

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tout prochainement

- Prochaine leçon
  - Analyse de tableaux multivariés
  - Lire Fox (1999 : 291-318)
- Au labo SPSS d'aujourd'hui
  - Préparer les données aux fins de l'analyse bi-multivariée
    - ❖ Calculer une nouvelle variable à partir d'autres variables (COMPUTE)
    - ❖ SÉLECTIONNER des observations et procéder à des analyses sur un groupe.
    - ❖ SCINDER un fichier et procéder à des analyses sur plusieurs groupes

16:19

29

29

---

---

---

---

---

---

---

---