



Mettre en récit la circulation des documents savants sur Twitter

Étude de cas exploratoire sur l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents » (Kerr et al., 2015)

Using storytelling approaches to the dissemination of scholarly documents on Twitter

Exploratory case study of the article "Climate change impacts on bumblebees converge across continents" (Kerr et al., 2015)

Rémi Toupin , Florence Millerand  and Vincent Larivière 

Volume 46, Number 2, 2023

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1109574ar>

DOI: <https://doi.org/10.5206/cjils-rsib.v46i2.16424>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Canadian Association for Information Science - Association canadienne des sciences de l'information

ISSN

1195-096X (print)

1920-7239 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Toupin, R., Millerand, F. & Larivière, V. (2023). Mettre en récit la circulation des documents savants sur Twitter : étude de cas exploratoire sur l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents » (Kerr et al., 2015). *The Canadian Journal of Information and Library Science / La Revue canadienne des sciences de l'information et de bibliothéconomie*, 46(2), 1–34.
<https://doi.org/10.5206/cjils-rsib.v46i2.16424>

Article abstract

As studies about the evaluation of societal impact and attention to research on social media shift from metrics to contexts, this study explores the potential of storytelling to investigate how research papers circulate on Twitter. Specifically, we finely examined the dissemination of a paper about the effects of climate change on the population ranges of bumblebees. Combining network analysis, qualitative assessment of tweets and interview, this study provides key insights about the use of storytelling to provide more detailed assessment of the resonance of specific scholarly documents through traces left on social media.

© Rémi Toupin, Florence Millerand, Vincent Larivière, 2023



This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

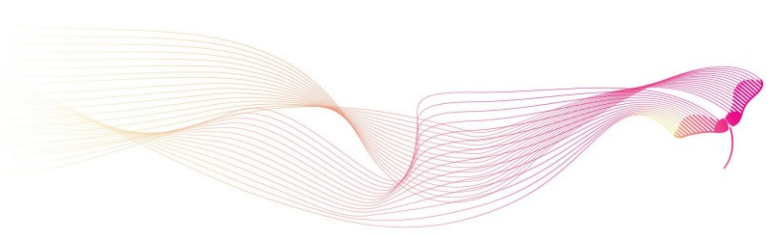
<https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/>

érudit

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

<https://www.erudit.org/en/>



Mettre en récit la circulation des documents savants sur Twitter : étude de cas exploratoire sur l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents » (Kerr et al., 2015)

Using storytelling approaches to the dissemination of scholarly documents on Twitter: Exploratory case study of the article "Climate change impacts on bumblebees converge across continents" (Kerr et al., 2015)

Rémi Toupin 

Université du Québec à Montréal

Florence Millerand 

Université du Québec à Montréal

Vincent Larivière 

Université de Montréal & Université du Québec à Montréal

Résumé: Les récentes études sur l'évaluation de l'impact social et l'attention envers la recherche sur les médias sociaux montrent la nécessité de changer le focus sur la signification des métriques pour s'intéresser aux contextes de circulation de la recherche. Cette étude s'inscrit dans une démarche exploratoire afin de saisir l'apport de la mise en récit pour examiner la circulation de la recherche sur Twitter à travers le cas d'un article sur les effets des changements climatiques sur les limites géographiques de l'habitat des populations de bourdons. En combinant l'analyse qualitative de tweets, l'analyse de réseaux et un entretien avec support visuel, cette étude montre comment la mise en récit de la diffusion d'un article scientifique peut jeter un éclairage spécifique à propos de sa résonance à partir des traces laissées sur les médias sociaux.

Mots clés: changements climatiques, méthodes de recherche, communication savante, mise en récit, Twitter.

Abstract: As studies about the evaluation of societal impact and attention to research on social media shift from metrics to contexts, this study explores the potential of storytelling to investigate how research papers circulate on Twitter. Specifically, we finely examined the dissemination of a paper about the effects of climate change on the population ranges of bumblebees. Combining network analysis, qualitative assessment of tweets and interview, this study provides key insights about the use of storytelling to provide more detailed assessment of the resonance of specific scholarly documents through traces left on social media.

Keywords: climate change, research methods, scholarly communication, storytelling, Twitter.

Introduction

Tant le volume de publications que le nombre de chercheuses et de chercheurs actifs sur Twitter (maintenant X) ont cru considérablement dans les dernières années, ce qui en fait un environnement propice à la circulation de recherche dans la sphère publique (Holmberg et al. 2019; Robinson-Garcia, van Leeuwen, et Ràfols 2018; Sugimoto et al. 2017)¹. Les documents savants dont les thèmes touchent à des enjeux sociaux, comme les bouleversements environnementaux, sont particulièrement susceptibles de susciter de l'attention (Toupin 2020; Walter, Lörcher, et Brüggemann 2019). En parallèle, l'intérêt grandissant pour l'impact social de recherche a conduit différents acteurs scientifiques et politiques à considérer les traces laissées par les documents savants sur les médias sociaux comme des indicateurs de l'attention que peut avoir la recherche à l'extérieur des communautés savantes (Holmberg et al. 2019). Les travaux récents sur la diffusion de la recherche sur Twitter visent à mieux comprendre cette notion d'impact social en plus de s'intéresser davantage aux contextes dans lesquels circulent les documents savants (Araujo 2020; Arroyo-Machado, Torres-Salinas, et Robinson-Garcia 2021; Díaz-Faes, Bowman, et Costas 2019; Robinson-Garcia, van Leeuwen, et Ràfols 2018). La recherche sur les changements environnementaux s'avère pertinente pour mieux comprendre les dynamiques de circulation de la recherche sur Twitter étant donné que 1) ce sont des thématiques largement discutées en ligne (Effrosynidis et al. 2022; Walter, Lörcher, et Brüggemann 2019) ; 2) les scientifiques sont de plus en plus interpellés pour mieux communiquer ces savoirs (Ripple et al. 2022; 2017) ; et 3) il s'agit d'un domaine de recherche ayant des répercussions sociales et économiques majeures (IPCC 2021; Soroye, Newbold, et Kerr 2020).

Dans cet article, nous déployons une démarche exploratoire basée sur la mise en récit pour examiner la diffusion d'un article scientifique sur Twitter. Plus spécifiquement, notre démarche vise à décrire et narrer la circulation d'un article sur l'impact des changements climatiques sur le déclin des populations de bourdons à travers trois méthodes : 1) l'analyse des réseaux de retweets et de mentions de l'article, 2) l'analyse

¹ Cette étude a été menée avant le rachat de la plateforme par Elon Musk et les conséquences socioéconomiques qui en ont découlées. À des fins de standardisation et puisque l'étude a été menée sur un corpus de données représentant les pratiques de la plateforme avant 2022, nous avons choisi de conserver le nom de Twitter tout au long du texte.

qualitative du contenu des tweets et 3) un entretien avec appui visuel réalisé avec l'auteur principal de l'article. En combinant l'utilisation de différentes méthodes, nous soutenons que cette démarche permet de décrire plus finement la circulation des articles scientifiques et ainsi fournir un portrait plus complet de leur résonance auprès de différentes communautés sur Twitter.

Les transformations de la communication savante et l'évaluation de l'impact social de la recherche sur Twitter

Les médias sociaux constituent un vecteur majeur de la diffusion de la recherche (Sugimoto et al. 2017). Ceux-ci permettraient de rejoindre un large public en plus de faciliter la mesure de « l'impact social de la recherche » (Bornmann 2016; Haustein, Bowman, et Costas 2016). Twitter en particulier est un sujet de choix étant au cœur des pratiques de diffusion de la recherche en ligne (Haustein 2019).

Selon les disciplines, les critères sociodémographiques et les contextes culturels et géographiques, un nombre significatif de chercheuses et de chercheurs sont actifs sur Twitter, tout comme les institutions de recherche telles que les universités et les organismes subventionnaires (Costas et al. 2020; Côté et Darling 2018; Sugimoto et al. 2017). Les membres des milieux savants utilisent Twitter pour plusieurs raisons : pour communiquer les résultats de leurs travaux, partager des nouvelles, entrer en contact avec des collègues, découvrir de nouvelles opportunités ou collaborations et connaître les publications les plus récentes de leur domaine de recherche (Bowman 2015; Veletsianos 2016). La quantité significative de documents savants qui y circulent – par l'entremise des liens menant vers des articles scientifiques – en fait également un contexte où ceux-ci sont susceptibles de rejoindre de nouveaux publics (Haustein 2019; Toupin, Millerand, et Larivière 2022).

Twitter s'ajoute ainsi à la boîte à outils de la communication scientifique, bien que celle-ci continue de passer largement par les canaux médiatiques traditionnels pour une diffusion à plus grande échelle. En effet, plus un article est susceptible d'avoir un impact important, plus les campagnes de presse et les relations avec les médias sont de mises (Fleerackers et al. 2022; Guenther et Ruhrmann 2016). Par ailleurs, les usagers qui se mobilisent directement autour des articles scientifiques restent pour la plupart des spécialistes, dont les chercheuses ou chercheurs (Alperin, Gomez, et Haustein 2018; Walter, Lörcher, et Brüggemann 2019). La temporalité de l'attention autour des articles sur Twitter correspond également à celle suscitée généralement en ligne ou pour des contenus d'actualité, c'est-à-dire que la majeure partie de l'attention envers les documents savants ne survient que dans les premiers jours de leur publication (Alperin, Gomez, et Haustein 2018; Haustein 2019).

Les traces laissées par les documents savants sur les médias sociaux pourraient indiquer leur « impact social », c'est-à-dire la manière dont la recherche affecte la société à différents niveaux, qu'il s'agisse de transformations culturelles, du développement de nouvelles pratiques, ou de l'implantation de nouvelles politiques et réglementations (Haustein, Bowman, et Costas 2016; Priem, Piwowar, et Hemminger

2012). En ce sens, l'impact social de la recherche peut être largement considéré comme l'impact de la recherche à l'extérieur des communautés savantes (Holmberg et al. 2019). Cette prémisse a mené au développement des altmétriques, des mesures de la circulation des documents savants sur les médias sociaux (Priem et Hemminger 2010; Priem et al. 2010). Cet intérêt pour la mesure de l'impact social de la production savante coïncide par ailleurs avec des appels de plus en plus marqués à se mobiliser autour des savoirs scientifiques pour faire face à des enjeux comme des crises de santé publique, des pandémies, ou des bouleversements environnementaux majeurs (IPCC 2021; Ripple et al. 2017; 2019). Néanmoins, les récentes études sur les altmétriques considèrent ceux-ci davantage comme une manière d'observer l'attention suscitée par la recherche, notamment sur les médias sociaux (Araujo 2020; Diaz-Faes, Bowman, et Costas 2019). En effet, les métriques rapportées, ne sont pas indicatrices d'effets tangibles de la recherche sur la société, mais plutôt de leur visibilité au sein de différents contextes médiatiques et publics.

Suivant ces considérations, notre étude vise à approfondir cette compréhension des indicateurs altmétriques en les concevant comme un proxy de la résonance des articles scientifiques auprès de différentes communautés, notamment en s'intéressant aux liens sociaux et sémantiques entre l'article, les usagers de Twitter qui le partagent, et ce qui est dit et fait de l'article en ligne (Araujo 2020; Arroyo-Machado, Torres-Salinas, et Robinson-Garcia 2021). En ce sens, la résonance peut être considérée comme une relation de réponse entre la recherche et les mondes d'appartenance de ceux et celles qui partagent des articles scientifiques (Rosa 2018). Cette démarche s'inscrit dans un continuum de recherches sur la communication savante en ligne qui cherche à décrire et analyser de manière contextuelle la circulation des documents savants (Araujo 2020; Arroyo-Machado, Torres-Salinas, et Robinson-Garcia 2021). En nous appuyant sur ces études qui s'intéressent donc aux dimensions contextuelles de la circulation des documents savants, comme la temporalité, les usagers et les communautés impliquées ou le contenu des tweets, nous proposons une démarche exploratoire misant sur le récit de la diffusion d'un article scientifique sur Twitter en vue d'en expliciter la résonance auprès de différents groupes d'usagers.

L'apport de la macroécologie aux connaissances sur le déclin des insectes pollinisateurs

La publication de *Silent Spring* de Rachel Carson en 1962 a contribué à sonner l'alarme sur les effets néfastes des pesticides et insecticides, entraînant subséquemment un intérêt pour la conservation des insectes (Carson 2002[1962]; Dunn 2012). Cet intérêt s'est manifesté par une croissance des recherches concernant les services écosystémiques et le déclin des insectes pollinisateurs, tels que les abeilles sauvages et les bourdons (Kerr et al. 2015; Porto et al. 2020; Soroye, Newbold, et Kerr 2020; Trøjelsgaard et Olesen 2013). Parmi les services écosystémiques rendus par les insectes pollinisateurs, notons qu'ils jouent un rôle important pour la santé de la biodiversité et de la production agroalimentaire (Porto et al. 2020). Leur déclin

entraînerait une dégradation des ressources alimentaires, comme les céréales et les fruits, contribuant à une rareté plus grande de ces ressources et à l'accentuation des inégalités alimentaires (IPBES 2016).

Un des grands défis de la recherche sur les impacts des changements climatiques consiste à produire des signaux suffisamment forts sur une échelle de temps relativement longue, c'est-à-dire des manifestations de changements environnementaux qui peuvent être mis en relation avec les transformations climatiques, tant à une échelle régionale que globale (Coogan et al. 2019). Les outils de la macroécologie permettent d'obtenir de tels signaux en examinant l'évolution des dynamiques écologiques, comme la distribution de certaines espèces dans le temps, à travers de grands ensembles de données (Kerr et al. 2015; Soroye, Newbold, et Kerr 2020). Ces travaux reposent de plus en plus sur la consolidation de ces données au sein d'infrastructures dédiées, facilitant le partage des connaissances sur l'état de la biodiversité (Heaton et al. 2018). Tant les conclusions qui émergent des études macroécologiques que le processus de recherche lui-même sont susceptibles d'alimenter la résonance des savoirs produits à travers ces études.

Mettre en récit la diffusion sur Twitter de la recherche sur les problématiques climatiques

Cette étude explore le potentiel de la mise en récit pour décrire la diffusion d'un article scientifique en particulier et ainsi mieux comprendre comment les traces laissées par un article sur Twitter peuvent être manifestes de son impact social (Araujo 2020; Weber, Engebretsen, et Kennedy 2018). Déjà employée au sein de communautés professionnelles en mobilisation des connaissances pour raconter des histoires sur les travaux de chercheuses et chercheurs, nous suggérons que la technique de la mise en récit, conjuguée à l'analyse des traces laissées sur les médias sociaux, a le potentiel de décrire plus finement les retombées des documents savants en contexte numérique (Bandola-Gill et Smith 2021; Dahlstrom 2014; Hudson et al. 2022; Weber, Engebretsen, et Kennedy 2018).

Pour cette étude, nous reprenons la définition et l'approche de la mise en récit développée par Dahlstrom (2014) soutenant que la construction de récits consiste à décrire les relations entre des événements qui se sont déroulés sur une période bien définie et qui ont un impact sur des sujets spécifiques. Cette approche permet en outre de mettre l'accent sur le caractère situé que peut avoir la communication d'un article, c'est-à-dire que celui-ci intéressera et touchera notamment des publics différents selon les objectifs de l'étude, les thèmes abordés et les pratiques de communication effectives. Appliquée à la communication savante, cette approche permet notamment de décrire plus concrètement l'impact de la recherche (Hudson et al. 2022). Par exemple, un article de Hudson et al. (2022), auquel ont participé conjointement des membres du Lenfest Ocean Program et The Evidence Project, montre comment l'utilisation de narratifs leur a permis de documenter plus en détail la manière dont leurs recherches étaient mobilisées dans un cadre de décision politique. Combinée à des

entretiens auprès de parties prenantes directement touchés par la mobilisation de ces recherches, l'analyse narrative de la mobilisation de ces recherches a ainsi permis de montrer plus en détail comment ces recherches étaient utilisées pour engager des dialogues, informer des décisions politiques ou encore influencer des décisions politiques, par exemple dans le cadre de l'implantation de pêcheries en Chine (Hudson et al. 2022). Dans notre étude, l'apport principal de l'approche consiste à reconstituer l'historique de circulation d'un article spécifique à partir des traces laissées en ligne afin de faire émerger des points saillants en termes de résonance auprès de communautés d'intérêts. Cette approche propose donc une lecture qualitative, à une échelle micro, de manière complémentaire aux approches visant une échelle macro plus traditionnellement utilisée pour mesurer l'impact de la recherche sur Twitter.

Un premier objectif est donc d'explorer les avantages et les limites de la méthode en racontant l'histoire de la diffusion d'un article sur Twitter afin de jeter un éclairage sur son impact public. La mise en récit proposée se base à la fois sur l'analyse des réseaux de retweets et de mentions de l'article étudié, l'analyse qualitative du contenu des tweets et l'analyse d'un entretien avec appui visuel réalisé avec l'auteur de l'article. Nous suggérons que la combinaison de ces trois méthodes au sein d'une même étude apporte un éclairage original pour décrire la circulation d'un article et ainsi examiner son éventuel impact social.

QR1 : Comment reconstituer la diffusion d'un article scientifique sur Twitter à partir de sa mise en récit ?

La méthode de mise en récit déployée dans cette étude vise donc à mettre en évidence la résonance publique d'un article scientifique à travers l'examen de sa diffusion sur Twitter. À cette fin, nous nous sommes intéressés spécifiquement au cas d'un article portant sur l'impact des changements climatiques sur les populations de bourdons. Cet article est particulièrement intéressant puisqu'il a suscité une attention médiatique significative en plus de porter sur un enjeu d'intérêt public.

QR2 : Comment cette mise en récit témoigne-t-elle de l'attention publique suscitée par l'article ?

En analysant ces spécificités, nous cherchons à montrer comment la mise en récit permet de rendre finement compte de l'attention suscitée par la recherche à travers les médias sociaux à partir des spécificités associées à un seul article.

La diffusion de l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents » (Kerr et al. 2015)

Dans le cadre de cette étude de cas, nous avons choisi d'observer la circulation de l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents » (Kerr et al. 2015) en considérant 1) qu'il s'agit d'une étude menée par une équipe canadienne

et 2) qu'il s'agit d'un des articles les plus populaires sur Twitter que nous avons pu repérer au moment d'une collecte plus large. Publié le 10 juillet 2015 dans la revue *Science*, l'article montre que l'habitat des bourdons, d'importants pollinisateurs, rétrécit du fait des changements climatiques. L'étude est menée par le professeur Jeremy T. Kerr, chercheur en macroécologie et conservation à l'Université d'Ottawa, et inclut tant des postdoctorantes et postdoctorants de l'Université d'Ottawa que des collaboratrices et des collaborateurs ailleurs au Canada, aux États-Unis et en Europe. Dans la perspective d'une étude macroécologique, ces collaborations recoupent des territoires variés dont le croisement des données peut mener à l'examen de grandes tendances sur l'évolution ou la conservation des espèces sur de longues périodes.

Le projet a notamment reçu l'appui du réseau stratégique du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et de l'Initiative de pollinisation canadienne (CANPOLIN), dont la mission était consacrée à l'examen des enjeux reliés au déclin des pollinisateurs jusqu'à ce que le réseau cesse ses activités en septembre 2014. Un appui a également été fourni à travers une Subvention à la découverte du CRSNG et la *Ottawa Research Chair in Macroecology and Conservation*. L'étude a par ailleurs fait l'objet d'un article subséquent en 2020, également publié dans *Science* sous la plume de Peter Soroye, Tim Newbold et Jeremy T. Kerr (2020).

Les conclusions de l'article de 2015 ont conduit à une importante campagne de presse menée par l'*American Association for the Advancement of Science* (AAAS). Cette campagne de presse a mené à une large couverture médiatique en collaboration avec l'équipe de recherche principale derrière l'article et l'équipe média de l'Université d'Ottawa. Un résumé de la couverture médiatique, d'après les données disponibles sur Eurêka et le site web du Kerr Lab, est disponible dans le matériel supplémentaire à la fin de l'article (Tableau 1).

La structure de la diffusion de l'article sur Twitter

Pour cartographier la diffusion de l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents » sur Twitter, nous avons utilisé son DOI (*Digital Object Identifier*) pour récolter 408 tweets consignés dans une copie de données fournie par Altmetric.com en octobre 2018 à l'Observatoire des sciences et des technologies de l'UQAM. Les données récoltées incluent le nom et l'identifiant de l'auteur ainsi que le contenu, l'identifiant, le lien et la date et l'heure du tweet. Nous avons également récolté, toujours au moyen de la copie fournie par Altmetric.com, les descriptifs (bios) Twitter en vue de documenter les usagers ayant partagé l'article. Les informations récoltées représentent ce qui était visible au moment des tweets. Nous avons ainsi identifié 30 tweets qui ne sont plus accessibles, soit parce que le compte a été supprimé ou suspendu ou le tweet a été supprimé. Finalement, nous avons identifié les retweets ainsi que les mentions et les mots-clés inclus dans le contenu des tweets.

Nous avons reconstitué la circulation de l'article sous forme de réseaux de retweets et de mentions (Figure 1). Ces réseaux incluent 406 nœuds représentant les usagers ayant partagé l'article ou ayant été mentionnés dans les tweets incluant un lien vers l'article, et 376 liens, soit 282 retweets et 94 mentions, séparés en

66 composantes² distinctes en plus de 41 nœuds isolés. La majorité des tweets ont été publiés au moment même de la parution de l'article, soit les 9 et 10 juillet 2015. Une majorité des retweets est dirigée vers le compte de la revue *Science* (@sciencemagazine), tandis que l'auteur principal @jetkerr a été l'un des usagers les plus actifs avec 14 tweets, dont 8 retweets, incluant également 13 mentions.

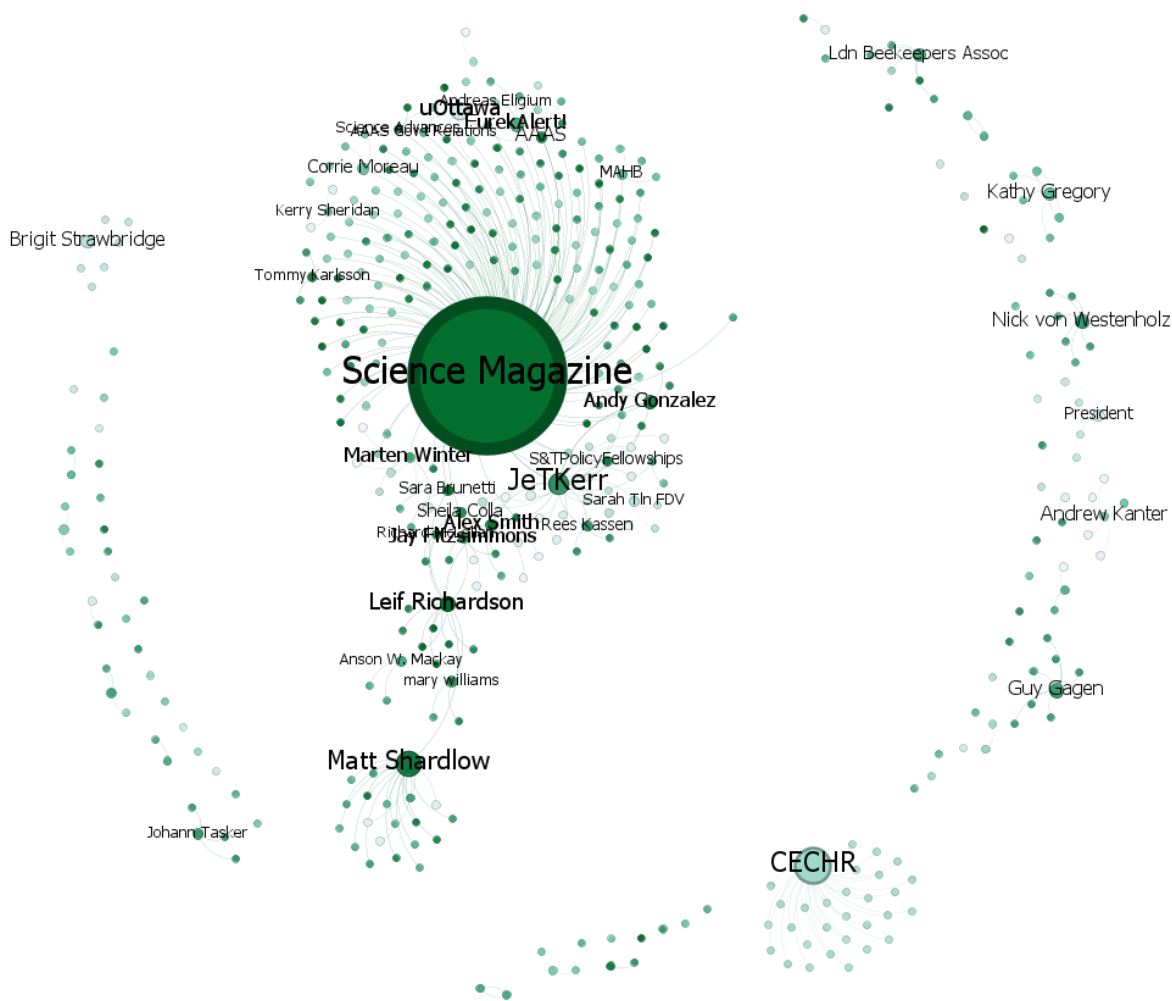


Figure 1. Réseau de circulation de l'article « Climate change impacts bumblebees across continents » sur Twitter au moyen des retweets et des mentions. La couleur des nœuds représente le premier tweet de chaque usager sous forme de rang (les premiers tweets sont en vert foncé, les derniers tweets en vert pâle). La taille des nœuds représente le nombre de retweets ou de mentions reçues. Seuls les usagers ayant reçu au moins trois liens sont identifiés par leur nom d'utilisateur. La visualisation a été effectuée au moyen du logiciel Gephi en utilisant une spatialisation Yifan Hu combinée à un ajustement des étiquettes et un déchevauchement des nœuds.

² En analyse réseau, une composante regroupe les nœuds exclusivement interconnectés entre eux par au moins un lien.

Nous avons également procédé à une détection des communautés d'utilisateurs en vue d'identifier les différents groupes ayant contribué à la circulation de l'article (Figure 2). Nous distinguons ainsi 8 communautés d'utilisateurs majeures s'articulant autour de comptes centraux. Une première communauté représente un grand groupe d'utilisateurs ayant retweeté ou mentionné le compte @sciencemagazine (*Science*). Une seconde communauté s'articule autour du compte de l'auteur principal de l'article @jetkerr (Jeremy Kerr). Les autres communautés au sein de la composante principale s'articulent ensuite autour du compte @uottawa (UOttawa) en plus des ressources de communication de la AAAS, du compte de l'auteur @leifr7 (Leif Richardson) et du compte @mattashardlow (Matt Shardlow) - directeur exécutif de Buglife, un organisme consacré à la conservation des insectes et basé à Peterborough au Royaume-Uni. Les trois autres communautés représentent les groupes distincts identifiés précédemment, organisés autour des comptes @cechr_uod (CECHR), @b_strawbridge (Brigit Strawbridge) et @agricpolicy (Guy Gagen).

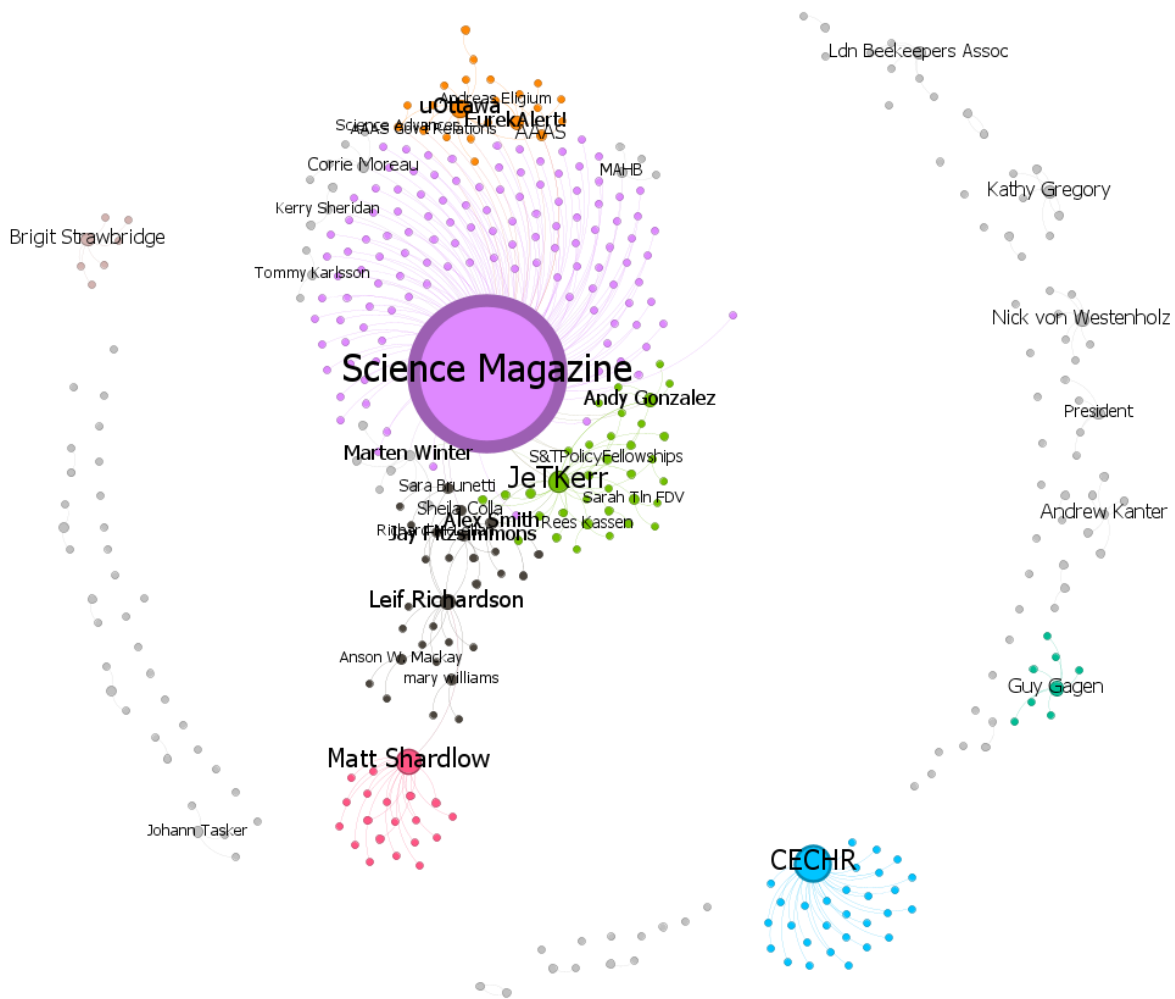


Figure 2. Réseau de circulation de l'article « Climate change impacts bumblebees across continents » sur Twitter au moyen des retweets et des mentions. La couleur des nœuds

représente les différentes communautés identifiées au moyen du coefficient de modularité (Louvain). La taille des nœuds représente le nombre de retweets ou de mentions reçues. Seuls les usagers ayant reçu au moins trois liens sont identifiés par leur nom d'utilisateur. La visualisation a été effectuée au moyen du logiciel Gephi en utilisant une spatialisation Yifan Hu combinée à un ajustement des étiquettes et un déchevauchement des nœuds.

Afin de mettre en récit la circulation de l'article, nous avons ensuite procédé à une analyse de la tonalité et du contenu des tweets combinée à un entretien avec soutien visuel – le réseau de circulation de l'article – auprès de son premier auteur (Dubois et Ford 2015; Gallant, Latzko-Toth, et Pastinelli 2015; Gallant et al. 2020; Latzko-Toth, Bonneau, et Millette 2017; 2020). L'analyse de la tonalité et du contenu des tweets a été effectuée au moyen de la plateforme web de l'Espace de recherche et d'expérimentation sur les usages numériques (Espace UN) – un exemple de fiche est disponible dans le matériel supplémentaire de l'article. L'analyse des tweets a consisté au codage manuel du ton employé, par exemple s'il s'agit d'un tweet neutre ou descriptif – par exemple une reprise du titre de l'article –, positif – par exemple pour féliciter les auteurs et autrices – ou encore alarmé – par exemple pour mettre l'accent sur le problème que représente la disparition des populations de bourdons. Ensuite, l'analyse du contenu des tweets a consisté en une description manuelle visant à faire ressortir les thèmes abordés, les procédés employés, le rôle des usagers interpellés, ou encore la manière dont l'article est mobilisé par les usagers, le cas échéant.

Pour mener l'entretien, nous avons d'abord conçu un guide d'entretien semi-dirigé axé dans un premier temps sur le contexte de l'étude, puis de sa communication, à la fois dans le cadre de la campagne de presse menée par l'AAAS et l'Université d'Ottawa ainsi que sur Twitter. Une partie de l'entretien a été conçue de manière à montrer les réseaux de circulation de tweets à la personne rencontrée afin d'en faire une lecture conjointe des événements qui ont pu participer à sa réception et son partage actif auprès de différentes communautés d'utilisateur. À cet effet, une visualisation du réseau de retweets et de mentions, minimalement documenté afin de ne pas guider les réponses de l'entretien, a été envoyée à la personne rencontrée. Un seul entretien a été mené et enregistré au moyen de la plateforme Zoom auprès de l'auteur principal de l'étude, l'acteur le plus central dans sa production et sa communication. L'entretien a duré une heure, puis a fait l'objet d'une transcription. Une analyse conjointe par deux membres de notre équipe de recherche a visé à mettre en lumière les grandes observations issues de l'entretien en ce qui a trait aux pratiques et stratégies de communication de l'article. L'analyse des tweets et de l'entretien a fait jaillir des points marquants de la diffusion de l'article sur Twitter, en plus de mettre en valeur la manière dont ces événements ont pu contribuer à sa résonance selon les différentes communautés touchées.

La mise en récit de la diffusion de l'article sur Twitter

Le premier tweet incluant un lien vers l'article a été publié par @leifr7 (Leif Richardson), un co-auteur de l'article et chercheur postdoctoral à l'University of Vermont au moment de sa publication, à 18h07 le 9 juillet 2015. Ce tweet, repris d'une

part par des naturalistes amateurs comme @wurflenii et d'autre part par le compte institutionnel @gundinstitute (Gund Institute for Environment) de l'University of Vermont et celui de son directeur @stephen_posner (Stephen Posner), soulignait la parution de l'article le jour même.

Une circulation importante de l'article s'est ensuite articulée autour des tweets de la revue *Science* elle-même et des services de relations publiques de la AAAS. L'entrevue a également fait ressortir l'implication majeure de la campagne de presse organisée par la AAAS pour faire mousser l'article, conduisant à plusieurs apparitions médiatiques ainsi qu'à une visibilité importante sur Twitter.

[...] Twitter was good to get the message out, but the thing that really catalyzed it all was that the AAAS decided they would do a really organized press event around the paper, and so they flew here [...] and organized a big international press conference on campus.

Otherwise, it was going to be another, you know, kind of a meaningful discovery published in a high profile journal but whose splash was very short. [...] Twitter can amplify it in that way, but the nucleus of it was, I think, that Science did the press conference.

Le service de relations publiques des revues associées à *Science*, @scipak, a publié un premier tweet à 18h18 le 9 juillet 2015, mentionnant les comptes @sciencemagazine et @UOttawa. S'en est suivi un tweet de @sciencemagazine soulignant la principale conclusion de l'étude – « Bumblebee ranges are shrinking thanks to climate change » - et utilisant le mot-clic #free visant à mettre en valeur l'accès gratuit à l'article. Ce tweet a suscité 76 retweets provenant de comptes représentant autant des scientifiques (@ameurcherif, @ktsainsbury1) que des professionnelles et professionnels (@clay_comstock) et des personnes du grand public (@stephenwaldron). L'implication de la AAAS, l'association derrière la revue *Science*, s'est poursuivie le 9 juillet par des tweets provenant des comptes @AAAS_SRHRL à 19h25, @AAASFellowships à 19h26, @AAAS à 19h28 et @ScienceAdvances à 19h31, tous présentant une structure similaire visant à attirer l'attention tout en mentionnant à nouveau les comptes @sciencemagazine et @UOttawa – « Why are we losing bumblebees? @ScienceMagazine @UOttawa [...] explains ». Le travail de la AAAS se poursuit sur plusieurs jours, par exemple par un tweet de son service de nouvelles @eurekaalert (EurekaAlert!) le lendemain et un nouveau partage de @sciencemagazine le 15 juillet, une semaine plus tard. Ce dernier tweet suscite également un grand volume de retweets.

En parallèle, les comptes @alex_smith_ants (Alex Smith) – professeur en écologie moléculaire à l'Université de Guelph, travaillant notamment sur la distribution latitudinale et altitudinale des insectes – et @matteashardlow attirent une certaine attention. Dans le premier cas, @alex_smith_ants publie un tweet à 19h19 présentant une vidéo, préparée par l'Université York, d'une co-autrice, Sheila Colla, et d'un co-

auteur, Laurence Packer, consacrée au rôle des collections d'histoire naturelle (#NatHist) dans la rédaction de l'article. Le tweet mentionne également les auteurs @jetkerr et @leifr7, en plus de susciter l'attention de Ian King, chercheur postdoctoral à l'Université de Guelph en 2015 avant de devenir conseiller scientifique au Gouvernement du Canada. Dans le second cas, le tweet de @matteashardlow, publié à 19h25, prend un ton plus alarmé, soulignant que les bourdons ne parviennent pas à survivre au changement climatique. Par le fait même, le tweet met l'accent sur un procédé développé par Buglife, les B-Lines, dont l'objectif consiste à organiser des réseaux de fleurs sauvages, recréant ainsi des habitats propices aux insectes pollinisateurs. La publication de ce tweet a contribué à créer une communauté distincte dans le réseau de circulation de l'article, composée notamment d'entomologistes, d'écologistes et d'utilisateurs mobilisés autour des enjeux de conservation (en rouge dans la figure 2).

Les tweets ont continué de s'accumuler dans les heures suivant le premier tweet alors qu'une attention se développe autour du travail de différents auteurs. D'abord, @bio_diverse – Andy Gonzalez, professeur à l'Université McGill et co-directeur du Centre de la science de la biodiversité du Québec – publie un tweet à 20h17 soulignant la conclusion principale de l'article en mentionnant le travail de @jetkerr. Le tweet est ensuite repartagé par différents collègues biologistes. Quelques minutes plus tard, @jayfitysy – Jay Fitzsimmons, biologiste au sein du Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario – partage également un tweet mettant en valeur la conclusion voulant que l'habitat des bourdons se déplace en lien avec les changements climatiques, tout en félicitant plusieurs autrices et auteurs tels que @alanapindar (Alana Pindar), @pgalpern (Paul Galpern), @jetkerr, @sheilacolla (Sheila Colla) et @leifr7.

À 00h46 le 10 juillet 2015 un tweet de @reeskassen – Rees Kassen, professeur de biologie à l'Université d'Ottawa et également spécialiste des enjeux de conservation de la biodiversité – souligne par l'image que les « bourdons se sentent coincés par les changements climatiques » (« Bumblebees feeling squeezed by climate change. Imp new study by @jetkerr »), mettant l'accent par le fait même sur l'importance de l'étude menée par @jetkerr. Ce tweet sera également le premier partage de @jetkerr à 00h46, auquel suivra trois autres retweets des professeurs Andy Gonzalez et Alex Smith ainsi que du compte @AAASFellowships – compte représentant des stagiaires en politique scientifique à la AAAS.

Le travail des médias fait également son œuvre, alors qu'à 01h27 le média @westernproducer, établi au Canada et spécialisé dans les questions agricoles, adresse une réponse à @davidkucher, un usager travaillant dans le milieu agricole. Durant la journée du 10 juillet, le professeur @alex_smith_ants publie quant à lui un second tweet mettant l'accent sur une entrevue de la journaliste @susanbonner (Susan Bonner) de @cbcasithappens avec @jetkerr.

Le 10 juillet 2015, une part importante des tweets provient de comptes établis en Europe, tels que @pckjaergaard – Peter C. Kjærgaard, professeur d'histoire évolutionnaire à l'University of Copenhagen et directeur du musée d'histoire naturelle du Danemark – @readingurbpolls – Urban Pollinators, équipe de recherche sur les

pollinisateurs urbains à l'Université de Reading – et @londonbeekeeper – Ldn Beekeepers Assoc, compte d'une association londonienne des apiculteurs. Une communauté d'utilisateurs représentant différentes personnes et organisations du secteur de la production agricole en Europe repartage notamment un tweet de @nvonwestenholz – Nick von Westenholz, chef exécutif de la Crop Protection Association à Peterborough au Royaume-Uni – tandis qu'une autre communauté se regroupe autour d'un tweet de @agricpolicy – conseiller directeur en production agricole à la National Farmers' Union (communauté en turquoise autour de Guy Gagen dans la figure 2). Notons que plusieurs de ces comptes sont centraux aux communautés qui se développent à l'extérieur de la composante principale du réseau de circulation de l'article sur Twitter.

La circulation de l'article ralentit considérablement à compter de 16h00 le 10 juillet 2015, passant de plus de 5 tweets à l'heure à environ 3 tweets, rythme qui ralentira encore le lendemain à au plus un tweet par heure. Parmi les tweets suscitant le plus d'attention, @alanhlockwoodmd – professeur en neurologie à l'Université de Buffalo – relaie l'information à cinq antennes de Physicians for Social Responsibility (PSR), une organisation dont il est directeur. Dans l'ensemble des tweets publiés entre le 9 et le 15 juillet 2015, le ton est soit neutre – en mentionnant le titre de l'article ou en reformulant directement sa conclusion principale -, soit plutôt alarmé, reconnaissant les effets néfastes posés par les changements climatiques en plus des pesticides et néonicotinoïdes sur les populations de pollinisateurs.

La circulation de l'article connaît un regain d'activité le 1^{er} août 2015 suite à un tweet de @cechr_uod, une initiative de l'University of Dundee visant à encourager la recherche interdisciplinaire sur les changements environnementaux. Le tweet relayant le titre de l'article a fait l'objet de 29 retweets effectués par des comptes représentant un large éventail d'utilisateurs, en particulier des personnes et des organisations œuvrant à la résilience environnementale. Ce tweet a pu contribuer à créer une communauté en marge du groupe principal au sein duquel circule l'article, attirant l'attention sur l'article auprès d'un public qui aurait pu ne pas être touché autrement (en bleu dans la figure 2). Le potentiel de Twitter pour rejoindre de nouveaux publics a d'ailleurs été mis de l'avant dans l'entretien que nous avons mené avec l'auteur.

Twitter probably served a really important amplification purpose there, and also because of its networking function reached into places where we could just never have thought to go, you know, all over the place.

L'article est également partagé par des usagers sensibles aux questions environnementales en vue d'attirer l'attention de dirigeants politiques. Ainsi, le 10 juillet 2015, @kevinjcoleman7 apostrophe @danarohrbacher – représentant républicain au Congrès américain – en mettant l'accent sur le fait que plusieurs colonies d'abeilles sont en disparition. Bien que l'article ne circule que parcimonieusement à partir du mois d'août 2015, il continue d'être mobilisé au sein de discussions sur

Twitter. Il est notamment mobilisé par @jetkerr dans une conversation avec des collègues professeurs en écologie, comme @bio_diverse, @beckyck et @nickmhaddad, sur la manière de conduire certaines analyses. Il est également partagé afin d'attirer l'attention sur la nécessité d'une action décisive face aux changements climatiques. Le partage de l'article contribue également à la formation tardive d'une communauté d'utilisateurs autour des tweets de @b_strawbridge, une figure semi-publique au Royaume-Uni et amatrice des abeilles, et de ceux de @perkins58 (Gill Perkins), à la tête du Bumblebee Conservation Trust, le 6 octobre 2016. Finalement, en janvier 2017, d'autres utilisateurs mentionnent les comptes @potus du président américain Donald Trump et @lamarsmithtx21, élu républicain à la Chambre des représentants du Congrès américain.

Discussion : La résonance sur Twitter d'un article de recherche sur la disparition des bourdons

La démarche exploratoire proposée dans cette étude considère la mise en récit comme une approche pertinente pour décrire la circulation d'un article scientifique sur Twitter et ainsi appréhender l'attention qu'il suscite en ligne. L'approche que nous avons déployée repose sur la complémentarité de trois méthodes – l'analyse des réseaux de retweets et de mentions de l'article, l'analyse qualitative des tweets et un entretien avec l'auteur de l'article – afin d'examiner les différentes couches permettant de reconstruire la circulation de l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents ». Dans le cas de l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents », nous avons ainsi pu observer le rôle structurant joué par la AAAS et la revue *Science*, tant au plan de la couverture médiatique que sur Twitter, la participation active de certains auteurs, l'implication d'utilisateurs clés pour organiser le partage de l'article auprès de certaines communautés ou entre certains utilisateurs, ainsi que la formation de certaines communautés bien définies autour de certains utilisateurs. En outre, bien que la majorité des tweets incluant un lien vers l'article ont été publiés dans les premiers jours suivant sa publication, celui-ci a continué à avoir une résonance conséquente à plus long terme, au moins un an après sa publication et encore davantage pour certains tweets. La finalité des tweets tardifs change également, mettant un plus grand accent sur la responsabilité politique et la résilience environnementale en lien avec le déclin des pollinisateurs et l'action climatique.

Le rôle structurant joué par la AAAS et la revue *Science* a eu un effet important sur la circulation de l'article sur Twitter. La campagne de presse organisée pour souligner la publication de l'article a été un levier pour la diffusion de l'article, comme en témoignent la couverture médiatique importante et l'important volume de tweets suscités par l'article, en particulier les retweets du compte @sciencemagazine. D'autres utilisateurs ont d'ailleurs utilisé cette couverture médiatique (le professeur @alex_smith_ants par exemple) pour faire « mousser » le partage de l'article autour des auteurs et autrices. Ces constats réaffirment le rôle clé des médias et des relations

de presse pour structurer la communication de la recherche. Bien qu'il ne soit pas possible de savoir ce qu'aurait été le partage de l'article sans l'effet levier de la campagne de presse, on peut faire l'hypothèse que celui-ci aurait significativement moins circulé. Des recherches futures pourraient chercher à approfondir notre compréhension des liens entre la couverture médiatique et le partage d'un article sur Twitter.

Comme l'auteur l'a souligné lors de l'entretien, l'utilisation de Twitter a pu amplifier la circulation de l'article et contribuer à l'organiser autour de communautés bien définies. On observe en effet des communautés plus importantes qui se sont constituées autour de quelques usagers clés : @sciencemagazine, @uottawa et les comptes de l'AAAS du côté des institutions, @jetkerr (le premier auteur de l'article), @leifrichardson (un autre de l'article), @matteashardlow (directeur de Buglife), @cechr_uod (initiative en résilience environnementale de l'University of Dundee), @b_strawbridge (amatrice des abeilles) et @agricpolicy (conseiller agricole). D'autres communautés sont organisées autour de groupes ou d'intérêts spécifiques, rassemblant, en l'occurrence, des amies et amis, collègues des autrices et auteurs, des scientifiques travaillant sur des thèmes reliés à la macroécologie, les pollinisateurs ou la conservation écologique, des professionnels de la production agricole – surtout en Europe -, des environnementalistes et des amateurs soucieux de l'environnement, ainsi des organisations de protection de l'environnement ou des pollinisateurs. Finalement, l'article a servi plusieurs finalités sur Twitter, par exemple mettre l'accent sur le caractère alarmant de la disparition des pollinisateurs et le rôle éventuel des changements climatiques, proposer des solutions pour protéger les pollinisateurs ou encore interpeller certains représentants politiques.

La démarche proposée dans cette étude a toutefois ses limites. D'abord, la mise en récit a porté sur un article dont la résonance médiatique, tant hors ligne qu'en ligne sur Twitter, est spécifique. Ce faisant elle n'est valide que dans le contexte précis de circulation de l'article. La méthode de la mise en récit demeure cependant applicable à l'ensemble des articles scientifiques. Par ailleurs, la mise en récit se base sur une lecture subjective de l'importance accordée à certains événements. En raison de cette caractéristique, la lecture des événements varie nécessairement selon les personnes, que ce soit en raison de ce qui motive l'examen de la circulation de la recherche ou une connaissance plus fine du contexte de publication et de communication des articles. En ce sens, le caractère subjectif de la méthode appliquée peut aussi être une force afin de faire ressortir des éléments significatifs en regard de la circulation des articles, particulièrement de la part des personnes directement impliquées. En outre, la mise en récit de la circulation d'un article sur Twitter ne permet pas d'appréhender son impact à proprement parler, mais agit comme un outil susceptible de guider les chercheurs et les chercheurs à examiner la résonance que connaît leur recherche dans la sphère publique.

Par ailleurs, nous n'avons pu faire qu'un seul entretien avec l'auteur principal. Or, cet aspect de la méthode pourrait bénéficier d'entretiens additionnels avec d'autres autrices ou auteurs impliqués dans la publication de l'article ou avec des personnes

impliquées dans sa communication (par exemple le personnel de communication de l'éditeur) ou encore avec des usagers ayant joué un rôle important dans sa circulation sur Twitter. Parmi les pistes considérées, mentionnant des entretiens avec des usagers représentant certains groupes afin d'en apprendre davantage sur leur position et leurs intérêts à propos des articles partagés. Dans cette étude, nous avons également exploré l'utilisation de visuels sous la forme des réseaux de retweets et de mentions lors des entretiens afin d'en faire une lecture conjointe avec la personne rencontrée. Comme l'ont démontré de précédentes études portant notamment sur les pratiques en ligne, l'utilisation de supports visuels lors des entretiens permet de mener une démarche de coanalyse avec les sujets enquêtés, ce faisant enrichissant les éléments contextuels et les significations mises en valeur au travers de l'étude (Dubois et Ford 2015; Gallant, Latzko-Toth, et Pastinelli 2015; Gallant et al. 2020; Latzko-Toth, Bonneau, et Millette 2017; 2020). Dans le cadre de cette étude, l'utilisation de réseaux sans clés de lecture préalable a mis en lumière certains défis associés à ce type de visualisation. En effet, bien que l'entretien ait permis de mieux comprendre le contexte de production et de communication de l'article étudié, la section mobilisant la visualisation de réseau n'a que peu contribué aux observations qui font l'objet de cette mise en récit. Parmi les pistes considérées pour de futurs entretiens, mentionnons le découpage du réseau en différentes sections ou une documentation plus soutenue qui serait envoyée à la personne rencontrée, l'objectif étant de mettre l'accent plus directement sur des aspects considérés importants de la circulation de l'article. Une autre piste pourrait consister à combiner ces réseaux avec des la visualisation de publications effectuées par les personnes rencontrées.

La démarche que nous proposons dans cette étude a permis d'avoir une lecture plus contextualisée et située des traces de circulation d'un article sur Twitter. En ce sens, l'analyse de contenu des tweets, l'analyse des réseaux de partage de l'article et des entretiens servent de base à la constitution d'une mise en récit à travers laquelle on peut observer directement la résonance d'un article auprès de groupes d'utilisateurs distincts, en plus de présenter ces observations sous une forme qui peut être découpée en différents moments importants selon les intérêts des chercheuses et chercheurs qui souhaitent observer l'attention que suscitent leurs travaux. En ce sens, elle apporte un éclairage complémentaire aux méthodes bibliométriques traditionnelles, en particulier en ce qui concerne les altmétriques à travers lesquelles on constate la difficulté de rattacher les traces observées à des phénomènes précis. La méthode proposée permet donc de dresser un portrait de la résonance que peut avoir un article sur Twitter, et ainsi aider les chercheuses et les chercheurs à cibler des aspects de la circulation de leurs travaux sur lesquels ils souhaitent mettre l'accent, que ce soit pour l'évaluation de la recherche ou l'engagement avec des communautés spécifiques.

Conclusion

Cette étude explore le potentiel de la mise en récit pour décrire finement la circulation de documents savants sur Twitter à travers le cas de l'article « Climate

change impacts on bumblebees converge across continents ». Notre hypothèse était que la mise en récit, basée sur la triangulation de méthodes complémentaires, permet d'examiner plus en détail la résonance de la recherche sur Twitter, par exemple en mettant l'accent sur des événements importants ou des groupes d'utilisateurs pertinents. En déployant une analyse du réseau de circulation de l'article, une analyse qualitative du contenu des tweets et un entretien avec l'auteur de l'article, nous avons observé le rôle structurant joué par la revue *Science* et la AAAS dans la communication de l'article, d'abord par l'entremise d'une importante campagne de presse. En outre, l'utilisation de Twitter a permis d'amplifier la circulation de l'article auprès de certains groupes, comme des groupes amateurs s'intéressant aux abeilles ou des milieux professionnels dédiés à la production agricole. L'article a également été mobilisé de plusieurs manières, tant pour susciter l'intérêt sur la recherche que pour sensibiliser sur la disparition des pollinisateurs.

La démarche de mise en récit permet d'approfondir la recherche sur les altmétriques et la circulation de la communication savante sur les médias sociaux en mettant de l'avant une approche qualitative complémentaire aux approches traditionnelles quantitatives. En effet, en observant en détail la circulation d'un article sur Twitter, la démarche proposée contribue au développement d'une approche pour comprendre la signification des traces laissées par la recherche en contexte numérique, notamment en considérant le contexte de production et de communication des articles ainsi que les différents groupes d'utilisateurs qui peuvent partager un article. À l'intérieur des limites et des contraintes de la démarche, cette approche permet d'appréhender plus finement l'éventuelle résonance de la recherche sur les médias sociaux en offrant un éclairage sur les contextes de circulation des documents savants. En outre, cette approche ouvre de nouvelles pistes de recherche, par exemple sur le rôle des médias dans la circulation des travaux scientifiques, la création d'une typologie des différentes significations que l'on peut accorder aux traces de la recherche sur les médias sociaux, ou encore l'approfondissement des notions d'attention et de résonance dans le cadre de la communication publique de la recherche.

Remerciements/Acknowledgements

Cette recherche est financé par une Bourse d'études supérieures du Canada Joseph-Armand-Bombardier pour le doctorat du CRSH et est soutenu financièrement par la subvention Savoir Understanding the societal impact of research through social media du CRSH ainsi que par le Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie. Nous soulignons également les contributions de l'Espace UN (analyse de données), de l'Observatoire des sciences et des technologies (OST) et de la Chaire de recherche du Canada sur les transformations de la communication savante (collecte de données). Nous tenons également à souligner la participation du Professeur Jeremy T. Kerr à l'étude.

This research was funded through a SSHRC Joseph-Armand Bombardier Canada Graduate Scholarship (767-2017- 1329), the SSHRC Insight Grant Understanding the societal impact of research through social media, and received financial contribution from the CIRST. It also received contributions from the Espace UN (Data Analysis), Observatoire des sciences et des technologies (OST) and Canada Research Chair on the Transformations of Scholarly Communication (Data Collection). We also wish to acknowledge the contribution of Prof. Jeremy T. Kerr to the study.

À propos des auteurs

Rémi Toupin est candidat au doctorat en Science, technologie et société à l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Ses intérêts de recherche portent sur la communication scientifique, la mobilisation des savoirs, la communication en contexte numérique et la communication de la recherche sur les enjeux environnementaux.

Références

- Alperin, Juan Pablo, Charles J. Gomez, et Stefanie Haustein. 2018. « Identifying Diffusion Patterns of Research Articles on Twitter: A Case Study of Online Engagement with Open Access Articles ». *Public Understanding of Science* 28 (1): 2-18. <https://doi.org/10.1177/0963662518761733>.
- Araujo, Ronaldo Ferreira. 2020. « Communities of Attention Networks: Introducing Qualitative and Conversational Perspectives for Altmetrics ». *Scientometrics* 124 (3): 1793-1809. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03566-7>.
- Arroyo-Machado, Wenceslao, Daniel Torres-Salinas, et Nicolas Robinson-Garcia. 2021. « Identifying and Characterizing Social Media Communities: A Socio-Semantic Network Approach to Altmetrics ». *Scientometrics*, octobre. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04167-8>.
- Bandola-Gill, Justyna, et Katherine E. Smith. 2021. « Governing by Narratives: REF Impact Case Studies and Restrictive Storytelling in Performance Measurement ». *Studies in Higher Education*, septembre, 1-15. <https://doi.org/10.1080/03075079.2021.1978965>.
- Bornmann, Lutz. 2016. « Scientific Revolution in Scientometrics : the Broadening of Impact from Citation to Societal ». In *Theories of Infometrics and Scholarly Communication*, 347-59. Berlin: de Gruyter Mouton.
- Bowman, Timothy David. 2015. « Investigating the use of affordances and framing techniques by scholars to manage personal and professional impressions on Twitter ». Dissertation, Bloomington: Indiana University.
- Carson, Rachel. 2002. *Silent Spring*. 40th anniversary ed., 1st Mariner Books ed. Boston: Houghton Mifflin.
- Coogan, Sean C.P., François-Nicolas Robinne, Piyush Jain, et Mike D. Flannigan. 2019. « Scientists' warning on wildfire — a Canadian perspective ». *Canadian Journal of Forest Research* 49 (9): 1015-23. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0094>.

- Costas, Rodrigo, Philippe Mongeon, Márcia R. Ferreira, Jeroen van Honk, et Thomas Franssen. 2020. « Large-Scale Identification and Characterization of Scholars on Twitter ». *Quantitative Science Studies*, mai, 1-21. https://doi.org/10.1162/qss_a_00047.
- Côté, Isabelle M., et Emily S. Darling. 2018. « Scientists on Twitter: Preaching to the Choir or Singing from the Rooftops? » *FACETS*, juin. <https://doi.org/10.1139/facets-2018-0002>.
- Dahlstrom, M. F. 2014. « Using Narratives and Storytelling to Communicate Science with Nonexpert Audiences ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (Supplement_4): 13614-20. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320645111>.
- Díaz-Faes, Adrián A., Timothy D. Bowman, et Rodrigo Costas. 2019. « Towards a Second Generation of 'Social Media Metrics': Characterizing Twitter Communities of Attention around Science ». *PLOS ONE* 14 (5): e0216408. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216408>.
- Dubois, Elizabeth, et Heather Ford. 2015. « Trace Interviews: An Actor-Centered Approach ». *International Journal of Communication* 9 (0): 25.
- Dunn, Rob. 2012. « In Retrospect: Silent Spring ». *Nature* 485 (7400): 578-79. <https://doi.org/10.1038/485578a>.
- Effrosynidis, Dimitrios, Alexandros I. Karasakalidis, Georgios Sylaios, et Avi Arampatzis. 2022. « The climate change Twitter dataset ». *Expert Systems with Applications* 204 (octobre): 117541. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117541>.
- Fleerackers, Alice, Lise Nehring, Lauren A. Maggio, Asura Enkhbayar, Laura Moorhead, et Juan Pablo Alperin. 2022. « Identifying Science in the News: An Assessment of the Precision and Recall of Altmetric.Com News Mention Data ». *Scientometrics* 127 (11): 6109-23. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04510-7>.
- Gallant, Nicole, Katherine Labrecque, Guillaume Latzko-Toth, et Madeleine Pastinelli. 2020. « La visite commentée : documenter les pratiques numériques par l'entretien sur traces ». In *Méthodes de recherche en contexte numérique : une orientation qualitative*, édité par Mélanie Millette, Florence Millerand, David Myles, et Guillaume Latzko-Toth, 195-210. Montréal: PUM.
- Gallant, Nicole, Guillaume Latzko-Toth, et Madeleine Pastinelli. 2015. *Circulation de l'information sur les médias sociaux pendant la grève étudiante de 2012 au Québec*. Québec: Centre d'études sur les médias.
- Guenther, Lars, et Georg Ruhrmann. 2016. « Scientific Evidence and Mass Media: Investigating the Journalistic Intention to Represent Scientific Uncertainty ». *Public Understanding of Science* 25 (8): 927-43. <https://doi.org/10.1177/0963662515625479>.
- Haustein, Stefanie. 2018. « Never Put off till Tomorrow, What You Can Tweet Today Or: How Quickly Research Papers Spread on Twitter ». *Altmetric* (blog). 5 juillet 2018. <https://www.altmetric.com/blog/never-put-off-till-tomorrow-what-you-can-tweet-today-or-how-quickly-research-papers-spread-on-twitter/>.
- . 2019. « Scholarly Twitter Metrics ». In *Springer Handbook of Science and Technology Indicators*, édité par Wolfgang Glänzel, Henk F. Moed, Ulrich

- Schmoch, et Mike Thelwall, 729-60. Springer Handbooks. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02511-3_28.
- Haustein, Stefanie, Timothy D. Bowman, et Rodrigo Costas. 2016. « Interpreting “altmetrics”: Viewing acts on social media through the lens of citation and social theories ». In *Theories of Informetrics and Scholarly Communication*, édité par Cassidy R. Sugimoto, 372-405. Berlin: de Gruyter Mouton.
- Heaton, Lorna, Florence Millerand, Patricia Dias Da Silva, et Serge Proulx, éd. 2018. *La reconfiguration du travail scientifique en biodiversité: pratiques amateurs et technologies numériques*. PUM. Montréal: Les presses de l'université de Montréal.
- Holmberg, Kim, Sarah Bowman, Timothy Bowman, Fereshteh Didegah, et Terttu Kortelainen. 2019. « What Is Societal Impact and Where Do Altmetrics Fit into the Equation? » *Journal of Altmetrics* 2 (1): 6. <https://doi.org/10.29024/joa.21>.
- Hudson, Charlotte G, Emily Knight, Sarah L Close, Jason P Landrum, Angela Bednarek, et Ben Shouse. 2022. « Telling stories to understand research impact: narratives from the Lenfest Ocean Program ». *ICES Journal of Marine Science*, octobre, fsac169. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac169>.
- IPBES. 2016. « Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production ». Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3402856>.
- IPCC. 2021. « Summary for Policymakers ». Édité par V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, et al. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>.
- Kerr, J. T., A. Pindar, P. Galpern, L. Packer, S. G. Potts, S. M. Roberts, P. Rasmont, et al. 2015. « Climate Change Impacts on Bumblebees Converge across Continents ». *Science* 349 (6244): 177-80. <https://doi.org/10.1126/science.aaa7031>.
- Latzko-Toth, Guillaume, Claudine Bonneau, et Mélanie Millette. 2017. « Small Data, Thick Data : Thickening Strategies for Trace-based Social Media Research ». In *The Sage Handbook of Social Media Research Methods*, 1st edition, 199-214. Thousand Oaks, CA: SAGE Inc.
- . 2020. « La densification des données : revaloriser la recherche qualitative à l'ère des données massives ». In *Méthodes de recherche en contexte numérique : une orientation qualitative*, édité par Mélanie Millette, Florence Millerand, David Myles, et Guillaume Latzko-Toth, 181-94. Montréal: PUM.
- Porto, Rafaella Guimarães, Rita Fernandes de Almeida, Oswaldo Cruz-Neto, Marcelo Tabarelli, Blandina Felipe Viana, Carlos A. Peres, et Ariadna Valentina Lopes. 2020. « Pollination Ecosystem Services: A Comprehensive Review of Economic Values, Research Funding and Policy Actions ». *Food Security* 12 (6): 1425-42. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01043-w>.

- Priem, J, D Taraborelli, P Groth, et C Neylon. 2010. « Altmetrics: a manifesto ». 2010. <http://altmetrics.org/manifesto/>.
- Priem, Jason, et Bradely H. Hemminger. 2010. « Scientometrics 2.0: New Metrics of Scholarly Impact on the Social Web ». *First Monday* 15 (7). <https://doi.org/10.5210/fm.v15i7.2874>.
- Priem, Jason, Heather A. Piwowar, et Bradley M. Hemminger. 2012. « Altmetrics in the wild: Using social media to explore scholarly impact ». *arXiv:1203.4745 [cs]*, mars. <http://arxiv.org/abs/1203.4745>.
- Ripple, William J, Christopher Wolf, Jillian W Gregg, Kelly Levin, Johan Rockström, Thomas M Newsome, Matthew G Betts, et al. 2022. « World Scientists' Warning of a Climate Emergency 2022 ». *BioScience* 72 (12): 1149-55. <https://doi.org/10.1093/biosci/biac083>.
- Ripple, William J, Christopher Wolf, Thomas M Newsome, Phoebe Barnard, et William R Moomaw. 2019. « World Scientists' Warning of a Climate Emergency ». *BioScience*, novembre, biz088. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>.
- Ripple, William J., Christopher Wolf, Thomas M. Newsome, Mauro Galetti, Mohammed Alamgir, Eileen Crist, Mahmoud I. Mahmoud, William F. Laurance, et 15,364 scientist signatories from 184 countries. 2017. « World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice ». *BioScience* 67 (12): 1026-28. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>.
- Robinson-Garcia, Nicolas, Thed N van Leeuwen, et Ismael Ràfols. 2018. « Using Altmetrics for Contextualised Mapping of Societal Impact: From Hits to Networks ». *Science and Public Policy* 45 (6): 815-26. <https://doi.org/10.1093/scipol/scy024>.
- Rosa, Hartmut. 2018. *Résonance: une sociologie de la relation au monde*. Théorie critique. Paris: la Découverte.
- Soroye, Peter, Tim Newbold, et Jeremy Kerr. 2020. « Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents ». *Science* 367 (6478): 685-88. <https://doi.org/10.1126/science.aax8591>.
- Sugimoto, Cassidy R., Sam Work, Vincent Larivière, et Stefanie Haustein. 2017. « Scholarly Use of Social Media and Altmetrics: A Review of the Literature ». *Journal of the Association for Information Science and Technology* 68 (9): 2037-62. <https://doi.org/10.1002/asi.23833>.
- Toupin, Rémi. 2020. « La communication de la recherche à propos des changements climatiques sur Twitter : une affaire de scientifiques? » *Le Climatoscope*, n° 2 (janvier): 110-16.
- Toupin, Rémi, Florence Millerand, et Vincent Larivière. 2022. « Who Tweets Climate Change Papers? Investigating Publics of Research through Users' Descriptions ». *PLOS ONE* 17 (6): e0268999. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268999>.
- Trøjelsgaard, Kristian, et Jens M. Olesen. 2013. « Macroecology of Pollination Networks ». *Global Ecology and Biogeography* 22 (2): 149-62. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00777.x>.

- Veletsianos, George. 2016. *Social media in academia: networked scholars*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Walter, Stefanie, Ines Lörcher, et Michael Brüggemann. 2019. « Scientific Networks on Twitter: Analyzing Scientists' Interactions in the Climate Change Debate ». *Public Understanding of Science* 28 (6): 696-712. <https://doi.org/10.1177/0963662519844131>.
- Weber, Wibke, Martin Engebretsen, et Helen Kennedy. 2018. « Data Stories : Rethinking Journalistic Storytelling in the Context of Data Journalism ». *Studies in Communication Sciences* 2018 (1): 191-206. <https://doi.org/10.21256/zhaw-4873>.

Matériel supplémentaire

Grille pour l'entretien avec appui visuel

INTRODUCTION, RESEARCH OBJECTIVES AND CONSENT (5 minutes)

PARTIE 1. LE PARCOURS DE L'AUTEUR (10-15 minutes)

Dans cette première partie, il s'agira de mieux comprendre le parcours des participant-es, notamment pour comprendre comment ils et elles en sont venu-es à travailler sur les effets des changements climatiques sur les abeilles. En outre, il s'agira aussi de voir les liens que les participant-es ont tissé au travers de leur parcours.

Vous êtes professeur au Département de biologie de l'Université d'Ottawa. Pouvez-vous me décrire brièvement votre parcours et vos intérêts de recherche ?

Qu'est-ce qui vous a amené à vous intéresser aux effets des changements climatiques sur la dégradation de la biodiversité, notamment sur les abeilles ?

Quelles sont les collaborations que vous avez tissées dans votre parcours ?

Quels moyens utilisez-vous pour annoncer la communication d'un article ? À qui ?

Quelles formes de communication scientifique utilisez-vous ? À quelles fins ?

PARTIE 2. CONTEXTE DE RÉDACTION ET DE PUBLICATION DE L'ARTICLE (15 minutes)

Dans cette deuxième partie, nous voulons mieux comprendre le contexte de rédaction et de publication de l'article, notamment pour voir les choix qui ont guidé les auteurs et mieux comprendre les ancrages scientifiques, sociaux et politiques auxquels se rattache l'article.

Quel était l'objectif de l'article *Climate change impacts on bumblebees converge across continents* ?

Comment se sont tissées vos collaborations avec les co-auteurs et co-autrices de l'article ? (1 à la fois)

L'article s'inscrit-il dans un projet de recherche plus large ?

Quelles ont été les retombées scientifiques ou sociales de l'article selon vous ?

Y a-t-il des collaborations qui se sont tissées suite à la publication de cet article ?

PARTIE 3. LA COMMUNICATION DE L'ARTICLE SELON L'AUTEUR (20 minutes)

Dans cette troisième partie, nous voulons mieux comprendre la communication de l'article selon les perspectives de l'auteur. Entre autre, il s'agit de voir quelles sont les retombées pour l'auteur en terme de communication de l'article.

Selon votre perspective, comment l'article a-t-il été diffusé ?

Comment avez-vous utilisé Twitter pour partager l'article ?

Que vous rappelez-vous de la communication de cet article sur Twitter ? Y a-t-il des moments de la communication qui vous ont semblés plus importants ?

Comment avez-vous cité cet article dans vos recherches subséquentes ? Avez-vous des collègues qui ont cité cet article ?

Cet article a-t-il eu des retombées auprès de groupes ou de personnes spécifiques ? Que pouvez-vous me raconter sur ces groupes ?

PARTIE 4. LA COMMUNICATION DE L'ARTICLE SUR TWITTER SELON LE RÉSEAU DE RETWEETS ET MENTIONS (20 minutes)

Finally, nous voulons discuter de la communication de l'article sur Twitter, notamment pour mieux comprendre les liens qui unissent les usagers et dégager du sens des visualisations de réseaux. (Utilisation des visualisations de réseaux)

Voici une visualisation du réseau de retweets et de mentions de votre article. (Expliquer le processus de construction de la visualisation). Quelles sont vos impressions sur le réseau?

Y a-t-il des nœuds qui émergent davantage de la visualisation selon vous ? Est-ce que ces nœuds correspondent à des personnes ou des organisations que vous connaissez ?

Qu'est-ce que cette visualisation vous dit sur votre position et celle de vos co-auteurs dans la communication de l'article ?

Comment cette visualisation vous renseigne-t-elle sur la manière dont l'article a circulé ?

PARTIE 5. LA COMMUNICATION DE LA RECHERCHE À PROPOS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES MÉDIAS SOCIAUX (15 minutes)

Comment et à quelles fins utilisez-vous généralement Twitter ?

Comment envisagez-vous Twitter pour la communication des savoirs sur des enjeux reliés changements climatiques en particulier ?

Utilisez-vous d'autres médias sociaux que Twitter ? Si oui comment ?

CLÔTURE ET REMERCIEMENTS

Merci beaucoup pour cette discussion. Y a-t-il des points que nous n'avons pas couvert concernant la communication de votre article qui vous semble importants ?

Parmi vos co-auteurs, y en a-t-il que je devrais rencontrer pour discuter de la communication de l'article sur Twitter?

Appui visuel utilisé lors de l'entretien

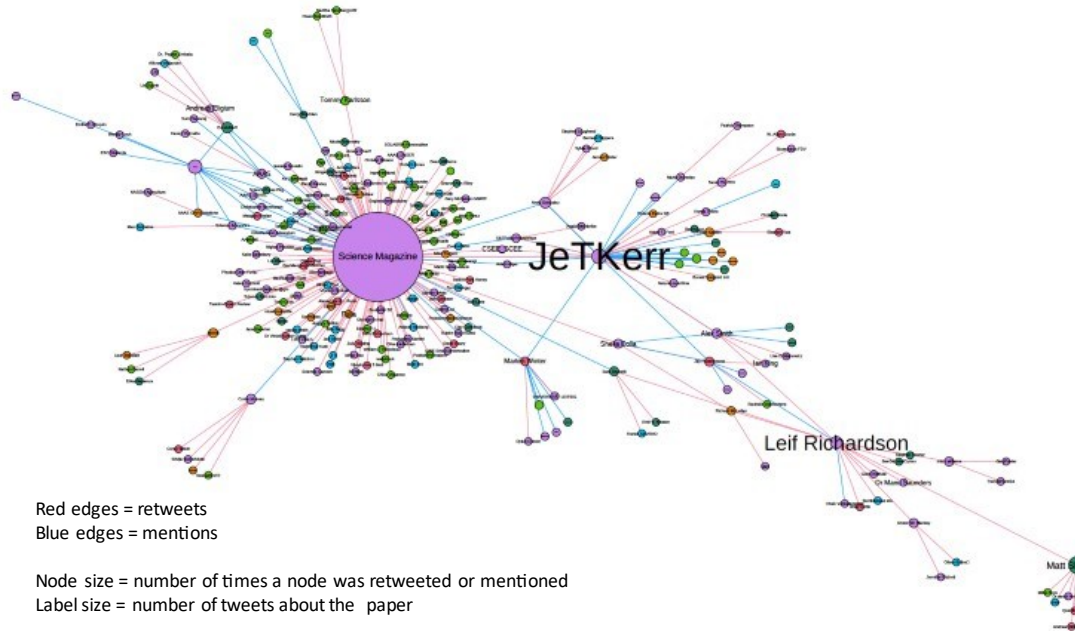
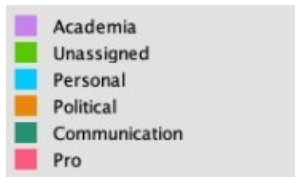
Climate change impacts on bumblebees converge across continents (Science, 2015) – Retweets and mentions network

406 nodes
365 nodes who
tweeted at least once
376 edges

Main component :
250 nodes (61.58%)
284 edges (75.53%)

Other altmetric data :
91 stories from 71
news outlets
4 policy sources

Tweetspan : 698 days
Halfife : 1 day



Résumé de la couverture médiatique de l'article

Tableau 1 : Résumé non exhaustif des sources d'information qui ont mentionné l'article « Climate change impacts on bumblebees converge across continents » (Kerr et al. 2015). Ce tableau a été compilé au moyen d'une recherche dans la base de données Eurêka et sur le site web de l'auteur principal de l'article <https://macroecology.ca/media>. Les communiqués de presse n'ont pas tous été listés puisque les liens n'étaient pas disponibles au moment de la recherche. Nous avons tout de même noté que des agences comme La Presse Canadienne, l'Agence France-Presse, l'Associated Press, MarketWired et Reuters ont produit des communiqués de presse sur l'article. De même, le portrait présenté ici n'inclut pas les mentions médiatiques pour les lesquelles nous n'avons pu obtenir de lien.

Journal	Localisation	Titre	Date / Time Posted	URL
<i>24 Matins</i>	FR	Réchauffement climatique : urgence pour les bourdons	10-07-2015	https://www.24matins.fr/changement-climatique-les-bourdons-se-cachent-pour-mourir-207147
<i>Agence France-Presse, RTBF</i>	FR, BE	Touchés par le changement climatique, les bourdons meurent	09-07-2015	https://www.rtf.be/article/touches-par-le-changement-climatique-les-bourdons-meurent-9028678
<i>BBC News</i>	UK	Climate 'vice' constricts bumblebees' natural ranges - researchers	09-07-2015	https://www.bbc.com/news/science-environment-33442006
<i>Calgary Herald</i>	CAN	Research shows bumblebees suffering in a changing climate	09-07-2015	https://calgaryherald.com/news/local-news/research-shows-bumble-bees-suffering-in-a-changing-climate
<i>CBC As It Happens</i>	CAN	Global warming is the cause of bumblebee decline: study	09-07-2015	https://www.cbc.ca/radio/asithappens/as-it-happens-thursday-edition-1.3144894/global-warming-is-the-cause-of-bumblebee-decline-study-1.3145270
<i>CBC News</i>	CAN	Climate change is killing off bumblebees : study	09-07-2015	https://www.cbc.ca/news/science/climate-change-is-killing-off-bumblebees-study-1.3145014
<i>CBC News New Brunswick</i>	CAN	Bumblebee population struggling due to	12-07-2015	https://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/bumblebee-population-struggling-due-to-climate-change-says-study-1.3146419

		climate change, says study		
<i>CBC, Radio Canada International</i>	CAN	Bumble Bee decline: study shows climate change as a main factor	14-07-2015	https://www.rcinet.ca/en/2015/07/14/bumblebee-decline-study-shows-climate-change-as-the-main-factor/
<i>CityNews 660</i>	CAN	Bumble bee ranges rapidly shrinking across continents due to climate change	09-07-2015	https://calgary.citynews.ca/2015/07/09/bumble-bee-ranges-rapidly-shrinking-across-continents-due-to-climate-change/
<i>CBS News</i>	US	Bumblebees feeling the sting of climate change	09-07-2015	https://www.cbsnews.com/news/bumblebees-feeling-the-sting-of-climate-change/
<i>Climate Central</i>	US	A 'Climate Vise' is Squeezing Bumble Bees' Range	09-07-2015	https://www.climatecentral.org/news/climate-change-bumblebees-19214
<i>CTV News</i>	CAN	Bumble bee ranges rapidly shrinking across continents due to climate change	09-07-2015	https://london.ctvnews.ca/bumble-bee-ranges-rapidly-shrinking-across-continents-due-to-climate-change-1.2461739
<i>E&E News Climate Wire</i>	US	Bumblebees in severe and rapid decline from climate change — study	10-07-2015	https://www.eenews.net/articles/bumblebees-in-severe-and-rapid-decline-from-climate-change-study/
<i>Earth Island Journal</i>	US	Climate Change Is Shrinking Bumblebee Habitats, New Study Warns	09-07-2015	https://www.earthisland.org/journal/index.php/articles/entry/climate_change_is_shrinking_bumblebee_habitats_new_study_warns/
<i>Eco-Business</i>	SG	Warming planet heightens plight of the bumblebee	14-07-2015	https://www.eco-business.com/news/warming-planet-heightens-plight-of-the-bumblebee/

<i>El País</i>	SP, BR	El mundo se queda sin abejorros	11-07-2015	https://elpais.com/elpais/2015/07/07/ciencia/1436292524_856375.html
<i>EurekAlert!</i>	US	Climate change: Compressing the bumblebee range	09-07-2015	https://www.eurekalert.org/news-releases/885061
<i>Global News</i>	CAN	Climate change killing off bumblebees at alarming rate: study	09-07-2015	https://globalnews.ca/news/2096149/climate-change-killing-off-bumblebees-at-alarming-rate-study/
<i>Globe and Mail</i>	CAN	Bumblebees are trapped by warming climate, study finds	09-07-2015	https://www.theglobeandmail.com/news/national/bumblebees-trapped-by-warming-climate-study-finds/article25394453/
<i>Grantham Institute Climate Change and the Environment</i>	UK	It's not just the plight of the bumblebee, we need to protect all our pollinators	22-05-2017	https://granthaminstitute.com/2017/05/22/its-not-just-the-plight-of-the-bumblebee-we-need-to-protect-all-our-pollinators/
<i>Guelph Mercury, The Associated Press</i>	CAN	Study: Bumblebees in North America, Europe feeling climate change's sting	09-07-2015	https://www.guelphmercury.com/news-story/5717216-study-bumblebees-in-north-america-europe-feeling-climate-change-s-sting/
<i>International Business Times</i>	US	Climate Change Is Shrinking Bumblebee Habitats, Population: Study	10-07-2015	https://www.ibtimes.com/climate-change-shrinking-bumblebee-habitats-population-study-2002931
<i>Irish Times</i>	IE	Plight of the bumblebee: climate change puts insect at risk	09-07-2015	https://www.irishtimes.com/news/science/plight-of-the-bumblebee-climate-change-puts-insect-at-risk-1.2279122
<i>La Presse</i>	CAN	Climat: les bourdons touchés ne migrent pas et meurent	09-07-2015	https://www.lapresse.ca/environnement/climat/201507/09/01-4884338-climat-les-bourdons-touche-ne-migrent-pas-et-meurent.php
<i>Le Devoir</i>	CAN	Le fragile vol du bourdon	10-07-2015	https://www.ledevoir.com/societe/science/444697/le-fragile-vol-du-bourdon

<i>Le Droit</i>	CAN	Les bourdons souffrent des changements climatiques	09-07-2015	https://www.ledroit.com/2015/07/09/les-bourdons-souffrent-deschangements-climatiques-8d7a4862f352c2c8edab1a78ace5be6e
<i>Le Droit</i>	CAN	Déclin des bourdons: Environnement Canada défend ses mesures	17-07-2015	https://www.ledroit.com/2015/07/17/declin-des-bourdonsenvironnement-canada-defend-ses-mesures-75b9d9f60cda2f43556669f52dcc8daa
<i>Le Figaro</i>	FR	Les bourdons meurent de chaud	12-07-2015	https://www.lefigaro.fr/sciences/2015/07/12/01008-20150712ARTFIG00124-les-bourdons-meurent-de-chaud.php
<i>Le Monde</i>	FR	Le territoire des bourdons se rétrécit sous l'effet du réchauffement climatique	09-07-2015	https://www.lemonde.fr/climat/article/2015/07/09/le-territoire-des-bourdons-se-retrécit-sous-l-effet-du-rechauffement-climatique_4677598_1652612.html
<i>Live Science</i>	US	Earth Is Losing Its Bumblebees	09-07-2015	https://www.livescience.com/51502-bumblebee-range-shrinking.html
<i>Los Angeles Times</i>	US	Rising temperatures due to climate change are latest threat to bumblebees	09-07-2015	https://www.latimes.com/science/sciencenow/la-sci-sn-bumblebees-climate-change-habitat-loss-20150709-story.html
<i>Maclean's</i>	CAN	Bumble bee ranges rapidly shrinking across continent	09-07-2015	https://www.macleans.ca/news/canada/bumble-bee-ranges-rapidly-shrinking-across-continent-due-to-climate-change/
<i>Mashable</i>	US	Bumblebees are losing southern habitat as the climate warms	10-07-2015	https://mashable.com/archive/bumblebees-climate-change
<i>Metro</i>	UK	Bumblebee species under threat thanks to climate change, says new study	10-07-2015	https://metro.co.uk/2015/07/10/bumblebees-are-no-longer-travelling-thanks-to-climate-change-says-new-study-5289431/

<i>Mirror</i>	UK	Bee population tumbling as global warming 'squeezes' them into smaller habitats	09-07-2015	https://www.mirror.co.uk/news/technology-science/science/bee-population-tumbling-global-warming-6036242
<i>Mother Jones</i>	US	Here's Why All the Bees Are Dying	09-07-2015	https://www.motherjones.com/environment/2015/07/climate-change-killing-bumblebees/
<i>Nature</i>	UK	Climate change crushes bee populations	09-07-2015	https://www.nature.com/articles/nature.2015.17950
<i>Nature World News</i>	US	Bumblebees and Narrowing Range: Climate Change is Only Reason	09-07-2015	https://www.natureworldnews.com/articles/15585/20150709/bumblebees-narrowing-range-climate-change-reason.htm
<i>NBC News</i>	US	Bumblebees Are Being Bumped Off by Climate Change, Scientists Say	09-07-2015	https://www.nbcnews.com/science/environment/bumblebees-are-being-bumped-climate-change-scientists-say-n389041
<i>New York Times</i>	US	Climate Change Is Shrinking Where Bumblebees Range, Research Finds	09-07-2015	https://www.nytimes.com/2015/07/10/science/bumblebees-global-warming-shrinking-habitats.html
<i>New Scientist</i>	UK	Climate vice squeezes bumblebee habitat from north and south	09-07-2015	https://www.newscientist.com/article/dn27871-climate-vice-squeezes-bumblebee-habitat-from-north-and-south/#.VZ7lt19VhHw
<i>NPR All Things Considered</i>	US	Buzz Kill For Bumblebees : Climate Change Is Shrinking Their Range	09-07-2015	https://www.npr.org/sections/thesalt/2015/07/09/421499871/climate-change-is-squeezing-the-bumblebees
<i>Pacific Standard</i> (publié initialement dans <i>Earthwire</i>)	US	Bumblebees Are Climate Change Deniers	14-07-2015	https://psmag.com/environment/bumblebees-are-climate-change-deniers
<i>Paris Match</i>	FR	Ils ne parviennent pas à migrer	10-07-2015	https://www.parismatch.com/Actu/Environnement/Les-bourdons-sont-en-train-de-mourir-797954

		- Les bourdons sont en train de mourir		
<i>Ottawa Citizen</i>	CAN	Bumblebees squeezed by 'climate vise,' study says	09-07-2015	https://ottawacitizen.com/news/local-news/bumblebees-squeezed-by-climate-vise-study-says?r
<i>OurWindsor</i>	CAN	Bumble bees struggling to survive warming world	09-07-2015	https://www.ourwindsor.ca/community-story/5717182-bumblebees-struggling-to-survive-warming-world/
<i>Quartz</i>	US	It's too hot for bumblebees in the south—and they're not moving north	09-07-2015	https://qz.com/448372/its-too-hot-for-bumblebees-in-the-south-and-theyre-not-moving-north
<i>Radio-Canada</i>	CAN	Changements climatiques : les bourdons en péril, dit une étude	09-07-2015	https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/729153/bourdons-danger-disparition-changement-climatique-etude
<i>Reuters</i> (repris dans 4 médias d'information)	US	Buzzkill: global warming shrinks range of pollinating bumblebees	09-07-2015	https://www.reuters.com/article/us-science-bees-idUSKCN0PJ2EN20150709
<i>Saskatoon StarPhoenix</i>	CAN	Bumblebees face climate squeeze	10-07-2015	https://thestarphoenix.com/news/local-news/bumblebees-face-climate-squeeze
<i>Science</i>	US	Bumble bees being crushed by climate change	09-07-2015	https://www.science.org/content/article/bumble-bees-being-crushed-climate-change
<i>Science Friday</i>	US	Is Climate Change the Plight of the Bumblebee?	10-07-2015	https://www.sciencefriday.com/segments/is-climate-change-the-plight-of-the-bumblebee/
<i>ScienceNewsExplores</i>	US	Climate change shrinks bumblebee's range	06-08-2015	https://www.snexplores.org/article/climate-change-shrinks-bumblebees-range

<i>Sciences et Avenir</i>	FR	Réchauffement climatique : les apidés ont le bourdon	10-07-2015	https://www.sciencesetavenir.fr/animaux/rechauffement-climatique-les-apides-ont-le-bourdon_100970
<i>Science World Report</i>	US	Climate Change is Destroying Bee Habitat and Shrinking Bumblee Populations	09-07-2015	https://www.scienceworldreport.com/articles/27638/20150709/climate-change-destroying-bee-habitat-shrinking-bumblee-populations.htm
<i>Scientific American</i>	US	Heat Puts the Squeeze on Bees	09-07-2015	https://www.scientificamerican.com/article/heat-puts-the-squeeze-on-bees/
<i>Sci News</i>	US	Global Warming Causing Great Loss of Bumblebee Habitat, Say Researchers	09-07-2015	https://www.sci.news/biology/science-global-warming-loss-bumblebee-habitat-03004.html
<i>Slate</i>	US	Bumblebees Can't Handle the Heat, Can't Escape the Kitchen	09-07-2015	https://slate.com/technology/2015/07/bumblebee-study-nature-s-most-valuable-pollinators-can-t-withstand-climate-change.html
<i>Smithsonian</i>	US	Bumblebees Are Getting Squeezed by Climate Change	09-07-2015	https://www.smithsonianmag.com/science-nature/bumblebees-getting-squeezed-climate-change-180955863/
<i>Tempo.co</i>	ID	Global Warming Shrinks Range of Pollinating Bumblebees	11-07-2015	https://en.tempoco.com/read/683078/global-warming-shrinks-range-of-pollinating-bumblebees
<i>The Associated Press</i>	US	Study: Bumblebees in North America, Europe feeling climate change's sting	09-07-2015	
<i>The Canadian Press</i> (repris dans 28 médias d'information)	CAN	Study blames climate change for shrinking	09-07-2015	https://www.ctvnews.ca/sci-tech/study-blames-climate-change-for-shrinking-bumble-bee-populations-1.2461723

		bumble bee populations		
<i>The Christian Science Monitor</i>	US	Pollination perturbation: Is climate change putting bumblebees in a vise?	09-07-2015	https://www.csmonitor.com/Science/2015/0709/Pollination-perturbation-Is-climate-change-putting-bumblebees-in-a-vise
<i>The Ecologist</i>	UK	Warming world traps bumblebees in 'climate vice'	10-07-2015	https://theecologist.org/2015/jul/10/warming-world-traps-bumblebees-climate-vice
<i>The Guardian</i>	UK	Climate change causing bumblebee habitat loss, say scientists	09-07-2015	https://www.theguardian.com/environment/2015/jul/09/bumblebee-habitat-shrinking-europe-north-america-climate-change-study
<i>The Hindu</i>	IN	Bumblebees dying due to climate change	10-07-2015	https://www.thehindu.com/sci-tech/energy-and-environment/bumblebees-dying-due-to-climate-change/article7406965.ece
<i>The Independent</i>	UK	Scientists propose international effort to assist bumblebees to migrate further north after study finds rising temperatures linked to their decline	09-07-2015	https://www.independent.co.uk/climate-change/news/scientists-propose-international-effort-to-assist-bumblebees-to-migrate-further-north-after-study-finds-rising-temperatures-linked-to-their-decline-10378738.html
<i>The Straits Times</i>	SP	Bumblebees dying, losing ground due to climate change	10-07-2015	https://www.straitstimes.com/world/united-states/bumblebees-dying-losing-ground-due-to-climate-change
<i>The Verge</i>	US	Climate change is putting a deadly squeeze on bumblebee populations worldwide	09-07-2015	https://www.theverge.com/2015/7/9/8916281/bumblebee-decline-climate-change
<i>The Weather Channel</i>	US	Bumblebee Habitat Shrinking Due to Climate	08-04-2015	https://weather.com/science/environment/news/animals-at-risk-from-climate-change

		Change, Plus 12 Other Animals at Risk		
<i>ThinkProgress</i>	US	Bumblebees Are Getting Trapped In A 'Climate Vise' As Hotter Temperatur es Shrink Habitats	09- 07- 2015	https://archive.thinkprogress.org/bumblebees-are-getting-trapped-in-a-climate-vise-as-hotter-temperatures-shrink-habitats-f6b61d780f15/
<i>Time Magazine</i>	US	Bees Are Losing Their Habitat Because of Climate Change	09- 07- 2015	https://time.com/3951339/bees-climate-change/
<i>Toronto Star</i>	CAN	Bumblebees struggling to survive warming world	07- 07- 2015	https://www.thestar.com/news/world/2015/07/09/bumble-bees-struggling-to-survive-warming-world.html
<i>University of Vermont</i>	US	Buzz the Alarm: Climate Change Puts Squeeze on Bumblebees	09- 07- 2015	https://www.uvm.edu/news/story/buzz-alarm-climate-change-puts-squeeze-bumblebees
<i>USA Today</i>	US	Bumblebees feeling the sting of climate change	09- 07- 2015	https://www.usatoday.com/story/news/2015/07/09/bumblebees-climate-change-study/29891617/
<i>VICE News</i>	US	Rising Temperatur es Are Squishing Bumblebee Habitats	09- 07- 2015	https://www.vice.com/en/article/43mvyp/rising-temperatures-are-squishing-bumblebee-habitats
<i>Vocativ</i>	US	Bumblebees Are Dying Out Thanks To Climate Change	09- 07- 2015	https://www.vocativ.com/news/209983/bumblebees-climate-change/
<i>Washington Post</i>	US	Bumblebee habitats are shrinking at an alarming rate, and scientists are blaming climate change	09- 07- 2015	https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2015/07/09/bumblebee-habitats-are-shrinking-at-an-alarming-rate-and-scientists-are-blaming-climate-change/