

C H U | U V C
B R U G M A N N



Psychiatrie des networks

Nouvelle approche ontologique et statistique des
construits et troubles mentaux

Dr. Giovanni Briganti

Médecin PG en Psychiatrie

Unité d'épidémiologie CR2, ULB

Superviseur : Prof. Paul Linkowski

giovanni.briganti@hotmail.com

Pour télécharger la
présentation →



Pour en savoir plus (sous presse)



Une nouvelle approche ontologique et statistique des construits et troubles mentaux : introduction à la psychiatrie des "networks"

Giovanni Briganti, M.D.

Unité d'épidémiologie, biostatistique et recherche clinique
École de Santé Publique, Université libre de Bruxelles
Route de Lennik 808, 1070 Anderlecht
giovanni.briganti@hotmail.com

Paul Linkowski, M.D., Ph.D.

Unité d'épidémiologie, biostatistique et recherche clinique
École de Santé Publique, Université libre de Bruxelles
Route de Lennik 808, 1070 Anderlecht

Résumé

L'approche des "networks" connaît un succès de plus en plus important en psychiatrie et neurosciences computationnelles. Cette nouvelle méthodologie, issue de la translation de modèles de physique statistique en médecine, accorde une nouvelle vue ontologique sur les troubles mentaux, en les définissant comme des systèmes complexes émergeant de l'interconnexion entre différents symptômes. Cet article propose au clinicien une introduction tant théorique que méthodologique au potentiel dont dispose cette approche pour l'amélioration du diagnostic et traitement des maladies psychiatriques, en fournissant quelques exemples d'application explorée en recherche clinique.

Mots-clés networks · ontologie · biostatistique · psychométrie · psychiatrie

1 Introduction

Le mot "symptôme" est défini par le dictionnaire Larousse comme un "phénomène subjectif qui traduit les états morbides et qui est lié aux troubles fonctionnels ou lésionnels qui le déterminent". En pratique psychiatrique courante, les plaintes reportées par un patient au clinicien le prenant en charge ont été catégorisées comme "symptôme", définition exemplifiée dans les manuels diagnostiques de référence, tel l'ICD-10 ou le DSM-5. En médecine somatique, la présence d'un symptôme implique la présence d'une maladie sous-jacente, due à une étiologie uni- ou multi-factorielle identifiée le plus souvent.

En psychiatrie, cependant, le concept de "maladies mentales", bien qu'encore fort représenté dans le terrain médico-légal (nous pensons notamment à la loi belge du 26 juin 1990 relative à la mise en observation des *malades mentaux*), laisse progressivement la place au concept de "trouble mental", tel que décrit par le DSM-V (1) et faisant référence à un "syndrome". Le syndrome est à son tour défini comme un "ensemble de plusieurs symptômes ou signes en rapport avec un état pathologique donné et permettant, par leur groupement, d'orienter le diagnostic" : il s'agit dès lors d'un écosystème d'entités détectées par le clinicien ou déclarées à ce dernier ; cet écosystème porte un sens empirique, mais pour une raison inconnue. En effet, pour la plupart des pathologies psychiatriques, l'approche étiopathogénique classique utilisée en recherche médicale s'est révélée infructueuse (2) : en psychiatrie, nous pouvons rarement identifier une cause qui, complètement éliminée, fasse disparaître l'entiereté de la présentation symptomatologique du patient, tel l'effet qu'une administration d'antibiotique aurait sur une infection causée par un germe particulier.

Pourtant, la psychométrie classique (le champ commun à la psychiatrie et à la psychologie qui vise à mesurer les entités mentales, tant normales que pathologiques) dispose à ce jour d'une très large majorité d'outils

« Chérie, tu ne me comprends pas...
je suis bipolaire de première classe! »

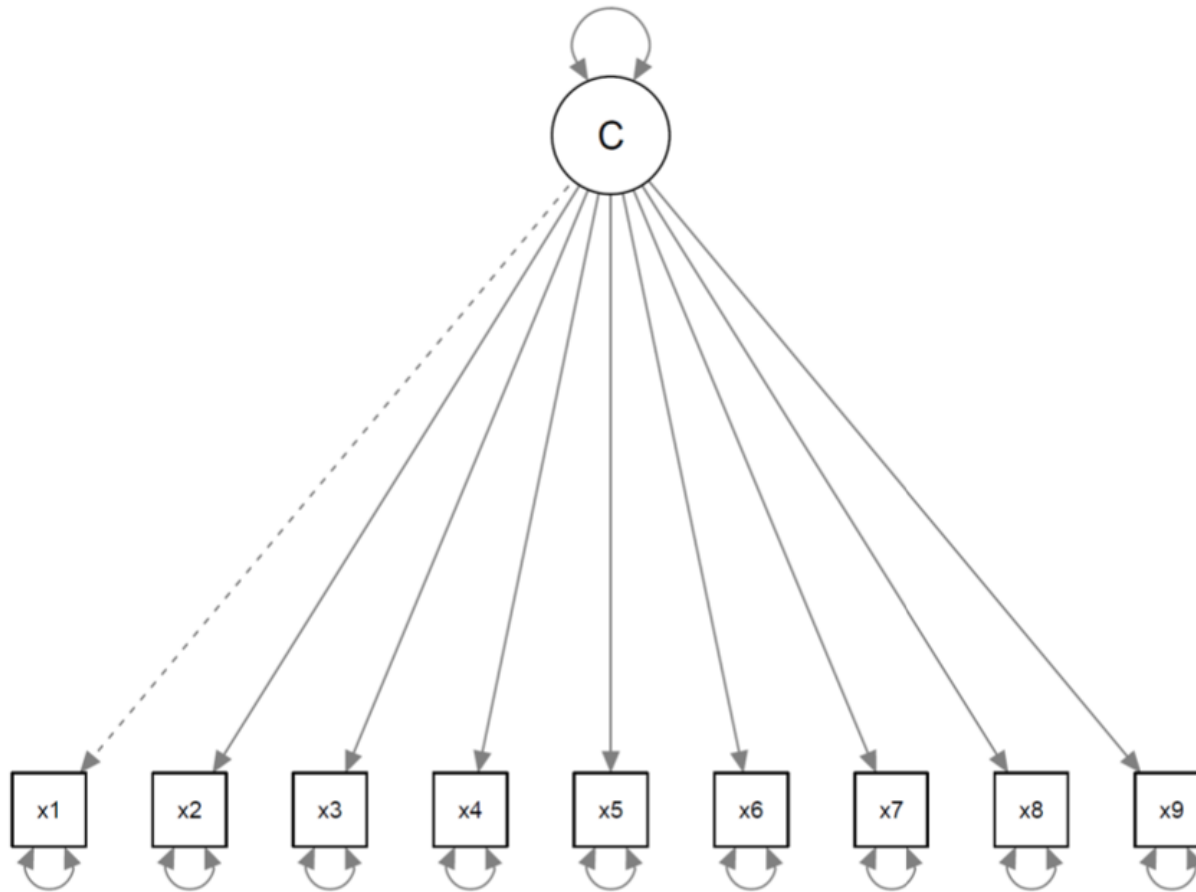
26 JUIN 1990. - Loi relative à la protection de la personne des malades mentaux
(NOTE : art. 3/1 modifié dans le futur par L [2019-03-10/03](#), art. 27; **En vigueur** : 01-01-2020)
(NOTE : Consultation des versions antérieures à partir du 26-07-1991 et mise à jour au 01-01-2020)

DIAGNOSTIC AND STATISTICAL
MANUAL OF
MENTAL DISORDERS

FIFTH EDITION

DSM-5™

« Je viens faire une prise de sang pour
savoir si je suis schizophrène »

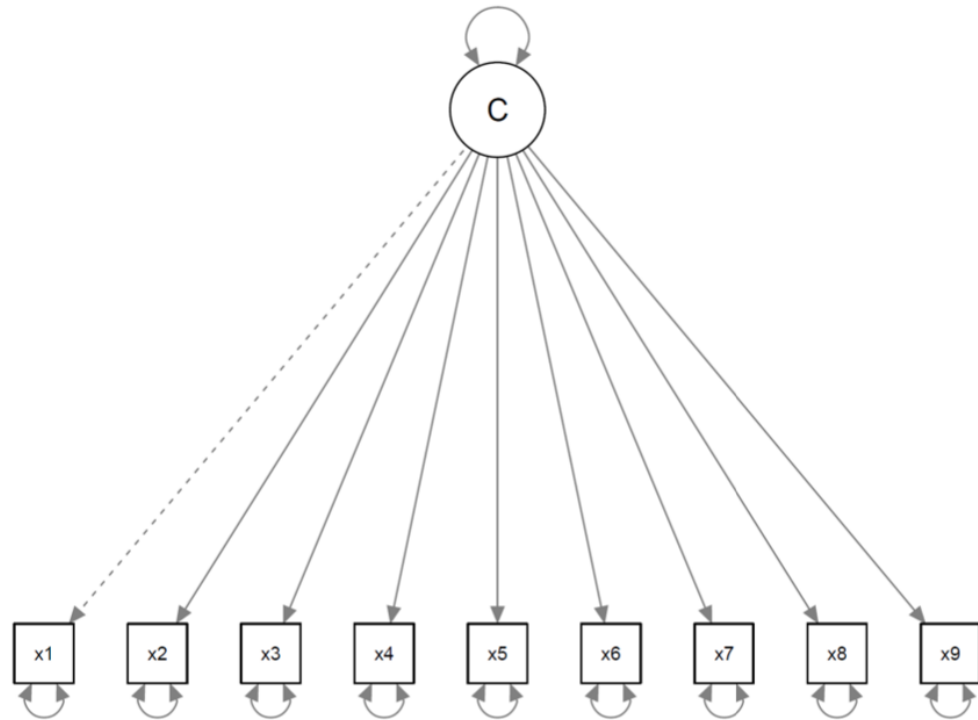


L'approche étiopathogénique
classique ne réussit pas en
psychiatrie

Pathogène → Infection
AB → Pathogène XXX Infection

La métrie dimensionnelle des construits et troubles mentaux

- 1 Construit
- N variables latentes



Voyons les choses autrement

Denny Borsboom, UvA

- Pas de cause centrale
- Symptômes psychiatriques se causent mutuellement

Ensemble des interactions entre symptômes est un système complexe = le trouble mental

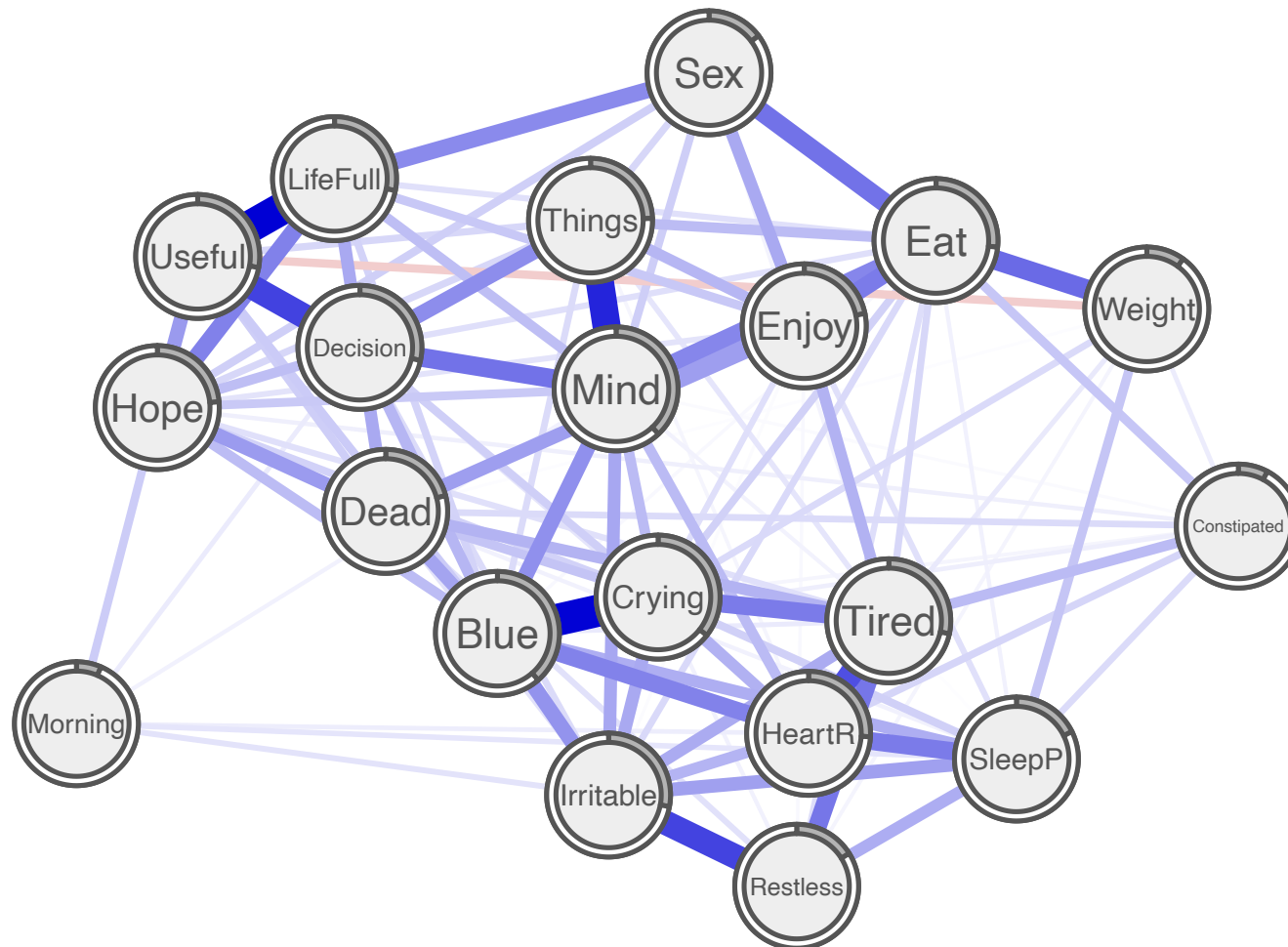
,

Théorie network des troubles mentaux

Applications +++ en 10 ans

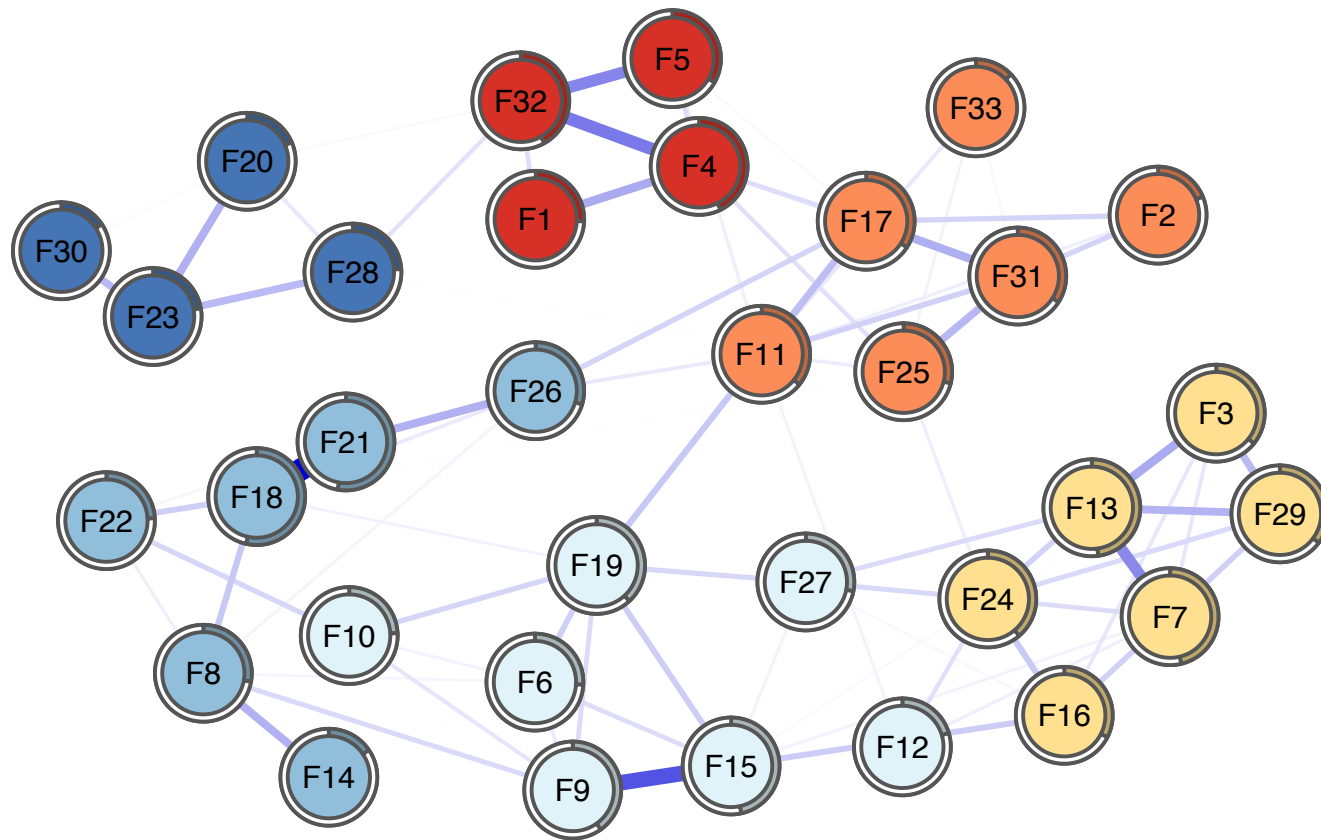
Structure network de la dépression - SDS

Briganti, Scutari & Linkowski, 2020 - Dépression



Structure network de la résilience – FH

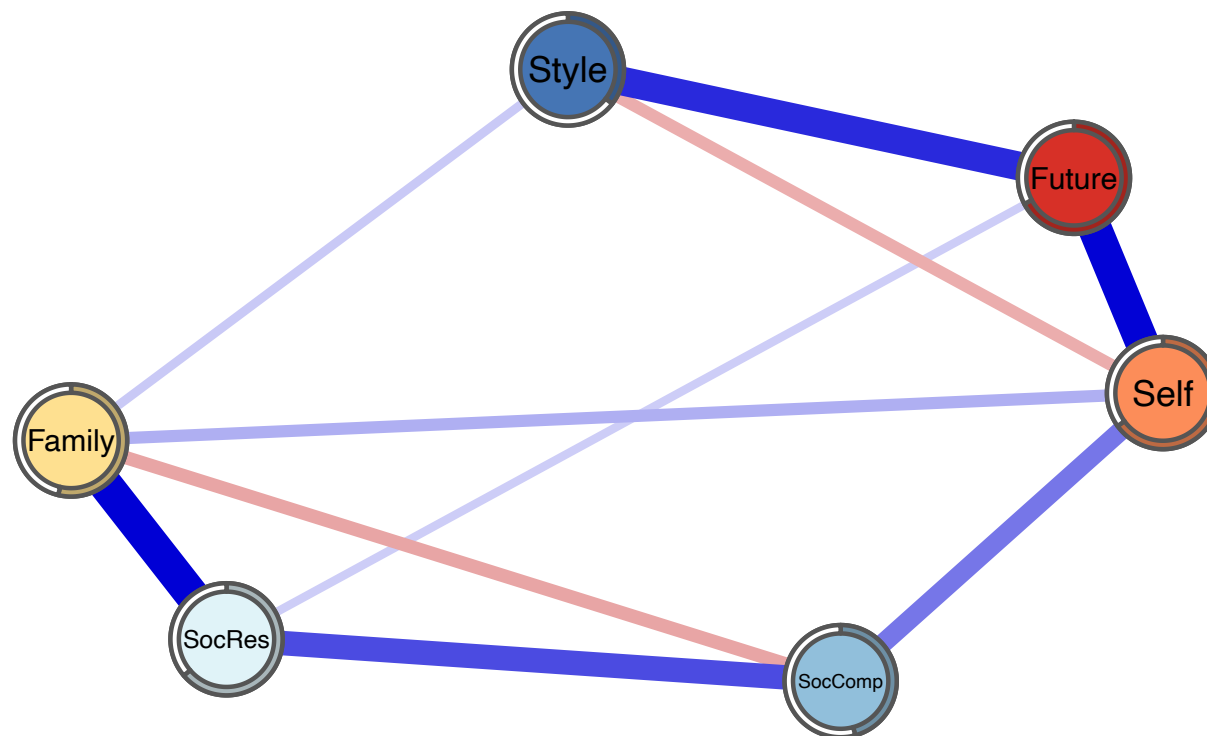
Briganti & Linkowski, 2019 - Résilience
Clustering des domaines – redondance?



Structure network de la résilience – FH

Briganti & Linkowski, 2019 - Résilience

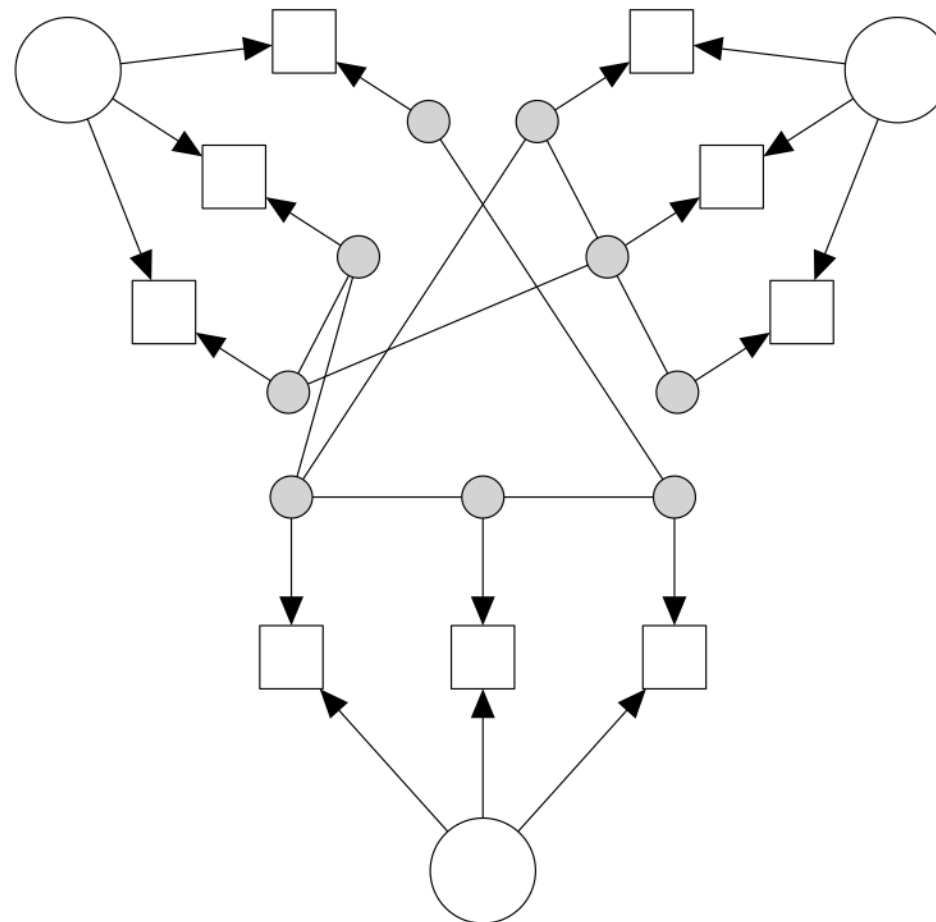
Networks de domaines



Peut-on combiner les deux?

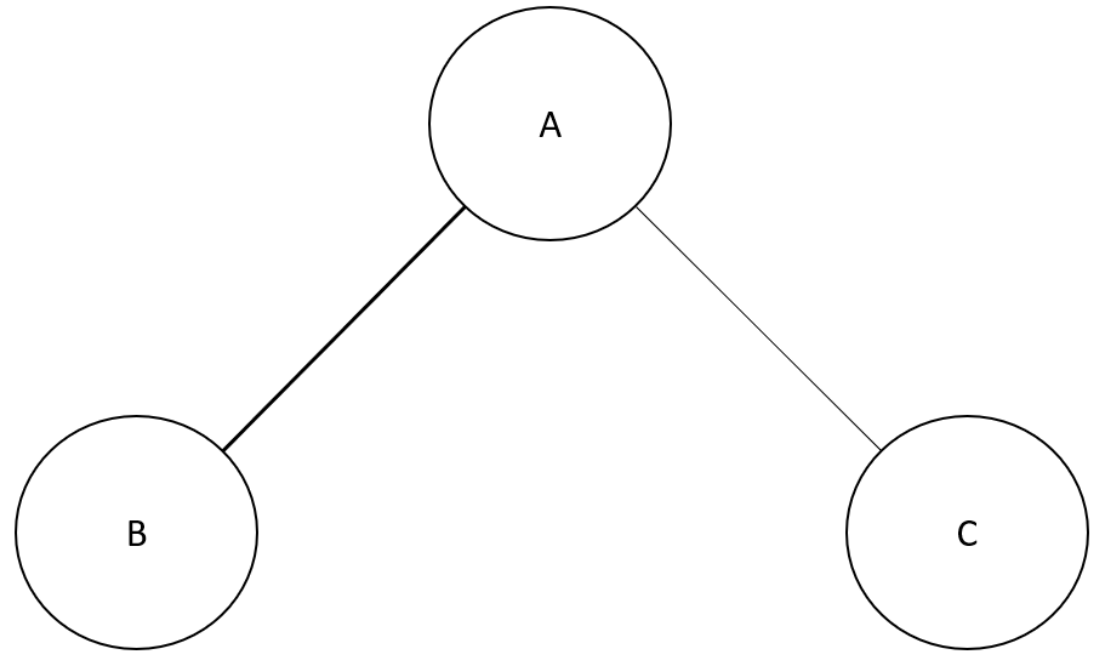
Approche Network Généralisée

(Epskamp, Rhemtulla & Borsboom 2016)



Que constitue un network?

- Nœuds
 - Gare
 - Amis Facebook
 - Région cerveau
 - Symptôme /
 - Construit
- Bords
 - Observés
 - Non observés (Test!)
- Complexité

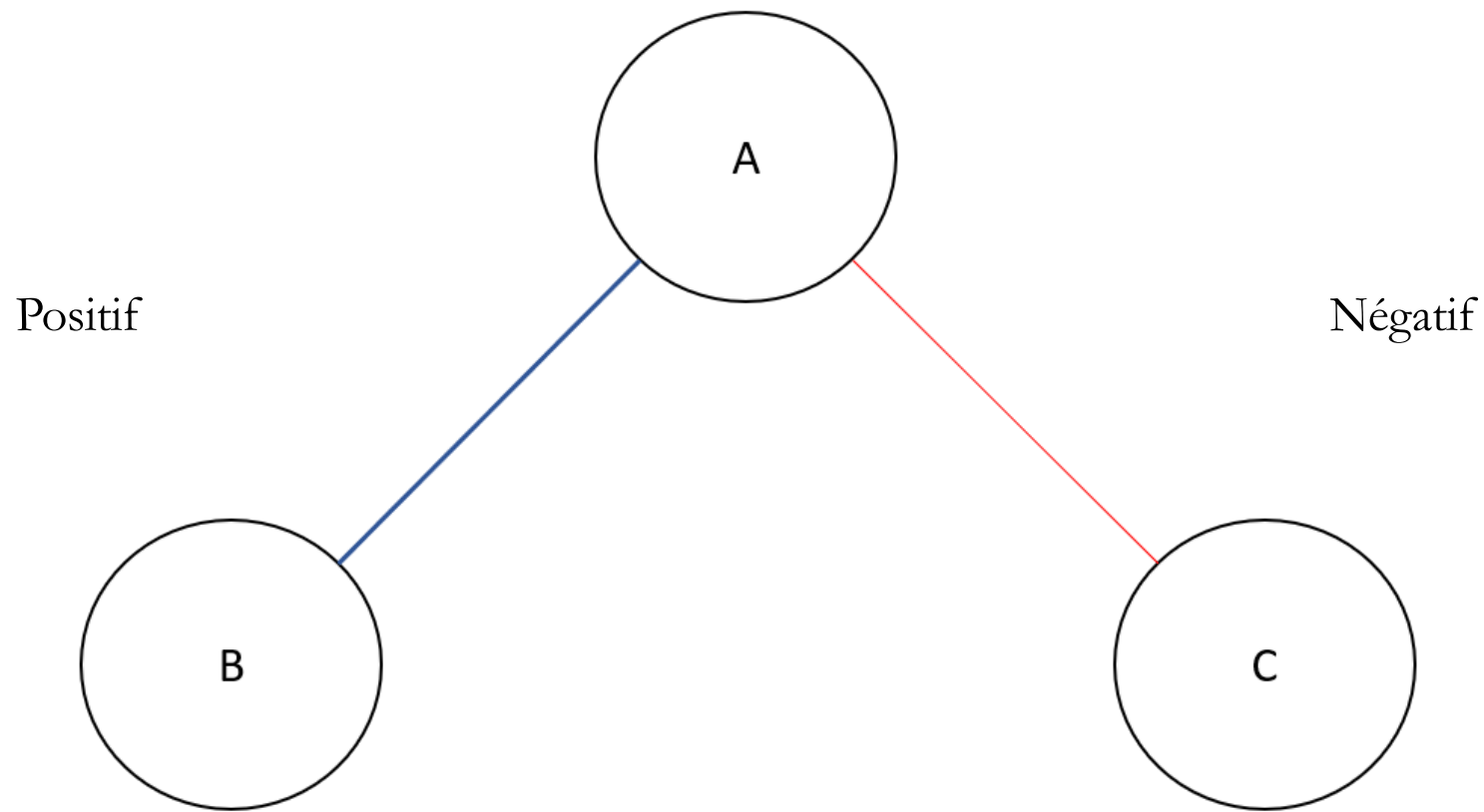


Complexité

- Network > somme des interactions
- n = nombre de nœuds
- k = nombre de bords maximum à partir d'un nœud
- « Boundaries »

$$2 \binom{n}{2} \sum_{i=0}^k \binom{n-1}{i} \frac{n^2 (n-1)^{k-1}}{(k-1)!}$$

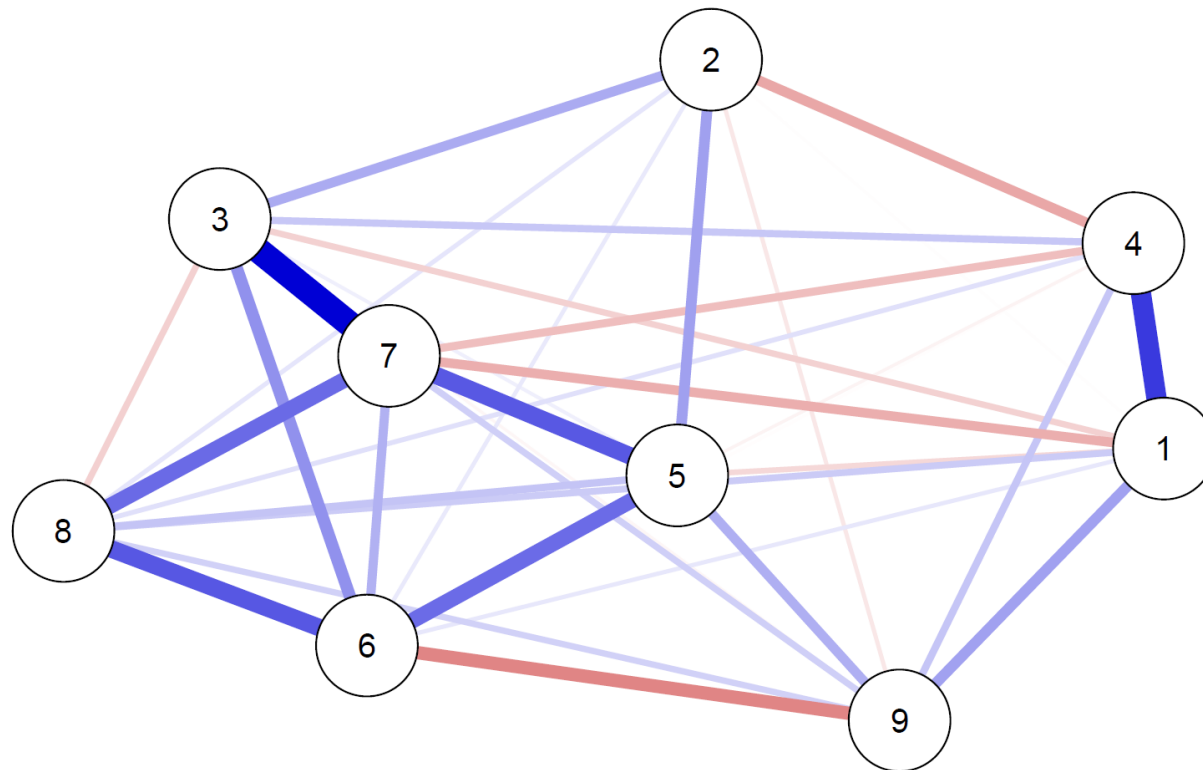
Network non dirigé, pondéré ou non pondéré



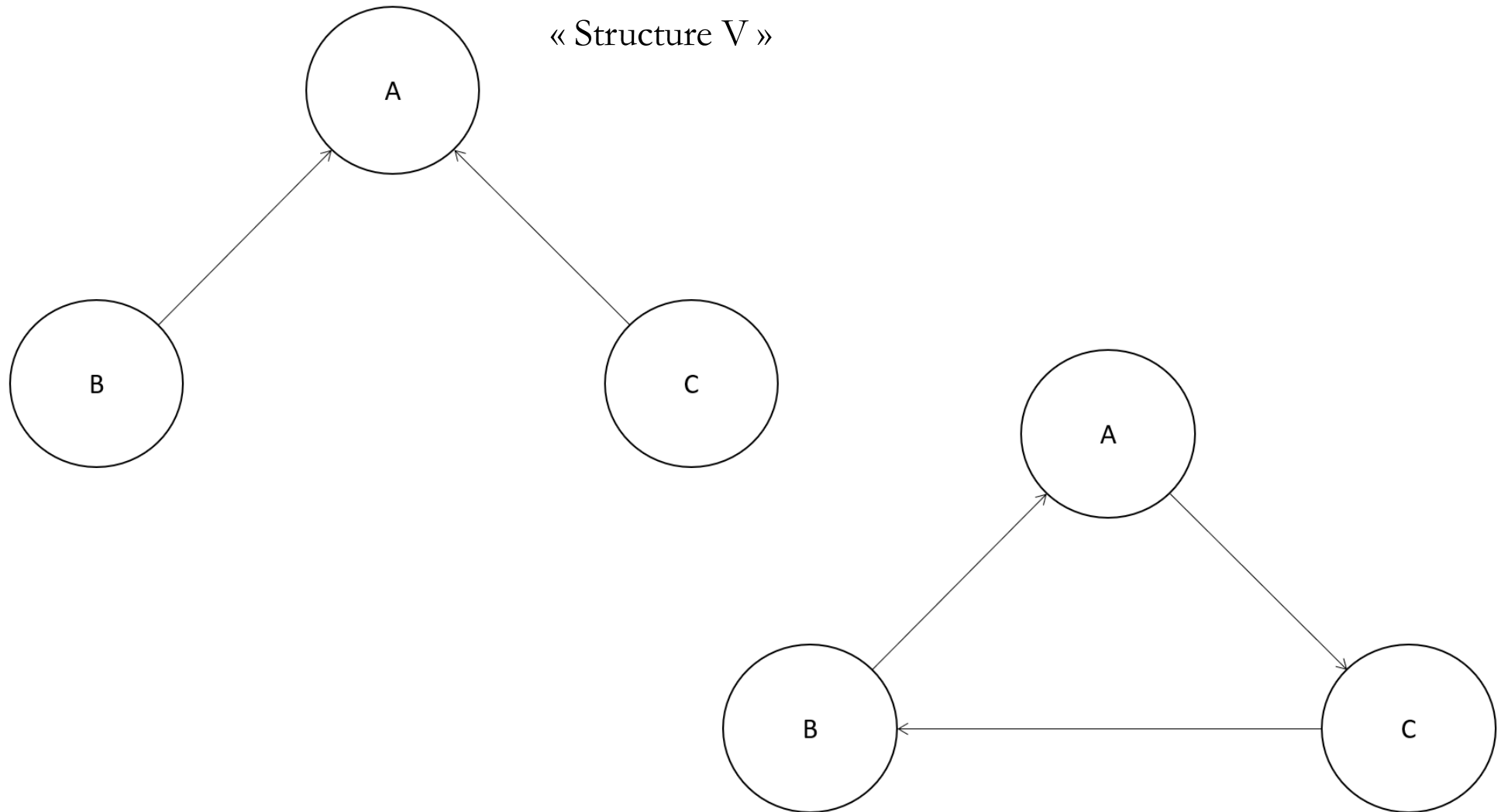
Le plus souvent → corrélations partielles

Network pondéré non dirigé

Intérêt en recherche clinique

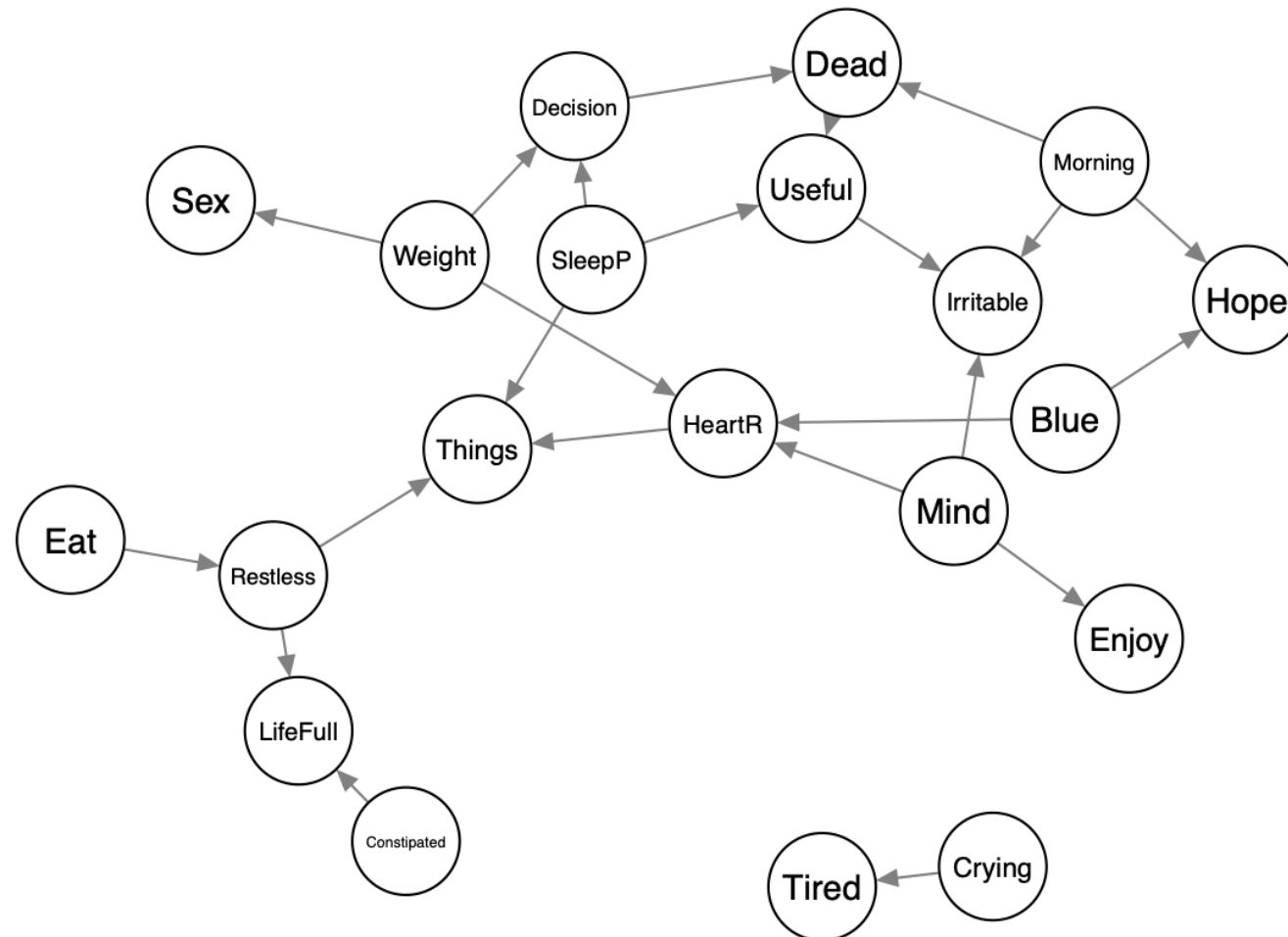


Network dirigé, cyclique ou acyclique (DAG)



Networks Bayésiens – application clinique

Briganti, Scutari & Linkowski (2020) - Dépression



**BIG
TROUBLE
AHEAD**



Tables de probabilité conditionnelle

Soient

- S = ensemble de nœuds du réseau
- x et y = vrai/faux, présent/absent
- V , W et Z = trois nœuds du réseau

Connaître la probabilité que, quand Z est égal à x , V est égal à y

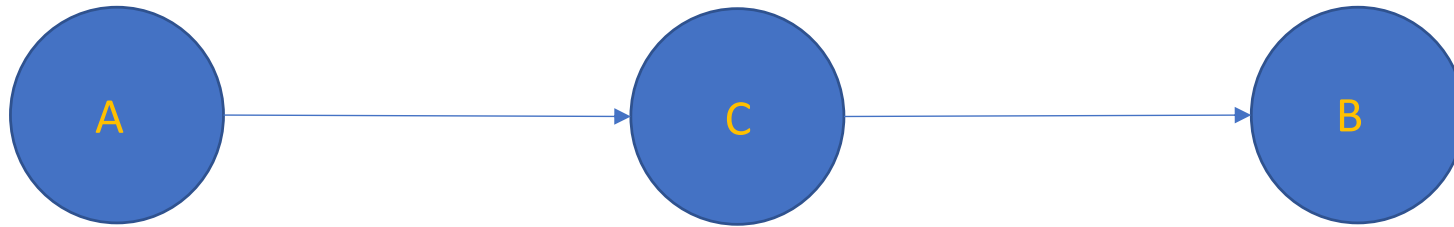
$$P(V = y | Z = x) = \frac{\sum_{W \in \{x, y\}} P(Z = x, W, V = y)}{\sum_{W, V \in \{x, y\}} P(Z = x, W, V)}$$

Répéter pour tous les nœuds du réseau et chaque valeur possible

Estimer un network psychiatrique

Dépendance et indépendance conditionnelle

$$(A \perp\!\!\!\perp B)|C \iff \Pr(A \cap B|C) = \Pr(A|C) \Pr(B|C)$$



- A et B sont indépendants conditionnellement (donné C) si et seulement si, donnée la connaissance de survenue de C, savoir que A survient ne donne aucune information quant à la vraisemblance de survenue de B, et savoir que B survient ne donne aucune information quant à la vraisemblance de survenue de A

D-Séparation – apprentissage structurel

- A, B et C appartiennent à une distribution normale multivariée
- Si A et B sont conditionnellement indépendants sur C, alors ils ne sont pas corrélés, corrélation partielle = 0
- Si C d-sépare A et B, alors C appartient à S, ensemble de nœuds appelés Couverture de Markov
- Si nous considérons 3 nœuds X Y Z qui forment une structure X-Y-Z

Est-ce que Z appartient à S_{xy} ?

Si pas, alors $X \rightarrow Z \leftarrow Y$ (structure V)

D-Séparation – apprentissage structurel

A et B sont bloqués par C si et seulement si

- A et B sont connectés par une chaîne et C est le nœud au milieu des trois
- A et B sont connectés par une cause commune à C
- A et B sont connectés par un effet commun et C n'est pas cet effet commun ni un des descendants de l'effet commun

Algorithme PC

- Ensemble de nœuds V : tous les nœuds dans le DAG C
- ***Adjacences*** (C, A) : ensemble de nœuds adjacents au nœud donné A
- Un nœud adjacent est un nœud qui partage un bord avec A
- L'algorithme PC met constamment à jour ***Adjacences*** $(C, A) \rightarrow C$ change toujours
- 1/ Former le graphique non dirigé C

D-separation - test

- 2/ Couple de variables X et Y adjacentes en C
- n = nombre donné de noeuds appartenant à V
 - n indique l'ordre d'indépendance conditionnelle (0 = ordre zéro, 1 = premier ordre, etc.)
 - Ensemble ***Adjacences*** $(C, X) \setminus \{Y\} \rightarrow \# > n$
- S est un sous-ensemble de ***Adjacences*** $(C, X) \setminus \{Y\} \rightarrow \# = n$
- Start à $n=0$, répéter jusqu'à $n+1$
- Si il y a ≥ 1 noeud en S qui d-sépare X et Y , effacer $X-Y$ et ajouter S à $Sepset(X, Y)$, et $Sepset(Y, X)$
- $Sepset()$ contient les sous-ensembles qui d-séparent des couples de variables dans le network
- Tous les sous-ensembles de noeuds sont donc testés pour d-séparation

Calcul et interprétation des corrélations partielles

- Données (n x p)
- Calcul matrice de covariance

$$\mathbf{K}_{\mathbf{X}\mathbf{X}} = \text{cov}[\mathbf{X}, \mathbf{X}] = \mathbf{E}\left[(\mathbf{X} - \mu_{\mathbf{X}})(\mathbf{X} - \mu_{\mathbf{X}})^T\right] = \mathbf{E}[\mathbf{X}\mathbf{X}^T] - \mu_{\mathbf{X}}\mu_{\mathbf{X}}^T$$

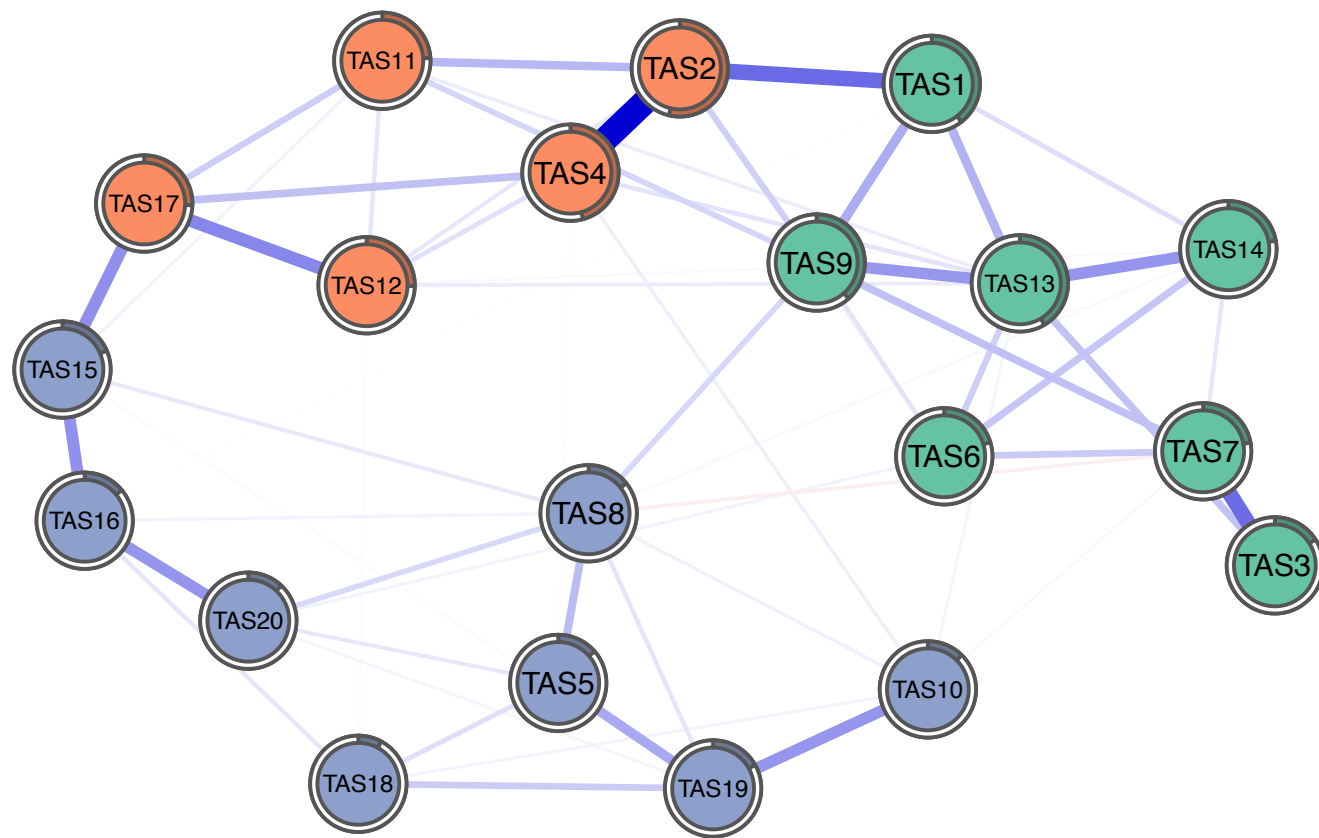
- L'inverse de la matrice de covariance est la matrice des corrélations partielles (ou matrice de **précision**)

$$\text{Cor}(Y_i, Y_j | Y_{-(i,j)}) = -\frac{\kappa_{ij}}{\sqrt{\kappa_{ii}}\sqrt{\kappa_{jj}}}$$

- Matrice de corrélations partielles = network
- Modèle Graphique Gaussien
- Interprétation : exemple *insomnie* et *fatigue*

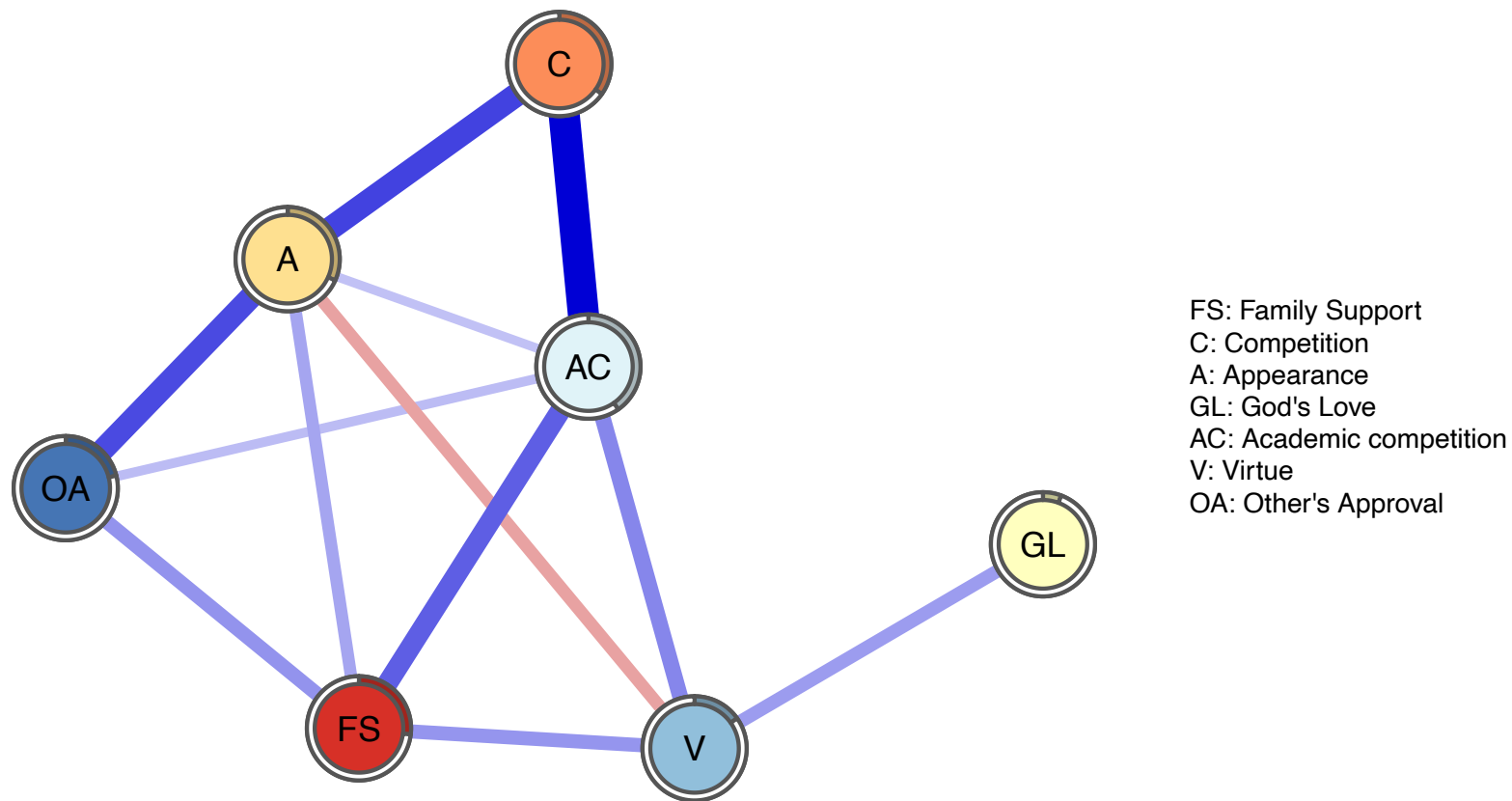
Corrélations partielles vs redondance

Briganti & Linkowski 2019 - *Alexithymie*



Absence de preuve \neq preuve d'absence

Briganti, Fried & Linkowski 2019 – Estime de soi



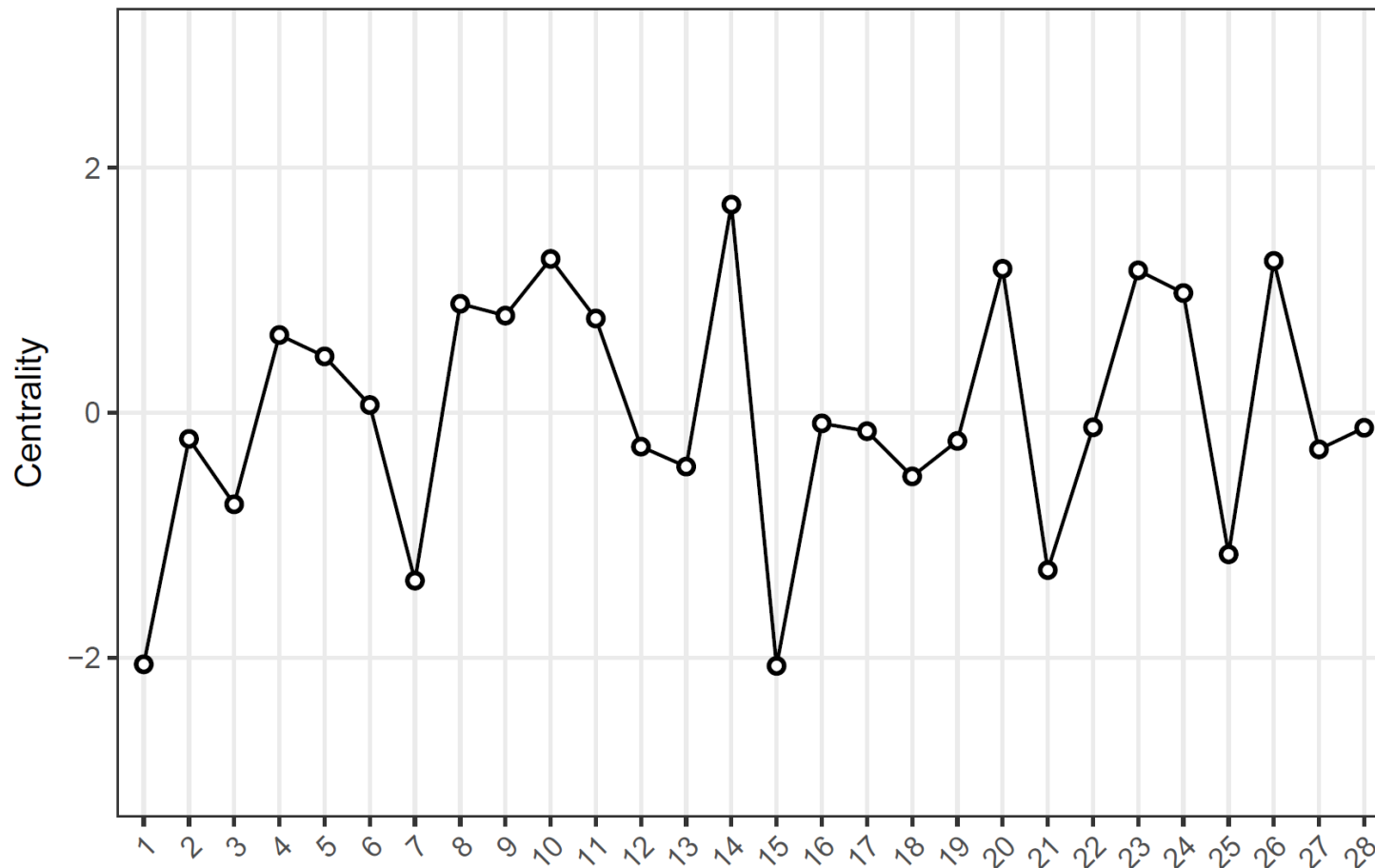
Inférence - Centralité

- Importance relative d'un symptôme
- Centralité force = la + utilisée (Opsahl et al 2010)

$$s_i = C_D^w(i) = \sum_j^N w_{ij}$$

Graphique de Centralité

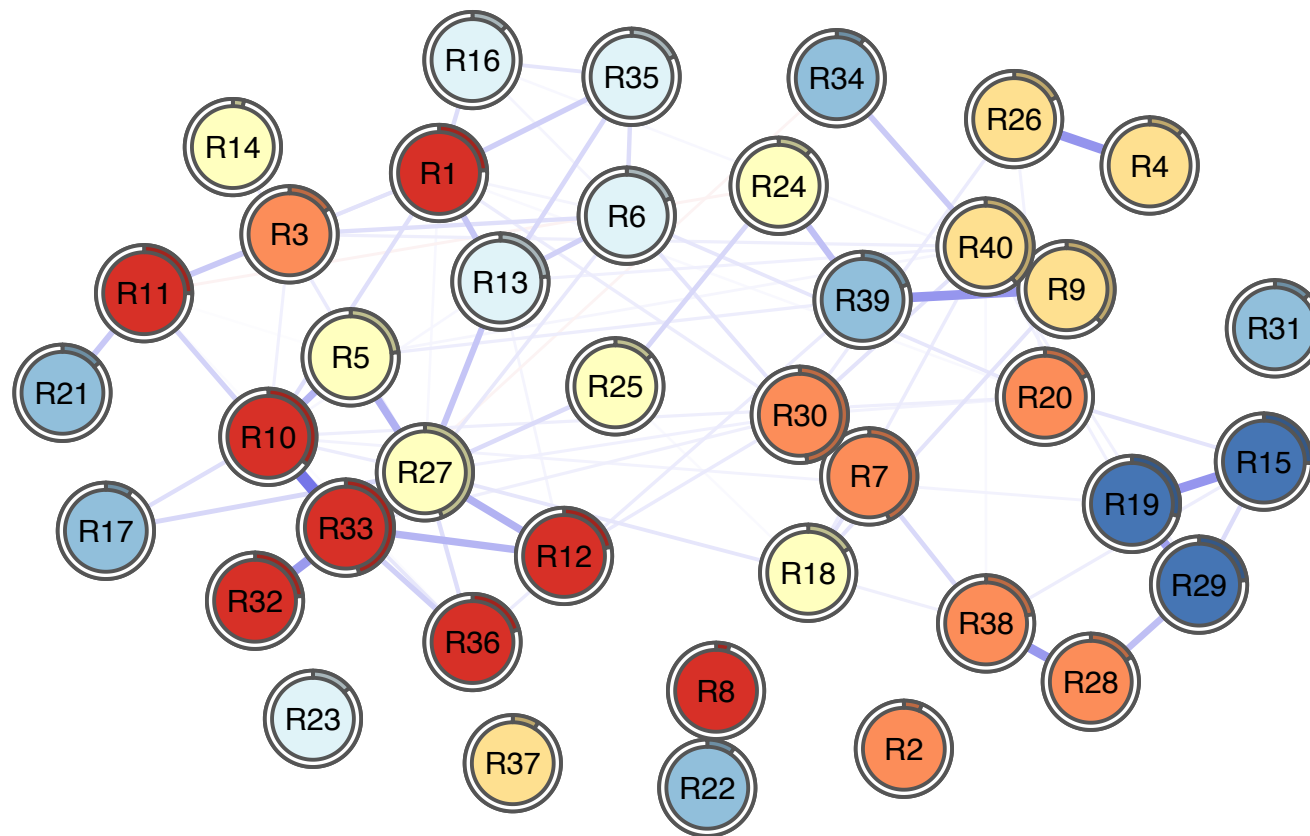
Briganti, Kempenaers, Braun, Fried & Linkowski, 2018 - Empathie



Redondance - Corruption de centralité ?

Redondance – corruption de centralité

Briganti & Linkowski 2019 - Narcissisme

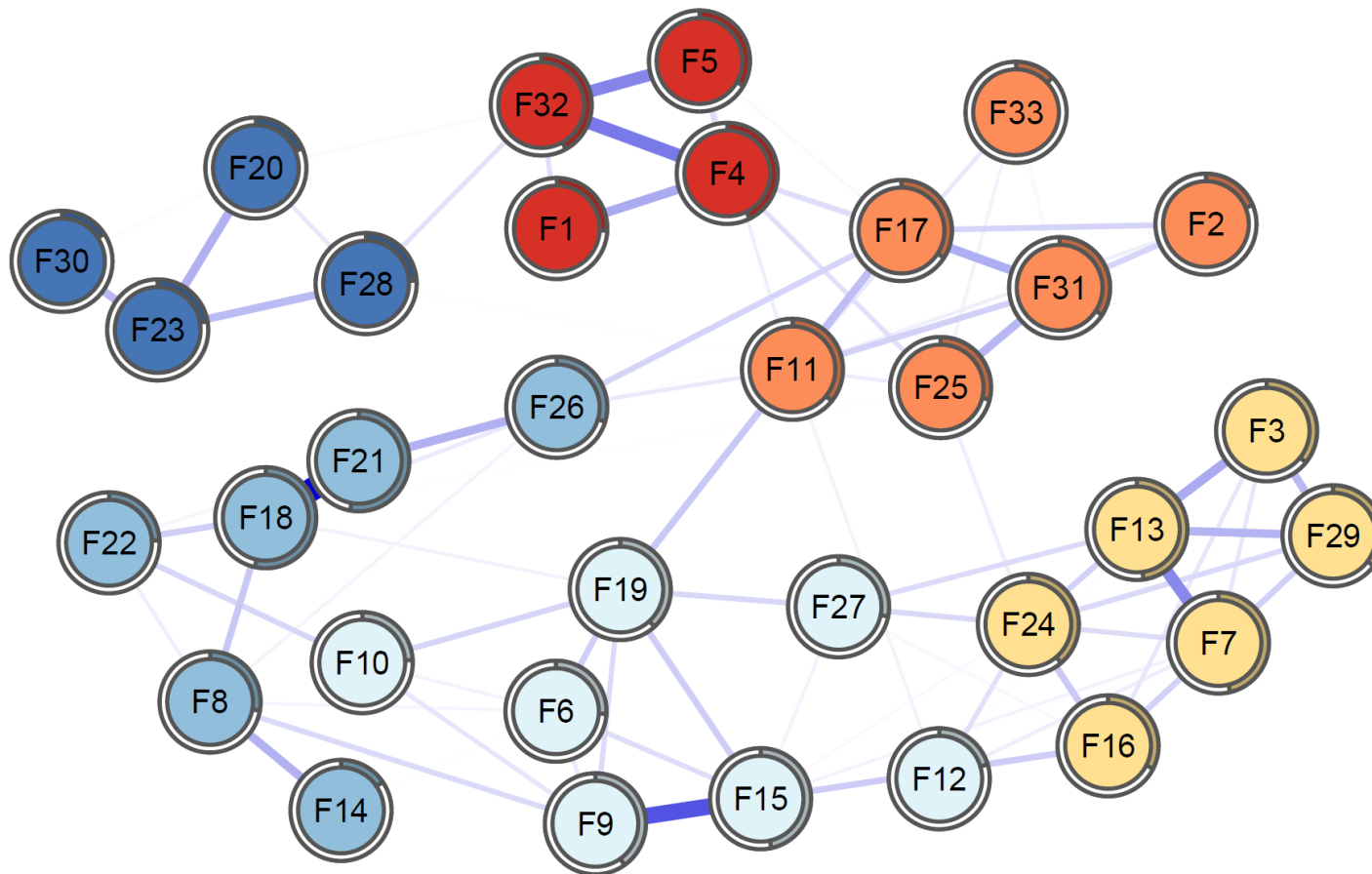


Inférence - Prédicibilité des nœuds

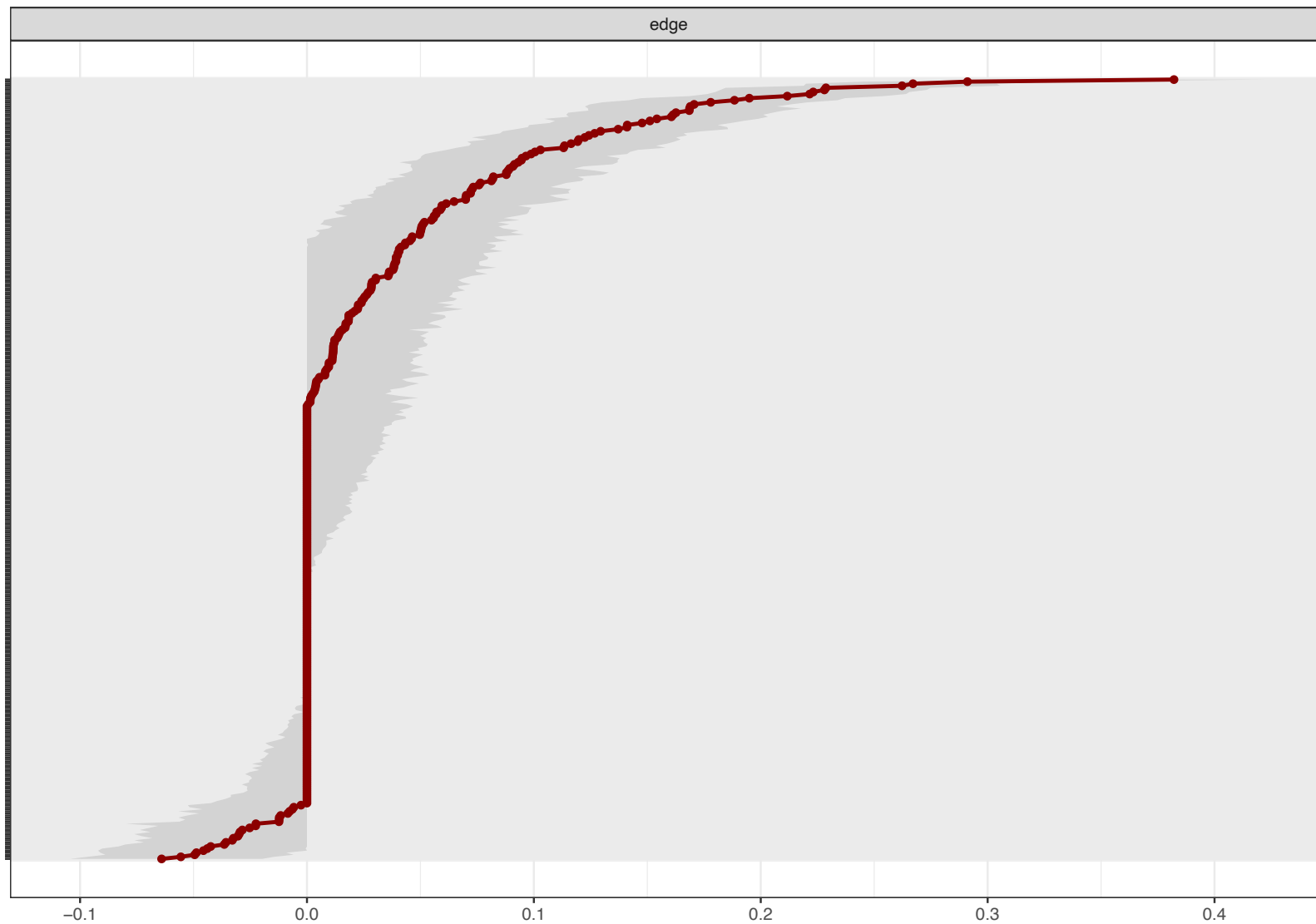
- Mesure absolue d'inter-connectivité des nœuds
(Haslbeck & Waldorp, 2017)
- Variance partagée avec nœuds environnants

Prédictibilité des nœuds

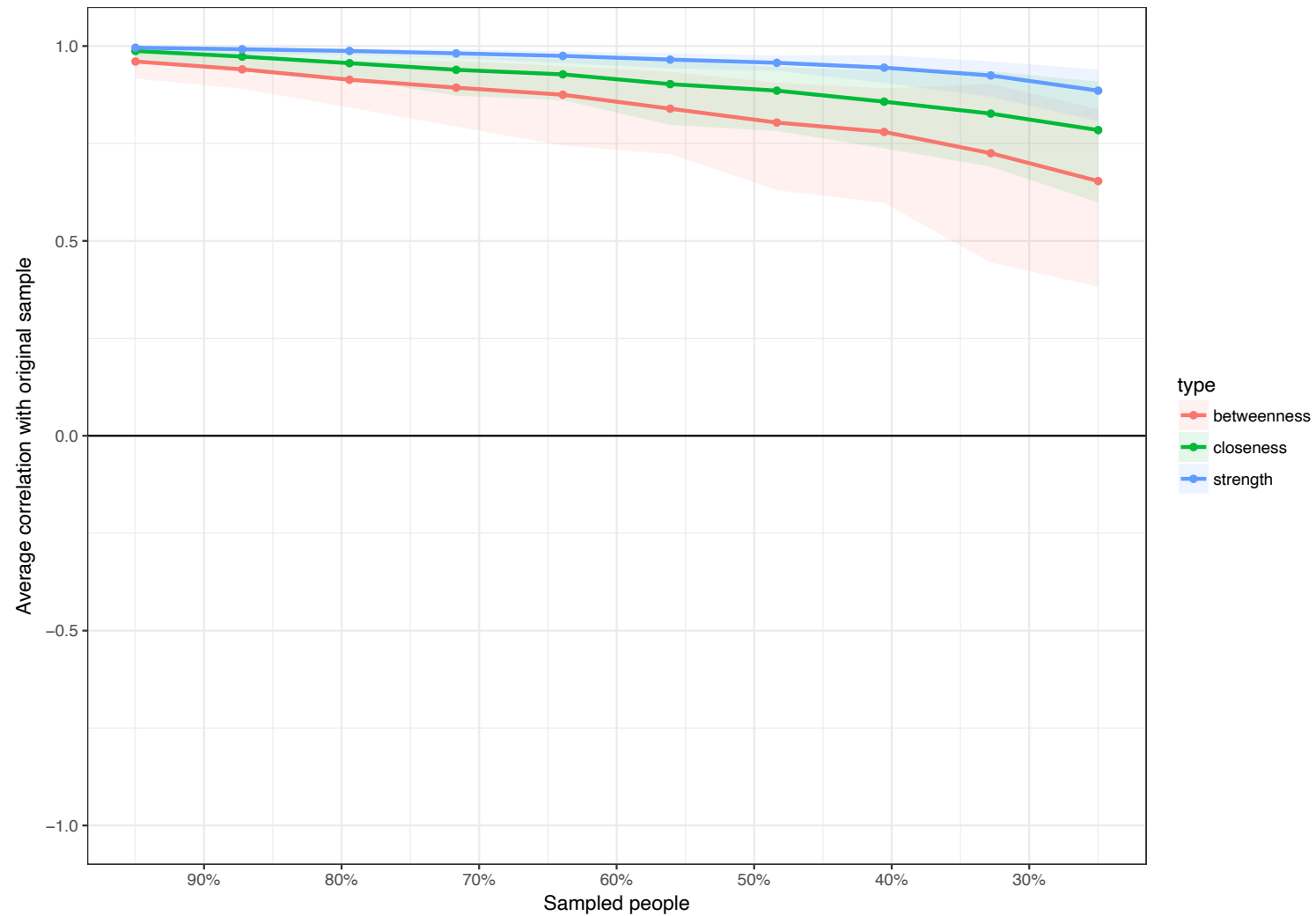
Briganti & Linkowski 2019 - Résilience



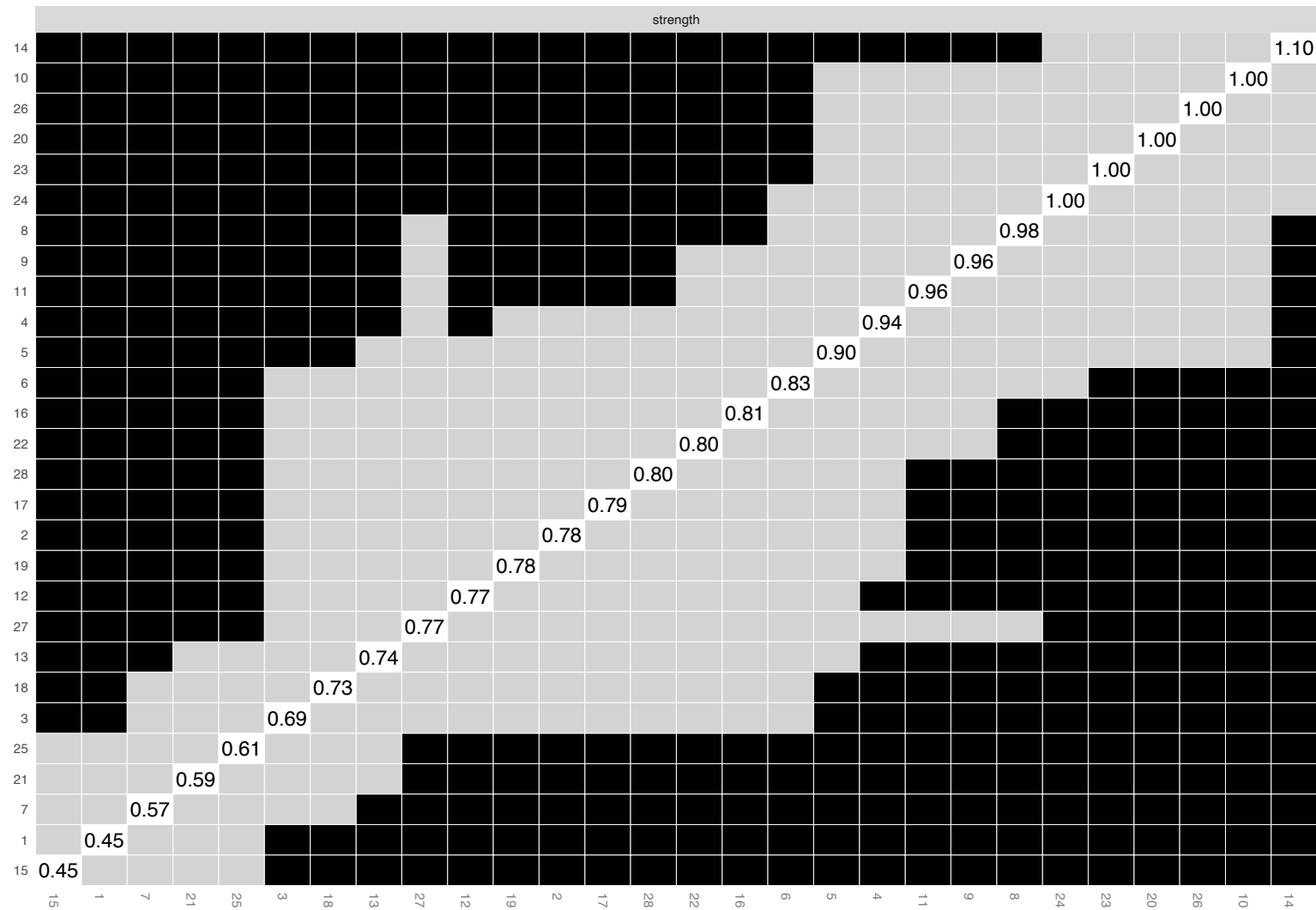
Précision des networks - bootstrapping



Stabilité des networks



Tester les différences



Les deux phases des études networks

- Exploratoire (découverte associations, stabilité des structures, réplication) → (2010-2020)
- Confirmatoire (hypothèses formelles) 2020 +

Défis de la psychiatrie des networks

- Prédire le outcome clinique ← inférence
- Redéfinir la théorie psychiatrique des construits et troubles mentaux
- Networks hybrides → multiniveaux / multi système
- Analyse interventionnelle des networks

Domaine jeune (10 ans!)

Intérêt translationnel (génétique, neurobiologie, électrophysiologie, neuroimagerie, clinique)

Merci!

giovanni.briganti@hotmail.com

@giovbriganti