



# 8<sup>ème</sup> Conférence Africaine sur la Population

**ENTEBBE, OUGANDA** 18-22 NOVEMBRE 2019



## **Sujet : Controverses vaccinales et réseaux militants : logiques d'interactions entre anti-vaccins et pro-vaccins sur twitter**

Auteur : [Bruno Koba](#)

### **Résumé**

Notre étude vise à montrer les logiques d'interactions entre défenseurs et détracteurs des vaccins dans la bataille de la communication sur les réseaux sociaux, spécifiquement twitter. Pour atteindre cet objectif, nous avons disposé d'une base de données composée de tweets collectés sur internet couvrant la période de Mars 2016-Février 2018, et dont les contenus sont exclusivement liés aux vaccins. En combinant méthodes quantitative et qualitative, nous avons fait au prime abord, une analyse de réseaux pour appréhender la structure des communautés pro-vaccins et anti-vaccins. Nous avons par la suite procédé à une analyse de contenu des tweets pour identifier les natures des logiques d'interactions entre acteurs impliqués dans les controverses, puis enfin procédé à une régression multiple linéaire pour prédire les facteurs qui déterminent la centralité des acteurs importants aux seins des communautés impliquées dans ces controverses.

Les résultats obtenus nous montrent à travers l'analyse de réseaux que la communauté des pro-vaccins est plus homogène et plus structurée avec des acteurs qui se parlent beaucoup entre eux ; contrairement aux anti-vaccins qui affichent moins de cohésion au sein de leur communauté. Il existe au sein de chaque communauté des acteurs qui se démarquent comme acteurs centraux qui jouent des rôles importants dans le dynamisme des controverses vaccinales sur twitter et la régression nous a montré que la centralité de ces individus au sein de leurs communautés est déterminée par l'ancienneté de leur compte twitter ainsi que le grand nombre des tweets en leur actif au cours de la période d'étude.

## Sommaires

Sommaires .....	2
Introduction .....	3
1. Cadre théorique .....	6
1.1 Les acteurs de la controverse vaccinale s'organisent ils en réseaux pour critiquer ou défendre les vaccins sur internet ? Ont-ils tous les mêmes importances en matière de leadership dans la construction de ces réseaux ? .....	6
1.2. -Hypothèses principales de recherche.....	7
2. Données et méthodes.....	7
2.1 données: Constitution de la base des tweets .....	7
2.2 Méthodes d'analyse.....	8
2.2.1 Analyse de réseau .....	8
2.2.2 Modèle de prédiction: régression par la méthode de moindres carrés ordinaires.....	9
3. Résultats.....	10
3.1 Structure des réseaux d'interaction en pro-vaccins et anti-vaccins.....	10
3.1.1 Structure de réseau de la communauté pro vaccin .....	10
3.1.2 Structure du réseau des anti-vaccins sur twitter.....	12
3.1.3 structure du réseau des pro-vaccins et anti-vaccins réunis.....	14
3.2 Prédiction de la centralité des militants influents au sein des réseaux de controverses vaccinales sur twitter. ....	16
3.2.1 Analyse des corrélations statistiques.....	16
3.2.2 Inférence statistique .....	17
3.2.3 Modélisation MCO : résultats et interprétations.....	17
Discussion. ....	19
Conclusion.....	20
Bibliographie .....	22

## Introduction

Les vaccins constituent un sujet, non seulement d'ordre mondial de santé publique, mais aussi un sujet de portée sociologique et politique vu les contestations et controverses publiques dont ils font l'objet tant dans les pays développés que ceux en voie de développement. Tous les moyens de communication entrent en jeu et de ce fait l'avènement des réseaux sociaux est devenu incontournable pour les campagnes en faveur ou à l'encontre des vaccins. Avant les années 80, la rougeole détruisait de millions de vies chaque année dans le monde. Au fur et à mesure de l'augmentation de la couverture vaccinale dans le monde entier, le nombre de décès diminue progressivement et est tombé à 114 900 décès en 2014 (OMS, 2015). De 2000 à 2014, le nombre de décès causés par la rougeole dans le monde a chuté de 79% alors que dans le même temps la couverture vaccinale des enfants de un an pour une dose vaccinale passaient de 73 à 85% (pour espérer la totale élimination, la vaccination doit se faire en deux doses avec une couverture respective de 95 et 80%) (Goldhaber, 2010).

Durant ces seules 14 années, le vaccin anti-rougeoleux a sauvé plus de 17 millions de vies et on ne parle là que de mortalité. Le nombre de malades graves, d'hospitalisations et de séquelles à long terme évités est encore plus énorme, ainsi que l'impact social et économique (Larson et al, 2016). La rougeole a été éliminée des USA très précocement, et presque entièrement de tout le continent américain. Elle est également extrêmement réduite en Europe, où l'élimination semble vraiment proche (Théière, 2016).

En Afrique, d'après l'OMS (2018) plus de 30 millions d'enfants de moins de cinq ans sont touchés par des maladies à prévention vaccinale chaque année, et plus d'un million d'entre eux meurent, ce qui représente 58 % des décès enregistrés à l'échelle mondiale. Ainsi l'élimination de quatre grandes maladies à prévention vaccinale à savoir la rougeole, la rubéole, les infections à rotavirus et les infections à pneumocoques a permis de sauver plus de 1,9 million de vies en Afrique, d'éviter 167 millions de cas de maladies à prévention vaccinale (OMS, 2018). Il est donc sans contexte que les vaccins tout comme les antibiotiques sont les deux vecteurs de réduction du décès dans le monde (Offit et al, 2002).

Dans le même temps, pendant que les scientifiques se réjouissent des effets des vaccins pour la santé de l'humanité, les sceptiques s'organisent et mettent en évidence une grande défiance à l'égard de la vaccination. Des questions liées aux effets secondaires, à la sûreté des vaccins, de possible lien entre autisme et vaccination, d'arnaques financières, de religion sont autant d'arguments évoqués pour remettre en cause les bienfaits des vaccins (F. Lievano et al. 2012).

D'après une étude qui portait sur la perception de la vaccination, en termes d'efficacité, de sécurité, et de compatibilité avec les croyances religieuses des personnes interrogées, auprès d'un large public de répartition mondiale (plus de 65 000 personnes dans 67 pays), le Bangladesh, l'Iran et l'Équateur présentent le plus haut niveau de confiance dans l'importance de la vaccination. Sept pays sur dix (70%) parmi ceux ayant la plus faible confiance dans la vaccination sont européens

et sont des pays avec le plus haut niveau d'éducation et de bons accès aux soins (Larson et al, 2016).

Ainsi les pays qui ont le plus longtemps, le plus rapidement, et le mieux bénéficié de la vaccination dans l'histoire des avancées médicales sont aujourd'hui ceux qui suscitent le plus grand scepticisme envers les vaccins au premier rang desquels on retrouve la France. En effet, selon Larson (2016), la France est le pays du monde ayant la perception de la vaccination la plus négative, avec 41% de sondés en désaccord avec la proposition « les vaccins sont sûrs » (contre 13% au niveau mondial).

Ainsi, la confiance dans les vaccins se révèle un sujet de controverse notoire d'ordre sociologique et politique. Les vaccins sont tant soutenus que désavoués et internet sert de plateforme incontournable dans la bataille des idées et d'opinions. D'après Eric Dagiral et al (2016), l'internet peut être utilisé pour mieux comprendre les producteurs de critiques des vaccins, leurs motivations, leur public potentiel et le type de ressources qu'ils ont et consacrent à leur activisme. Le public ne peut être influencé par ces arguments que parce que certaines personnes, certains acteurs, certaines organisations, etc. s'efforcent de construire ces arguments et de les rendre publics sur Internet et donc de s'engager dans une certaine forme d'activisme.

Les acteurs critiques de vaccins donnent en ligne, une quantité énorme d'informations sur eux-mêmes (trajectoire personnelle, activité professionnelle, localisation, sexe, proximité avec d'autres groupes politiques ou culturels, autres types d'activités liées au vaccin dans le monde réel comme l'organisation de marches, manifestations, pétitions, lobbying, etc.). Par conséquent, internet constitue une mine d'or pour quiconque s'intéresse aux controverses liées aux vaccins et aux acteurs critiques des vaccins. "L'anti-vaccination", entendu comme un mouvement social et composé de "groupes anti-vaccins" et de "militants anti-vaccins", est souvent désignée par les scientifiques comme la cause principale de toute forme d'hésitation ou de refus radical (Zylberman, 2013). Ce concept a permis de comprendre les similitudes entre certaines formes contemporaines de résistance organisée aux vaccins et celles qui sont apparues au XIXe siècle lors de la mise en place de programmes de vaccination à grande échelle (Bertrand et Torny, 2004 ; Fressoz, 2007, 2012 ; Pologne et Jacobson, 2011 ; Wolfe et Sharp, 2002). Mais il a aussi suscité de nombreuses critiques pour les hypothèses implicites qu'il contient. Ces critiques ont déjà été résumées il y a dix ans par Stuart Blume et par Melissa Leach et James Fairhead (Blume, 2006 ; Leach et Fairhead, 2007).

D'après Jeremy Ward (2016), l'anti-vaccination est dont principalement utilisé pour stigmatiser les non conformistes et contribue donc à polariser les opinions sur ce sujet. Ainsi, toutes les formes de critique vaccinale tendent à être regroupées avec la résistance vaccinale traditionnelle qui est automatiquement identifiée comme la cause de la baisse des taux de vaccination (sans preuve empirique à l'appui de cette affirmation). La critique vaccinale est surtout comprise comme étant axée sur les vaccins alors que, dans de nombreux cas, les critiques des vaccins se mobilisent également contre un large éventail de questions non liées aux vaccins. Ces arguments ont

également été avancés par Robert Johnston et Pru Hobson-West qui se sont tous deux concentrés sur les différences entre les différents groupes qui sont habituellement inclus dans la communauté des anti-vaccins (West, 2007 ; Johnston, 2004). La plupart des études regroupent tous les groupes critiques pour les vaccins et traitent la variété d'arguments qu'elles trouvent sur ces sites Web comme des différences de "stratégies rhétoriques" plutôt que comme des différences fondamentales entre les acteurs derrière ces sites Web (Bean, 2011 ; Kata, 2010).

La littérature s'est beaucoup penchée sur les anti-vaccins, mais les études empiriques sur les pro-vaccins restent marginales. Contrairement aux discours des critiques des vaccins, les sciences sociales soutiennent que les autorités de santé publique et les experts ont tendance à utiliser le terme "anti-vaccin" de manière polémique pour délégitimer toute forme de critique vaccinale et que cela empêche de mieux comprendre la nature multidimensionnelle de la résistance aux vaccins. Les études empiriques des discours pro-vaccins se sont multipliées récemment (Grant et al. 2015). Cependant, ils se sont concentrés sur les arguments en faveur de la vaccination choisis par les acteurs pro-vaccins et non sur les descriptions publiques des critiques des vaccins. L'étude de Vedere, (2017) a montré que les discours des pro-vaccins émanent la plupart du temps des étudiants universitaires en médecine, des pharmaciens et autorités gouvernementales avec très peu de travaux scientifiques par les chercheurs sur l'engagement des pro-vaccins dans les réseaux.

Au vu de tout ce qui précède, on retient donc que les vaccins sont à l'origine de l'éradication de plusieurs infections chroniques dans l'histoire de l'humanité et constituent une avancée médicale considérable, efficace et efficiente dans la prévention de plusieurs maladies dangereuses. Pour ces raisons, ils sont défendus par une grande partie de la population et de l'opinion publique, généralement qualifiées de « pro-vaccins ». En face donc existent les sceptiques qui mettent en avant les arguments liés à la nocivité des vaccins comme cause de décès.

L'histoire de la vaccination a donc montré que les contestations sont nées depuis l'invention des vaccins et ce qui était alors une simple manifestation d'opinion contre les vaccins est devenu au fil du temps un véritable mouvement de mobilisation ou des acteurs sociaux, individuellement ou par les biais des associations ont transformé les arguments contre les vaccins en de véritables mouvements sociaux, organisés en réseaux dans le but d'argumenter en faveur de la perte de confiance à l'égard des vaccins par l'opinion publique. Ces mouvements ont donc beaucoup intéressé, comme précédemment mentionnés, les chercheurs qui ont étudié cette communauté et ses motivations. La riposte des pro-vaccins, en vue de contrer ces arguments antivaccins et de redorer les vertus des vaccins est intervenue beaucoup plus tard et a fait donc objet de peu d'études récentes. La théorie de Romain Badouard (2016) abonde dans ce sens et explique que le « fact-checking collaboratif » pro-vaccins marche à plein régime. D'après lui, pendant des années, les activistes anti-vaccins n'ont pas eu de contradicteurs car personne ne les prenait au sérieux. Leurs théories se sont propagées et sédimentées sur Internet. Vers 2016-2017, des associations de citoyens se sont formées pour « fact-checker sur le terrain ». Dans ce débat en ligne, « les partages et le référencement permettent d'être le plus visible possible, pour gagner la bataille de

l'information ». D'où la pertinence d'étudier les interactions entre défenseurs et détracteurs des vaccins.

L'originalité de notre travail est donc, non seulement de voir comment s'organisent les réseaux sur internet par les deux communautés Pro et Anti, mais surtout de voir les types d'interactions entre les factions opposées qui sont restés à nos jours un champ de recherche tout à fait inexploré. Ainsi, dans cette étude, nous souhaitons suivre ces deux voies à partir de données tirées du média social « Twitter ». Si l'influence des mobilisations sur Twitter sur les politiques publiques est largement débattue, cette arène présente l'avantage de donner à voir la variété des acteurs investis sur une question donnée ainsi qu'une partie de l'univers social dans lequel ils s'inscrivent. A partir d'une analyse de contenus des tweets postés et des réseaux dans lesquels les twittos s'insèrent, de leurs choix d'interlocuteurs et des événements autour desquels ils échangent, il devient possible d'identifier les différentes communautés de critique et de défense des vaccins ainsi que les manières dont elles interagissent. Nous nous intéresserons à la fois aux interactions au sein des deux grandes « factions » (pro et anti), aux interactions entre factions opposées ainsi qu'aux facteurs pouvant déterminer les acteurs centraux à chacune des deux communautés.

Ceci nous conduit donc à nous poser la question de recherche que voici : *Comment les détracteurs et défenseurs des vaccins interagissent-ils sur Twitter et quelles sont les logiques de ces interactions?*

Il s'agira donc de :

- Identifier les différentes communautés de critiques et de défenses des vaccins ainsi que les relations entre elles
- Déterminer les logiques d'interactions et de conflit entre anti vaccins et pro-vaccins ainsi que les déterminants qui conduisent certains à être des acteurs centraux et influents au sein de leur communauté.

## **1. Cadre théorique**

### **1.1 Les acteurs de la controverse vaccinale s'organisent ils en réseaux pour critiquer ou défendre les vaccins sur internet ? Ont-ils tous les mêmes importances en matière de leadership dans la construction de ces réseaux ?**

Dès le développement des premiers usages d'internet, les sociologues s'inspirent de cet outil pour montrer qu'en réalité, internet est la première plateforme, depuis son avènement où se forment les réseaux, quel que soit la raison qui motive quelqu'un à se connecter. D'après Dagiral et al (2016) internet modifie et modernise nos façons de se rencontrer, de travailler, de militer, de consommer ou de se cultiver ; et crée des interactions et de liens réciproques qui de facto engendrent un réseau dans lequel chaque individu joue un rôle. Il existerait donc des communautés virtuelles qui tissent des liens sociaux (électroniques), avec un mode de fonctionnement défini par la coopération à

distance. Ainsi les interactions des pro-vaccins et anti-vaccins sur twitter forment irrémédiablement un réseau dans lequel tous les intervenants sont inclus et jouent un rôle, même si ces derniers n'en sont pas conscients (Dagiral et al, 2016).

Pierre Mongau et al (2014) viennent en appui à cette théorie et montrent qu'à l'intérieur de ces vastes réseaux qui se forment, émergent des acteurs influents qui tentent de jouer des rôles beaucoup plus pertinents quant à la survie du réseau. Ainsi, s'appuyant sur des variations de la popularité des personnes, plusieurs études menées dans des organisations ont montré que la centralité de degré (le nombre de liens : choix reçus et donnés d'un individu) est corrélée à l'influence et au pouvoir de cet individu (Neubert et Taggar, 2004; Sparrowe et Lidden, 2005). Une telle corrélation est expliquée par le fait que les individus les plus centraux sont plus susceptibles d'émerger comme leaders parce qu'ils peuvent avoir accès à plus de ressources (Brass et Labianca, 1999).

## **1.2. -Hypothèses principales de recherche.**

H<sub>1</sub> : Vu le fait que certains critiques des vaccins se démarquent des formes les plus radicales, *nous nous attendons à observer une forte fragmentation des réseaux de critiques des vaccins avec une communauté qui entretient peu de relations (une communauté où les acteurs se parlent peu entre eux)*. Du côté des défenseurs des vaccins, *nous nous attendons à trouver une communauté moins fragmentée par rapport à celle des Anti*, avec une cohésion globale plus importante et des liens beaucoup plus homogènes (une communauté où les acteurs se parlent beaucoup entre eux).

H<sub>2</sub> : Au sein des réseaux des pro-vaccins et anti-vaccins, nous nous attendons à observer certains twittos se démarquer des autres de par leurs influences au sein de leurs communautés et cette centralité et position de leader serait positivement influencée par les variables telles que le nombre de tweets ou la date de création du compte twitter. *Autrement dit, plus la valeur numérique des tweets de l'acteur est importante sur internet, plus ce dernier aura tendance à devenir un acteur central dans le réseau.*

## **2. Données et méthodes**

### **2.1 données: Constitution de la base des tweets**

Ce travail s'inscrit dans le projet collectif RISCOVAC , financé par l'Agence nationale pour la recherche. Un des axes de ce projet s'intéresse en particulier à l'état des controverses vaccinales en ligne, et nous avons été recruté pour contribuer à cet axe en nous concentrant sur Twitter. L'intérêt spécifique des coordinateurs de RISCOVAC pour cette plate-forme s'est traduit par la collecte en amont du début de notre travail d'une base de tweets et des métadonnées les accompagnant. Twitter met en effet à disposition de ses utilisateurs une interface de développement permettant, entre autres, d'archiver des tweets au fur et à mesure de leur publication s'ils contiennent certains mots-clés. A condition de maîtriser la programmation

informatique, il est ainsi possible de récolter les données et métadonnées d'un tweet contenant un des mots-clés indiqués pendant les six à neuf jours qui suivent sa publication. Ce travail a été confié par les coordinateurs du projet RISCOVAC au Médialab, centre de recherche de l'Institut d'études politiques de Paris. A l'aide de l'application Gazouilloire développée par ses membres, le Médialab a archivé en continu des tweets publiés entre le 28 mars 2016 et le 28 février 2018. Les tweets ainsi sélectionnés l'ont été sur la base d'une liste de mots-clés fournie par Jeremy Ward, coordinateur de l'axe 4 du projet RISCOVAC. Cette opération a permis de récolter 1,976,469 tweets rédigés de langue française. Ces données nous ont été remises sous la forme d'un tableau encodé au format csv, dont chaque ligne représentait un tweet et chaque colonne une variable formée à partir d'une donnée du tweet. Cet échantillon de tweet est donc composé de 1.976.469 observations et 42 variables. Ainsi, pour chaque twittos, on relève un identifiant, un pseudo, le contenu du tweet (texte), la date et l'heure à laquelle le tweet a été posté, la langue dans laquelle le tweet a été posté, la langue d'origine du twittos, la source de l'information, le pays de résidence du twittos, la biographie du twittos, l'URL du tweet, le nombre de followers du twittos, la date de création de son compte tweet etc.

## 2.2 Méthodes d'analyse

### 2.2.1 Analyse de réseau

Pour déterminer comment les twittos anti-vaccins et pro-vaccins interagissent, nous ferons de l'analyse de réseau, afin déterminer les types de liens qui existent entre chaque acteurs appartenant aux réseaux. Pour y arriver, il nous faut de prime abord identifier les militants les plus impliqués dans la controverse, retenir les plus pertinents et les inclure dans le réseau. Les travaux antérieurs réalisés dans le cadre du projet RISCOVAC ont permis d'identifier un certain nombre de militants pro et anti : 43 acteurs anti-vaccins et 47 pro-vaccins, soit un total de 90 twittos qualifiés ici de « Génération 0 (G<sub>0</sub>)».

Sur la base de cette liste, et dans le souci d'étendre le réseau, nous avons identifié les nouveaux twittos qui sont en lien direct avec ces personnes souches. Ainsi nous obtenons de nouvelles générations à travers les liens de **retweets** ou les liens de **mentions**. En récupérant tous les nouveaux twittos en liens avec les Pro et Anti de la liste souche (G<sub>0</sub>), nous avons effectué un codage qualitatif via une analyse de contenus des tweets et retweets de ces derniers et les catégoriser en tant que pro-vaccins ou anti-vaccins. Ce qui nous a permis d'obtenir 40 twittos de plus dont 23 Pro et 17 Anti. Ainsi nous disposons pour nos analyses 130 twittos identifiés dont 70 pro-vaccins 60 anti-vaccins. Notre échantillon ainsi constitué, l'étape suivante est l'extraction tous les liens entre les twittos par les retweets ou mentions, à partir desquels nous pourrions établir et constituer le réseau pour chaque communauté et pour l'ensemble des deux..

Ceci nous permettra d'analyser les différents types de liens au sein des acteurs impliqués dans les controverses en ligne au sujet des vaccins. Cette méthode présente cependant l'inconvénient de ne

pas restituer le contexte de discussion entre twittos dans le cadre duquel les tweets sont produits. En nous contentant de tweets ainsi isolés, nous ne pouvons saisir la dynamique des débats dans lesquels ils s'insèrent et l'effet qu'ils ont sur cette dynamique.

### 2.2.2 Modèle de prédiction: régression par la méthode de moindres carrés ordinaires

Cette partie introduit le modèle empirique utilisé dans le but de déterminer l'existence et la proportion de l'impact de certains facteurs pouvant influencer les twittos à devenir un acteur central au sein des communautés pro-vaccins et anti-vaccins sur twitter. Elle fournit d'abord une présentation des modèles économétriques, des méthodes d'estimation utilisées et des motivations qui ont engendré ce choix.

Tout d'abord, il est important de signaler que les données relatives aux tweets en ligne sur les controverses vaccinales sont rares. Pour cette raison, nous avons mis en place un modèle des moindres carrés ordinaires (MCO) afin d'estimer les paramètres des variables susceptibles de déterminer la centralité des twittos, considérés ici comme les personnalités clés et susceptibles d'être influentes autour desquelles les deux communautés Pro et Anti s'organisent pour les batailles en ligne au sujet des vaccins.

Écriture du modèle

$$\text{Centralité} = \beta_0 + \beta_1 \text{NbTwits} + \beta_2 \text{NbAnnée} + \beta_3 \text{Amis} + \beta_4 \text{Followers} + \beta_5 \text{Lang} + \varepsilon$$

$\beta_0$  = Constante,  $\varepsilon$  = terme d'erreur

Nous utiliserons le critère d'information Akaike (AIC) sur le rapport pour comparer différents modèles. Le modèle avec la valeur AIC la plus faible est le meilleur (autrement dit, en prenant en considération la complexité du modèle, le modèle avec la valeur AIC la plus faible est le mieux adapté aux données observées). La table des coefficients comprendra la liste des variables explicatives utilisées dans le modèle avec leurs coefficients, leurs coefficients normalisés, leurs erreurs standard, ainsi que leurs probabilités. *Le coefficient est une estimation de la variation de la variable dépendante si un changement de 1 unité se produit dans la variable explicative associée.* Les unités des coefficients correspondent aux variables explicatives

#### Variables dépendantes et explicatives

La variable dépendante est « La centralité des twittos ». Elle est quantitative et obtenue suite aux statistiques de l'analyse de réseaux. Notons ici que la centralité dont il s'agit ici est celle basée sur le principe *d'influence du voisinage* : plus un nœud a de voisins, plus il est central, et plus il est

central, plus ses voisins le sont aussi (Sorokina, 2016)<sup>1</sup>. Comme par exemple, l'importance des gens en politique, ou dans tout autre groupe social : plus une personne a des amis importants, plus elle est importante; et plus une personne est importante, plus ses amis deviennent importants. Ce type de centralités est très utilisé dans l'analyse de réseaux internet, de réseaux sociaux.

Les variables explicatives sont quantitatives et concerne les données suivantes : nombre d'années de la création du compte tweeter du twittos (variable obtenue à partir de la date de création du compte), le nombre moyen de tweets par twittos, le nombre de followers, le nombre d'amis (followee) puis la variable qualitative relative à la langue d'origine du twittos.

### **3. Résultats**

#### **3.1 Structure des réseaux d'interaction en pro-vaccins et anti-vaccins.**

Dans le cadre de cette étude, nous avons 130 twittos composés de pro-vaccins et anti-vaccins. En faisant une classification de qui retweete ou mentionne le plus et qui est le plus retweeté et mentionné, nous estimons que certaines personnes (twittos) se distinguent des autres de par le rôle indispensable qu'ils jouent dans leurs communautés respectives (Pro et Anti).

Ces 130 twittos totalisent 1545 relations de retweets ou de mentions, dont 1303 relations sont distinctes<sup>2</sup>, soit en moyenne plus de 100 liens que chaque twittos entretient avec les autres. Nous ne pouvons revendiquer ni l'exhaustivité ni même l'absence de biais de représentativité. Rappelons que sur l'ensemble des 130 twittos devant faire l'objet d'analyse du réseau, 70 sont des pro-vaccins contre 60 qui sont des anti-vaccins.

Comme indicateur de la structure relationnelle, nous avons choisi de nous fonder sur les relations de retweets ou de mentions entre les intervenants dans le débat sur twitter. L'utilisation d'une telle base pour établir la structure relationnelle de la discipline présente plusieurs avantages. Ce sont des relations assez homogènes plutôt faciles à collecter, à quantifier et à orienter.

##### **3.1.1 Structure de réseau de la communauté pro vaccin**

Le Graphique N°3 est une représentation des relations de retweets et de mention entre les twittos pro-vaccins de notre échantillon. Ils cumulent 811 liens entre eux, soit 62% des liens de l'ensemble des communautés Pro et Anti réunies. Il met en exergue les interactions existantes au sein de la communauté des défenseurs de vaccination sur twitter.

Au milieu du graphique émergent plusieurs nœuds centraux denses au cœur desquels on trouve des twittos, tissant de très grands liens avec les autres. L'indicateur de densité est de 0.222, ce qui

---

<sup>1</sup> Analyse de réseaux : du degré des noeuds aux centralités

<sup>2</sup> On différencie ici la relation A retweets /mention B ou réciproquement, des selfs retweets ou self mention (A se retweets lui-même ou B se retweets lui-même). En retirant les autos retweets on obtient 1303 liens

montre que globalement, cette communauté est caractérisée par une cohésion non négligeable où les individus communiquent beaucoup les uns avec les autres.

Un autre indicateur important dans notre analyse est la « Centralité Eigenvector » qui varie entre 0 et 1, permet d'identifier les acteurs centraux du réseau. Cet indicateur nous permet donc d'identifier les acteurs qu'on peut caractériser de centraux (susceptible d'être influent) dans la communauté pro-vaccin car détenant les scores les plus élevés de mesure de centralité : Plasmodium (1.00), 29aatea (0.89), VCedigt (0.79), LUppsala (0.78), Alux\_B (0.75), Romainbousson (0.71), GalaMolecules (0.71). UnMondeRiant (0.69), Auto\_Math (0.61), p\_gral0 (0.50). Non loin de ces personnes les plus centrales du réseau, on trouve d'autres en périphérie, qui sont caractérisées par un degré de centralité relativement inférieurs, (qui sont moins retweetées ou qui retweetent moins) mais qui sont aussi connectées avec les autres.

Dans certains cas, les relations de retweets et mentions sont très intenses. Chaque twittos appartenant à cette communauté a donc 62% de chance de tisser un lien avec un autre. Ce qui nous permet de constater que c'est une communauté où les acteurs se parlent beaucoup entre eux et il existe un nombre important d'acteurs centraux autour desquels se fédère l'ensemble du réseau. Constatant cette homogénéité dans les relations au sein de la communauté pro-vaccins, nous estimons que la vaccination fait l'objet d'un consensus entre eux, et donc ces acteurs ne s'inscrivent pas autant dans une logique activiste. C'est la raison pour laquelle cette communauté apparaît beaucoup moins clivée et cohésive.

Une analyse du contenu des tweets faisant objet de communication entre les pro-vaccins, nous permet de relever de manière récurrente des tweets allant dans le sens de « l'efficacité assurée des vaccins ». Ainsi on peut noter par exemples des arguments pro-vaccins à ce sujet à la lumière du tweet : "29aata :@Curiolog ; *Dans le monde, L'OMS estime que la vaccination est l'une des interventions sanitaires les plus efficaces et les plus économiques. Elle a permis d'éradiquer la variole, de réduire de 99 % à ce jour*".

Ce message du twittos « 29aata » interpelle son homologue « Curolg » au sujet de l'efficacité des vaccins tout comme celui-ci qui évoque leur sécurité : "*@thi\_loup: Cohorte de 2,2 millions de jeunes filles : le vaccin HPV est sûr et les craintes ne sont pas fondées*"<sup>3</sup>.

Plusieurs autres catégories des discussions entre pro-vaccins vont dans le sens de la légitimité des vaccins comme avancée scientifique destinée à sauver des vies et à éradiquer les maladies les plus dangereuses à l'humanité : "*@Rapha2le @Allodocteurs selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 2 à 3 millions de vies sont sauvées chaque année grâce à cet acte simple de prévention. Plusieurs millions de personnes sont vaccinées chaque année*"<sup>4</sup>.

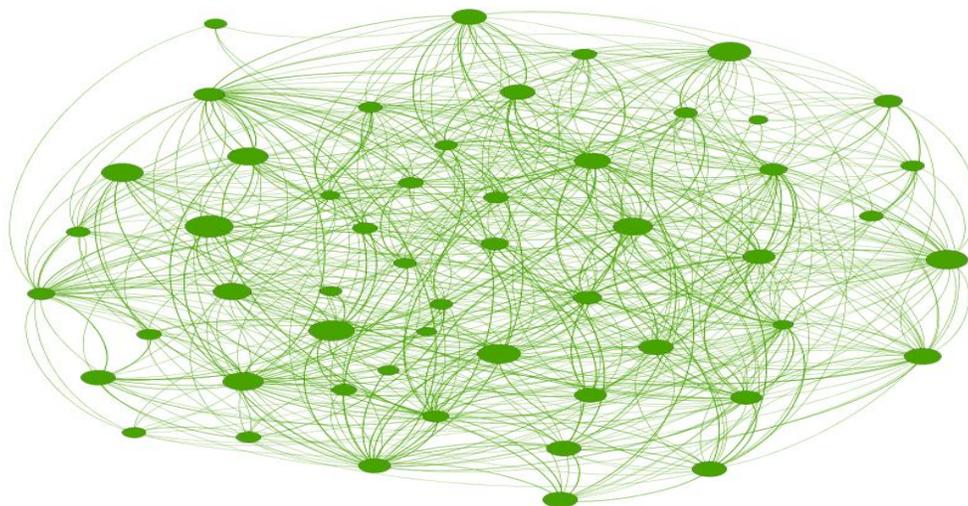
Ceci nous permet donc de remarquer l'homogénéité qui existe au sein de cette communauté avec des arguments qui vont presque unanimement dans l'expression de la vertu des vaccins.

---

<sup>3</sup> Base de Données tweets/ Medialab. URL : <http://ansm.sante.fr/S-informer/Points-d-information-Points-d-information/Vaccination-contre-les-infections-a-HPV-et-risque-de-maladies-auto-immunes-une-etude-Cnamts-ANSM-rassurante-Point-d-information>

<sup>4</sup> Base de Données tweets/ Medialab

Graphique N°1 : Réseau des pro-vaccins



Sources : Exploitation de la base de données twitter

### 3.1.2 Structure du réseau des anti-vaccins sur twitter.

Le Graphique N°4 représente les relations de retweets et mentions entre les principaux membres de de la communauté anti-vaccins. La structure des relations est fortement différenciée de celle des pro-vaccins. L'indicateur de modularité indique une valeur de 0.170 pour les anti-vaccins (contre 0.139 pour le réseau pro-vaccin). Cela nous relate ainsi que les deux réseaux comportent des sous communautés dans lesquelles les twittos tissent des relations. En revanche, on observe un réseau anti-vaccin, caractérisé par une cohésion globale plus faible que chez les pro-vaccins (densité = 0.161 contre 0.222). Ainsi, on compte 330 relations distinctes de retweets ou de mentions (soit plus de 400 liens de moins que chez les pro-vaccins), donc les individus communiquent peu entre eux.

Cette structure atteste ainsi l'isolement des acteurs les uns des autres. Aux périphériques du graphique, on peut remarquer que certains twittos, ne sont pas bien reliés au foyer central, et parfois ne sont reliés qu'à un seul individu dans tout le réseau, (contrairement aux pro-vaccins où chaque twittos est reliés à plusieurs autres dans le réseau). Cet état de chose atteste l'hypothèse du clivage et de l'hétérogénéité de la communauté des Anti composée d'activistes critiques envers les vaccins sur twitter.

Ainsi ce réseau caractérisant les rapports entre les Anti illustre que les conversations sont beaucoup plus menées par des acteurs centraux à la communauté caractérisé par les indicateurs de centralité les plus élevés : RaderSerge (1.00), Papou\_Ludibo (0.81) ou Guy Moquette (0.54). Ces derniers entretiennent une relation proche avec d'autres leaders de la communauté anti comme LemuetLeborgne (0.61) ou Vaccinsansalu (0.51), mais aussi avec d'autres militants d'importance moindre en termes de centralité dans l'échiquier.

L'analyse du contenu de certains tweets mettant en relation les acteurs nous montre que majoritairement, les messages retweetés sont des informations relatives aux « **effets secondaires des vaccins sur les sujets** » ("RT @Micjol44: @brunocrussol @PrJoyeux depuis cette vaccination je suis devenu un mort vivant et la médecine refuse de s'occuper de moi, curieux non ? ")<sup>5</sup>, à la « **dénonciation des 11 vaccins obligatoires** » ("RT @JeSuisBigPharma: Alerte : vaccins à l'aluminium. Voilà la quantité d'aluminium que reçoit un nourrisson avec les 11 vaccins d'Agnès" ; "Eddygaugey: RT @DLF\_Officiel: .@dupontaignan "Non à la vaccination forcée de nos enfants avec l'hexavalent")<sup>6</sup>, à la « **nocivité de l'aluminium** » ("RT @HygieneMentale: Les infographies de @Chevre\_Pensante sur les Vaccins sont extra 1 - L'aluminium dans les vaccins, c'est dangereux")<sup>7</sup>.

La plupart des commentaires évoquent également « **l'insécurité des vaccins** » ("RT @MicheleRivasi: nanométaux et substances toxiques dans le #vaccin #Meningitec @MarisolTouraine : respectez le principe de précaution, protégez notre #santé"); à la dénonciation de « **l'enrichissement des laboratoires et des conflits d'intérêt** » ("RT @sudradio: ""Beaucoup de conflits d'intérêt avec les #vaccins"" @MicheleRivasi @EELV #vaccination")<sup>8</sup>, ou encore à la « **dénonciation de la radiation de l'ordre des médecins de certains activistes anti-vaccins** » comme le "Pr Joyeux" de profession médicale ("RT @loumatram: @PrJoyeux excommunié pour apostasie. Houps pardon radié de l'ordre pour avoir dénoncé l'arnaque des hexavalents")<sup>9</sup>.

D'autres sujets comme les effets indésirables (qui peuvent aller jusqu'à la mort) causés par les vaccins la pénurie de vaccins DTP à savoir les trois vaccins obligatoires jusqu'à présent et puis dans un registre plus large les vaccins contre le SIDA sont aussi soulevés lors des discussions.

En clair, les échanges entre les anti-vaccins sont majoritairement liés à la vulgarisation des vaccins comme danger, mais il existe quelques factions dont les échanges ne corroborent pas nécessairement l'idée originelle de l'anti-vaccination.

Ainsi, il existe effectivement au sein de cette communauté, plusieurs catégories d'acteurs anti-vaccins comme ceux adoptant les lignes dures et extrêmes rejetant les vaccins en bloc (Pr Joyeux : "RT @PrJoyeux: #LettrePrJoyeux NON à la vaccination massive des enfants contre les papillomavirus")<sup>10</sup> et ceux, bien qu'étant anti-vaccin, sont plus modérés dans leurs argumentation contre les vaccins ("RT @MicheleRivasi: Je ne suis pas contre la vaccination, en cas d'épidémie

---

<sup>5</sup> Base de données .

<sup>6</sup> Base de données : URL <https://t.co/TJqZTLcqYx>; <http://bit.ly/2nedau3> @PrJoyeux #Vaccins #Santé© <https://t.co/hCVnuCGXz6>

<sup>7</sup> Base de données : <https://t.co/RRxRDs5rEP> <https://t.co/Sux39bepZp>

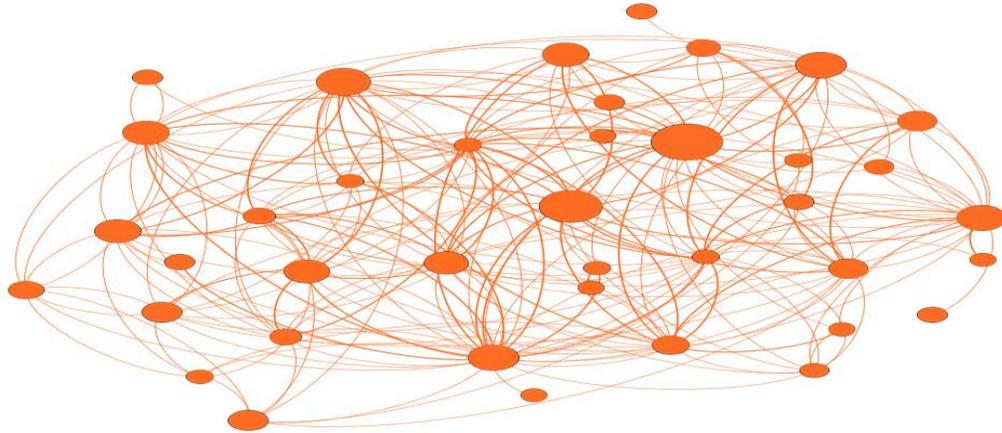
<sup>8</sup> Base de données

<sup>9</sup> Base de données URL. [http://mobile.lemonde.fr/societe/article/2016/07/09/vaccination-henri-joyeux-radie-par-l-ordre-des-medecins\\_4966962\\_3224.html?xtref=https://t.co/bgKKF3qmEW](http://mobile.lemonde.fr/societe/article/2016/07/09/vaccination-henri-joyeux-radie-par-l-ordre-des-medecins_4966962_3224.html?xtref=https://t.co/bgKKF3qmEW)

<sup>10</sup> Base de données : URL [https://professeur-joyeux.com/vaccination-massive-enfants-contre-les-papillomavirus/?utm\\_campaign=crowdfire&utm\\_content=crowdfire&utm\\_medium=social&utm\\_source=twitter](https://professeur-joyeux.com/vaccination-massive-enfants-contre-les-papillomavirus/?utm_campaign=crowdfire&utm_content=crowdfire&utm_medium=social&utm_source=twitter) <https://t.co/BLXPI11fC0>

*il faut vacciner. Mais pourquoi vouloir passer en force... ")<sup>11</sup>. Ce qui corrobore l'hypothèse de communauté plus éclatée et hétérogène par rapport aux pro-vaccins*

Graphique N°2 : Réseau des anti-vaccins



Sources : Exploitation de la base de données twitter

### 3.1.3 structure du réseau des pro-vaccins et anti-vaccins réunis

Le Graphique N°5 illustre les relations de retweets et de mention entre les pro-vaccins et anti-vaccins les plus présents dans les controverses vaccinales sur twitter. Ils cumulent plus de 1300 liens entre eux. Tout comme les graphes précédents, les acteurs considérés comme acteurs clé qui possèdent un poids d'échange très remarquables se retrouvent également dans ce réseau combinant les deux factions opposées sur la question des vaccins. Le premier constat relevé sur ce réseau est que le graphe est clivé en deux parties avec identification nette des deux communautés, l'une en rouge vers le bas (les anti-vaccins) et l'autre en vert vers le haut (les pro-vaccins). Ce qui montre que, pris dans un même panier, les pro-vaccins ont tendance à discuter entre eux et analogiquement les anti-vaccins ont aussi tendances à discuter entre eux. Autrement dit, les anti-vaccins sont plus proches des anti-vaccins et les Pro sont aussi plus proche des Pro. Toutefois il existe des liens non négligeables qui vont d'une communauté vers l'autre.

Il existe donc peu d'interactions intercommunautaires entre pro-vaccins et anti-vaccins. Une analyse de contenu des retweets mettant en relation deux factions opposées des controverses sont très souvent liés à la dénonciation par les pro-vaccins des comportements des anti-vaccins. On peut donc remarquer l'expression de satisfécit de la part de certains pro-vaccins suite à l'annulation des meetings ou émission télévisée d'activistes anti-vaccins ("*RT @thi\_loup: Annulation du colloque*

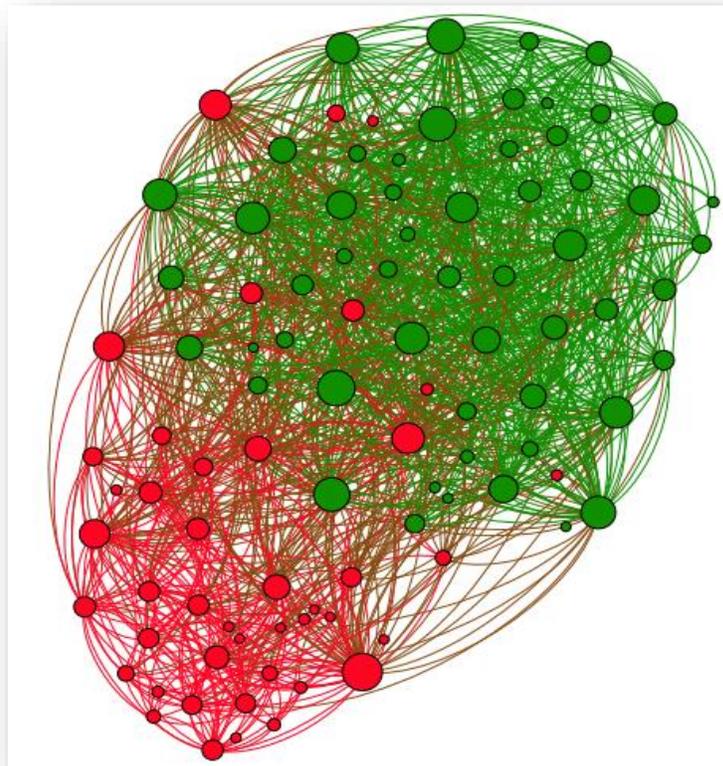
---

<sup>11</sup> Base de données URL : <https://t.co/HjGeXHUKeb>

*Antivaxx de Rivasi. Merci pour la mobilisation" )<sup>12</sup>. D'autres se mettent en relation avec des anti-vaccins pour se réjouir de la radiation d'activistes anti-vaccins de l'ordre des médecins ("@Guymoquette: Bonne nouvelle. Vaccination : Henri Joyeux radié par l'ordre des médecins")<sup>13</sup> montrant ainsi que les échanges entre deux camps peuvent être aussi conflictuelles ou provocatrice. Du côté des anti-vaccins, les interpellations ou des retweets d'un pro-vaccin sont relatifs à l'exhibition des méfaits, des effets secondaires, de maladie chroniques, à la lumière de GuyMoquette ("@JPRiviere c'est déjà bien que vous reconnaissiez que les vaccins peuvent donner la maladie contre laquelle ils st censé protéger" )<sup>14</sup>*

En clair, les interactions entre anti-vaccins et pro-vaccins sont pour la plupart conflictuelles qui parfois tournent à de l'ironie et à de l'humour. Par ailleurs du côté des pro-vaccins, on relève de la sensibilisation, mais aussi parfois des interpellations provocatrices.

Graphique N°4 : Réseau des pro-vaccins et anti-vaccins



Sources : Exploitation de la base de données twitter

**Légende** : Vert= Pro-vaccins ; Rouge= Anti-vaccins

<sup>12</sup> Base de données URL : <https://twitter.com/EurAcademyPaeds/status/827470242972590080>,

<sup>13</sup> Base de données URL : [http://www.lemonde.fr/societe/article/2016/07/09/vaccination-henri-joyeux-radié-par-l-ordre-des-medecins\\_4966962\\_3224.html](http://www.lemonde.fr/societe/article/2016/07/09/vaccination-henri-joyeux-radié-par-l-ordre-des-medecins_4966962_3224.html) via @lemondefr

<sup>14</sup> Base de données

## 3.2 Prédiction de la centralité des militants influents au sein des réseaux de controverses vaccinales sur twitter.

### 3.2.1 Analyse des corrélations statistiques

L'analyse bivariée nous décrit la dépendance statistique entre la variable dépendante et chacune des variables explicatives. Ainsi les résultats du coefficient de corrélation montrent une association statistique positive au seuil de 1% entre la centralité du twittos et le nombre de tweets à son actif. Avec  $r = 0,31$  on retient que la centralité est une fonction croissante du nombre de tweets. Autrement dit, plus le nombre de tweets posté augmente, plus la centralité de ce twittos devient importante au sein de sa communauté. Un résultat similaire est obtenu avec la variable « nombre d'années de la création du compte tweeter ». En effet, au seuil de 1%, il existe une association positive entre cette variable et la centralité du twittos. Avec un coefficient de corrélation positif ( $r = 0,22$ ) on conclut que plus le nombre d'année depuis la création du compte twitter est élevé, plus importante est la centralité du twittos dans sa communauté. Par ailleurs, les variables relatives au nombre d'amis ou de followers sur tweeter ne sont pas significatives, et ne sont donc pas statiquement associées à la centralité du twittos.

Tableau1 : Tests de significativité des coefficients de corrélation

Variable à expliquer LA CENTRALITÉ	Parametres estimés	Coefficient de cor- relation de pearson r
Nombre de tweets <b>durant la période</b> de controverse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>t-test statistic value</b> (t = 3.2078),</li> <li>• <b>p-value</b> = 0.001835</li> <li>• <b>Intervalle de confiance</b> à 95% = [0.1218371 ; 0.4862414]</li> </ul>	0.3156297***
Nombre d'amis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>t-test statistic value</b> (t = 0.31972),</li> <li>• <b>p-value</b> = 0.7499</li> <li>• <b>Intervalle de confiance</b> à 95% = [-0.1695398; 0.2331216]</li> </ul>	0.03313544 ns
Nombre de followers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>t-test statistic value</b> (t = -1.9466),</li> <li>• <b>p-value</b> = 0.001835</li> <li>• <b>Intervalle de confiance</b> à 95% = [-0.384092782 ; 0.003828802]</li> </ul>	-0.1978669 ns
<b>Nombre</b> d'années d'existence du compte tweeter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>t-test statistic value</b> (t = 2.2631)</li> <li>• <b>p-value</b> = 0.02595</li> <li>• <b>Intervalle de confiance</b> à 95% = [0.02822491; 0.41108250]</li> </ul>	0.2284683**

Signif code : \*\*\* (0.01), \*\* (0.05), ns (non significatif)

Sources : Exploitation de la base de données twitter

### 3.2.2 Inférence statistique

- **Critère de choix du “meilleur” modèle (une sélection de variables pas à pas descendante)**

Le critère utilisé par défaut dans le logiciel R est le critère AIC. La comparaison des différents modèles par le critère d'information Akaike (AIC) a fourni des valeurs d'AIC comprises entre -233,93 et -229,77. L'objectif ici est d'obtenir le modèle avec la valeur AIC la plus faible. Ainsi, le modèle global (Start model) qui inclut toutes les variables explicatives a fourni la valeur AIC la plus élevée (-229.77), et donc le modèle le moins pertinent possible. En retirant les variables étape par étape, le modèle se précise de mieux en mieux. Ainsi l'ordre des variables explicatives du plus important au moins important est : Nombre de tweets, Nombre d'année de création du compte, nombre de followers, langue d'origine et le nombre d'amis.

la valeur AIC la plus faible (-233.93) correspond au modèle comportant les variables « Nombre de tweets, Nombre d'année de création du compte », et qui de ce fait reste le modèle pertinent sur lequel se fondera les estimations des paramètres du MCO.

Tableau2 : Critère AIC et sélection du meilleur modèle

CENTRALITE	AIC Start model	AIC Step2 model	AIC Step3 model	AIC Step4 model
Nombre d'années				-233.93
Nombre de tweets			-233.44	
Nombre de followers		-231.76		
Langue d'origine	-229.77			
Nombre d'amis				

Sources : Exploitation de la base de données twitter

### 3.2.3 Modélisation MCO : résultats et interprétations

Les coefficients des variables « nombre de tweets » et « nombre d'années de création du compte tweeter » sont positifs et significatifs aux seuils statistiques respectifs de 1% et 5%, confirmant ainsi nos attentes. D'un autre côté, l'impact des coefficients des variables représentant le nombre de followers, nombre d'amis, langue d'origine du twittos n'est pas significatif. Ces variables

n'influencent donc pas la probabilité pour un twittos de devenir un acteur central aux seins des communautés impliquées dans les controverses vaccinales.

Ainsi, en considérant les variables significativement associées à la centralité des twittos dans leurs communautés, l'interprétation des paramètres estimés nous révèle qu'une augmentation du nombre de tweets postés d'une unité engendre une augmentation de la centralité du twittos de 0,002 unité. Autrement dit, plus le nombre de tweets d'un acteur augmente, plus il a de chance de devenir un acteur central et indispensable au sein de sa communauté. De même, le coefficient de la deuxième variable est légèrement plus important. En effet, le coefficient de la variable «nombre d'années de la création du compte tweeter du twittos» a le même signe que celui de la variable précédente et est significatif au seuil statistique de 5%. Ainsi, l'augmentation d'une unité du nombre d'années de création du compte tweeter fait varier positivement la centralité de ce twittos de 0.003 unité. En clair, les twittos autours desquels s'organisent les différentes communautés pour défendre ou critiquer les vaccins sur tweeter sont ceux qui détiennent des comptes twitter de dates de création plus anciennes.

Tableau3 : Modélisation de la centralité des twittos : estimation des paramètres.

Variable à expliquer LA CENTRALITÉ	Paramètres estimés
Constante	0.6
Nombre de tweets	0.002***
Nombre de followers	0.0061 ns
Nombre d'amis	-0.0030 ns
<b>Nombre</b> d'années d'existence du compte	0.003**
<b>Langue d'origine</b> <b>Fr</b>	-0.22 ns
<b>En</b>	-0.28

**Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1    Multiple R-squared: 0.4322,**  
**Adjusted R-squared: 0.42 F-statistic: 35.39, p-value: 3.721e-12**

En résumé, les résultats du MCO viennent confirmer ceux obtenus en analyse bivariée avec les tests statistiques de corrélations. La centralité du twittos au sein de son réseau est déterminée et expliquée par l'importance du nombre de tweets qu'il poste et aussi par l'ancienneté de la création de son compte twitter. Ces résultats statistiques viennent corroborer le constat fait précédemment plus haut dans le chapitre de l'analyse des réseaux des pro-vaccins et anti-vaccins. Ainsi la plupart des acteurs appartenant à la génération 0 sont caractérisés par des nœuds beaucoup plus gros et donc font partie majoritairement des acteurs autours desquels les réseaux défenseurs ou détracteurs des vaccins se forment. Ainsi on pourra remarquer par exemple que Guy moquette, Rader Serge, Thi\_loup, activistes anti-vaccins dont les nœuds sont caractérisés par des indices de centralité

élevés dans le réseau des anti-vaccins détiennent le record du nombre de tweets pendant la période d'analyse des controverses (resp plus de 10.000, 2000 et 1200 tweets). La plupart de ces acteurs font partie de ceux qui détiennent les comptes tweeter les plus anciens. Le même constat se fait au niveau des pro-vaccins

Ainsi le principe *d'influence du voisinage* caractérise la centralité des twittos impliqués de manière très active dans les controverses vaccinales au sein des factions pro et anti. Ils sont caractérisés par des nœuds ayant beaucoup de liens avec leurs voisins.

Par ailleurs, ce résultat contredit partiellement la théorie selon laquelle l'importance des gens dans tout groupe social est déterminée par le nombre d'amis. En effet, la variable « nombre d'amis du twittos » n'est pas significative, et donc n'est pas déterminante dans l'importance de ce dernier dans le réseau. Cela se justifie par le fait que dans le cadre de nos analyses, les relations ou liens d'un twittos à un autre s'identifient par les retweets ou les mentions et non par les liens d'amitié.

## **Discussion.**

Une première contribution de notre étude est la confirmation empirique apporté à la relation théorique présumée au sein du réseau anti-vaccin et avec une communauté plus hétérogène et clivée que celle des pro-vaccins (Vedere ,2017; West, 2003; Ward, 2016). En effet, nos résultats montrent que les anti-vaccins interagissent entre eux de manière plus hétérogène au sein de leurs communautés. Nos analyses ont montré ainsi une communauté au sein de laquelle les individus communiquent peu entre eux contrairement aux pro-vaccins. L'analyse qualitative des contenus nous a permis de confirmer cet éclatement au sein de cette communauté car nous avons pu établir à travers nos analyses que les anti-vaccins ne convergent pas toujours au regard de leurs arguments de critiques envers les vaccins. En claire, nos résultats confortent la théorie avancée par plusieurs de ces auteurs (Vedere ,2017et Ward, 2016), en nous permettant de réaliser qu'il existe plusieurs factions au sein de la communauté Anti dont on peut qualifier certains d'extrêmes de par leurs arguments par rapport à d'autres.

Une deuxième contribution de notre mémoire est la confirmation de la théorie de Saper Vedere (2017) qui est l'un des très rares auteurs qui a travaillé sur les pro-vaccins en affirmant une théorie selon laquelle cette communauté serait caractérisée par des liens très homogènes à l'opposé des anti-vaccins. En effet nos résultats à travers l'analyse du réseau des pro-vaccins ont en effet confirmé que cette communauté entretiens en effet des liens très homogènes où les acteurs communiquent beaucoup entre eux contrairement à leurs détracteurs anti-vaccins.

Une troisième contribution de notre travail est qu'il se démarque sur les relations d'anti-vaccins vers pro-vaccins et réciproquement. Notre étude est l'une des rares à avoir abordé la question des controverses vaccinales sous cet angle. Ainsi nous avons pu remarquer à travers nos résultats que pris ensemble pro-vaccins et anti-vaccins tissent des relations beaucoup plus entre les membres appartenant à une même communauté. Par ailleurs il existe des interactions entre Pro et Anti, et

bien que ces liens ne soient pas très nombreux, les liens venant des anti-vaccins sont beaucoup plus conflictuels caractérisés par la propagande des arguments anti-vaccins pendant que ceux venant des pro-vaccins sont caractérisés par un pacifisme et des messages de sensibilisation en faveurs des vaccins.

Notre travail a également eu le mérite de faire partir des premières études scientifiques à montrer les facteurs déterminants de l'émergence de certains twittos en tant qu'acteurs influents autour desquels les réseaux pro-vaccins et anti-vaccins se sont principalement formés. Ainsi, cette contribution tient au fait que les corrélations observées entre les mesures de centralité des twittos influents et les variables telles que le nombre de tweets et le nombre d'années de la création du compte soient positives. Ceci laisse supposer que devenir un acteur influent au sein des réseaux pro-vaccins et anti vaccin est étroitement lié à l'ancienneté de l'existence de l'acteur sur le réseau social tweeter, mais aussi est déterminé par la valeur numérique de tweets que ce dernier a en son actif. Ceci prédestine ces derniers à tisser un nombre de liens très important au voisinage d'autres acteurs appartenant au même réseau. Par ailleurs ces résultats offrent un soutien empirique à d'autres travaux existants (**Pierre Mongeau et al**, 2014) autour de la centralité qui stipule que l'influence serait davantage liée à la réciprocité du lien plutôt qu'à sa direction dans un réseau.

## Conclusion

Avec l'élaboration d'une approche de sociologie des réseaux des logiques d'interaction, nous avons contribué, d'une part, à démontrer par des observations empiriques les types relations théoriques entre acteurs impliqués dans les controverses vaccinales d'une part et d'autre part de mesurer le leadership émergent mesuré par la centralité dans le réseau des liens d'influence. Au terme de cette étude, nous pouvons affirmer que notre analyse contribue à la littérature déjà existante sur les controverses vaccinales sur twitter en apportant une preuve empirique des types de relations et d'interactions qu'entretiennent les acteurs impliqués dans ces controverses en ligne

Nous avons disposé des données très intéressantes et récentes couvrant la période 2016-2018 relatives à plus d'un million de tweets et leurs auteurs (twittos) appartenant aux deux familles classiquement présentes dans les controverses vaccinales sur twitter : les Pro-vaccins et les anti-vaccins. Ainsi, l'étude s'est essentiellement basée sur une combinaison d'analyses qualitative et quantitative de réseaux avec d'une part la construction des réseaux, puis une régression linéaire multiple d'autre part.

Le premier comportait trois réseaux formés par les pro-vaccins, les anti-vaccins et puis les deux réunis. Sa mise en œuvre a été effectuée d'abord par un travail préalable de codage qualitatif pour identifier les communautés pro-vaccins et anti-vaccins ainsi que par l'identification des liens d'interactions existants entre eux via les retweets et les mentions. Le deuxième est un modèle de régression linéaire multiple qui après avoir procédé à **une sélection de variables pas à pas descendante** via le principe AIC a fourni un modèle pertinent sur lequel nous avons estimé les

paramètres des variables pouvant expliquer le leadership de certains twittos identifiés comme acteurs influents observés dans les réseaux au chapitre 4.

L'ensemble de nos résultats suggère d'une part que les réseaux des pro-vaccins sont beaucoup plus organisés par rapport à celui des anti-vaccins. Ce qui montre que les pro-vaccins entretiennent des liens beaucoup plus homogènes entre eux que les anti-vaccins qui eux sont visiblement caractérisés par des liens conflictuels, hétérogènes et éclatés. Ce qui vient en appui aux travaux empiriques existants. La partie économétrique de ce mémoire nous a permis d'obtenir des résultats tout à fait intéressants au sujet de l'influence dont certains twittos disposent au sein de leurs communautés respectives et qui de ce fait sont reconnus parfois même par l'opinion publique comme acteurs clés et indispensables dans la défense ou dans les critiques des vaccins sur twitter. Ces derniers résultats montrent donc que la centralité de ces derniers est déterminée par le nombre de tweets (à fortes fréquences) à leurs actifs de même que l'ancienneté qui les caractérise en tant qu'acteurs utilisateurs du réseau social twitter.

Ainsi toutes nos hypothèses de recherches sont confirmées par les résultats obtenus dans ce mémoire. D'une part H1 qui se confirme au regard de l'interprétation des réseaux qui nous a permis de réaliser que la communauté des pro-vaccins est plus cohésive et les acteurs communiquent beaucoup entre eux à l'opposé des anti-vaccins qui entretiennent des relations plus moins intenses et qui communiquent peu entre eux. L'hypothèse H2 liée aux twittos influents dans chaque communauté se confirme aussi avec l'établissement d'un lien positif entre la centralité des twittos et le nombre de tweets en son actif sur internet durant la période de notre étude.

Nos résultats sont aussi venus en confirmation aux rares travaux scientifiques existants sur les controverses vaccinales sur internet, en l'occurrence sur twitter (Vedere, 2017 et J. Ward, 2016). De plus nous avons eu le mérite d'aborder des champs non explorés par le passé notamment les logiques d'interaction et réseaux pro-vaccins ou encore la question des acteurs influents dans les réseaux que nous avons obtenus.

Plusieurs limites pourraient être décelées dans ce travail. On peut évoquer par exemple les données qui malgré leur richesse, ne fournissent aucune information sur les caractéristiques sociodémographiques des twittos, qui pourraient être un élément capital pour dresser les profils des acteurs inclus dans les controverses vaccinales en ligne. De plus, il existe une limite au sujet de la taille de notre échantillon qui s'avère être petite. Enfin, nous n'avons pas pu aborder ce sujet sous un angle longitudinal, bien que les données dont nous disposons nous offraient cette possibilité. Ceci pourrait donc être de piste pour les recherches futures.

Enfin, il existe, de fait aussi d'autres angles d'arguments en faveur de la poursuite d'une approche, comme par exemple l'angle sociosémantique, entrelaçant les approches structurelles et discursives du leadership dans les groupes. Une telle approche ouvre la voie à une meilleure compréhension du rôle de la communication et, notamment, à l'exploration du lien entre les réseaux sociaux et les discours qui y sont imbriqués.

## Bibliographie

**Bazin, 2012**, *l'histoire des vaccinations 1<sup>ère</sup> partie : de la variolisation à la vaccination*, Bull.soc.fr.hist. méd.sci.vét., 2012, 12 : 133-149

**Benin AL, Wisler-Scher DJ, Colson E, Shapiro ED, Holmboe ES, 2006**, *Qualitative analysis of mothers' decision making about vaccines for infants: the importance of trust*. Pediatrics. 2006; 117:1532-41

**Bean, S.J., 2011**. *Emerging and continuing trends in vaccine opposition website content*. Vaccine 29 (10), 1874e1880. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vaccine.2011.01.003>.

**Bertrand, A., Torny, D., 2004**. *Libertes individuelle et sant e collective. Une etude socio-historique de l'obligation vaccinale*. Cermes, Paris.

**Blume S., 2005**, "Anti-vaccination movements and their interpretations, *Social Science & Medicine*".

**Blume, S., 2006**. *Anti-vaccination movements and their interpretations*. Soc. Sci. Med. 1982 62 (3), 628e642. <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2005.06.020>.

**Brass, D. J. et Labianca, G. (1999)**. *Social Capital, the Social Ledger, and Social Ressources Management*. Dans K. Academic (dir.), *Corporate Social Capital and Liability* (p. 323-338). Norwell, MA : Kluwer Academic Publishers.

**Burt, R. S. (1997)**. *The contingent value of social capital*. Administrative Science Quarterly, (42), 339-365. DOI : [10.2307/2393923](https://doi.org/10.2307/2393923)

**Burt, R. S. (2005)**. *Brokerage and Closure: An Introduction to Social Capital*. New York, NY : Oxford University Press.

**Borgatti, S. P. et Foster, P. C., 2003**, *The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology*. Journal of Management, 29(6), 991-1013. DOI : [10.1016/S0149-2063\(03\)00087-4](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(03)00087-4)

**Colgrove, J., 2005**. "Science in a democracy": the contested status of vaccination in the Progressive Era and the 1920s. Isis; Int. Rev. Devoted Hist. Sci. Its Cult. Influ. 96 (2), 167e191

**Dagiral Eric, Jean Samuel Buescard, Sylvain Parasie, 2017**, 'Sociology d'internet', édition Armand Collins, 2017

**Freeman, L. C. et Krackhardt, D. (2000)**. *Betweenness and Structural Holes: Comparison of Models and Results*. Communication présentée au colloque Presentation at the Festschrift for Linton C. Freeman, International Social Networks Conference, Vancouver, Colombie-Britannique.

**Fressoz, J.-B., 2007**. *Beck back in the 19th century: towards a genealogy of risk society*. Hist. Technol. 23 (4), 333e350.

**Fressoz J B, 2012**, *L'apocalypse joyeuse: une histoire du risque technologique*, Seuil, 312 p.

**Goldhaber-Fiebert J. D.**, *Quantifying Child Mortality Reductions Related to Measles Vaccination*, PLOS One, 2010

**Hobson-West, P., 2003**. *Understanding vaccination resistance: moving beyond risk*. Health Risk Soc. 5 (3), 273e283.

**Hobson-West P, 2007**, *trusting blindly can be the biggest risk of all,organised resistance to childhood vaccination in the UK*, Sociology of Health & Illness, 29, 2, p. 198-215.

**Inserm, 2014**, *rapport final des séminaires Ketty Schwartz sur la « Vaccination », 2014 France*

**Jacobson, R.M., Targonski, P.V., Poland, G.A., 2007.** *A taxonomy of reasoning flaws in the anti-vaccine movement.* Vaccine 25 (16), 3146e3152.

**Jasper. J M, 2007,** *Social movements.* In: Ritzer, G. (Ed.), *The Blackwell Encyclopedia of Sociology.* Blackwell, Malden, pp. 4451e4459.

**Jenner Edward, 1798,** *An inquiry into the causes and effects of the Variolae Vaccinae, a disease discovered in some of the western counties of England, particularly Gloucestershire, and known by the name of cow-pox,* London, printed for the author, 1798, 75 p

**Johnston. R D, 2004,** *contemporary anti-vaccination movements in historical perspective.* In: Johnston, R.D. (Ed.), *The Politics of Healing: Histories of Alternative Medicine in Twentieth-Century North America.* Routledge, New York, pp. 244e271. Routledge

**Kata. A, 2010,** *A postmodern Pandora's box: anti-vaccination misinformation on the Internet.* Vaccine 28 (7), 1709e1716

**La Théière Cosmique, 2016,** *Les courbes qui révèlent tout sur l'efficacité des vaccins,* consulté en février 2018

**Larson. H, Jarrett, C., Eckersberger, E., Smith. D, Paterson .P, 2014,** *Understanding vaccine hesitancy around vaccines and vaccination from a global perspective: a systematic review of published literature, 2007-2012.* Vaccine 32 (19), 2150e2159.

**Larson H J Figueiredo A , Xiahong Z, Schulz W S, Verger P, Johnston I G , Cook A R, Jones N S, 2016,** *The State of Vaccine Confidence 2016: Global Insights Through a 67-Country Survey,* EBioMedicine, 0, 0.

**Leach. M, Fairhead. J, 2007,** *Vaccine Anxieties: Global Science, Child Health and Society.* Earthscan.

**Lievano, Galea SA, Thornton M, Wiedmann RT, Manoff SB, Tran TN, Amin MA, Seminack MM, Vagie KA, Dana A, Plotkin ,2012,** *Measles, mumps, and rubella virus vaccine (M-M-R™ II): A review of 32 years of clinical and postmarketing experience* Vaccine, USA, 2012

**Linda L. Carli Alice H. Eagly, 2002,** *Gender, Hierarchy, and Leadership: An Introduction.* First published: 17 December 2002 <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00232> Cited by: 70

**Mongeau Pierre et Johanne Saint-Charles, 2014,** *Centralité de réseaux et similitude de discours : une approche sociosémantique du leadership émergent dans les groupes de travail,* journals.openedition, Quebec 2014.

**Moulin, A.M, 1999,** *Premiers vaccins, premières réticences pour la Science.* 1999;264:12-15

**Moreno J. L, 1934,** *Fondements de la sociometrie.* Paris, France : Presses universitaires de France.

**Neubert, M. J. et Taggar, S, 2004,** Pathways to informal leadership: The moderating role of gender on the relationship of individual differences and team member network centrality to informal leadership emergence. *The Leadership Quarterly*, 15(2), 175-194.  
DOI : [10.1016/j.leafqua.2004.02.006](https://doi.org/10.1016/j.leafqua.2004.02.006)

**Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2015,** rapport d'évaluation sur les vaccinations,

**Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2018,** *rapport de l'Assemblée mondiale de la Santé,* Genève, suisse 2018.

**Olivier Godechot et Nicolas Mariot, 2004**, *les deux formes du capital social : Structure relationnelle des jurys de thèses et recrutement en science politique*. Editions Technip & Ophrys | « Revue française de sociologie » 2004/2 Vol. 45 | pages 243 à 282 ISSN 0035-2969

**Paul A. Offit, Jessica Quarles, Michael A. Gerber, Charles J. Hackett, Edgar K. Marcuse, Tobias R. Kollman, Bruce G. Gellin, Sarah Landry, 2002**, *Addressing parents' concerns: do multiple vaccines overwhelm or weaken the infant's immune system?* Pediatrics January 2002, VOLUME 109 / ISSUE 1 Special Article 2002

**Peretti-Watel, P, Larson. H, Ward. J, Schulz. W, Verger .P, 2015**, *Vaccine hesitancy: clarifying a theoretical framework for an ambiguous notion*. PLoS Curr. Outbreaks, 2015

**Poland, G.A., Jacobson, R.M., 2011**. *The age-old struggle against the antivaccinationists*. N. Engl. J. Med. 364 (2), 97e99.

**Wolfe, R.M, Sharp. L, Lipsky, M.S, 2002**, *Content and design attributes of antivaccination web sites*. JAMA J. Am. Med. Assoc. 287 (24), 3245e3248.

**Saper vedere, 2017**, *Mouvement anti-vaccins en France : Quelle mobilisation digitale ?*, Brussels 2017.(Belgium)

**PAULET. J, 1768**, *Histoire de la petite vérole avec les moyens d'en préserver les enfans et d'en arrêter la contagion en France, suivie d'une traduction française du Traité de la petite vérole de Rhasès*, sur la dernière éd. de Londres, Arabe et Latine, s.l., Ganeau, 1768, 2 vol

**Sparrowe, R. T et Liden, R. C, 2005**, *Two Routes to Influence: Integrating Leader-Member Exchange and Social Network Perspectives*. Administrative Science Quarterly, 50(4), 505-535. DOI : [10.2189/asqu.50.4.505](https://doi.org/10.2189/asqu.50.4.505)

**Sorokina, 2016**, *Analyse de réseaux : du degré des noeuds aux centralités*

**Raude Jocelyn, 2016**, *L'hésitation vaccinale une perspective psychosociologique*, Bull. Acad. Natle Méd. , 2016, 200, no 2, 199-209, séance du 2 février 2016.

**Tafza Sofiane, 2017**, *vaccins et controverses*, Angers, 2017

**Ward J K, 2016**, *Rethinking the antivaccine movement concept: A case study of public criticism of the swine flu vaccine's safety in France*, Social Science & Medicine, 159, p. 48-57.

**World Health Organaization (WHO), 2015**, *Summary WHO SAGE conclusions and recommendations on Vaccine Hesitancy*. 2015. [http://www.who.int/immunization/programmes\\_systems/summary\\_of\\_sage\\_vaccinehesitancy\\_2pager.pdf?ua=1](http://www.who.int/immunization/programmes_systems/summary_of_sage_vaccinehesitancy_2pager.pdf?ua=1).

**Wolfe. R, Sharp. L, 2002**. *Anti-vaccinationists past and present*. BMJ Br. Med. J.325 (7361), 430e432.

**Wolfe. R, Sharp. L, Lipsky, M.S., 2002**, *Content and design attributes of antivaccination web sites*. JAMA J. Am. Med. Assoc. 287 (24), 3245e3248.

**Zylberman. P, 2013**. *Tempetes Microbiennes*. Gallimard, Paris.