



HAL
open science

Une application shiny pour l'analyse en réseau (v1.0)

J.L. Kop

► **To cite this version:**

J.L. Kop. Une application shiny pour l'analyse en réseau (v1.0). Université de Lorraine. 2024.
hal-04715306

HAL Id: hal-04715306

<https://hal.science/hal-04715306v1>

Submitted on 30 Sep 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Université de Lorraine

2LPN

Jean-Luc Kop (jean-luc.kop_at_univ-lorraine.fr)

Septembre 2024

Une application *shiny* pour l'analyse en réseau (v1.0)

Lien de téléchargement du script de l'application :

<https://www.dropbox.com/scl/fi/ahbm1z1vdclfqcsv72v3z/app.R?rlkey=077gcwl0mvombcifw6t6uxqyk&st=m2i0dwis&dl=0>

1. Généralités

Ce document décrit l'installation et les principales options d'une application *shiny* pour réaliser des analyses en réseau (basiques). Une application *shiny* est une interface interactive qui permet de faire des analyses statistiques sans avoir à maîtriser le langage technique du logiciel (R) qui les sous-tend.

Cette application fonctionne en « local » (i.e. sur l'ordinateur de l'utilisateur). Des explications détaillées pour son utilisation sont fournies ci-dessous.

L'application réalise les analyses à partir d'un fichier de données brutes de l'utilisateur. Le fichier de données doit être au format csv (séparateur de champs : « ; » ; caractère décimal : « , »). Les lignes doivent correspondre à des unités statistiques différentes et les colonnes à des variables. La première ligne doit contenir les noms des variables. L'application n'est conçue que pour gérer des variables qui peuvent être assimilées à des grandeurs numériques (niveau de mesure ordinal au minimum).

L'application produit :

- un tableau de statistiques descriptives des variables retenues pour l'analyse
- la représentation graphique du réseau
- un indicateur de centralité des variables dans le réseau

Elle permet :

- de choisir les variables à analyser dans le fichier de données sélectionné
- d'ajouter des étiquettes aux variables qui apparaîtront dans la légende du réseau

- d'affecter des variables à des groupes qui apparaîtront avec des couleurs différentes dans la représentation graphique
- de sélectionner les couleurs pour les liens positifs et négatifs du réseau
- de faire apparaître ou non les valeurs numériques des coefficients du réseau
- de modifier la taille des variables et la taille de la police des caractères afin d'améliorer la lisibilité
- de choisir le type de réseau représenté : corrélations simples, corrélations partielles ou réseau régularisé
- de choisir l'indicateur souhaité pour représenter la centralité des variables
- de sauvegarder les graphiques produits au format 'png'

2. Utilisation

L'application nécessite que le logiciel R (<https://www.r-project.org/>) soit installé localement sur l'ordinateur de l'utilisateur. Beaucoup d'utilisateurs du logiciel R utilisent l'IDE R Studio (<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>) : l'application fonctionne aussi à partir de R Studio, mais son installation n'est nullement nécessaire. Le logiciel R de base suffit.

Lors de la première utilisation de l'application, il est très probable qu'il soit nécessaire d'installer des bibliothèques spécialisées du logiciel R. Cette opération se fait automatiquement, mais elle nécessite une connexion internet.

2.1 Mise en garde

Il est fortement souhaitable de faire fonctionner l'application avec la dernière version de R et les versions mises à jour de toutes les bibliothèques. Si ce n'est pas le cas, il est possible de rencontrer des problèmes de compatibilité entre certaines bibliothèques déjà installées et les nouvelles bibliothèques. Il peut arriver dans certains (rares) cas que la mise à jour des bibliothèques ne s'effectue pas correctement ; ce n'est alors pas un problème inhérent à l'application en tant que telle, mais bien à une utilisation de versions datées de certaines bibliothèques. Ces difficultés ont toujours disparu en installant la toute dernière version de R et de ses bibliothèques.

2.2 Utilisation à partir de R

Commencer par enregistrer le script de l'application dans un dossier de l'ordinateur de l'utilisateur (fichier « app.R ») :

<https://www.dropbox.com/scl/fi/ahbm1z1vdclfqcsv72v3z/app.R?rlkey=077gcwl0mvombcifw6t6uxqyk&st=m2i0dwis&dl=0>

2.2.1 Installation du logiciel R

Si le logiciel R n'est pas installé, le télécharger sur le site : <https://www.r-project.org/>

Cliquer sur « CRAN » dans le menu latéral



The R Project for Statistical Computing

[Home]

Download

CRAN

R Project

About R

Logo

Contributors

What's New?

Reporting Bugs

Conferences

Search

Get Involved: Mailing Lists

Get Involved: Contributions

Getting Started

R is a free software environment for statistical computing and graphics. It compiles and runs on a wide variety of UNIX platforms, Windows and MacOS. To **download R**, please choose your preferred CRAN mirror.

If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

News

- **R version 4.4.1 (Race for Your Life)** has been released on 2024-06-14.
- We are deeply sorry to announce that our friend and colleague Friedrich (Fritz) Leisch has died. [Read our tribute to Fritz here.](#)
- **R version 4.4.0 (Puppy Cup)** has been released on 2024-04-24.
- **R version 4.3.3 (Angel Food Cake)** (wrap-up of 4.3.x) was released on 2024-02-29.

Choisir un site de téléchargement (proche géographiquement)

CRAN Mirrors

The Comprehensive R Archive Network is available at the following URLs, please choose a location close to you. Some statistics on the status of the mirrors can be found here: [main page](#), [windows release](#), [windows old release](#).

If you want to host a new mirror at your institution, please have a look at the [CRAN Mirror HOWTO](#).

0-Cloud

<https://cloud.r-project.org/>

Automatic redirection to servers worldwide, currently sponsored by Posit

Argentina

<http://mirror.fcaglp.unlp.edu.ar/CRAN/>

Universidad Nacional de La Plata

Australia

<https://cran.csiro.au/>

CSIRO

<https://mirror.aarnet.edu.au/pub/CRAN/>

AARNET

<https://cran.ms.unimelb.edu.au/>

School of Mathematics and Statistics, University of Melbourne

Austria

<https://cran.wu.ac.at/>

Wirtschaftsuniversität Wien

Belgium

<https://www.freeststatistics.org/cran/>

Patrick Wessa

<https://fin.kubnet.be/mirror/CRAN/>

ReNet: the Belgian research and education network

Cliquer sur le lien correspondant au système d'exploitation utilisé :

The Comprehensive R Archive Network

Download and Install R

Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages, **Windows and Mac** users most likely want one of these versions of R:

- [Download R for Linux \(Debian, Fedora/Redhat, Ubuntu\)](#)
- [Download R for macOS](#)
- [Download R for Windows](#)

R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.

[Source Code for all Platforms](#)

Pour windows, cela donne ensuite :

R for Windows

Subdirectories:

[base](#)

Binaries for base distribution. This is what you want to **install R for the first time**.

[contrib](#)

Binaries of contributed CRAN packages (for R >= 4.0.x).

[old contrib](#)

Binaries of contributed CRAN packages for outdated versions of R (for R < 4.0.x).

[Rtools](#)

Tools to build R and R packages. This is what you want to build your own packages on Windows, or to build R itself.

Please do not submit binaries to CRAN. Package developers might want to contact Uwe Ligges directly in case of questions / suggestions related to Windows binaries.

You may also want to read the [R FAQ](#) and [R for Windows FAQ](#).

Note: CRAN does some checks on these binaries for viruses, but cannot give guarantees. Use the normal precautions with downloaded executables.

Cliquer sur « base »

Puis : « Download »

R-4.4.1 for Windows

[Download R-4.4.1 for Windows](#) (82 megabytes, 64 bit)

[README on the Windows binary distribution](#)
[New features in this version](#)

This build requires UCRT, which is part of Windows since Windows 10 and Windows Server 2016. On older systems, UCRT has to be installed manually from [here](#).
If you want to double-check that the package you have downloaded matches the package distributed by CRAN, you can compare the [md5sum](#) of the .exe to the [file](#)

Frequently asked questions

- [Does R run under my version of Windows?](#)
- [How do I update packages in my previous version of R?](#)

Please see the [R FAQ](#) for general information about R and the [R Windows FAQ](#) for Windows-specific information.

Other builds

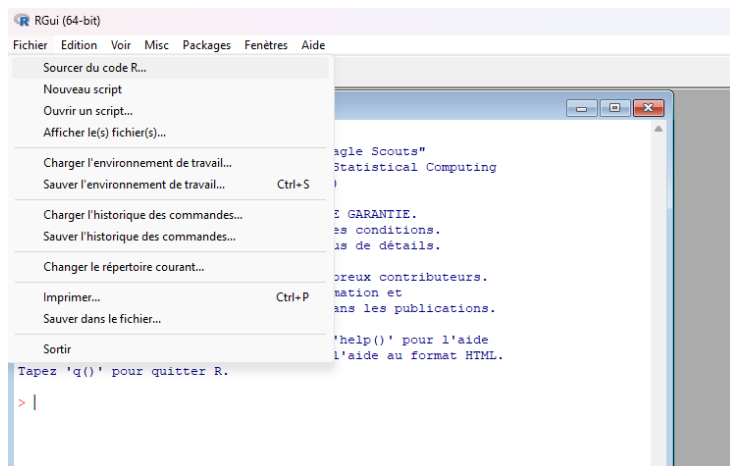
- Patches to this release are incorporated in the [r-patched snapshot build](#).
- A build of the development version (which will eventually become the next major release of R) is available in the [r-devel snapshot build](#).
- [Previous releases](#)

Exécuter le programme d'installation, en acceptant les différentes options par défaut qui sont proposées.

2.2.2 Activation de l'application dans R

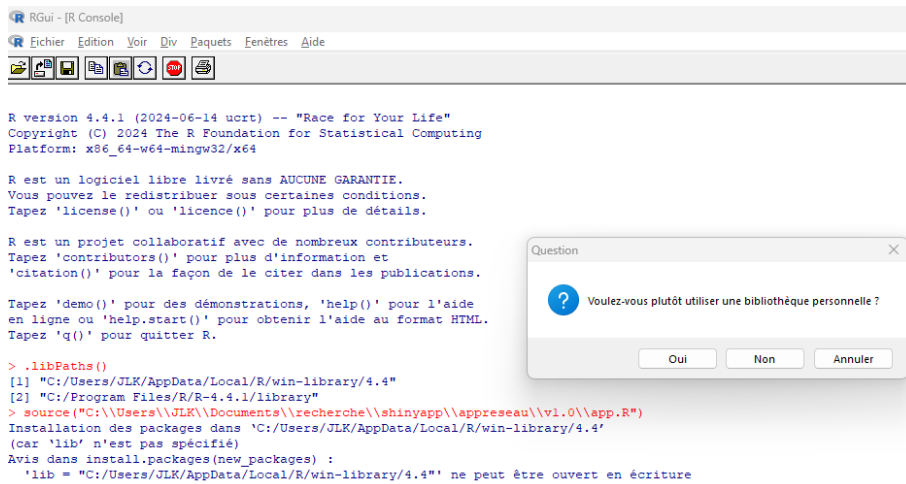
Lancer le logiciel R

Dans le menu « Fichier », choisir « sourcer du code R »

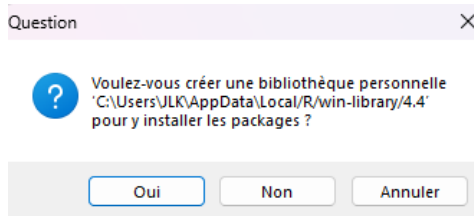


Puis sélectionner le fichier « app.R » dans l'explorateur de fichiers.

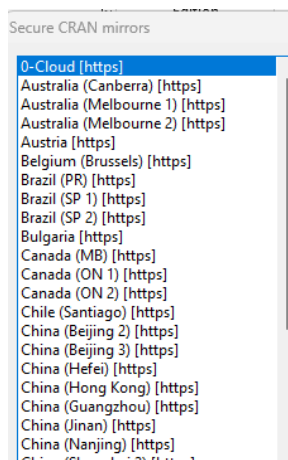
Lors de la première utilisation, les bibliothèques nécessaires doivent être téléchargées et installées.
Si le message suivant apparaît, répondre « oui » :



Puis encore une fois « oui » :



Choisir ensuite la localisation du site de téléchargement (un site proche géographiquement) :



Cela peut prendre quelques minutes en fonction de la qualité de la connexion internet.

A la fin de l'installation des libraires, la fenêtre de l'application s'ouvre dans le navigateur défini par défaut dans l'ordinateur de l'utilisateur :

Charger vos données CSV

Browse... No file

Lancer l'analyse

Couleur des liens positifs
#00FF00

Couleur des liens négatifs
#FF0000

Afficher les coefficients

Taille des nœuds
0.5 1.5 2.5 3.5 4.5 5

Taille de la police des étiquettes
0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5

Instructions Statistiques descriptives Réseau

Merci de lire soigneusement les informations ci-dessous avant d'utiliser l'application

Informations générales

Cette application permet de faire une analyse en réseau basique ('network analysis') sur la base de la variat données initiales sont des variables recueillies sur plusieurs personnes à un moment donné.

Il est nécessaire de disposer des données brutes pour utiliser cette application.

Elle produit :

- un tableau de statistiques descriptives des variables retenues pour l'analyse
- la représentation graphique du réseau
- un indicateur de centralité des variables dans le réseau

Elle permet :

- de choisir les variables à analyser dans le fichier de données sélectionné
- d'ajouter des étiquettes aux variables qui apparaîtront dans la légende du réseau
- d'affecter des variables à des groupes qui apparaîtront avec des couleurs différentes dans la représent
- de sélectionner les couleurs pour les liens positifs et négatifs du réseau
- de faire apparaître ou non les valeurs numériques des coefficients du réseau
- de modifier la taille des variables et la taille de la police des caractères afin d'améliorer la lisibilité
- de choisir le type de réseau représenté : corrélations simples, corrélations partielles ou réseau régulari
- de choisir l'indicateur souhaité pour représenter la centralité des variables
- de sauvegarder les graphiques produits au format 'png'

1. Charger les données

En cliquant sur le bouton 'Browse' de la barre latérale, vous pouvez charger votre fichier de données.

Suivre ensuite les instructions qui apparaissent à l'écran.

Pour quitter l'application, dans R, cliquer sur le bouton « STOP » (en rouge) dans le menu principal de R :

```

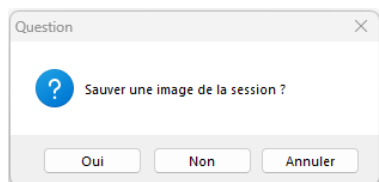
RGui - [R Console]
Fichier Edition Voir Div Paquets Fenêtres Aide
le package 'bslib' a été décompressé et les sommes MD5 ont été vérifiées avec succès
le package 'bootnet' a été décompressé et les sommes MD5 ont été vérifiées avec succès
le package 'igraph' a été décompressé et les sommes MD5 ont été vérifiées avec succès
le package 'qgraph' a été décompressé et les sommes MD5 ont été vérifiées avec succès
le package 'colourpicker' a été décompressé et les sommes MD5 ont été vérifiées avec succès

Les packages binaires téléchargés sont dans
C:\Users\JLK\AppData\Local\Temp\RtmpYnbsGE\downloaded_packages

Attachement du package : 'bslib'

L'objet suivant est masqué depuis 'package:utils':
page
    
```

Quitter ensuite le logiciel R (répondre « Non » à la question « Sauver une image de la session ») et fermer la page de l'application dans le navigateur.



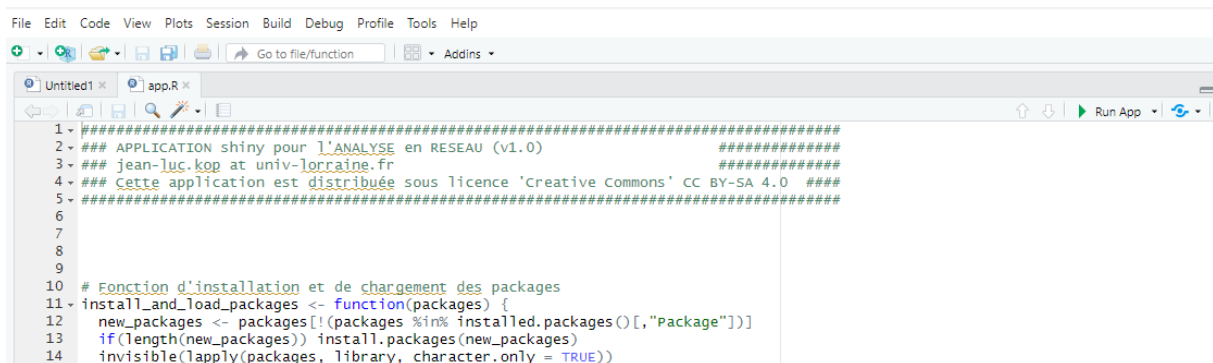
2.3 Utilisation à partir de R Studio

Il est possible de lancer directement l'application à partir de R Studio pour les utilisateurs qui ont l'habitude d'utiliser R à partir de cet IDE.

Dans R Studio, choisir le menu « File » puis « Open File »

Ouvrir le fichier « app.R »

Cliquer ensuite sur « Run App » en haut à droite de la fenêtre



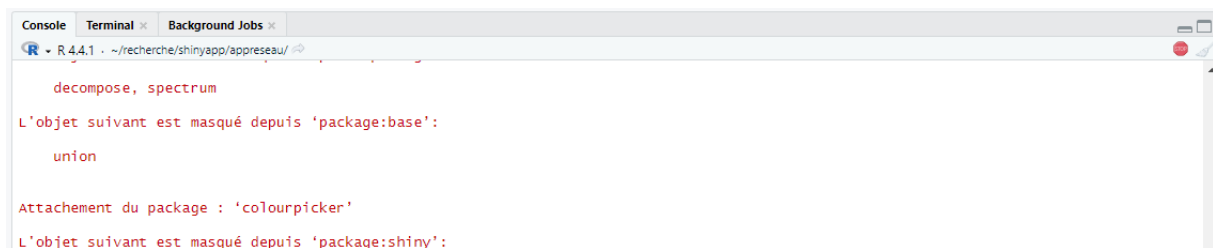
```
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
Go to file/function Addins
app.R
1 - #####
2 - ## APPLICATION shiny pour L'ANALYSE en RESEAU (v1.0) #####
3 - ## jean-luc.kop at univ-lorraine.fr #####
4 - ## Cette application est distribuée sous licence 'Creative Commons' CC BY-SA 4.0 ##
5 - #####
6
7
8
9
10 # Fonction d'installation et de chargement des packages
11 - install_and_load_packages <- function(packages) {
12   new_packages <- packages[!(packages %in% installed.packages()[, "Package"])]
13   if (length(new_packages)) install.packages(new_packages)
14   invisible(lapply(packages, library, character.only = TRUE))

```

Si les librairies requises ne sont pas installées, elles le seront lors de la première utilisation.

La fenêtre de l'application s'ouvre dans le navigateur défini par défaut dans l'ordinateur de l'utilisateur.

Pour quitter l'application, cliquer sur le bouton « STOP » en haut à droite de la fenêtre de la console :



```
Console Terminal Background Jobs
R 4.4.1 - ~/recherche/shinyapp/appreseau/
decompose, spectrum
L'objet suivant est masqué depuis 'package:base':
union
Attachement du package : 'colourpicker'
L'objet suivant est masqué depuis 'package:shiny':

```

3. Instructions d'utilisation

Les instructions pour l'utilisation apparaissent dans l'onglet « Instructions » de l'application.

Elles sont reprises ci-dessous :

Informations générales

Cette application permet de faire une analyse en réseau basique ('network analysis') sur la base de la variabilité inter-individuelle. Cela signifie que, pratiquement, les données initiales sont des variables recueillies sur plusieurs personnes à un moment donné.

Il est nécessaire de disposer des données brutes pour utiliser cette application.

Elle produit :

- un tableau de statistiques descriptives des variables retenues pour l'analyse
- la représentation graphique du réseau

- un indicateur de centralité des variables dans le réseau

Elle permet :

- de choisir les variables à analyser dans le fichier de données sélectionné
- d'ajouter des étiquettes aux variables qui apparaîtront dans la légende du réseau
- d'affecter des variables à des groupes qui apparaîtront avec des couleurs différentes dans la représentation graphique
- de sélectionner les couleurs pour les liens positifs et négatifs du réseau
- de faire apparaître ou non les valeurs numériques des coefficients du réseau
- de modifier la taille des variables et la taille de la police des caractères afin d'améliorer la lisibilité
- de choisir le type de réseau représenté : corrélations simples, corrélations partielles ou réseau régularisé
- de choisir l'indicateur souhaité pour représenter la centralité des variables
- de sauvegarder les graphiques produits au format 'png'

1. Charger les données

En cliquant sur le bouton 'Browse' de la barre latérale, vous pouvez charger votre fichier de données.

Le fichier de données doit être rectangulaire : une ligne par participant et les variables en colonnes. La première ligne doit contenir le nom des variables.

Celui-ci doit être au format CSV **avec le point-virgule (;) comme séparateur de champs.**

Le caractère décimal doit être la virgule (,).

Il est indispensable de respecter strictement les instructions précédentes, sinon l'application ne fonctionnera pas correctement

2. Sélectionner les variables

Dès qu'un fichier est chargé, il est possible de sélectionner les variables à analyser dans le menu de la barre latérale.

Il est très important :

- de ne sélectionner que des variables codées numériquement (sinon l'application renvoie une erreur)
- de ne sélectionner que des variables de niveau ordinal au moins (dans le cas contraire, l'application ne renvoie pas d'erreur, mais le réseau calculé n'est pas interprétable)

Il est souhaitable que les noms de variables soient courts ; dans la représentation graphique du réseau, l'application abrège à trois le nombre de caractères des noms de variables.

Dès que les variables sont sélectionnées, le tableau des statistiques descriptives est disponible dans l'ongle correspondant.

En revanche, les résultats du réseau (voir l'onglet correspondant) ne sont disponibles (et ne s'actualisent) qu'après avoir cliquer sur le bouton 'Lancer l'analyse' dans la barre latérale.

3. Personnaliser les variables

Une fois les variables sélectionnées, il est possible (mais non indispensable) d'ajouter des étiquettes aux variables et de les assigner à des groupes.

Dans le graphique du réseau, la légende n'apparait que si des étiquettes et/ou des groupes ont été ajoutés.

La taille de la police de la légende s'ajuste en fonction du nombre de variables et de groupes. Dans des réseaux avec un très grand nombre de variables (> 30), il est probable que toute la légende ne puisse apparaître correctement sur le graphique.

4. Ajuster les paramètres du graphique

La lisibilité et l'esthétique du graphique du réseau peuvent être ajustées :

- en sélectionnant d'autres couleurs pour les liens positifs (vert par défaut) et négatifs (rouge par défaut)
- en modifiant la taille des cercles (les 'noeuds') dans lesquels se trouvent les noms des variables
- en faisant figurer les coefficients des liens (cliquer sur la case 'afficher les coefficients' de la barre latérale)
- en diminuant ou en augmentant la taille de la police des noms des variables et des coefficients des liens

5. Onglet 'Réseau'

L'onglet 'Réseau' présente le graphique du réseau et le graphique de la centralité des noeuds dès que le bouton 'Lancer l'analyse' de la barre latérale a été activé.

Par défaut, c'est le réseau régularisé qui est présenté. Il est aussi possible de visualiser le réseau des corrélations ou celui des corrélations partielles non régularisé en choisissant l'option correspondante dans le menu déroulant. Attention : le graphique ne s'actualise qu'après avoir relancé l'analyse.

Il faut aussi cliquer sur le bouton 'Lancer l'analyse' dès lors qu'une variable est ajoutée ou supprimée pour que les modifications sont prises en compte.

En revanche, le réseau s'actualise directement lorsque les paramètres graphiques sont modifiés (couleur des liens, taille des noeuds, ajout d'une étiquette à une variable, etc.).

Le graphe de la centralité des variables affiche par défaut leur force (strength). Il est possible de choisir un autre indicateur en activant le menu déroulant. Le graphe se met à jour directement (sans devoir cliquer sur le bouton 'Lancer l'analyse').

Chacun des deux graphiques peut être exporter au format 'png' en cliquant sur les boutons correspondants.

Les analyses en réseau

Les analyses en réseau ('network analysis') constituent une famille d'analyses statistiques dont l'objectif principal est de représenter graphiquement les relations empiriques entre des variables (les noeuds du réseau) sous forme de liens qui sont fonction des corrélations entre variables. Le plus souvent, ce sont les corrélations partielles qui sont représentées (toutes les autres variables étant tenues constantes) et le réseau est régularisé (suppression des liens négligeables) afin d'accroître sa visibilité.

De nombreuses références sont maintenant disponibles sur ces analyses en réseau et notamment des articles didactiques : Costantini et al. (2015, 2019) ; Dalege et al. (2017) ; Epskamp & Fried (2018) ; Epskamp et al. (2017) ; Jones et al. (2018)

L'ouvrage de référence sur les analyses en réseau est celui de Isvoranu et al. (2022)

On trouvera chez Guion et al. (2017) une discussion épistémologique sur l'utilisation de ces modèles en psychologie et chez Kop et al. (2021) des arguments sur leur intérêt pratique en psychologie du travail

Informations techniques

Le réseau est estimé à partir de la fonction 'EstimateNetwork' du package 'bootnet' (Epskamp et al., 2017).

Les données manquantes sont gérées par la méthode 'pairwise' : toutes les données valides sont prises en compte pour chaque paire de variables.

Ce sont des coefficients de corrélation de Bravais-Pearson qui sont calculés entre les variables.

Le réseau est régularisé avec la méthode EBICglasso, en fixant à 0.5 le paramètre de tuning lambda.

Cette application a été élaborée par Jean-Luc Kop (jean-luc.kop_at_univ-lorraine.fr), avec l'aide de [Shiny Assistant](#)

Elle repose sur l'utilisation des packages R (R Core Team, 2024) suivants :

- 'bootnet' (Epskamp et al., 2017)
- 'bslib' (Sievert et al., 2024)
- 'colourpicker' (Attali, 2023)
- 'igraph' (Csardi & Nepusz, 2006)
- 'qgraph' (Epskamp et al., 2012)
- 'shiny' (Chang et al., 2024)

Licence

Cette application est distribuée sous licence 'Creative Commons' [CC BY-SA 4.0](#)

Références

Attali D (2023). `_colourpicker`: A Colour Picker Tool for Shiny and for Selecting Colours in Plots_. R package version 1.3.0 <https://CRAN.R-project.org/package=colourpicker>

Chang, W., Cheng, J., Allaire, J., Sievert, C., Schloerke, B., Xie, Y., Allen, J., McPherson, J., Dipert, A., & Borges, B. (2024). shiny: Web application framework for R. R package version 1.8.1.1 <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>

Costantini, G., Epskamp, S., Borsboom, D., Perugini, M., Möttus, R., Waldorp, L. J., & Cramer, A. O. J. (2015). State of the aRt personality research: A tutorial on network analysis of personality data in R. *Journal of Research in Personality*, 54 , 13-29. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2014.07.003>

Costantini, G., Richetin, J., Preti, E., Casini, E., Epskamp, S., & Perugini, M. (2019). Stability and variability of personality networks. A tutorial on recent developments in network psychometrics. *Personality and Individual Differences*, 136 , 68-78. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.06.011>

Csardi, G. & Nepusz, T. (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*, 1695 , 1-9.

Dalege, J., Borsboom, D., van Harreveld, F., & van der Maas, H. L. J. (2017). Network analysis on attitudes: A brief tutorial. *Social Psychological and Personality Science*, 8 , 528-537. <https://doi.org/10.1177/1948550617709827>

Epskamp, S., Borsboom, D., & Fried, E. I. (2017). Estimating psychological networks and their accuracy: A tutorial paper. *Behavior Research Methods*, 50 , 195-212. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0862-1>

Epskamp, S., Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., Schmittmann, V. D., & Borsboom, D. (2012). qgraph: Network visualizations of relationships in psychometric Data. *Journal of Statistical Software*, 48 , 1-18. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i04>

Epskamp, S., & Fried, E. I. (2018). A tutorial on regularized partial correlation networks. *Psychological Methods*, 23 , 617-634. <https://doi.org/10.1037/met0000167>

Guyon, H., Falissard, B., & Kop, J.-L. (2017). Modeling psychological attributes in psychology – An epistemological discussion: Network analysis vs. latent variables. *Frontiers in Psychology*, 8 . <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00798>

Isvoranu, A.-M., Epskamp, S., Waldorp, L. J., & Borsboom, D. (Éds.). (2022). *Network psychometrics with R: A guide for behavioral and social scientists*. Routledge, Taylor & Francis Group.

Jones, P. J., Mair, P., & McNally, R. J. (2018). Visualizing psychological networks: A tutorial in R. *Frontiers in Psychology*, 9 . <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01742>

Kop, J.-L., Grosjean, V., Althaus, V., Formet-Robert, N., & Noûs, C. (2021). L'approche en réseau pour l'analyse des questionnaires d'intervention organisationnelle en santé au travail : Une solution élégante à deux problèmes Obsédants. In C. Houssemand (Dir.). *Recherches actuelles en psychologie différentielle* (pp. 253-262). Université du Luxembourg. <https://osf.io/tsgmj>

R Core Team (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Sievert, C., Cheng, J., & Aden-Buie, G. (2024). bslib: Custom 'Bootstrap' 'Sass' Themes for 'shiny' and 'rmarkdown'. R package version 0.7.0. <https://CRAN.R-project.org/package=bslib>

