

# Les équations structurelles

---

Présentation pour le cours SOL6210, Analyse quantitative avancée

©Claire Durand, 2023



# Les équations structurelles

---

## Origine

- Les équations structurelles proviennent de trois “types” d’analyse
  - ▶ A) les analyses de cheminement (path analysis)
  - ▶ B) les analyses de variables latentes (analyses factorielles)
  - ▶ C) les analyses d’équations simultanées
- C’est la combinaison de ces trois *chemins* qui a mené aux équations structurelles:
  - ▶ Il s’agit d’une *analyse de cheminement*, comprenant habituellement de *multiples analyses simultanées* et utilisant des *variables latentes*.



# Les analyses par équations structurelles sont:

---

Selon Goodwin (1988)

- Un outil heuristique pour organiser et exprimer la pensée du chercheur concernant la nature attendue des relations entre les variables.
- Un outil permettant de produire des estimations empiriques des relations théoriquement postulées entre des construits.
- Une stratégie pour décider du modèle le plus approprié.



# La causalité

---

Quand on utilise des équations structurelles...

- On présume de l'existence de relations de causalité et donc répondant aux critères suivants:
  - ▶ Deux variables covarient.
  - ▶ Il y a un ordre (antécédent → conséquence) dans la relation.
  - ▶ On a écarté les autres causes possibles de l'effet.
  - ▶ L'explication de la chaîne de causalité est possible.



# L'importance de la théorie

---

- “Rien de plus pratique qu’une bonne théorie”.  
Kurt Lewin
- La complexité doit être modélisée.
- C’est la base des équations structurelles: on cherche à valider empiriquement un modèle théorique. Il faut donc
  - ▶ A) avoir élaboré le modèle théorique (model building)
  - ▶ B) être en mesure de le tester empiriquement (model testing)



# Concrètement,

---

## Les logiciels

- Les premiers logiciels spécifiques:
  - ▶ Lisrel de Joreskog et Sorbom (SSICentral);
  - ▶ EQS de Bentler
- Les procédures plus récentes, liées à des progiciels
  - ▶ Amos (module de SPSS)
  - ▶ STATA a une procédure d'équations structurelles avec interface graphique.
  - ▶ M plus, R.
- Mon préféré est Lisrel, celui que nous verrons dans le cours mais beaucoup de chercheurs utilisent M+.
- La plupart des logiciels permettent de récupérer les données provenant d'autres logiciels.



# Lisrel is greek to me (Hayduk)

---

- Dès le départ, on a utilisé les équations avec les lettres grecques (référant à la population), particulièrement dans Lisrel.

- Deux séries d'équations

- ▶ A) Le modèle de mesure (équivalent à l'analyse factorielle):

- ▶  $x = \lambda\xi + \delta$        $X = \text{lambd} \text{ ksi} + \text{delta}$

- ▶  $y = \lambda\eta + \varepsilon$        $Y = \text{lambd} \text{ eta} + \text{epsilon}$

- ▶ B) Le modèle de relation (équivalent à des régressions simultanées)

- ▶  $\eta = \beta\eta + \gamma\xi + \zeta$        $\text{Eta} = \text{beta eta} + \text{gamma ksi} + \text{zeta}$



# Quelques notions importantes

---

Dans Lisrel ou tout autre logiciel

- On fait la différence
  - ▶ Entre les variables mesurées ( $x_i, y_i$ )
  - ▶ Et les variables latentes ( $\xi(\text{ksi}), \eta(\text{eta})$ )
- Et on fait la différence
  - ▶ Entre les variables exogènes, les  $\xi$  (ksi), soit les variables qui ne sont pas influencées par aucune autre variable,
  - ▶ Et les variables endogènes, les  $\eta$  (eta), qui sont influencées par au moins une autre variable, qu'elle soit exogène ou endogène.



# Concrètement,...

---

## Les étapes

- D'abord, théorie, modèle élaboré avant la cueillette de données (pas toujours possible mais c'est l'idéal). On recueille les données en fonction du modèle.
- Après la collecte de données (avant l'analyse d'équations structurelles)
  - ▶ Statistiques descriptives univariées.
  - ▶ Modèle de mesure: statistiques descriptives multivariées (analyses factorielles exploratoires).
  - ▶ Analyses bi-variées et vérification d'hypothèses "simples" ( $\chi^2$ , tests F, etc.).
  - ▶ Régressions avec entrée séquentielle pour avoir une idée de "ce qui tient la route".
  - ▶ Élaboration du modèle à tester.



# Concrètement, ... suite

---

## Les étapes

- Une fois le modèle élaboré, on est prêt à le tester:
  - ▶ A) Faire produire la matrice de covariance ou de corrélation (habituellement nécessaire) et donc déterminer le type de matrice à analyser (peut varier selon le type de variable, le respect des postulats de normalité, etc.).
  - ▶ B) Déterminer les paramètres fixes et ceux à estimer, les équations, le programme (langage Simplis dans Lisrel).
  - ▶ C) Vérifier l'adéquation du modèle au moyen des divers indices d'ajustement et des indices de signification pour chaque paramètre.
  - ▶ D) Réviser le modèle si nécessaire en fonction des indices fournis par Lisrel ET de la théorie à l'origine du modèle.



# En conclusion,

---

- Les équations structurelles constituent un outil très intéressant puisqu'elles permettent de vérifier un ensemble de relations.
- Elles permettent entre autres de valider des modèles d'analyse factorielle en permettant la présence de variables complexes ou de facteurs de deuxième degré.
- Elles permettent de tester les effets de médiation de façon simultanée.
- On ne peut toutefois pas les utiliser à toutes les sauces. **On doit les garder pour une validation en fin de processus.**

