



Exploration des fondements et des usages de la notion de centralité en SI au travers d'une analyse bibliométrique

*Cédric Baudet**
*Jean-Fabrice Lebraty***

* HEG Arc, HES-SO // University of Applied Sciences Western Switzerland, Neuchâtel, Switzerland

** IAE, Université Jean Moulin Lyon 3, Magellan EA 3713, Lyon, France

Résumé :

Les systèmes d'information (SI) sont considérés comme centraux et donc essentiels dans les organisations. Afin de mieux appréhender leur rôle central, nous explorons les apports de la notion plurielle de centralité pour l'étude des systèmes d'information dans les organisations. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur des techniques de statistique bibliométrique. Nous avons fait émerger de nos résultats 1) les fondements de la notion de centralité ; 2) une proposition de définition de la notion de centralité IT et une proposition de définition de la notion de centralité SI ; 3) le double apport de la notion de centralité pour l'étude des SI. 3.1) D'un point de vue intrinsèque, il conduit à proposer un nouveau mode de mesure et d'évaluation des SI dans une organisation. 3.2) Au niveau de la métaphore, il permet de mieux comprendre les perceptions des acteurs. En effet, les perceptions des acteurs pourront être regroupées selon les différents types de centralité pour permettre ainsi d'affiner la vision globale des SI par les acteurs.

Mots clés :

centralité intrinsèque ; centralité perçue ; marginalité ; systèmes d'information ; analyse bibliométrique

1. Introduction

- Marie¹ : « Aujourd'hui, sans notre ERP, je ne vois pas comment nous pourrions faire fonctionner l'entreprise. Il est devenu stratégique et donc incontournable dans les processus de l'organisation. »
- Auteur : « Est-ce que les autres systèmes d'information que vous utilisez sont tout aussi stratégiques et incontournables ? »
- Marie : « Non, je ne crois pas, bien qu'ils aient tous une certaine importance dans nos processus. »
- Auteur : « Mais sont-ils reliés à votre ERP ? »
- Marie : « Oui en effet. Une bonne partie des autres systèmes alimente notre ERP ou alors c'est notre ERP qui leur fournit des données. »

Marie, cadre dans la finance dans un groupe international, nous expose l'importance *a priori* variable des applications de systèmes d'information (SI) sur les activités métiers de son organisation. Cet extrait d'entretien semi-directif mené en 2020 nous renvoie aux récents propos de Paré et al. (2020) quant à la nécessité de comprendre la perception qu'ont les cadres de la centralité, c'est-à-dire de l'importance stratégique de l'informatique dans leur organisation. La centralité exposée ici fait référence aux actifs informatiques qui peuvent ou non être perçus comme stratégiques par les cadres, c'est-à-dire comme étant centraux et essentiels pour atteindre les objectifs de l'organisation (Kaarst-Brown, 2005).

La notion de centralité est polysémique et donne ainsi lieu à des usages multiples en recherche. C'est d'ailleurs à nos yeux ce qui en fait sa richesse, mais c'est aussi ce qui contribue à la complexité des usages de la notion de centralité. Toutefois, cette notion repose sur de solides fondations théoriques sur lesquelles nous pensons qu'il est nécessaire de revenir dès cette introduction. « Devant un grand nombre de situations, le mathématicien, comme d'ailleurs le sociologue, l'économiste, le planificateur ou le chimiste, a été amené à tracer sur le papier des points (représentant des individus, des nombres, des localités, des opérations, des molécules chimiques, etc.) et des lignes continues reliant certains d'entre eux (représentant une relation binaire, un lien de parenté, une route, une préférence, etc.) » (Berge, 1958, p. 135). L'identification de ce que Berge nomme des « points » les plus influents est nécessaire à l'analyse de systèmes complexes (Rysz et al., 2018). Connue sous le nom de « centralité », cette notion clé de l'analyse des réseaux recouvre les méthodes permettant de quantifier l'influence ou l'importance de certains nœuds (ou sommets) au regard de leur position dans un réseau (Borgatti et Everett, 2006 ; Rysz et al., 2018).

Koschützki et al. (2005) indiquent que c'est au travers des indices de centralité que l'on peut quantifier le sentiment intuitif que certains nœuds sont plus centraux que d'autres. Dans ce contexte et de façon générale, « une centralité indique un ordre d'importance sur les sommets ou les arêtes d'un graphe en leur attribuant des valeurs réelles » tout en rappelant que la notion « d'importance » est elle-même non sans ambiguïté (ibid., 2005. p. 19). Les indices de centralité sont issus de la théorie des réseaux et plus largement de la théorie des graphes (Freeman, 1978). Cette discipline des mathématiques est née au 18^e siècle au travers de l'article de Euler qui se penche sur le problème des sept ponts de Königsberg. Il s'agissait de tracer un itinéraire autour de la ville qui ne traverserait chacun des sept ponts qu'une seule fois et de

¹ Prénom d'emprunt

revenir à son point de départ (Biggs et al., 1986). Il est possible d'esquisser ce problème mathématique à l'aide d'un graphe (Figure 1).

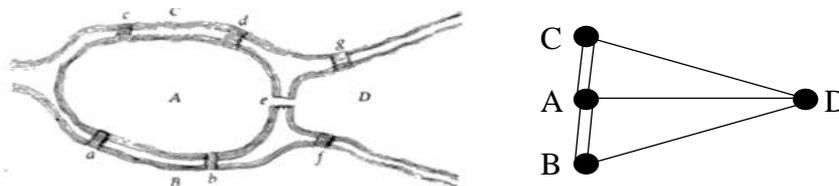


Figure 1 - Graphe du problème mathématique des ponts de Königsberg - Adapté de Biggs et al. (1986)

Un graphe $G(X, U)$ est déterminé par un ensemble de sommets ou nœuds $X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$, par un ensemble d'arcs ou d'arêtes $U = \{U_1, U_2, U_3, \dots, U_m\}$. On nomme 1-graphe, un graphe ne possédant ni de boucles ni d'arcs parallèles contrairement à un p-graphe pour lequel il n'existe jamais de p-arcs de la forme (i, j) entre deux sommets. Un graphe peut être non orienté ou orienté. Dans ce dernier cas, on précise les orientations telles que $U_k = \{U_i, U_j\}$ et $U_m = \{U_j, U_i\}$ (Figure 2) (Bollobàs, 1998).

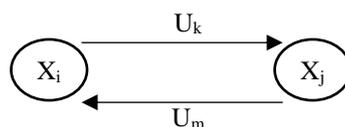


Figure 2 - Exemple de graphe orienté

La théorie des graphes est largement utilisée dans de multiples disciplines parmi lesquelles les mathématiques, la biologie, la chimie, l'informatique, la recherche opérationnelle, la sociologie et la gestion. Elle s'applique aussi très bien à l'étude des réseaux sociaux (Barabasi, 2009). Ces usages multiples impliquent différentes compréhensions et applications de la notion de centralité. Ainsi, tous les indices de centralité ne sont pas adaptés à toutes les applications pratiques si bien que des dizaines de nouveaux indices de centralité ont été publiés depuis les premières propositions de Bavelas et Leavitt dans les années 40 et 50 (Sabidussi, 1966). Bien qu'elle nous semble essentielle, la centralité décrite ici est peu étudiée et utilisée en SI alors que notre discipline oscille entre sciences de gestion, sciences sociales et sciences de l'ingénieur (de Vaujany, 2009) ; sciences qui étudient et utilisent quant à elles largement les notions de centralité. C'est pourquoi, dans cette recherche exploratoire, nous nous proposons de 1) clarifier la notion de centralité en gestion ; 2) mettre en lumière son intérêt pour notre communauté en SI ; 3) contribuer aux réflexions plus larges relatives au positionnement des SI dans les organisations. En ce sens, nous proposons de répondre à la question de recherche suivante : quel est l'apport de la notion de centralité pour l'étude des systèmes d'information dans les organisations ?

Pour répondre à cette question, nous nous sommes appuyés sur des techniques de statistique bibliométrique considérées comme objectives (Zupic et Cater, 2015) afin de mettre en lumière les fondements théoriques d'un champ de recherche, mais aussi ses nouveaux courants. Notre communication se structure en 4 sections. Après avoir introduit notre sujet et quelques rappels sur la notion de centralité, nous détaillons notre processus méthodologique d'analyse bibliométrique dans une deuxième section. Une troisième section expose nos résultats que nous discutons dans une quatrième section.

2. Méthodologie

Selon Walsh et Renaud (2017), trois méthodes sont à disposition des chercheurs pour conduire une revue de littérature. La première et la plus couramment utilisée est l'approche qualitative et interprétative. Les chercheurs suivent alors un protocole pour récolter et analyser des articles scientifiques. Bien que l'on puisse remettre en question la rigueur de cette première méthode (Tranfield, et al., 2003), le protocole de revue de littérature proposé par Webster et Watson est largement utilisé dans le champ des SI (2002). La deuxième méthode, la méta-analyse quantitative de la littérature, permet de synthétiser les résultats d'études quantitatives empiriques à l'aide de méthodes statistiques (Laroche et Soulez, 2012). Cette méthode n'est actionnable que si on ne s'intéresse qu'aux études quantitatives. Dans notre recherche, nous avons opté pour la troisième méthode, à savoir l'analyse bibliométrique.

L'analyse bibliométrique exploite au travers de techniques quantitatives statistiques, les données bibliographiques des métabases de données de publications scientifiques (Zupic et Cater, 2015). L'utilisation de techniques statistiques de bibliométrie pour cartographier les spécialités de recherche introduit de l'objectivité dans l'évaluation de la littérature scientifique (ibid., 2015). Dans le contexte d'une revue de littérature, les analyses bibliométriques permettent de mettre en évidence les textes importants d'un corpus scientifique. Or, il existe un ensemble de techniques statistiques bibliométriques parmi lesquelles l'analyse de citations, l'analyse de co-citations, l'analyse par couplage bibliographique, l'analyse de co-auteurs ou encore l'analyse de mots-clés.

Dans cette recherche, nous avons choisi d'utiliser les techniques d'analyse de co-citations de références (*Reference Co-Citation Analysis - RCCA*) et d'analyse de couplage bibliographique de documents (*Documents Bibliographic Coupling - DBCA*) en suivant le processus méthodologique proposé par Walsh et Renaud (2017). Parmi les méthodes qui s'appuient sur les citations, ces deux techniques sont considérées comme étant les plus précises (Boyack et Klavans, 2010). RCCA permet de mettre en lumière le cœur intellectuel (Noma, 1984) d'un champ de recherche en identifiant les articles les plus co-cités (Small, 1973) ainsi que de les regrouper dans des unités de sens que Price nomme les « collègues invisibles » (1986). Deux articles sont co-cités par un troisième article lorsqu'ils sont simultanément cités par celui-ci (Walsh et Renaud, 2017). DBCA est complémentaire à RCCA pour mener une revue de littérature, car elle permet d'identifier les thèmes actuels d'un champ de recherche (Walsh et Renaud, 2017). DBCA calcule un indice de couplage qui s'appuie sur le nombre de références citées en commun par deux documents. L'hypothèse sous-jacente est que plus deux documents ont de références bibliographiques communes, plus ils sont susceptibles de couvrir le même thème de recherche (ibid. 2017).

Afin de nous supporter dans notre analyse bibliométrique, nous avons utilisé le logiciel Artirev². Artirev est un système d'aide à la recherche qui assiste les chercheurs en « cachant » la complication d'un processus d'analyse bibliométrique de la littérature (Walsh et al., 2021). Nous avons procédé en deux temps. Dans un premier temps, nous avons mené une analyse RCCA puis DBCA sur la notion de centralité en management. Dans un deuxième temps, nous avons précisé nos premiers résultats en analysant la notion de centralité dans le champ des SI.

² www.artirev.com

2.1 Récolte des données

Artirev propose une interface d'extraction de documents scientifiques qui s'appuie sur Scopus. Cette métabase de données fournit les notices bibliographiques nécessaires aux traitements bibliométriques. Concrètement, nous avons extrait les articles scientifiques qui traitent de centralité dans leur titre, résumé ou mots-clés dans le domaine du management à l'aide de la requête Scopus suivante :

```
SUBJAREA(BUSI) AND DOCTYPE(ar) AND SRCTYPE(j) AND PUBSTAGE(aip OR final) AND TITLE-ABS-KEY(Centrality)
```

Nous avons obtenu un premier jeu de données de 2 066 articles (échantillon de premier ordre) pour un total de 126 956 références uniques.

Ensuite, nous avons extrait les articles scientifiques qui traitent de centralité dans leur titre, résumé ou mots-clés dans le domaine des SI à l'aide de la requête Scopus suivante :

```
SUBJAREA(BUSI) AND DOCTYPE(ar) AND SRCTYPE(j) AND PUBSTAGE(aip OR final) AND TITLE-ABS-KEY(Centrality AND "Information System")
```

Nous avons obtenu un deuxième jeu de données de 42 articles (échantillon de premier ordre) pour un total de 2 596 références uniques.

Les articles scientifiques peuvent être référencés selon différents standards. De plus, nous constatons que de nombreuses coquilles sont présentes dans les bibliographies. Cela engendre que les données extraites depuis Scopus sont de faible qualité. Ainsi, il est nécessaire de procéder à un nettoyage des références bibliographiques. Artirev rend transparente cette étape fastidieuse. Nous avons configuré le processus de nettoyage afin qu'il rejette les documents sans auteurs, ni références ainsi que les références sans auteurs, ni titre. Lors du nettoyage de notre premier jeu de données, nous avons obtenu 121 186 références uniques pour 1 996 articles retenus (échantillon de premier ordre nettoyé). Lors du nettoyage de notre premier jeu de données, nous avons obtenu 2 507 références uniques pour 42 articles retenus (échantillon de premier ordre nettoyé).

Analyser de façon interprétative respectivement 121 186 puis 2 507 références n'est pas envisageable. Ainsi, une analyse bibliométrique s'appuie sur un échantillon de second ordre qui est composé des références les plus pertinentes issues de l'échantillon de premier ordre. Dans le contexte d'une RCCA, il s'agit de faire émerger le cœur intellectuel, c'est-à-dire les références les plus citées par les documents de l'échantillon de premier ordre. Pour une DBCA, il s'agit des documents récents ayant un couplage bibliographique fort (Walsh et Renaud, 2017). Dans les deux cas, cela s'obtient au travers de la définition d'un seuil de citation. Encore une fois, Artirev s'appuie sur des algorithmes afin de cacher la complication de cette étape, mais il est possible d'adapter les paramètres par défaut du logiciel (dans notre cas, nous avons adapté le nombre minimum et maximum de documents à retenir pour une DBCA ces 5 dernières années). Pour notre RCCA, nous avons obtenu 16 articles depuis le premier jeu de données et 21 articles depuis le deuxième jeu de données. Pour notre DBCA, nous avons obtenu 80 articles depuis le premier jeu de données et 13 articles depuis le deuxième jeu de données. La faible taille de ce dernier échantillon ainsi que le peu de liens entre les articles nous ont forcés à relancer une analyse sur un temps plus long (10 ans). Nous avons obtenu *in fine* 20 articles.

2.2 Traitement des données

Le traitement des échantillons est réalisé en trois phases. Premièrement, il s'agit de calculer les indices de co-citation et de couplage bibliographique de chaque paire de documents. Deuxièmement, une matrice avec les paires de documents est générée à partir de cet ensemble d'indices. Troisièmement, un regroupement des documents selon leurs liens bibliographiques est effectué (*clustering*). Encore une fois, Artirev rend transparents ces traitements.

2.3 Interprétation des données

Artirev simplifie le processus d'analyse bibliométrique et nous avons ainsi pu nous concentrer sur l'interprétation de nos données. À cette fin, Artirev intègre des aides graphiques. Dans notre cas, nous nous sommes appuyés sur les nuages de mots générés selon les algorithmes de traitement automatique du langage naturel de Stanford (NLP). De plus Artirev propose plusieurs représentations graphiques : les *hierarchical relation-based maps*, les *distance-based maps* et les *graph-based maps*. À nos yeux, ces représentations graphiques sont complémentaires. Ainsi, dans un premier temps, nous avons interprété nos résultats au travers du *hierarchical relation-based map* et de son dendrogramme circulaire qui présente de façon claire les papiers importants (ou en devenir) ainsi que les « collègues invisibles » d'articles (*cluster*) d'un champ de recherche. Dans un deuxième temps, nous avons complété notre interprétation des clusters d'articles scientifiques par l'analyse de la *distance-based map* ainsi que de la *graph-based map* et de leur représentation sous forme de graphe qui reflète la force des liens entre des nœuds (articles dans notre cas) (Van Eck & Waltman, 2010). Cela nous a permis de déplacer certains articles d'un cluster à un autre de façon interprétative.

3. Résultats

Dans cette section, nous présentons les résultats de notre analyse bibliographique. Aussi, nous nous placerons dans un premier temps au niveau global des sciences de gestion, puis dans un second temps nous nous focaliserons sur celui des systèmes d'information.

3.1. La centralité en management

La centralité est une notion largement étudiée et utilisée en sciences sociales (Borgatti, 2005) et nous le confirmons pour les sciences de gestion. Le graphique ci-dessous (Figure 3) représente les 1 996 articles qui traitent de la centralité en management au travers du temps. Nous constatons ces dernières années une forte augmentation du nombre de publications qui étudient ou utilisent la notion de centralité. Cette augmentation en nombre absolu est bien entendu à relativiser au vu de la forte augmentation de toutes les publications scientifiques.

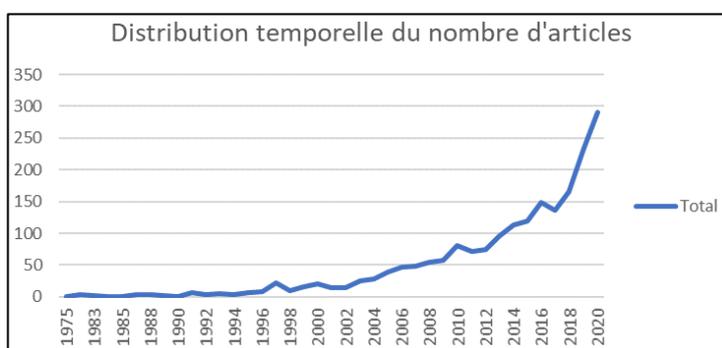


Figure 3 - Distribution temporelle du nombre d'articles (échantillon de premier ordre)

3.1.1. Cœur intellectuel de la centralité en management

Obtenu à l'aide d'une RCCA, le cœur intellectuel est composé des 16 articles les plus co-cités de notre échantillon de premier ordre et a fait émerger deux groupes de sens (collèges invisibles). Ils ont tous été publiés dans des journaux du domaine de la sociologie ou du management.

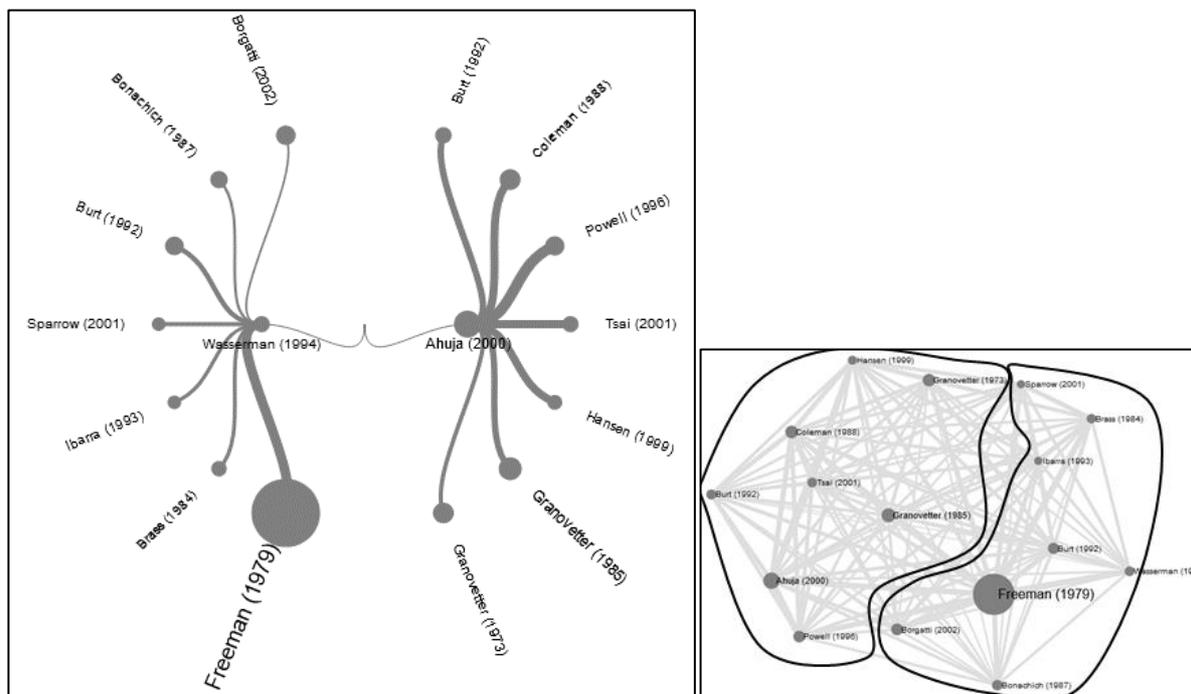


Figure 4 - Analyse de co-citation de références – centralité en management

Au travers de l'analyse du dendrogramme circulaire (Figure 4), nous avons identifié un premier groupe constitué d'articles séminaux qui exposent le cadre théorique des réseaux sociaux et les concepts méthodologiques quantitatifs sous-jacents. Pour rappel, la théorie des réseaux sociaux cherche à comprendre comment les individus peuvent se regrouper pour créer des sociétés durables et fonctionnelles (Borgatti et al., 2009). La caractéristique la plus distinctive de cette théorie réside dans la façon dont elle s'appuie sur les propriétés structurelles des réseaux sociaux.

Au travers de l'analyse du dendrogramme circulaire, un deuxième groupe identifié est composé d'articles fondés sur la théorie des réseaux sociaux et qui utilisent les concepts de centralité. Au travers de l'analyse approfondie de la *graph-based map*, deux sous-groupes émergent. Un premier sous-groupe qui traite des relations et des interactions entre les individus ainsi que leur position dans leur réseau social (Granovetter, 1973, 1985 ; Coleman, 1988). Un deuxième sous-groupe qui utilise la notion de centralité pour mener des analyses au niveau institutionnel. Ainsi, les impacts de la position d'une entreprise, ou dans une vision plus micro, d'un département sur son réseau d'influence (Ahuja, 2000), sur sa concurrence (Burt, 1992) ou encore sur ses axes de coopérations (Powell et al., 1996 ; Tsai, 2001, Hansen, 1999) ont été largement étudiés.

3.1.2. Thèmes actuels de recherche relatifs à la centralité en management

À l'aide d'une DBCA, nous avons fait émerger depuis les références citées par les articles de notre échantillon de premier ordre, 50 études récentes qui s'appuient sur les notions de centralité en gestion (Figure 5).

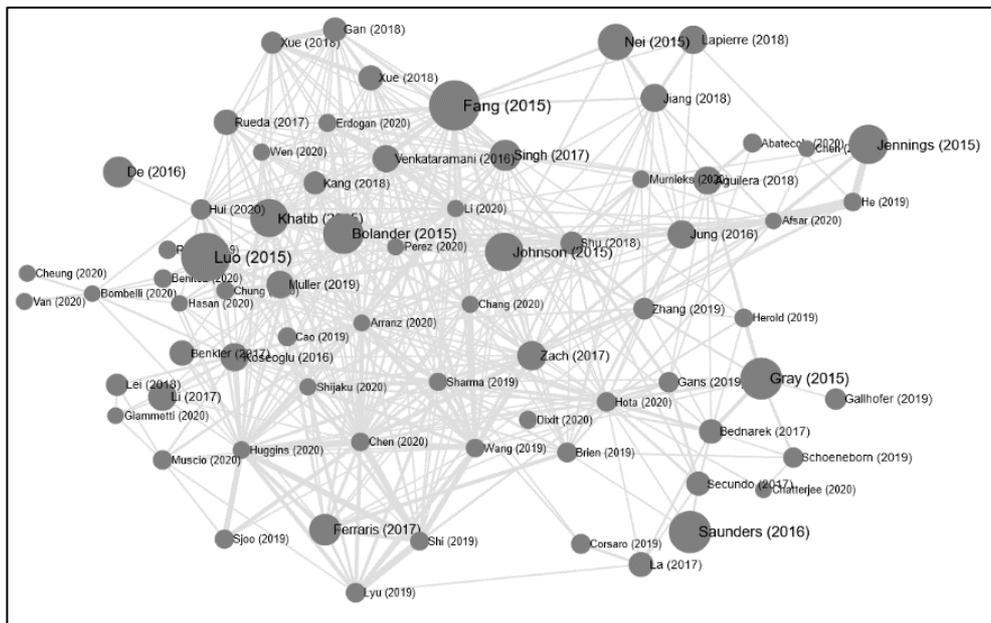


Figure 5 - Analyse de couplage bibliographique de documents – centralité en management

Six thématiques de recherche émergent de notre analyse. Premièrement, l'influence des individus dans leur réseau social (numérique ou non) est toujours un thème majeur de recherche. Deuxièmement, des travaux explorent les impacts de la position des individus dans leur réseau d'entreprise sur leur engagement dans leur travail. Troisièmement, les causalités entre la position des individus dans leur réseau social et leurs capacités ou réussites entrepreneuriales sont étudiées. Quatrièmement, un thème toujours central de recherche concerne les problèmes d'optimisation de flux (voyageurs, transports...). Cinquièmement, la question de la collaboration entre les entreprises et ses impacts sur les capacités d'innovation est traitée. Sixièmement, la centralité est étudiée dans le contexte du management des territoires et du tourisme.

3.2. La centralité en SI

Nous constatons que notre analyse bibliométrique de la notion de centralité en management met en lumière peu de travaux du champ des SI. Il était donc nécessaire de réaliser une nouvelle analyse bibliométrique qui détaille les 42 travaux en SI qui exposent ou utilisent la notion de centralité.

3.2.1. Cœur intellectuel de la centralité en SI

Obtenu à l'aide d'une RCCA, le cœur intellectuel est composé des 21 articles les plus co-cités de notre échantillon de premier ordre ainsi que de quatre groupes de sens (Figure 6). Ils ont tous été publiés dans des journaux du domaine de la sociologie, du management général ou des SI.

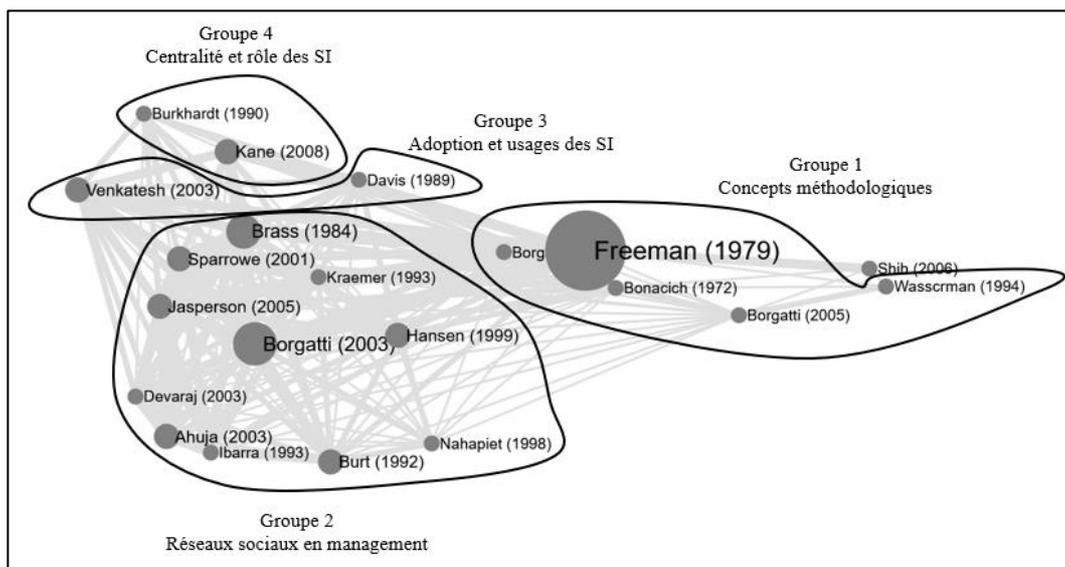


Figure 6 - Analyse de co-citation de références – centralité en SI

Au travers du dendrogramme circulaire et de la *graph-based map*, nous avons identifié un premier groupe de sens constitué d'articles séminaux qui exposent le cadre théorique des réseaux sociaux et les concepts méthodologiques quantitatifs sous-jacents. Nous avons identifié un second groupe de sens composés d'articles séminaux en management qui s'appuient sur la théorie des réseaux sociaux. Un troisième groupe est composé des articles sur l'adoption et l'usage des SI. Un dernier groupe traite des impacts de la centralité et du rôle des SI dans un réseau social d'individus. Comme dans les autres disciplines des sciences de gestion, nous constatons sans surprise que le cœur intellectuel des recherches en SI mobilisant la notion de centralité est ancré à la théorie des réseaux sociaux. Cela tend à démontrer que notre discipline carrefour (De Vaujany, 2009) nous mène souvent à nous appuyer sur des articles séminaux en sciences sociales et plus particulièrement dans ses disciplines : sociologie, gestion et bien entendu SI.

3.2.2. Thèmes actuels de recherche relatifs à la centralité en SI

À l'aide d'une DBCA, nous avons fait émerger 20 études publiées ces 10 dernières années en SI qui s'appuient sur les notions de centralité. Cet échantillon ne nous a pas permis de faire émerger de tendances. Au travers d'une analyse complémentaire interprétative des articles de cet échantillon, nous avons toutefois identifié trois groupes de travaux intéressants. Le premier groupe mobilise des indices de centralité dans des recherches du domaine des réseaux sociaux numériques afin d'identifier par exemple les individus influents ou encore la vitesse de diffusion de l'information. Dans un tel cas, leurs chercheurs reprennent les concepts des sociologues pour les appliquer à la discipline des SI. Le deuxième groupe de travaux identifiés s'inscrit dans le courant de l'alignement stratégique. Il s'agit ici d'évaluer le rôle central des technologies de l'information (IT) dans les organisations pour atteindre les objectifs stratégiques fixés. Dans ce contexte, les travaux séminaux de Kaarst-Brown étudient la perception des cadres quant à l'importance stratégique de l'IT dans leur organisation (1999, 2005). Ces travaux n'utilisent pas d'indices de centralité, mais s'appuient sur la notion de centralité IT. Le troisième groupe identifié s'appuie sur les travaux de Kane et Alavi (2005 ; 2008) qui s'intéressent aux utilisateurs qui interagissent avec de multiples systèmes

d'information au sein d'un groupe dans ce qu'ils nomment un réseau de connaissances multimodal. Dans ce contexte, ils étudient les impacts de la centralité des SI sur le partage de connaissances au sein des organisations. Ils observent que plus un système de gestion de l'information est central (au contraire de périphérique), plus les connaissances sont partagées entre les individus du réseau. De façon plus générale, l'un de leurs articles valide l'hypothèse que la centralité des SI au sein du réseau de connaissances multimodal est significativement et positivement corrélée à une bonne performance organisationnelle. En 2011, Kane et Borgatti étendent leurs travaux en s'intéressant à la relation entre les compétences des utilisateurs de SI et la performance dans un groupe de travail. Dans ce contexte ces auteurs soutiennent que la performance d'un groupe est influencée non seulement par le niveau moyen de maîtrise des utilisateurs des SI, mais aussi par la distribution (centrale ou périphérique) des SI. Ils affirment alors que l'alignement entre la maîtrise des SI et la centralité des utilisateurs et des SI dans le groupe est positivement lié à la performance globale du groupe.

4. Discussion

L'instantané obtenu au travers de nos analyses bibliométriques tend à démontrer que les chercheurs en management s'appuient ou mobilisent toujours davantage la notion de centralité. Or, nous observons que cela n'est pas le cas dans la discipline des SI. Différentes hypothèses peuvent être émises afin d'expliquer cet état de fait. Dans cette communication, nous avons pris le parti d'en discuter deux. Premièrement, la notion de centralité est mal définie en SI. Deuxièmement, les usages des indices de centralité sont à développer pour notre discipline.

4.1. Clarification de la notion de centralité en SI

Comme nous l'avons exposé dès notre introduction, la notion de centralité est plurielle avec comme conséquences que les chercheurs la comprennent et l'appliquent de différentes manières. Le mot « centralité » est polysémique et répond ainsi à des sens précis dans différents contextes. Il serait donc inadéquat d'en proposer une définition unifiée. D'ailleurs et comme le propose Girin concernant une autre notion polysémique, la complexité, « l'absence de distinction entre les différentes significations de la notion peut conduire à de contresens dramatiques » (2001). En ce sens, nous proposons dans cette communication deux définitions pour différentes acceptions et contextes. Ainsi, les chercheurs en SI doivent préciser dans quel contexte et sur quelles acceptions de la centralité ils s'appuient dans leurs travaux. Pour les y aider, nous avons repris les résultats de notre analyse de couplage bibliographique de documents et avons fait émerger de notre échantillon de premier ordre deux définitions de la centralité pour la discipline des SI :

La **centralité IT** désigne la perception qu'ont les cadres d'une organisation, du rôle central et essentiel des technologies de l'information pour atteindre les objectifs stratégiques fixés³.

La **centralité des SI** désigne la centralité des nœuds des SI dans un réseau multimodal⁴.

³ Définition proposée en s'appuyant sur les travaux de Kaarst-Brown.

⁴ Définition proposée en s'appuyant sur les travaux de Kane.

A nos yeux, ces définitions sont à la fois mal alignées avec les fondements théoriques en SI et trop ancrées dans des usages particuliers (à savoir, la perception des cadres d'une organisation ou encore le transfert de connaissance dans les organisations). La centralité est une notion plurielle ce qui peut expliquer qu'une définition générique ne soit pas largement acceptée dans la communauté des SI. Toutefois, il nous semble nécessaire de pouvoir s'appuyer sur une telle définition en SI qu'il serait possible par ailleurs de contextualiser puis d'opérationnaliser au travers d'indices de centralité particuliers. Or, nous sommes confrontés au fait que la notion de SI est, elle aussi plurielle (Boaden et Lockett, 1991). Un SI peut désigner tout autant une table d'une base de données qu'un sous-système de communication dans une organisation (Alter, 2008). Dans la communauté francophone en SI, la définition de Reix semble nous fédérer : « ensemble organisé de ressources : matériel, logiciel, personnel, données, procédures... permettant d'acquérir, de traiter, de stocker des informations (sous forme de données, textes, images, sons...) dans et entre les organisations » avec pour objectifs de soutenir les processus de l'organisation en fournissant de l'information, en assistant le travail humain et en automatisant le travail (Reix, Fallery, Kalika, & Rowe, 2016, p. 4). En nous appuyant sur cette définition, nous pensons que la définition de centralité IT que nous avons exposée plus haut est trop étroite. En effet, les SI englobent l'IT et « s'étend[ent] bien au-delà des problématiques techniques pour s'intéresser à des problématiques humaines à différents niveaux : individuel, organisationnel, interorganisationnel, social et sociétal. Une des caractéristiques de la discipline est d'appréhender ces problématiques par le prisme des TIC » (Walsh, Kalika, & Dominguez-Péry, 2018, p. 10). De plus, il nous apparaît nécessaire de distinguer les instruments pour mesurer la centralité intrinsèque de ceux pour estimer la centralité perçue. Dans ce contexte, nous proposons deux définitions de la notion de centralité, une orientée IT et une orientée SI.

La **centralité IT** renvoie à la position d'une technologie de l'information dans l'ensemble de l'architecture des technologies de l'information de l'organisation.

Les mesures de cette centralité permettront donc d'évaluer le degré d'importance intrinsèque ou perçue d'une technologie de l'information au sein d'une organisation.

La **centralité SI** renvoie à la position de l'ensemble des technologies et des flux informationnels par rapport à l'ensemble des activités d'une organisation.

Les mesures de cette centralité conduisent à estimer l'importance intrinsèque ou perçue du SI dans l'organisation.

4.2. Usages potentiels des indices de centralité en SI

Ces propositions de définitions sont opérationnalisables au travers de multiples indices de centralité. Dans une visée pédagogique et en nous référant au catalogue d'indices de centralité proposé par Koschützki et al. (2005), nous nous proposons d'illustrer deux usages potentiels de celui considéré comme le plus simple (ibid., 2005), à savoir l'indice de centralité de degré. Ensuite, nous élargissons nos propos en discutant d'autres usages moins triviaux.

4.2.1. L'indice de centralité de degré

L'indice de centralité de degré mesure la valeur de la centralité intrinsèque d'un nœud au travers du nombre de liens (arcs) avec les nœuds voisins. Dans un graphe orienté, on peut mesurer la centralité de degré entrant et la centralité de degré sortant au travers de l'orientation des arcs (Sabidussi, 1966).

Cet indice peut opérationnaliser la notion de centralité IT en mesurant, par exemple, la centralité intrinsèque d'un logiciel (nœud) d'une organisation par rapport à l'ensemble des logiciels de cette dernière. Les arcs entrants ou sortants représentent les échanges de données entre ces logiciels. Dans ce contexte, plus un logiciel possède d'échanges de données avec d'autres logiciels, plus il pourrait être considéré comme central et donc important dans le réseau de logiciels de l'organisation (Figure 7).

Cet indice peut également opérationnaliser la notion de centralité SI. Par exemple, il est possible de mesurer au travers d'un instrument quantitatif la perception qu'ont les utilisateurs de l'importance des logiciels qu'ils utilisent dans un processus métier. De façon très simplifiée dans un graphe non orienté, le logiciel le plus central est celui qui est perçu comme le plus important par le plus grand nombre d'utilisateurs.

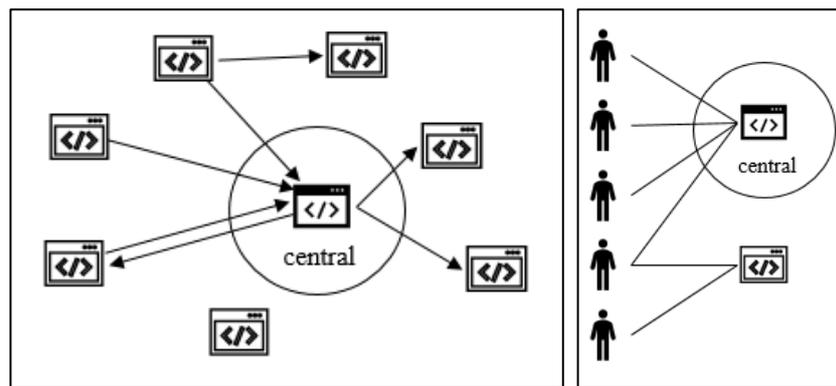


Figure 7 – Indice de centralité de degré en centralité IT (à gauche) et en centralité SI (à droite)

4.2.2. L'importance centrale des nœuds marginaux et des « cliques »

Pour des raisons pédagogiques, nous avons présenté deux usages très simplifiés de l'indice de centralité de degré. Bien entendu, la notion de centralité IT et celle de centralité SI sont opérationnalisables au travers de nombreux indices déjà existants ou d'indices à développer. Il est impossible d'être exhaustif et dans cette communication, nous désirons rendre le lecteur attentif à trois biais lors d'un usage simpliste d'indices de centralité.

Premièrement, un nœud *a priori* marginal peut être très central. En effet et dans l'esprit de la force des liens faibles (Granovetter, 1973), un logiciel considéré comme marginal (dans le sens où sa centralité de degré ne serait pas forte), peut s'avérer indispensable dans une visée systémique d'un graphe. Il peut s'agir d'un SI peu utilisé, mais dans lequel des informations capitales sont disponibles pour prendre des décisions. Il peut s'agir encore d'un SI qui est un nœud pivot sur le chemin dans la transmission de données vers les autres SI et les utilisateurs. Dans ce dernier cas, des indices de centralité d'intermédiation (*stress centrality*, *betweenness centrality*) peuvent être utiles.

Deuxièmement, une grande partie des recherches mettent l'accent sur l'aspect central d'un nœud individuel alors qu'il peut se révéler adéquat de rechercher les groupes de nœuds (cliques) les plus centraux d'un graphe (Rysz, et al, 2018). Des indices de centralité d'intermédiation de cliques trouvent des applications en SI dans l'analyse des réseaux d'entreprises, sociaux, sociaux numériques ou encore de communication (ibid. 2018).

Troisièmement, dans une visée SI, la centralité perçue peut changer selon les acteurs, selon le temps ou encore selon la situation de gestion. Dans cet esprit, un SI peut être considéré comme marginal dans une situation normale de gestion, mais central dans une situation extrême de gestion (Baudet, 2019). Dans le premier cas, l'usage d'un SI pourrait être facultatif alors que dans un contexte marqué à la fois par l'évolutivité, l'incertitude et le risque, l'usage de ce même SI pourrait devenir obligatoire. Ainsi, les chercheurs doivent considérer l'aspect dynamique de la centralité.

5. Conclusion

Quel est l'apport de la notion de centralité pour l'étude des systèmes d'information dans les organisations ? L'apport de la notion de centralité pour l'étude des SI est double. Premièrement, d'un point de vue intrinsèque, il conduit à proposer de nouveaux modes de mesure et d'évaluation des SI dans une organisation. Deuxièmement, au niveau de la métaphore, il permet de mieux comprendre les perceptions des acteurs. En effet, les perceptions des acteurs pourront être regroupées selon les différents types de centralité et ainsi, cela permettra d'affiner la vision globale des SI par les acteurs.

Nos apports sont pluriels. Premièrement, nous rappelé les fondements sur lesquels la notion de centralité s'appuie. Deuxièmement, nous avons clarifié la notion de centralité en proposant une définition de la centralité IT ainsi qu'une définition de la centralité SI. Troisièmement, nous avons illustré au travers de quelques exemples le double apport de la notion de centralité pour l'étude des SI.

Parmi les limites de cette communication, citons la taille très limitée de l'échantillon issu de l'analyse DBCA de la centralité en SI. De plus, nous n'avons pas identifié dans la littérature de façon exhaustive les usages des indices de centralité en SI. Enfin, nous voyons comme future voie de recherche la possibilité d'opérationnaliser des instruments pour mesurer de la centralité intrinsèque ou perçue.

Références

- Ahuja, G. (2000), Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study, *Administrative science quarterly*, vol. 45, n°3, p. 425-455.
- Alter, S. (2008), Defining information systems as work systems: implications for the IS field, *European Journal of Information Systems*, vol 17, n°5, p. 448-469.
- Barabási, A. L. (2009), Scale-free networks: a decade and beyond, *science*, vol. 325, n°5939, p. 412-413.
- Baudet, C. (2019), L'évaluation de l'efficacité des systèmes d'information : des situations normales aux situations extrêmes, Université Jean Moulin-Lyon 3.
- Berge, C. (1958), *Théorie des graphes et ses applications*, Collection Universitaire de Mathématiques. Ed. Dunod, Paris.
- Biggs, N., Lloyd, E. K., & Wilson, R. J. (1986), *Graph Theory*, Oxford University Press.
- Boaden, R., & Lockett, G. (1991), Information technology, information systems and information management: definition and development, *European Journal of Information Systems*, vol. 1, n°1, p. 23-32.

- Bollobás, B. (1998), Random graphs, *Modern graph theory*, Springer, New York, p. 215-252.
- Borgatti, S. P. (2005), Centrality and network flow, *Social networks*, vol. 27, n°1, p. 55-71.
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2006), A graph-theoretic perspective on centrality, *Social networks*, vol. 28, n°4, p. 466-484.
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009), Network analysis in the social sciences, *science*, vol. 323, n°5916, p. 892-895.
- Boyack, K. W., & Klavans, R. (2010), Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: Which citation approach represents the research front most accurately?, *Journal of the American Society for information Science and Technology*, vol. 61, n°12, p. 2389-2404.
- Burt, R. (1992), *Structural holes*, Cambridge, MA.
- Coleman, J. S. (1988), Social capital in the creation of human capital, *American journal of sociology*, vol. 94, p. S95-S120.
- de Vaujany, F. X. (2009), *Les grandes approches théoriques du système d'information*, Lavoisier, Paris.
- Freeman, L. C. (1978), Centrality in social networks conceptual clarification, *Social networks*, vol. 1, n°3, p. 215-239.
- Girin, J. (2001), Management et complexité : comment importer en gestion un concept polysémique ?, *Les nouvelles fondations des sciences de gestion, Eléments d'épistémologie de la recherche en management*, Vuibert, Paris, p. 111-139.
- Granovetter, M. (1985), *Economic action and social structure: The problem of embeddedness*, *American journal of sociology*, vol. 91, n°3, p. 481-510.
- Granovetter, M. S. (1973), *The strength of weak ties*, *American journal of sociology*, vol. 78, n°6, p. 1360-1380.
- Hansen, M. T. (1999), *The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits*, *Administrative science quarterly*, vol. 44, n°1, p.82-111.
- Kaarst-Brown, M. L. (2005), *Understanding an organization's view of the CIO: The role of assumptions about IT*, *MIS Quarterly Executive*, vol. 4, n°2, p. 287-301.
- Kaarst-Brown, M. L., & Robey, D. (1999), *More on myth, magic and metaphor*, *Information Technology & People*, vol. 12, n°2, p. 192-217.
- Kane, G. C., & Alavi, M. (2008), *Casting the net: A multimodal network perspective on user-system interactions*, *Information Systems Research*, vol. 19, n°3, p. 253-272.
- Kane, G., & Alavi, M. (2005), Casting the net: A multimodal network perspective on knowledge management, *ICIS 2005 Proceedings*.
- Koschützki, D., Lehmann, K. A., Peeters, L., Richter, S., Tenfelde-Podehl, D., & Zlotowski, O. (2005), Centrality indices, *Network analysis*, Springer, Berlin, p. 16-61.
- Laroche, P., & Soulez, S. (2012), La méthodologie de la méta-analyse en marketing, *Recherche et Applications en Marketing*, vol. 27, n°1, p. 79-105.
- Noma, E. (1984), Co-citation analysis and the invisible college, *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 35, n°1, p. 29-33.

- Paré, G., Guillemette, M. G., & Raymond, L. (2020), IT centrality, IT management model, and contribution of the IT function to organizational performance: A study in Canadian hospitals, *Information & Management*, vol. 57, n°3.
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996), Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology, *Administrative science quarterly*, p. 116-145.
- Price, D. J. (1986), *Little science, big science... and beyond*, New York: Columbia University Press.
- Reix, R., Fallery, B., Kalika, M., & Rowe, F. (2016), *Systèmes d'Information et Management des Organisations*, Vuibert, Paris.
- Rysz, M., Pajouh, F. M., & Pasiliao, E. L. (2018), Finding clique clusters with the highest betweenness centrality, *European Journal of Operational Research*, vol. 271, n°1, p.155-164.
- Sabidussi, G. (1966), The centrality index of a graph, *Psychometrika*, vol. 31, n°4, p. 581-603.
- Small, H. (1973), Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents, *Journal of the American Society for information Science*, vol. 24, n°4, p. 265-269.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003), Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review, *British journal of management*, vol. 14, n°3, p. 207-222.
- Tsai, W. (2001), Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance, *Academy of management journal*, vol. 44, n°5, p. 996-1004.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010), Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping, *scientometrics*, vol. 84, n°2, p. 523-538.
- Walsh, I., & Renaud, A. (2017), Reviewing the literature in the IS field: Two bibliometric techniques to guide readings and help the interpretation of the literature, *Systèmes d'information et management*, vol. 22, n°3, p. 75-115.
- Walsh, I., Renaud, A., Baudet, C. & Jeanneret Medina, M. (2021), ARTIREV : Vers une démocratisation de la bibliométrie..., AIM 2021, Nice.
- Walsh, I., Kalika, M., & Dominguez-Péry, C. (2018), *Les grands auteurs en systèmes d'information*, éditions EMS Management & Société, Paris.
- Webster, J., & Watson, R. T. (2002), *Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review*, MIS quarterly, vol. 26, n°2, p. xiii-xxiii.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015), *Bibliometric methods in management and organization*, Organizational Research Methods, vol. 18, n°3, p. 429-472.