

# Introduction à l'analyse de médiation avec Mplus

**Pier-Olivier Caron**  
 Université TÉLUQ


Présentation à la SQRP 2019, Mont-Tremblant



2019-03-24

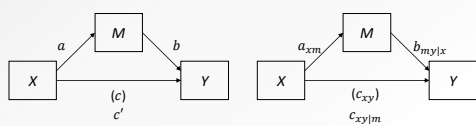
## Plan de présentation

- La médiation
- Tests d'inférences
  - Test de Sobel (multivariate delta method)
  - Technique de rééchantillonnage (bootstrap method)
- Analyses Mplus
  - Model indirect:
  - Model indirect: avec bootstrap
  - Model constraint:



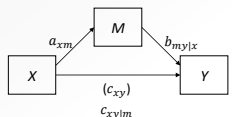
## La médiation

- Mesure l'effet entre une variable indépendante ( $X$ ) et dépendante ( $Y$ ) en tenant compte d'une variable médiatrice ( $M$ ) expliquant le lien indirect entre  $X$  et  $Y$



## La médiation

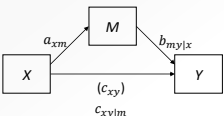
- Elle repose sur deux régressions
  - Étape 1
    - La trajectoire  $a_{xm}$ , entre  $X$  et la  $M$
  - Étape 2
    - La trajectoire  $b_{my|x}$ , entre la  $M$  et la  $Y$
    - La trajectoire  $c_{xy|m}$ , entre  $X$  et la  $Y$



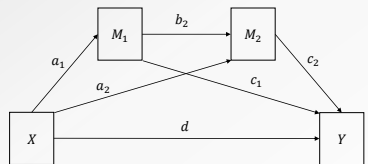
## La médiation

- Enfin
  - L'effet indirect  $a_{xm} \times b_{my|x}$ 
    - Si sig., alors il y a médiation
  - L'effet direct  $c_{xy|m}$
  - L'effet total  $c_{xy}$

$c_{xy|m} + a_{xm} \times b_{my|x} = c_{xy}$



## La médiation sérielle



## La médiation sérielle

- Effets indirects
  - L'effet indirect spécifique de  $M_1$ ,  $a_1c_1$
  - L'effet indirect spécifique de  $M_2$ ,  $a_2c_2$
  - L'effet indirect sériel de  $M_1$  et  $M_2$ ,  $a_1b_2c_2$
- Effet direct ( $d$ )
- Effet total ( $d'$ )

## Générer des données

### Code R

```
x = e_x
m1 = a1 * x + sqrt(1-a1^2) * e_m1
m2 = a2 * x + b2 * m1 + sqrt(1-(a2^2+b2^2+2*a2*b2*a1)) * e_m2
y1 = d * x + c1 * m1 + c2 * m2 + ...
sqrt(1-(d^2 + c1^2 + c2^2 + 2*d*c1*a1 + 2*d*c2*(a2+a1*b2) +
2*c1*c2*(b2+a1*a2))) * e_y
```

## Test de Sobel (ST)

- ST mesure directement l'effet indirect et l'erreur standard
- Un score  $z$  basé sur le quotient
  - Le produit de  $a_{xm}$  et  $b_{my|x}$
  - L'erreur standard du produit,  $SE = \sqrt{(a_{xm}^2 s_{my|x}^2 + b_{my|x}^2 s_{a_{xm}}^2)}$

## Technique de rééchantillonnage (BT)

- BT est un test reposant sur le rééchantillonnage
  - Sélectionner un sous échantillon avec remplacement
  - Calculer l'effet indirect
  - Répéter 5000 fois (ou plus) pour créer une distribution
  - Calculer les intervalles de confiance

## Comparaison des tests

- Le meilleur test est la technique de rééchantillonnage
  - Efficace avec de petits  $n$
  - Conceptuellement approprié
  - Plus puissant
  - Erreur de type I adéquate
  - Implémenter automatiquement (PROCESS), à spécifier dans MPLUS et R
- ST est conservateur
  - Manque de puissance

## MODEL INDIRECT:

## Analyse

- Model indirect:

```

TITLE: Analyse de médiation avec model indirect

DATA: file is data.dat;

VARIABLE:
names are id x m1 m2 y;
usevariable are x m1 m2 y;

ANALYSIS:

MODEL:
m1 ON x;
m2 ON x m1;
y ON x m1 m2;

model indirect:
y IND x;

OUTPUT: standardized;
    
```

## Résultats

```

MODEL FIT INFORMATION
Number of Free Parameters          12
Loglikelihood
ML Value                           -565.875
RI Value                           -565.875

Information Criteria
Akaike (AIC)                       1153.750
Bayesian (BIC)                     1191.957
Sample-size Adjusted BIC           1153.978
(St* = (n + 2) / 24)

Chi-Square Test of Model Fit
Value                               0.000
Degrees of Freedom                  0
P-Value                             0.000

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)
Estimate                           0.000
90 Percent C.I.:                   0.000 0.000
Probability RMSEA <= .05           0.000

CFI/TLI
CFI                                 1.000
TLI                                 1.000

Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model
Value                               157.287
Degrees of Freedom                  6
P-Value                             0.0000
    
```

## Résultats

STANDARDIZED MODEL RESULTS					
STDYX Standardization					
		Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
Y	ON				
	a	0.079	0.087	0.902	0.367
	c1	0.002	0.116	0.018	0.985
M2	ON				
	c2	0.305	0.104	2.944	0.003
M2	ON				
	a2	-0.045	0.067	-0.678	0.498
M1	ON				
	b2	0.714	0.052	13.648	0.000
M1	ON				
	a1	0.482	0.062	7.727	0.000
Intercepts					
M1		-0.084	0.071	-1.183	0.237
M2		-0.071	0.059	-1.186	0.232
Y		0.042	0.077	0.541	0.589
Residual Variances					
M1		0.767	0.080	13.736	0.000
M2		0.520	0.059	8.844	0.000
Y		0.885	0.049	18.139	0.000
R-SQUARE					
Observed Variable					
M1		0.233	0.060	3.863	0.000
M2		0.460	0.059	8.138	0.000
Y		0.115	0.049	2.351	0.019

## Résultats

STANDARDIZED TOTAL, TOTAL INDIRECT, SPECIFIC INDIRECT, AND DIRECT EFFECTS					
STDYX Standardization					
		Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
Effects from X to Y					
Total		0.079	0.079	1.000	0.317
Total indirect		0.002	0.048	1.922	0.055
Specific indirect					
Y					
M1		0.001	0.056	0.018	0.985
Y					
M2		-0.014	0.021	-0.660	0.509
Y					
M2					
M1		0.105	0.040	2.625	0.009
X					
Direct					
Y		0.079	0.087	0.902	0.367
X					

## Résultats

```

graph LR
    X -- ".482*" --> M1
    X -- "-.045" --> M2
    X -- ".079" --> Y
    M1 -- ".714*" --> M2
    M2 -- ".305*" --> Y
    M1 -- ".002" --> Y
    
```

- Les résultats montrent un effet indirect sériel de .107,  $p = .009$ , entre les variables X et Y par les variables médiatrices  $M_1$  et  $M_2$ .

## Résultats

```

graph LR
    x -- "-.500 (.074)" --> m1
    x -- "-.046 (.068)" --> m2
    x -- ".080 (.089)" --> y
    m1 -- ".698 (.065)" --> m2
    m1 -- "-.794 (.091)" --> y
    m2 -- ".307 (.107)" --> y
    m2 -- "-.513 (.059)" --> y
    y -- ".886 (.102)" --> y
    
```

# MODEL INDIRECT: (AVEC BOOTSTRAP)

## Analyse

- Model indirect: (avec bootstrap)

```
TITLE: Analyse de médiation avec model indirect
[...]
ANALYSIS:
bootstrap = 5000;

MODEL:
m1 on x;
m2 on x m1;
y on x m1 m2;

model indirect:
y IND x;

OUTPUT: standardized cinterval(bcbootstrap);
```

## Résultats

STANDARDIZED MODEL RESULTS

STDYX Standardization

	Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
<b>Effects from X to Y</b>				
Y	0.079	0.090	0.877	0.380
M1	0.000	0.121	0.018	0.986
M2	0.393	0.111	3.544	0.006
<b>Specific indirect</b>				
X	-0.045	0.055	-0.830	0.407
M1	-0.724	0.055	-13.000	0.000
<b>Intercepts</b>				
M1	0.482	0.062	7.807	0.000
X	-0.084	0.072	-1.179	0.238
M2	-0.071	0.061	-1.172	0.241
Y	0.042	0.080	0.524	0.600
<b>Residual Variances</b>				
M1	0.767	0.059	13.018	0.000
M2	0.520	0.062	8.405	0.000
Y	0.883	0.054	16.423	0.000

## Résultats

STANDARDIZED TOTAL, TOTAL INDIRECT, SPECIFIC INDIRECT, AND DIRECT EFFECTS

STDYX Standardization

	Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
<b>Effects from X to Y</b>				
Total	0.137	0.081	1.699	0.095
Total indirect	0.092	0.051	1.810	0.070
<b>Specific indirect</b>				
Y				
M1	0.001	0.059	0.017	0.986
X				
M2	-0.014	0.018	-0.781	0.435
Y				
M1				
X	0.105	0.042	2.487	0.013
<b>Direct</b>				
Y				
X	0.079	0.090	0.877	0.380

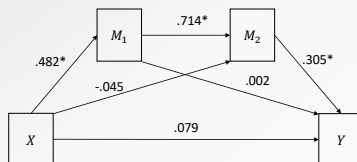
## Résultats

CONFIDENCE INTERVALS OF STANDARDIZED TOTAL, TOTAL INDIRECT, SPECIFIC INDIRECT, AND DIRECT EFFECTS

STDYX Standardization

	Lower .5%	Lower 2.5%	Lower 5%	Estimate	Upper 5%	Upper 2.5%	Upper .5%
<b>Effects from X to Y</b>							
Total	-0.048	0.010	0.036	0.137	0.304	0.326	0.376
Total indirect	-0.024	0.000	0.014	0.092	0.182	0.194	0.239
<b>Specific indirect</b>							
Y							
M1	-0.161	-0.115	-0.094	0.001	0.097	0.118	0.164
X							
M2	-0.073	-0.055	-0.048	-0.014	0.009	0.015	0.032
Y							
M1	0.010	0.030	0.044	0.105	0.144	0.200	0.236
X							
<b>Direct</b>							
Y							
X	-0.150	-0.093	-0.061	0.079	0.233	0.261	0.317

## Résultats



- Les résultats montrent un effet indirect sériel de .105 IC[.033 .200],  $p = .013$ , entre les variables X et Y par les variables médiatrices  $M_1$  et  $M_2$ .

## MODEL CONSTRAINT: (AVEC BOOTSTRAP)

## Analyse

- Model constraint: (avec bootstrap)

```
TITLE: Analyse de médiation avec model indirect
[...]

MODEL:
m1 ON x (a1);
m2 ON x (a2);
    m1 (b2);
y ON x (d);
    m1 (c1);
    m2 (c2);

model constraint:
new(alb2c2 a1c1 a2c2 total);
alb2c2 = a1*b2*c2;
a1c1 = a1*c1;
a2c2 = a2*c2;
total = alb2c2 + a1c1 + a2c2 + d;

[...]
```

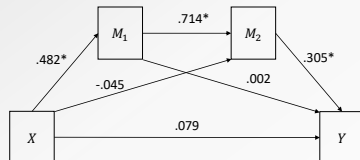
## Résultats

CONFIDENCE INTERVALS OF MODEL RESULTS							
		Lower .5%	Lower 2.5%	Estimate	Upper 5%	Upper 2.5%	Upper .5%
Y	OM						
	X	-0.163	-0.105	-0.072	0.080	0.229	0.297
	M1	-0.311	-0.227	-0.188	0.002	0.240	0.318
M2	OM						
	X	-0.185	-0.156	-0.137	-0.046	0.047	0.086
	M1	0.328	0.371	0.393	0.498	0.798	0.856
M1	OM						
	X	0.318	0.365	0.387	0.500	0.611	0.631
	M1						
Intercepts	M2	-0.276	-0.233	-0.210	-0.086	0.029	0.093
	M1	-0.216	-0.190	-0.170	-0.071	0.023	0.043
	Y	-0.164	-0.114	-0.087	-0.042	0.172	0.196
Residual Variances	M2	0.544	0.586	0.619	0.794	0.972	1.008
	M1	0.345	0.379	0.399	0.513	0.645	0.695
	Y	0.423	0.472	0.504	0.686	1.029	1.066
New/Additional Parameters	alb2c2	0.006	0.031	0.041	0.183	0.293	0.236
	a1c1	-0.162	-0.131	-0.098	-0.011	0.100	0.165
	a2c2	-0.065	-0.049	-0.043	-0.014	0.016	0.025
	total	-0.064	0.004	0.034	0.174	0.311	0.392

## Résultats

CONFIDENCE INTERVALS OF STANDARDIZED MODEL RESULTS							
		Lower .5%	Lower 2.5%	Estimate	Upper 5%	Upper 2.5%	Upper .5%
Y	OM						
	X	-0.159	-0.104	-0.071	0.079	0.223	0.291
	M1	-0.330	-0.236	-0.193	0.002	0.200	0.279
M2	OM						
	X	0.020	0.086	0.122	0.305	0.489	0.524
	M1						
M1	OM						
	X	-0.183	-0.153	-0.134	-0.045	0.046	0.065
	M1	0.558	0.597	0.619	0.714	0.796	0.812
Y	OM						
	X	0.311	0.356	0.376	0.482	0.581	0.594
	M1						
Intercepts	M2	-0.281	-0.231	-0.207	-0.084	0.029	0.049
	M1	-0.214	-0.190	-0.173	-0.071	0.023	0.045
	Y	-0.172	-0.115	-0.089	-0.042	0.173	0.199
Residual Variances	M2	0.605	0.647	0.663	0.767	0.859	0.873
	M1	0.371	0.402	0.419	0.520	0.623	0.663
	Y	0.712	0.749	0.770	0.885	0.946	0.957

## Résultats



- Les résultats montrent un effet indirect sériel (non-standardisé) de .107, IC[.030, .200],  $p = .013$  entre les variables X et Y par les variables médiatrices M1 et M2.
- Pour l'effet indirect standardisé :  $(.482)(.714)(.305) = .105$

## Références

- Caron, P.-O. (2018). *La modélisation par équations structurelles avec Mplus*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Caron, P.-O., & Valois, P. (2018). A computational description of simple mediation analysis. *The Quantitative Methods for Psychology, 14*, 147-158. doi: 10.20982/tqmp.14.2.p147
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation and conditional process analysis*. New York (NY): Guilford.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (1998-2017). *Mplus User's Guide, Eighth Edition*. Los Angeles (CA): Muthén & Muthén.