

# Analyse causale de médiation multiple et application

Allan Jérôlon

Laboratoire de Mathématiques Appliquées de Paris 5 (MAP5), Université Paris Cité, Paris-France

**Introduction :** L'analyse de médiation causale est une méthode statistique permettant d'étudier les mécanismes définissant les relations entre trois entités, la première étant une cause, la deuxième une variable de réponse et la troisième un ensemble de variables intermédiaires, aussi appelés médiateurs. Cette approche est devenue populaire dans différents domaines tels que les biostatistiques, l'épidémiologie et les sciences sociales. Son objectif est de décomposer et quantifier l'effet total d'une cause  $T$  sur une variable de réponse  $Y$  en un effet direct et un effet indirect à travers le(s) médiateur(s)  $M_i$ . Dans un diagramme causal ainsi défini peuvent intervenir des covariables mesurées ou non ayant des effets sur les trois variables  $T$ ,  $Y$  et  $M_i$ .

**Méthode :** Quand plusieurs médiateurs sont impliqués dans le modèle de médiation, il y a trois cas possibles de relation entre ces médiateurs : 1) Les médiateurs sont indépendants conditionnellement au traitement et aux covariables mesurées. 2) Les médiateurs sont dépendants conditionnellement au traitement et aux covariables mesurées sans pour autant que l'un affecte l'autre. 3) Les médiateurs sont liés de façon causale, c'est-à-dire que l'un affecte l'autre.

Les contributions de mon travail [1] portent sur les deux premières configurations ([1]). Plus particulièrement, l'état de l'art pour l'estimation des effets indirects individuels des médiateurs est de faire plusieurs analyses de médiation simple en parallèle, un médiateur à la fois ([2]). Cette approche conduit à une estimation biaisée de l'effet direct et n'est pas justifiée dans la situation 2) car l'hypothèse nécessaire d'Ignorabilité Séquentielle n'est alors pas vérifiée.

Je propose de résoudre ce problème par l'estimation de la loi multivariée des médiateurs conditionnellement au traitement et décrit les nouvelles hypothèses sous lesquelles une telle approche est valide. Je développe une méthode d'estimation de l'effet direct et de tous les effets indirects individuels, en prenant en compte la corrélation entre les médiateurs.

**Résultats et Application :** J'ai validé ma méthode en montrant qu'empiriquement elle fournit une estimation non biaisée de l'effet direct et des effets indirects individuels tandis que les estimations obtenues en l'analyse des médiateurs simples parallèles sont biaisées. Enfin, l'approche proposée sera illustrée sur un jeu de données réel, pour quantifier les effets des tempéraments affectifs sur l'anorexie mentale [3]. L'ensemble de mes méthodes est implémenté et disponible sur GitHub (<https://github.com/AllanJe/multimediate>).

## Références:

- [1] Jérôlon Allan, Baglietto Laura, Birmelé Etienne, Alarcon Flora and Perduca Vittorio. "Causal mediation analysis in presence of multiple mediators uncausally related" *The International Journal of Biostatistics*, vol. 17, no. 2, 2021, pp. 191-221.
- [2] K. Imai, T. Yamamoto. Identification and Sensitivity Analysis for Multiple Causal Mechanisms: Revisiting Evidence from Framing Experiments.
- [3] Jérôlon, A., Perduca, V., Delsedime, N. *et al.* Mediation models of anxiety and depression between temperament and drive for thinness and body dissatisfaction in anorexia nervosa. *Eat Weight Disord* (2022).