

Détecter les médiations longitudinales à l'aide
d'analyses transversales :
une étude sur l'impact de la spécification de
modèle sur la puissance statistique et le taux
d'erreur de type I

Pier-Olivier Caron¹

¹Université TÉLUQ

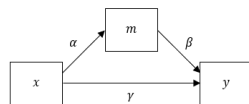
Présentation au colloque MQSH

le 9 juin 2023

Introduction

L'analyse de médiation simple

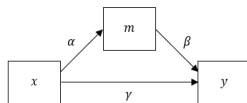
Analyse statistique privilégiée pour découvrir le lien entre deux variables (un prédicteur, x , et un indicateur, y) attribuée à une intermédiaire (médiateur, m).



L'analyse de médiation simple

Les paramètres :

- α , lien $x \rightarrow m$;
- β , lien $m \rightarrow y$;
- γ lien $x \rightarrow y$;
- $\alpha\beta$ est le lien d'intérêt.



L'analyse de médiation simple

Le temps joue un rôle fondamental dans l'étude des processus de médiation (Cain et al., 2018; Cole & Maxwell, 2003; Collins et al., 1998; Maxwell et al., 2011; Maxwell & Cole, 2007; Mitchell & Maxwell, 2013; O'Laughlin et al., 2018).

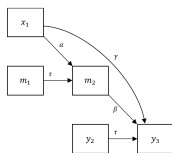
Les modèles longitudinaux constituent une voie privilégiée.

L'analyse de médiation longitudinale

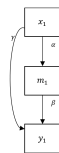
Une comparaison des modèles de médiation longitudinales et transversales

- modèles de médiation par panel à décalage croisé (CLPM)
- modèle de médiation transversale (CSM)
- il y en a plusieurs autres

(a) Cross-lagged panel mediation (CLPM)



(b) Cross-sectional mediation (CSM)



L'analyse de médiation longitudinale

Si les chercheurs appliqués recherchent une véritable médiation longitudinale, il faut utiliser un devis temporel.

Contrairement au CLPM, le CSM ne tient pas compte de l'effet du temps (ou de la séquence temporelle).

Problèmes

Le CSM ...

Est un modèle mal spécifié (*misspecified*) : il omet les trajectoires autorégressives et les variables antérieures.

Viole également deux hypothèses de l'analyse de médiation : l'ordre causal et l'absence de facteur de confusion non mesuré (Mackinnon, 2008).

Produit généralement des estimations biaisées (Gollob & Reichardt, 1987).

Problèmes

Toutefois, la plupart des études réalisées au cours des 30 dernières années sur les médiations ont plutôt utilisé un modèle transversal (Mitchell & Maxwell, 2013; O'Laughlin et al., 2018).

Problèmes

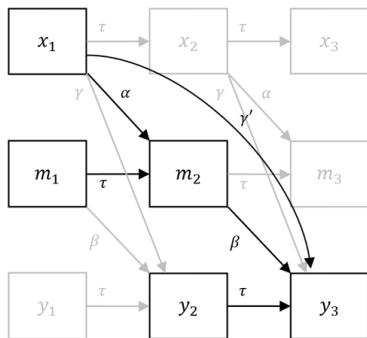
En prenant nos précautions...

Même si les phénomènes se produisent au fil du temps, les modèles longitudinaux et transversaux sont étroitement liés.

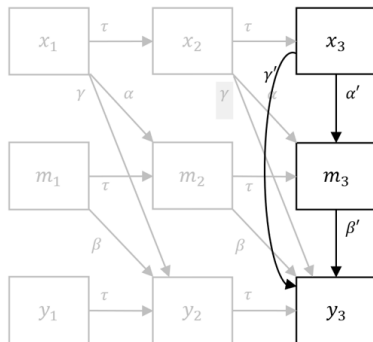


Modèles

(a) Cross-lagged panel mediation (CLPM)



(b) Cross-sectional mediation (CSM)



Objectifs

Évaluer le taux d'erreur de type I, la puissance et le biais du CLPM et du CSM dans le cadre d'un véritable modèle CLPM, ainsi que leur concordance sur un même jeu de données.

Questions

Peut-on utiliser une CSM pour détecter un effet indirect longitudinal ?

Y a-t-il une différence dans le taux d'erreur de type I entre le CSM et le CLPM ?

Quel est le biais de CSM par rapport au CLPM ?

Le CSM et le CLPM s'accordent-elles sur l'effet indirect dans le même jeu de données ?

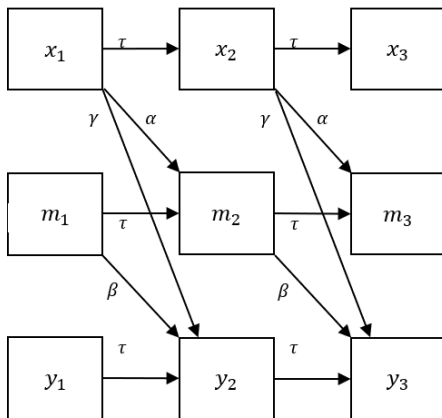
Méthode

Simulations

La simulation a été réalisée en **R** (R Core Team, 2022), est similaire à Caron (2019) et a pris plusieurs semaines.

Une partie du code pour l'analyse bootstrap et la génération des données se trouve dans Caron & Valois (2018) et Caron & Lemardelet (2021).

Génération de données



Paramètres

Table 1. Summary of parameters used in the simulation methods

Type I error rate	Values
γ	.00, .35, .70
τ	.00, .25, .50
$\alpha\beta$.00 ^a
α	.00, .30, .70
β	.00, .30, .70
Power	
γ^b	0%, 25%, 50% 75%
τ	.00, .30., 50, .70
$\alpha\beta$.09, .16, .25, .36, .49
α^c	$\sqrt{\alpha\beta}$
β^c	$\sqrt{\alpha\beta}$

Hypothèses fixées

Toutes les variables suivent une distribution gaussienne.

L'effet de x sur y est supposé se produire entre x_t et y_{t+1} , plutôt qu'entre x_t et y_{t+2} , c'est-à-dire avec un décalage d'une unité.

Tous les paramètres des trajectoires ont été fixés dans chaque scénario.

Les tailles d'échantillon, n , utilisées étaient de 50, 100, 150, 200 et 250 pour les deux catégories. **(50 et 250 est présenté en particulier)**

En tout, 485 scénarios différents ont été reproduits 5000 fois.

Résultats

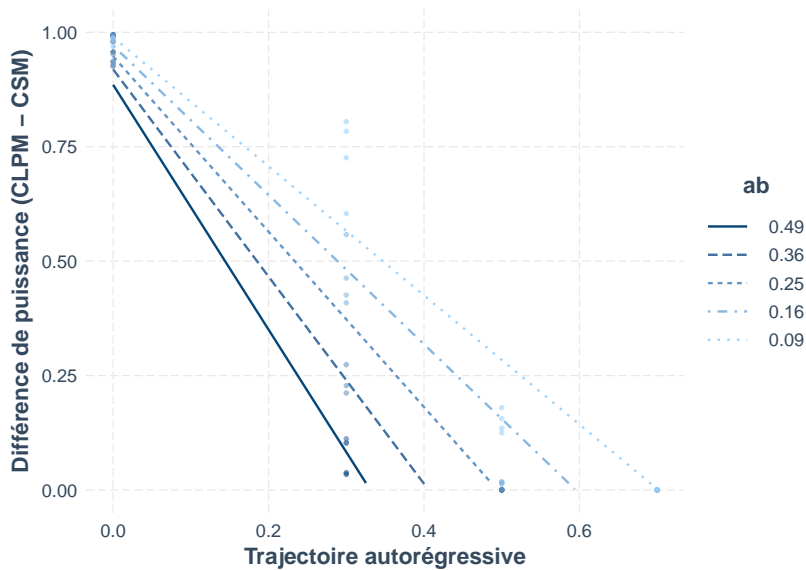
Prédire la différence de puissance (à $n = 250$)

```
##
## Call:
## lm(formula = diff ~ tau * ab * g, data = pow250)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.246846 -0.078524  0.007245  0.062178  0.227947
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  1.04013    0.08980  11.583 1.66e-15 ***
## tau         -1.25728    0.21119  -5.953 2.95e-07 ***
## ab          -0.35321    0.31155  -1.134  0.2626
## g           -0.09165    0.20859  -0.439  0.6624
## tau:ab      -1.71245    0.83625  -2.048  0.0461 *
## tau:g       0.43653    0.52386   0.833  0.4088
## ab:g        0.30956    0.84552   0.366  0.7159
## tau:ab:g   -4.77931    2.70314  -1.768  0.0834 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.1243 on 48 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.926, Adjusted R-squared:  0.9152
## F-statistic: 85.81 on 7 and 48 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

->

-> -> -> -> -> -> -> -> ->

Interprétation de la double interaction

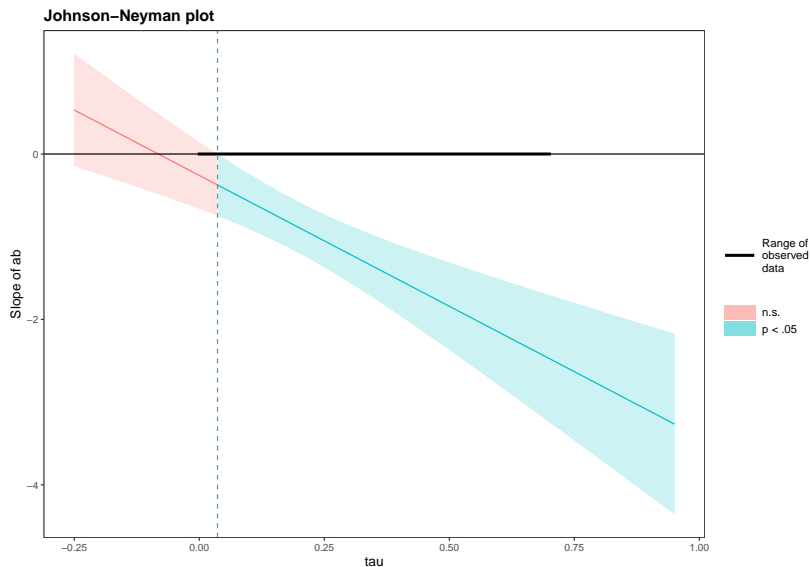


Interprétation de la double interaction

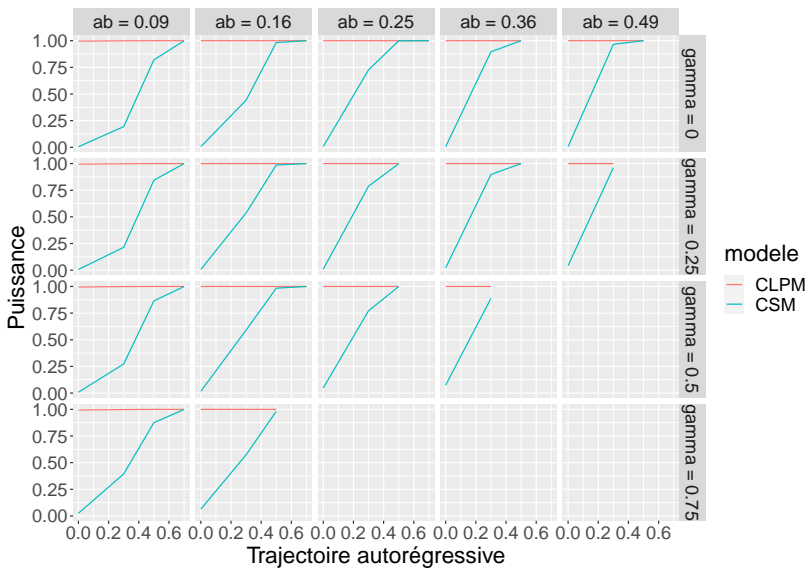
τ est nécessaire pour trouver un effet.

Plus facile de trouver une effet selon sa force $\alpha\beta$.

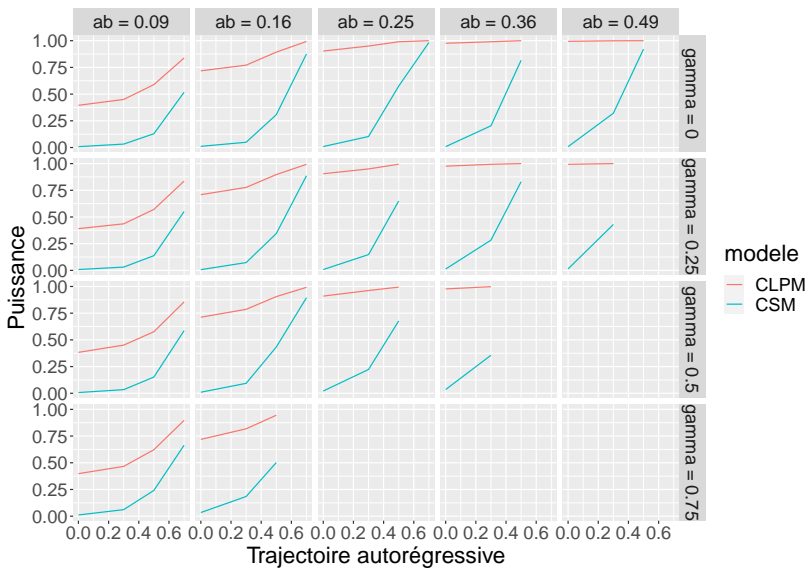
Interprétation de la double interaction



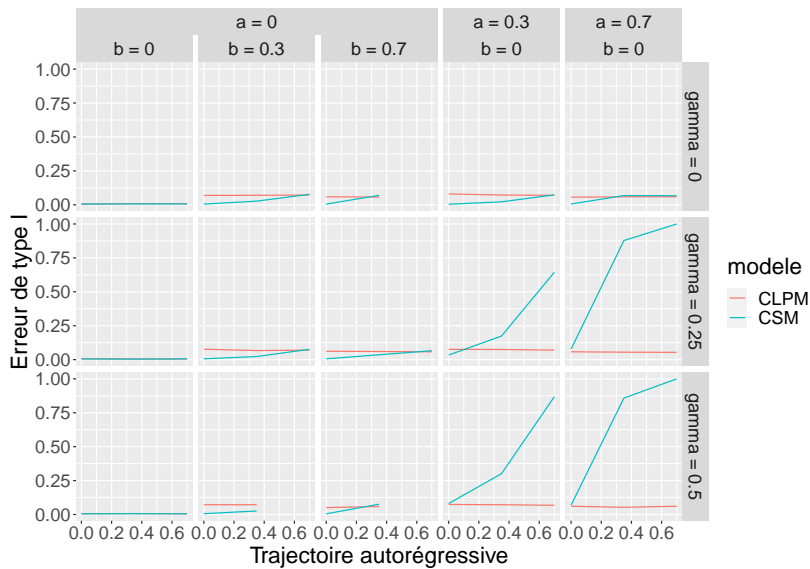
Puissance ($n = 250$)



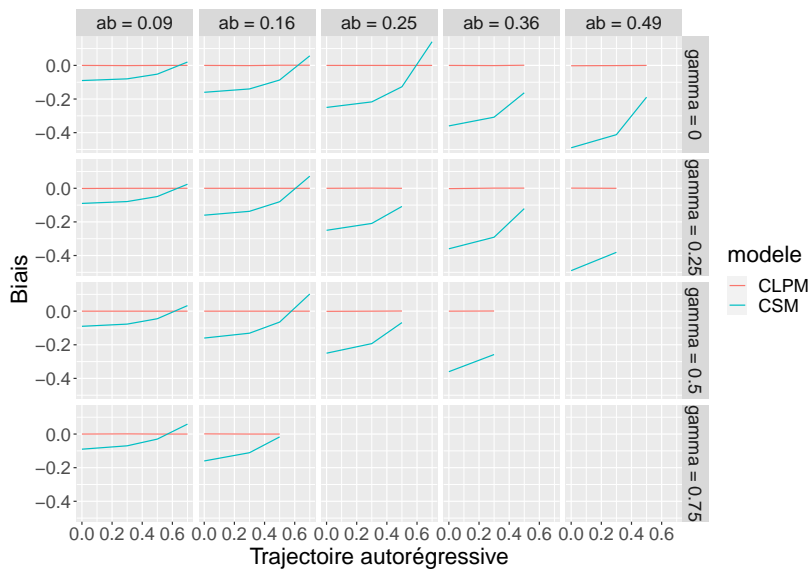
Puissance (= 50)



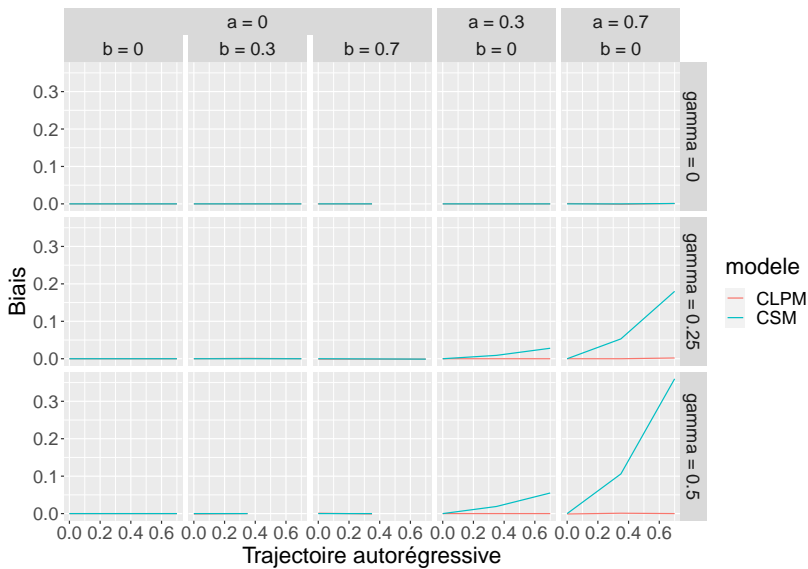
Erreur de type I



Biais ($\alpha\beta > 0$)



Biais ($\alpha\beta = 0$)



Discussion

Questions 1

Peut-on utiliser une CSM pour détecter un effet indirect longitudinal ?

Oui, lorsque les trajectoires autorégressives sont élevées. La puissance est acceptable

Questions 2

Y a-t-il une différence dans le taux d'erreur de type I entre la CSM et le CLPM ?

Oui, si les liens $\alpha, x_1 \rightarrow m_2$ et $\gamma, x_1 \rightarrow y_2$ sont non nuls. Les faux positifs augmentent.

Questions 3

Quel est le biais de CSM par rapport au CLPM ?

On s'attend à une surestimation pour les faux positifs et une sous estimation pour les vrais positifs.

Questions 4

Le CSM et le CLPM s'accordent-elles sur l'effet indirect dans le même jeu de données ?

Oui, lorsque les trajectoires autorégressives sont élevées. Ce sont les mêmes tendances que la puissance.

Limites

Le décalage temporel n'a pas été manipulé.

La stabilité temporelle (le τ des chemins autorégressifs) n'a pas été variée de façon différentielle entre les variables et les mesures temporelles.

Les paramètres α et β n'ont pas été indépendamment variés dans les conditions de puissance.

Conclusions

Devrait-on utiliser des médiations transversales pour détecter des médiations longitudinales?

NON!

Cela dit, le CSM peut être utilisée lorsque les ressources des chercheurs sont limitées, qu'il est impossible d'appliquer un modèle longitudinal ou qu'il s'agit d'une première étape exploratoire d'un programme de recherche.

Références I

- Cain, M. K., Zhang, Z., & Bergeman, C. S. (2018). Time and other considerations in mediation design. *Educational and Psychological Measurement, 78*(6), 952–972.
<https://doi.org/10.1177/0019164417743003>
- Caron, P.-O. (2019). A comparison of the type i error rates of three assessment methods for indirect effects [Journal Article]. *Journal of Statistical Computation and Simulation, 89*(8), 1343–1356. <https://doi.org/10.1080/00949655.2019.1577858>
- Caron, P.-O., & Lemardelet, L. (2021). The variance sum law and its implication for modelling. *The Quantitative Methods for Psychology, 17*(2), 80–85.
<https://doi.org/10.20982/tqmp.17.2.p080>

Références II

- Caron, P.-O., & Valois, P. (2018). A computational description of simple mediation analysis. *The Quantitative Methods for Psychology, 14*(2), 147–158.
<https://doi.org/10.20982/tqmp.14.2.p147>
- Cole, D. A., & Maxwell, S. E. (2003). Testing mediational models with longitudinal data : Questions and tips in the use of structural equation modeling. *Journal of Abnormal Psychology, 112*(4), 558–577.
<https://doi.org/10.1037/0021-843X.112.4.558>
- Collins, L. M., Graham, J. J., & Flaherty, B. P. (1998). An alternative framework for defining mediation. *Multivariate Behavioral Research, 33*(2), 295–312.
https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3302_5

Références III

- Gollob, H. F., & Reichardt, C. S. (1987). Taking account of time lags in causal models. *Child Development*, *58*(1), 80–92.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1987.tb03492.x>
- Mackinnon, D. P. (2008). *Introduction to statistical mediation analysis*. Erlbaum.
- Maxwell, S. E., & Cole, D. A. (2007). Bias in cross-sectional analyses of longitudinal mediation. *Psychological Methods*, *12*(1), 23–44. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.12.1.23>
- Maxwell, S. E., Cole, D. A., & Mitchell, M. A. (2011). Bias in cross-sectional analyses of longitudinal mediation : Partial and complete mediation under an autoregressive model. *Multivariate Behavioral Research*, *46*(5), 816–841.
<https://doi.org/10.1080/00273171.2011.606716>

Références IV

- Mitchell, M. A., & Maxwell, S. E. (2013). A comparison of the cross-sectional and sequential designs when assessing longitudinal mediation. *Multivariate Behavioral Research*, *48*(3), 301–339.
<https://doi.org/10.1080/00273171.2013.784696>
- O’Laughlin, K. D., Martin, M. J., & Ferrer, E. (2018). Cross-sectional analysis of longitudinal mediation processes. *Multivariate Behavioral Research*, *53*(3), 375–402.
<https://doi.org/10.1080/00273171.2018.1454822>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>