

Template for preparing your research report submission to PNAS using RMarkdown

Ariane Barrette^{a,1}, Laurie-Anne Cournoyer^a, Mia Carrière^a, and Marie-Claude Mayotte^a

^aDépartement de biologie, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke

This manuscript was compiled on April 21, 2023

Please provide an abstract of no more than 250 words in a single paragraph. Abstracts should explain to the general reader the major contributions of the article. References in the abstract must be cited in full within the abstract itself and cited in the text.

Réseau écologique | Interactions entre les collaborations

This PNAS journal template is provided to help you write your work in the correct journal format. Instructions for use are provided below.

Note: please start your introduction without including the word “Introduction” as a section heading (except for math articles in the Physical Sciences section); this heading is implied in the first paragraphs.

1. Introduction

2. Méthodes

3. Résultats

4. Discussion

##Centralité La centralité est un concept important dans les réseaux écologiques puisqu'elle est souvent utilisée afin d'identifier les espèces « clés » du système (1). En effet, selon ce principe, les espèces participantes dans plus de chaînes sont plus susceptibles d'affecter l'abondance des autres espèces (1). De plus, elle peut apporter de l'information pour prédire quelle espèce, si elle venait à disparaître, aurait le plus grand impact sur la communauté (1). Toutefois, il faut apporter la nuance que la centralité ne parvient pas à identifier les espèces qui sont moins connectées, mais qui ont tout de même une grande capacité de contrôle sur la communauté (1). Dans le cas de cette expérience, il est premièrement possible d'observer un patron de centralité entre les étudiants en analysant leurs interactions dans les travaux scolaires. En effet, les étudiants ayant collaborés avec un grand nombre de personnes différentes sont représentés comme étant des étudiants centraux. En interagissant avec une grande partie du réseau, ces étudiants ont un impact significatif sur l'abondance des autres élèves, qui dans ce contexte peut être représentée par leurs notes scolaires, établissant ainsi un lien avec les systèmes écologiques. Par ailleurs, ce réseau prend seulement en compte les interactions entre les élèves de la classe. Toutefois, plusieurs élèves ont interagi, au cours de leur baccalauréat, avec des étudiants ne se sont pas dans ce cours. Par conséquent, ces étudiants font donc partie d'un autre réseau et la centralité ne nous permet donc pas d'évaluer adéquatement leur importance.

##Patrons d'interactions Tous les réseaux écologiques, même les plus hétérogènes, présentent certaines structures et regroupements d'interactions entre les nœuds (2, 3). En fait, il existe 13 patrons possibles pour une interaction à trois nœuds chacun représentant une relation différente (2, 3). Par exemple,

il y a la concurrence entre A et B pour la ressource partagée C ($A \rightarrow C \leftarrow B$) ou une chaîne alimentaire où A prédate B et B prédate C ($A \rightarrow B \rightarrow C$) (2, 3). En se basant sur la formation préalable des étudiants, on peut observer que les étudiants ayant une formation universitaire sont plus susceptibles de travailler avec un plus grand nombre de personnes différentes que les personnes ayant une formation technique. De plus, les étudiants qui sont rentrés au baccalauréat en écologie en hiver 2019 ont travaillé avec un plus grand nombre de personnes que ceux des autres sessions d'admission et cela malgré qu'ils soient beaucoup moins que les étudiants à être rentrés à l'automne 2020. Cela est assez logique puisque ces étudiants ont un parcours différent et par conséquent, ils doivent souvent collaborer avec d'autres cohortes. Il est donc possible d'observer certains patrons d'interactions entre les élèves.

Toutefois, ces résultats sont surtout préliminaires puisqu'ils ne tiennent pas compte de la proportion d'étudiants dans chaque catégorie. Par exemple, comme il y a moins d'étudiants qui ont une formation technique que pré-universitaire, il est logique qu'il possède un nombre d'interactions inférieurs aux autres catégories. Pour avoir un meilleur aperçu des regroupements, il faudrait pondérer les moyens de chaque catégorie.

##Connectivité des régions administratives Pour assurer la survie des espèces, il est crucial d'évaluer leur connectivité entre les différentes zones géographiques (4). En effet, la disparition d'une population locale peut précéder l'extinction de l'espèce dans son ensemble (4). De plus, certaines espèces jouent un rôle central dans le réseau écologique, ce qui signifie que leur disparition peut entraîner des conséquences importantes sur d'autres espèces et sur la stabilité de l'écosystème (4). Il est donc important de prendre en compte à la fois la connectivité des habitats et le rôle des espèces centrales pour maintenir la biodiversité (4).

En observant les interactions entre les élèves, la région de Montréal apparaît comme la zone centrale la plus peuplée en termes d'étudiants, ce qui est cohérent étant donné qu'elle est la région la plus densément peuplée du Québec. De plus, la zone avec la dispersion la plus importante, caractérisée ici par les interactions entre les étudiants, se situe entre Montréal et Sherbrooke. Il semble y avoir un patron montrant que la majorité des étudiants, quelle que soit leur région administrative, ont tendance à interagir plus fréquemment avec les zones

Significance Statement

¹ To whom correspondence should be addressed. E-mail: ariane.barrette@usherbrooke.ca

centrales telles que Montréal, Sherbrooke et Trois-Rivières, plutôt qu'avec les zones situées à proximité. Pour établir un parallèle avec le réseau écologique, cette observation pourrait être attribuée à la présence d'étudiants clés dans ces régions.

Bref, le réseaux étudiants ressemblent sur plusieurs points aux réseaux écologiques par sa centralité, ses patrons d'assemblages et par la connectivité des régions administratives.

Author Affiliations. Include department, institution, and complete address, with the ZIP/postal code, for each author. Use lower case letters to match authors with institutions, as shown in the example. Authors with an ORCID ID may supply this information at submission.

Submitting Manuscripts. All authors must submit their articles at [PNAScentral](#). If you are using Overleaf to write your article, you can use the "Submit to PNAS" option in the top bar of the editor window.

Format. Many authors find it useful to organize their manuscripts with the following order of sections; Title, Author Affiliation, Keywords, Abstract, Significance Statement, Results, Discussion, Materials and methods, Acknowledgments, and References. Other orders and headings are permitted.

Manuscript Length. PNAS generally uses a two-column format averaging 67 characters, including spaces, per line. The maximum length of a Direct Submission research article is six pages and a PNAS PLUS research article is ten pages including all text, spaces, and the number of characters displaced by figures, tables, and equations. When submitting tables, figures, and/or equations in addition to text, keep the text for your manuscript under 39,000 characters (including spaces) for Direct Submissions and 72,000 characters (including spaces) for PNAS PLUS.

References. References should be cited in numerical order as they appear in text; this will be done automatically via bibtex, e.g. ([belkin2002using?](#)) and ([berard1994embedding?](#), [coifman2005geometric?](#)). All references, including for the SI, should be included in the main manuscript file. References appearing in both sections should not be duplicated. SI references included in tables should be included with the main reference section.

Data Archival. PNAS must be able to archive the data essential to a published article. Where such archiving is not possible, deposition of data in public databases, such as GenBank, ArrayExpress, Protein Data Bank, Unidata, and others outlined in the Information for Authors, is acceptable.

Language-Editing Services. Prior to submission, authors who believe their manuscripts would benefit from professional editing are encouraged to use a language-editing service (see list at www.pnas.org/site/authors/language-editing.xhtml). PNAS does not take responsibility for or endorse these services, and their use has no bearing on acceptance of a manuscript for publication.



Fig. 1. Placeholder image of a frog with a long example caption to show justification setting.

Digital Figures. Only TIFF, EPS, and high-resolution PDF for Mac or PC are allowed for figures that will appear in the main text, and images must be final size. Authors may submit U3D or PRC files for 3D images; these must be accompanied by 2D representations in TIFF, EPS, or high-resolution PDF format. Color images must be in RGB (red, green, blue) mode. Include the font files for any text.

Figures and Tables should be labelled and referenced in the standard way using the `\label{}` and `\ref{}` commands.

Figure

fig : frog

shows an example of how to insert a column-wide figure. To insert a figure wider than one column, please use the `\begin{figure*}...\end{figure*}` environment. Figures wider than one column should be sized to 11.4 cm or 17.8 cm wide.

Single column equations. Authors may use 1- or 2-column equations in their article, according to their preference.

To allow an equation to span both columns, options are to use the `\begin{figure*}...\end{figure*}` environment mentioned above for figures, or to use the `\begin{widetext}...\end{widetext}` environment as shown in equation

eqn : example

below.

Please note that this option may run into problems with floats and footnotes, as mentioned in the [cuted package documentation](#). In the case of problems with footnotes, it may be possible to correct the situation using commands `\footnotemark` and `\footnotetext`.

$$\begin{aligned}(x+y)^3 &= (x+y)(x+y)^2 \\ &= (x+y)(x^2 + 2xy + y^2) \\ &= x^3 + 3x^2y + 3xy^2 + y^3.\end{aligned}$$

Supporting Information (SI). The main text of the paper must stand on its own without the SI. Refer to SI in the manuscript

at an appropriate point in the text. Number supporting figures and tables starting with S1, S2, etc. Authors are limited to no more than 10 SI files, not including movie files. Authors who place detailed materials and methods in SI must provide sufficient detail in the main text methods to enable a reader to follow the logic of the procedures and results and also must reference the online methods. If a paper is fundamentally a study of a new method or technique, then the methods must be described completely in the main text. Because PNAS edits SI and composes it into a single PDF, authors must provide the following file formats only.

SI Text. Supply Word, RTF, or LaTeX files (LaTeX files must be accompanied by a PDF with the same file name for visual reference).

SI Figures. Provide a brief legend for each supporting figure after the supporting text. Provide figure images in TIFF, EPS, high-resolution PDF, JPEG, or GIF format; figures may not be embedded in manuscript text. When saving TIFF files, use only LZW compression; do not use JPEG compression. Do not save figure numbers, legends, or author names as part of the image. Composite figures must be pre-assembled.

3D Figures. Supply a composable U3D or PRC file so that it may be edited and composed. Authors may submit a PDF file but please note it will be published in raw format and will not be edited or composed.

SI Tables. Supply Word, RTF, or LaTeX files (LaTeX files must be accompanied by a PDF with the same file name for visual reference); include only one table per file. Do not use tabs or spaces to separate columns in Word tables.

SI Datasets. Supply Excel (.xls), RTF, or PDF files. This file type will be published in raw format and will not be edited or composed.

SI Movies. Supply Audio Video Interleave (avi), Quicktime (mov), Windows Media (wmv), animated GIF (gif), or MPEG files and submit a brief legend for each movie in a Word or RTF file. All movies should be submitted at the desired reproduction size and length. Movies should be no more than 10 MB in size.

Still images. Authors must provide a still image from each video file. Supply TIFF, EPS, high-resolution PDF, JPEG, or GIF files.

Appendices. PNAS prefers that authors submit individual source files to ensure readability. If this is not possible, supply a single PDF file that contains all of the SI associated with the paper. This file type will be published in raw format and will not be edited or composed.

ACKNOWLEDGMENTS. Please include your acknowledgments here, set in a single paragraph. Please do not include any acknowledgments in the Supporting Information, or anywhere else in the manuscript.

1. Cagua EF, Wootton KL, Stouffer DB (2019) Keystoneness, centrality, and the structural controllability of ecological networks. *Journal of Ecology* 107(4):1779–1790.
2. Delmas E, et al. (2019) Analysing ecological networks of species interactions. *Biological Reviews* 94(1):16–36.

3. Milo R, Itzkovitz S, Kashtan N, Levitt R (2002) Shen-orr. S, Itzkovitz, S, Kashtan, N, Chklovskii, D, Alon, U.
4. Baguette M, Blanchet S, Legrand D, Stevens VM, Turlure C (2013) Individual dispersal, landscape connectivity and ecological networks. *Biological Reviews* 88(2):310–326.