

# Causalité, modélisation

Philippe Carrère, UAG 2013

# Critères de causalité

1. Force de l'association
2. Association observée dans de multiples populations
3. Spécificité
4. Temporalité
5. Relation dose-effet
6. Plausibilité biologique
7. Cohérence avec les données scientifiques connues
8. Expérimentation (disparition de l'effet avec la disparition du facteur de risque)
9. Analogie

Hill AB. The environment and disease: association or causation? Proc. R. Soc. Med. 1965;58:295-300

# C'est à vous

Lequel de ces critères vous semble le plus important pour justifier une relation de causalité ?

# Modèles

- Modèle théorique de causalité  $\neq$  modèle statistique

- Exemple du baromètre et du temps

Pearl J. Causality: Models, Reasoning and Inference. Cambridge University Press 2009

- Modèle théorique : structure formalisée utilisée pour rendre compte d'un ensemble de phénomènes qui possèdent entre eux certaines relations
- Modèle statistique : représentation mathématique d'un phénomène physique, économique, humain... réalisée afin de pouvoir mieux étudier celui-ci

Librement tiré de Dubois MA. Modélisation en épidémiologie : objectifs et méthodes. Epidémiol et santé anim. 2005;47:1-13

# Modèles théoriques de causalité

- Représentation des hypothèses de causalité sous forme graphique
- Vision simplifiée de la complexité de la réalité

# Causalité

“Ultimately, the issue of deciding whether a given variable is an independent cause or is an intermediate step in a causal chain involving less proximate variables cannot be resolved by statistical methods alone. It needs to be addressed by specifically studying the pathways involved.”

Diez-Roux AV. Bringing context back into epidemiology: variables and fallacies in multilevel analysis. *Am J Public Health.* 1998;88:216-22

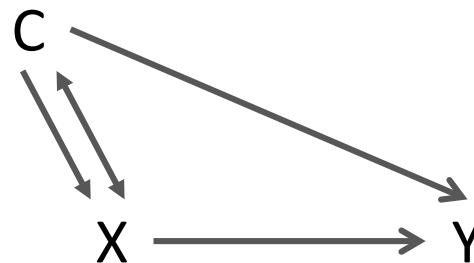
# C'est à vous

Représentez sous forme graphique les liens de causalité que vous pouvez suspecter entre les variables suivantes

- Alimentation hypercalorique
- Niveau d'éducation
- Hypertension
- Obésité
- Age
- Accident vasculaire cérébral

# Notion de confusion

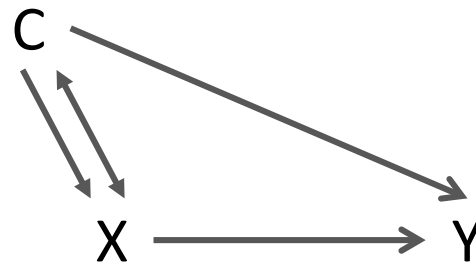
- Définition : un facteur C de confusion dans la relation causale existant entre une variable à expliquer Y et une variable explicative X est une variable explicative de Y associée à la variable X sans être conséquence de cette variable X





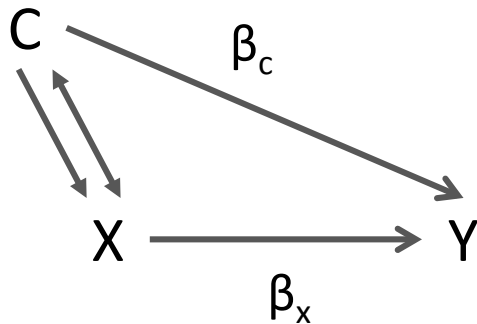
# C'est à vous

Dans la relation existant éventuellement entre obésité (X) et AVC (Y), citez une variable (C) pouvant jouer un rôle de facteur de confusion



# Notion de confusion

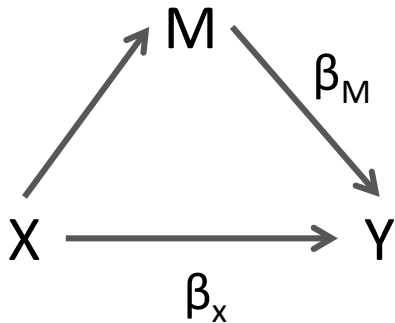
- Modèle théorique :



- Modèle statistique :
  - $E(Y) = \beta_0 + \beta_x X + \beta_c C$
  - $\beta_x$  est l'effet causal total de X sur Y

# Notion de médiation

- Modèle théorique :



- Modèle statistique :

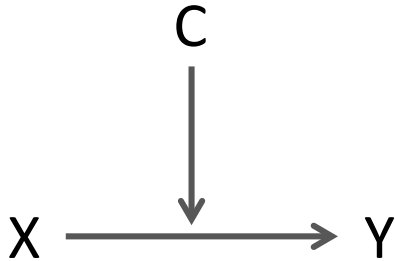
- $E(Y) = \beta_0 + \beta_x X + \beta_M M$
- $\beta_x$  est l'effet causal direct de X sur Y (différent de l'effet total de X sur Y)
- En dehors des hypothèses de causalité (modèle théorique), rien ne permet de distinguer les deux modèles statistiques

# C'est à vous

Dans la relation existant éventuellement entre obésité et AVC, citez une variable pouvant jouer un rôle de facteur de médiation

# Notion d'interaction

- Modèle théorique :



- Modèle statistique :

- $E(Y) = \beta_0 + \beta_x X + \beta_c C + \beta_i X * C$

- $E(Y|C=1) = \beta_{01} + \beta_{x1} X$

- $E(Y|C=2) = \beta_{02} + \beta_{x2} X$

- L'effet X sur Y varie selon C

# Causalité

“The idea of cause has become meaningless other than as a convenient designation for the point in the chain of event sequences at which intervention is most practical.”

Helman C. Culture, health and illness. Bristol: Wright, 1984

# Remerciements

Pr Thierry Lang

Dr Benoit Lepage

Département d'épidémiologie, faculté de médecine, université de Toulouse

Pr Mathieu Nacher

Département d'épidémiologie, faculté de médecine, université des Antilles et de la Guyane