



HAL
open science

Hors champs la multipositionnalité par l'analyse des réseaux

Tommaso Venturini, Mathieu Jacomy, Audrey Baneyx, Paul Girard

► **To cite this version:**

Tommaso Venturini, Mathieu Jacomy, Audrey Baneyx, Paul Girard. Hors champs la multipositionnalité par l'analyse des réseaux. Réseaux : communication, technologie, société, 2016, 199 (5), 10.3917/res.199.0011 . hal-01672294

HAL Id: hal-01672294

<https://hal.science/hal-01672294v1>

Submitted on 23 Dec 2017

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

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

Hors champs

la multipositionnalité par l'analyse des réseaux

Tommaso Venturini, Mathieu Jacomy, Audrey Baneyx, Paul Girard

Résumé

Cet article reprend une recherche de Luc Boltanski sur les enseignants de l'IEP de Paris. Dans cette recherche, Boltanski s'appuie sur une représentation tabulaire des champs sociaux pour montrer que la classe dominante se caractérise avant tout par sa multipositionnalité, c'est-à-dire par la tendance de ses membres à occuper plusieurs positions dans plusieurs champs. En remplaçant le tableau de Boltanski par un graphe d'individus et d'institutions, nous discuterons les caractéristiques et les avantages d'une sociologie de réseaux hétérogènes.

Introduction

En 1973, Luc Boltanski (B. par la suite) publie dans la *Revue Française de Sociologie* une étude sur le corps enseignant de l'Institut d'Études Politiques de Paris (Boltanski, 1973). Réalisée dans le cadre d'une vaste enquête sur le monde académique français menée par Pierre Bourdieu et ses élèves (Bourdieu, 1984), cette étude est intéressante pour deux raisons :

1. Il s'agit d'une application synthétique et représentative de la définition bourdieusienne de 'classe dominante' et de sa multipositionnalité.
2. Elle s'appuie sur un dispositif de visualisation de l'information très intéressant et fort adapté à la sociologie de champs.

Dans cet article¹ nous discuterons surtout du second point, en montrant que le recours à un nouvel outil d'analyse et de visualisation peut aider à réexaminer la notion de 'champ social' et, par conséquent de 'classe dominante'. Cette expérience s'inscrit dans une réflexion plus large sur le potentiel des techniques numériques de navigation dans les données et, notamment, sur les conséquences de cette navigation quant à la distinction entre micro et macro (Latour *et al.*, 2012).

En comparant le tableau présenté dans l'article de B. (fig. 1) avec une représentation en réseau (fig. 4 et suivantes), nous montrerons comment cette approche nous dispense de deux opérations typiques de l'analyse

¹ Cette enquête a été réalisée en collaboration avec Marie Scot que nous remercions. MS a défini la méthode de collecte de données, a réuni les données nécessaires à la revisite de l'enquête, a participé à la réflexion collective sur les résultats. Elle n'a pas souhaité s'associer à la rédaction de l'article ni le signer. L'analyse qualitative de ces données est en cours et les résultats feront l'objet de publications ultérieures dédiées à l'évolution du corps enseignant de l'Institut d'Études Politiques de Paris.

quantitative classique : a. l'agrégation de données en catégories ; b. la dissection des phénomènes collectifs sur deux axes différents. Dans cet article nous proposons au lecteur une petite expérience. Nous essayerons de montrer qu'en retirant ces deux engrenages – agrégation et séparation des axes – non seulement nous ne grippons pas le mécanisme de l'analyse, mais nous le rendons plus efficace. Nous montrerons que notre dispositif de représentation permet non seulement d'obtenir les mêmes résultats, mais également de faire des nouvelles observations. Enfin, nous discuterons des conséquences théoriques du passage d'une sociologie des tableaux à une sociologie des réseaux hétérogènes.

1. La multipositionnalité des enseignants de l'IEP et son tableau

Le pivot de l'article de B. est l'idée que l'appartenance à la classe dominante soit caractérisée par le fait d'occuper une pluralité de positions dans une pluralité de champs. Pour illustrer cette *multipositionnalité* B. examine les trajectoires professionnelles des enseignants de l'Institut d'Études Politiques de Paris² par l'analyse du tableau suivant.

² L'IEP de Paris constitue un terrain idéal pour étudier la multipositionnalité de la classe dominante pour au moins deux raisons. D'un côté, c'est traditionnellement une des institutions dédiées à la formation de l'élite française. De l'autre côté, cette institution se caractérise (surtout à l'époque de l'enquête) par un corps enseignant composé principalement de personnalités extérieures n'exerçant qu'occasionnellement le métier de professeur. En représentant une sorte de carrefour de la classe dominante française, l'IEP de Paris offre un point d'observation privilégié sur sa multipositionnalité.

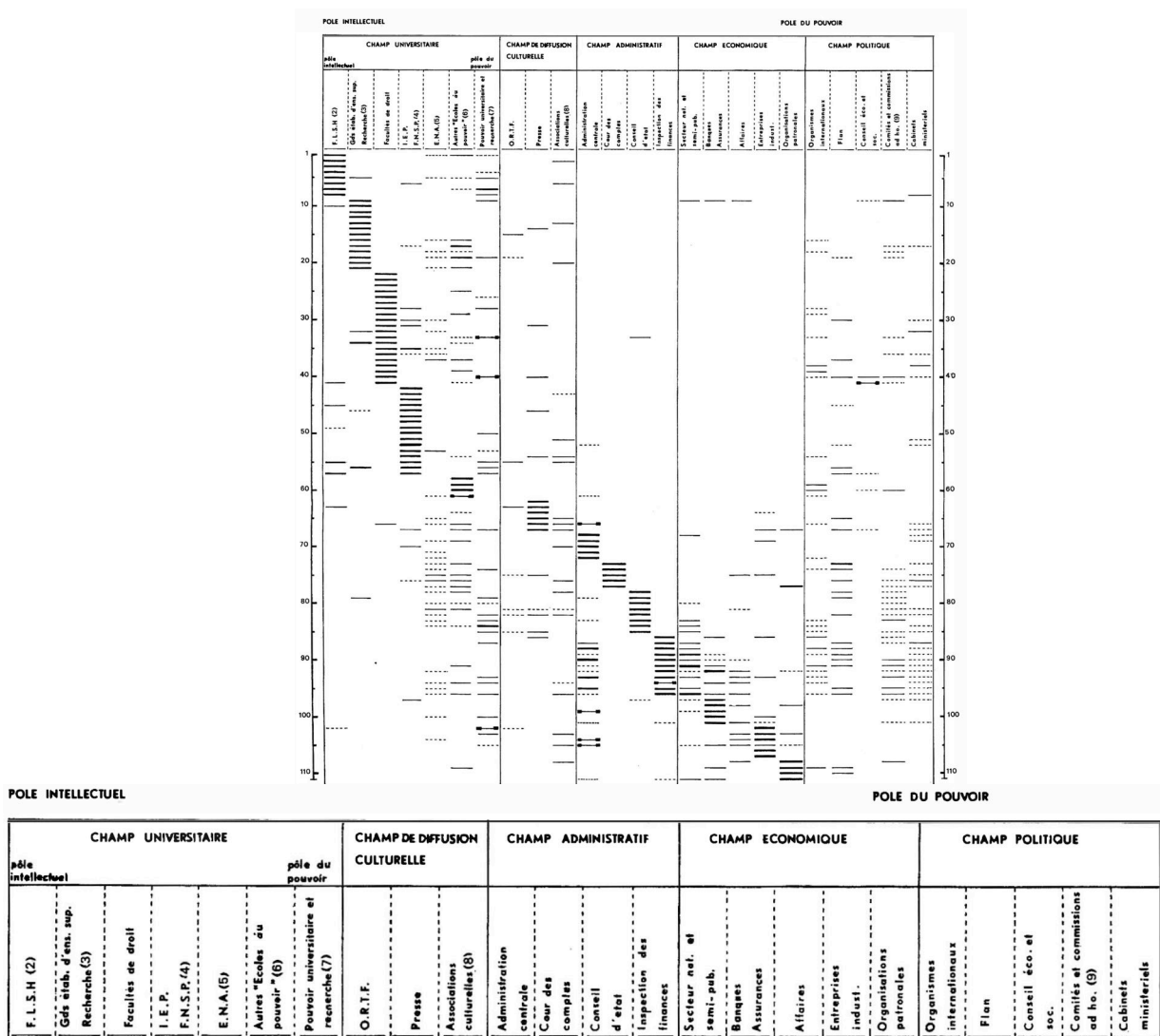


Figure 1. Tableau original contenu dans l'article de Luc B. (p. 8-9) et zoom sur l'en-tête du tableau.

Dans le tableau (fig. 1), chaque ligne correspond à un enseignant de l'IEP et chaque colonne à un type d'institution (ou « position sociale » dans les mots de B.). En partant de la gauche, on peut lire par exemple : « facultés de lettres et de sciences humaines », « grands établissement d'enseignement supérieur », « facultés de droit »... Les colonnes sont ensuite regroupées en champs et organisées dans un continuum interne à chaque champ allant du « pole intellectuel » au « pole du pouvoir ». Les champs eux-mêmes sont organisés selon le même continuum : de gauche à droite on peut donc lire champs « universitaire », « de la diffusion culturelle », « administratif », « économique » et « politique ».

ligne et d'une colonne est remplie par un trait si l'enseignant en question a occupé la position en question³.

Le tableau de B. constitue un admirable dispositif de visualisation. Tout en évitant d'agréger les informations sur les enseignants (il est encore possible de lire les positions de chaque individu), le tableau révèle trois tendances globales :

1. La plupart des enseignants de l'IEP sont multipositionnés (toutes les lignes contiennent des traits dans plusieurs colonnes).
2. Certains enseignants sont plus multipositionnés que d'autres (alors que certaines lignes ne contiennent que deux ou trois traits, d'autres sont remplies sur plus de la moitié de leurs cases).
3. La multipositionnalité n'est pas uniformément distribuée dans le tableau (la disposition de traits est plus dense dans la partie gauche et basse du tableau).

B. interprète ces tendances comme une validation de la définition bourdieusienne de 'classe dominante'. Non seulement le corps professoral de l'IEP, berceau de l'élite française, est multipositionné, mais la multipositionnalité de chaque enseignant se révèle un bon prédicteur de sa proximité au 'pôle du pouvoir'. Cerise sur le gâteau : les champs contenant les individus les plus multipositionnés sont aussi les plus proches du 'pôle du pouvoir'. La multipositionnalité conclue B. est bien la marque du pouvoir à la fois entre les champs et à l'intérieur :

Tout se passe comme si la surface sociale des individus qui occupent une position dominante dans un champ déterminé, ou, si l'on préfère, leur aptitude à occuper des positions de pouvoir dans d'autres champs, était fonction du degré d'autonomie dont dispose ce champ. En effet, plus un champ est autonome, moins les détenteurs du pouvoir local disposent (comme c'est le cas dans le champ universitaire ou intellectuel) d'une surface sociale et d'un pouvoir général étendus; inversement, moins un champ est autonome, plus l'occupation de positions de pouvoir dans ce champ inclut l'occupation de positions de pouvoir dans d'autres champs (B., 1973, p. 12).

2. Se défaire de l'agrégation

Malgré son intérêt, le dispositif de visualisation de B. contient au moins deux partis-pris méthodologiques que nous discuterons :

³ Le trait est gras si la position est mentionnée dans l'annuaire de l'IEP et pointillé si la position a été occupée dans le passé. L'utilisation des différents types de traits est importante dans l'article original, puisque Boltanski souhaite montrer en outre que l'annuaire de l'IEP affiche systématiquement les positions plus proches du « pôle intellectuel » en cachant celles plus proches du « pôle du pouvoir ». Dans notre article nous ne discuterons pas de cette affirmation, ni de ses conséquences.

1. L'agrégation des institutions en types d'institutions et des types d'institutions en champs.
2. La séparation que le tableau impose entre les positions (en colonne) et des individus (en ligne).

La première limite du tableau original est à la fois évidente et surprenante. Les informations que B. trouve dans l'annuaire de l'IEP, le *Who's Who* et les autres documents qu'il consulte⁴, se situent au niveau des individus et des institutions : autrement dit, il sait qui travaille dans quelle institution. Pourtant B. décide de ne pas transposer toute cette information dans son tableau. Au lieu de dessiner une colonne pour chaque institution, B. décide de regrouper les institutions par type (on a, par exemple, une colonne presse mais pas une colonne pour chaque journal). Cette présentation contraste avec le choix de dédier une ligne à chaque enseignant de l'IEP. Pourquoi, en se donnant beaucoup de mal pour garder la séparation des lignes, B. a fait-il le choix d'agréger des colonnes ?

La réponse la plus simple est probablement d'ordre pratique : l'augmentation du nombre de colonnes détériore la lisibilité d'un tableau plus que l'augmentation de ses lignes. Cette tendance conduit, dans la pratique, à utiliser les tableaux surtout comme outils de classification, en employant les lignes pour lister les éléments en grand nombre et les colonnes pour leur attribuer des catégories. En raison de cette asymétrie naturelle, les tableaux sont donc d'excellents outils de classification (cfr. Goody, 1977), mais des outils imprécis pour visualiser des relations. L'utilisation d'un tableau suggère donc que l'objectif de B. était moins de montrer les positions occupées par les enseignants de l'IEP que de classifier leurs trajectoires.

La même conclusion est d'ailleurs suggérée par le choix de B. de regrouper les types de positions en champs. Ce choix doit être questionné pour au moins deux raisons. Avant tout, il n'a aucune base empirique : aucune des sources consultées par B. ne classe les institutions en champs. L'analyse de B. suppose et construit donc l'existence des champs et leur composition sans que cela trouve de justification dans les données de l'enquête. Pourquoi, par exemple, la « presse » est-elle être classée dans le champ « de la diffusion culturelle » et donc plus proche des « associations culturelles » (que B. place dans le même champ) plutôt que dans celui des « entreprises industrielles » (que B. place dans le champ économique) ?

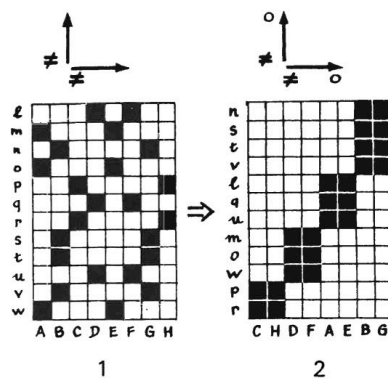
On pourrait objecter que ce regroupement n'entraîne aucune perte d'information, vu qu'il n'empêche pas de lire séparément chacune des colonnes regroupées. Cependant, ce regroupement par champ interfère lourdement avec un élément clé de la visualisation de B. : la diagonalisation des cases du tableau. La diagonalisation est une procédure d'ordonnement des cases d'un tableau qui permet de révéler certains

⁴ Les fiches de la Société Générale de Presse et l'enquête sur les chercheurs en Lettres et en Sciences humaines réalisée par la Maison des Sciences de l'Homme.

motifs présents dans les données⁵. En particulier, dans le tableau de B. les lignes les plus remplies sont systématiquement déplacées vers le bas et les colonnes les plus remplies vers la gauche. C'est précisément cet ordonnancement qui fait apparaître une structure – la concentration des traits dans la partie gauche et basse du tableau – que B. interprète comme la distinction entre le pôle intellectuel et le pôle du pouvoir.

Le regroupement par champ empêche toutefois de pousser la diagonalisation jusqu'au bout. Alors que les lignes (les individus) peuvent être déplacées sur toute la longueur de l'axe vertical, les colonnes (les types d'institutions) ne peuvent être ordonnées qu'à l'intérieur du champ auquel elles appartiennent. En raison du regroupement par champ, B. s'empêche donc de trouver la diagonalisation optimale des colonnes de son tableau telle que nous la présentons ci-dessous (fig. 2). Dans cette nouvelle diagonalisation, on peut encore remarquer la faible multipositionnalité des individus des institutions universitaires et culturelles observée par B. (les colonnes vertes se regroupent vers la gauche du tableau où la multipositionnalité est moindre par construction). L'ordre des autres institutions semble toutefois beaucoup plus variée que ce que l'article de B. laissait paraître, comme le mélange des colonnes jaunes le montre.

⁵ Même si B. n'explique pas les règles de construction de son tableau, il déclare avoir trouvé l'idée dans les travaux de Jacques Bertin. En effet, dans *Sémiologie Graphique* (1967), Bertin décrit une méthode pour améliorer la lisibilité d'un tableau avec deux composantes ordonnables : (Bertin, 1967, p. 196 – cf. fig. 3).



diagonalisant une matrice d'individus et d'institutions *individuelles*. Nous observerions, par exemple, que certaines universités sont peut-être plus multimensionnelles que certaines institutions politiques.

Malheureusement, le tableau de B. ne nous permet pas une telle désagrégation et se révèle profondément asymétrique : sur l'axe vertical, les enseignants individualisés mais finalement anonymes (leurs identités ne sont pas affichées et leur ordre peut être modifié librement) ; sur l'axe horizontal, les institutions emboîtées dans une série de structures (types et champs) qui les surdéterminent.

2. Se défaire de la séparation en axes

L'asymétrie entre individus et institutions que nous avons observée dans le paragraphe précédent est d'ailleurs déjà contenue dans le choix du tableau comme dispositif de visualisation. Les tableaux se caractérisent, en effet, par la séparation qu'ils imposent entre les éléments en ligne et les éléments en colonne. Ils sont bien sûr réversibles – puisqu'on peut le lire dans un sens ou dans l'autre – mais les lignes et les colonnes restent, par définition, séparées. Elles existent sur deux axes différents et représentent deux listes qui ne doivent pas être mélangées, puisque c'est précisément leur séparation qui permet d'analyser l'influence de l'une sur l'autre.

C'est précisément sur cette influence que se concentre l'article de B. Plus exactement, c'est observer la manière dont le *continuum* du pouvoir de la société française structure les trajectoires de la classe dominante (échantillonnée par les enseignants de l'IEP) qui intéresse B. Mais, si l'objectif de l'étude avait été d'analyser l'organisation des institutions et des individus les uns par rapport aux autres, d'autres dispositifs de visualisation auraient été plus efficaces. Ainsi, les mêmes données auraient pu être représentées par un réseau.

Un réseau est un modèle mathématique composé de nœuds (ou sommets ou points) reliés par des arcs (ou arêtes ou traits) (Newman, 2010)⁷. Les réseaux ont deux avantages par rapport aux tableaux de B. : un avantage immédiat et un avantage potentiel. L'avantage immédiat est que les graphes peuvent être spatialisés en deux dimensions alors que les tableaux ne peuvent être spatialisés que dans une seule dimension. Pour expliquer cette différence, il faut expliquer brièvement ce qu'on entend par 'spatialisation'. La

⁷ Les graphes peuvent être de plusieurs types selon les propriétés de leurs constituants. Notamment si les arcs ont une direction, on dira que le graphe est orienté. Si les arcs ont des poids différents, on dira que le graphe est pondéré. Les graphes présentés dans cet article sont non-orientés et non-pondérés. Toutes les figures et les mesures dont nous discutons ont été obtenues par l'utilisation du logiciel de manipulation de graphes Gephi (gephi.org – Bastian, Heymann, Jacomy, 2009).

spatialisation est une opération visant à rapprocher dans l'espace de la visualisation les éléments semblables et à éloigner les éléments différents.

La diagonalisation de Bertin est un exemple de spatialisation puisqu'elle rapproche les lignes et les colonnes selon leur ratio de remplissage : les lignes les plus vides sont déplacées vers le haut du tableau, les colonnes les plus vides sont déplacées vers la gauche. Après diagonalisation, la position des éléments sur les deux axes est donc significative : deux individus qui sont proches sur l'axe vertical ont travaillé dans les mêmes institutions ; deux institutions qui sont proches sur l'axe horizontal ont accueilli les mêmes individus. La diagonalisation spatialise chaque axe séparément et sur une seule dimension : qu'on compare les individus sur l'axe vertical et les institutions sur l'axe horizontal, la mesure qui compte est la distance à l'angle en bas à gauche du tableau.

Or, si notre objectif est d'ordonner des éléments sur l'espace d'une page afin de comparer leur profil de connectivité, autant profiter pleinement des deux dimensions de la page en employant une technique capable de spatialiser en *deux* dimensions. C'est précisément ce que permettent les réseaux et certains des algorithmes utilisés pour leur spatialisation. Ces algorithmes, dits force-dirigée ('force-directed' ou 'force-vector' ou 'spring-embedded') simulent un système de forces physiques, en assignant une force de répulsion aux nœuds et une force d'attraction aux arcs, afin de trouver une position d'équilibre dans laquelle les nœuds les plus proches sont les plus connectés.

Voici un exemple qui permet d'illustrer les avantages d'une spatialisation à deux dimensions par rapport à une spatialisation à dimension unique.

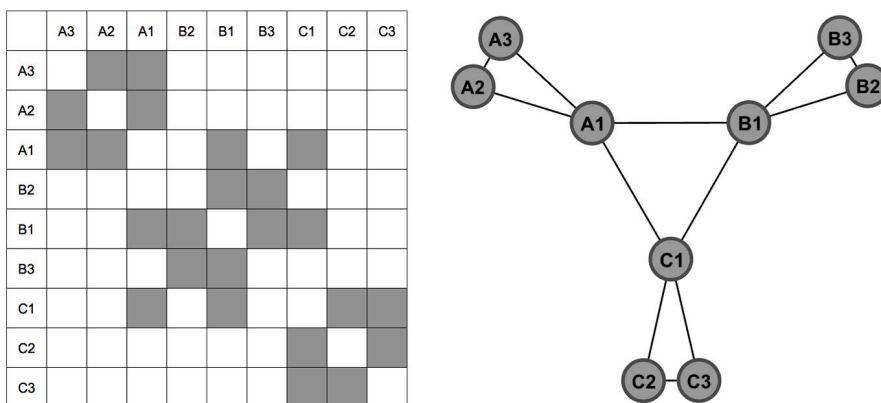
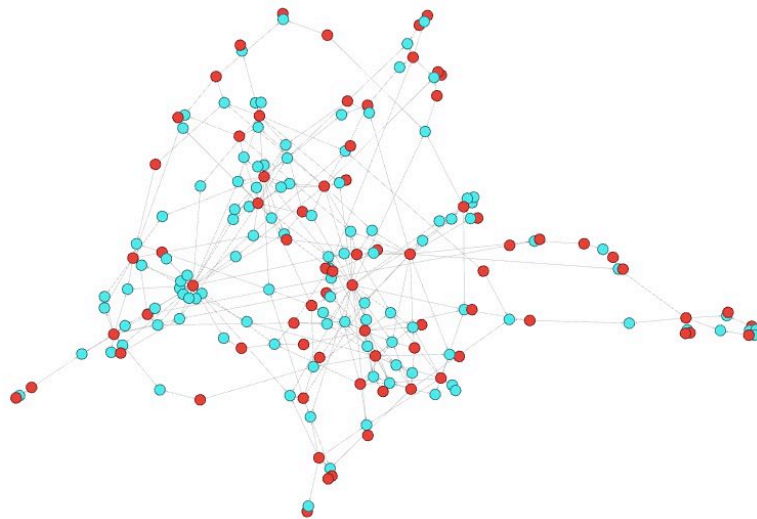


Figure 3. Le même réseau d'exemple représenté par une matrice diagonalisée et par un graphe spatialisé avec un algorithme force-vector.

En observant la fig. 3, on remarquera que les clusters A, B et C, sont clairement visibles dans les deux visualisations. On remarquera également que dans la matrice la distance entre A et C semble plus large que celle entre A et B ou entre B et C. Il s'agit d'une distorsion due à la linéarité de la matrice qui disparaît si on spatialise les mêmes données avec un graphe.

Mis à part leur différente exploitation de l'espace, il n'est pas du tout évident que les graphes soient toujours plus lisibles des matrices. Non seulement graphes et matrices performant différemment selon la dimension des données et les objectifs d'exploration (Ghoniem, Fekete & Castagliola 2004), mais différents chercheurs peuvent préférer l'une ou l'autre type de visualisation selon leurs habitudes et leur styles cognitifs (et nous n'avons aucun doute que certain lecteur trouveront le tableau de B. bien plus lisible que notre réseau).

Dans article, nous allons transformer le tableau de B. dans un réseau pour marquer visuellement le dépassement de la séparation entre l'axe des individus et l'axe des institutions. Au passage, nous allons également désagréger le regroupement en type d'institutions afin de pouvoir dessiner un réseau (biparti) d'individus et d'institutions *individuelles*⁸. Nous obtiendrons ainsi la fig. 4 que nous nous proposons d'étudier afin de voir s'il est possible d'étudier la multipositionnalité sans séparer institutions et individus. Dans la suite de cet article, nous donnerons une réponse *doublement* positive. Ce réseau nous permettra non seulement de répéter l'ensemble des observations faites dans le cadre de l'enquête originale, mais aussi d'en proposer d'autres, jusqu'alors masquées par la séparation des axes du tableau.



⁸ Les données utilisées par Boltanski n'ont pas été récupérées et ne servent pas de base à notre enquête. Pour le même groupe d'individus (professeurs titulaire d'un cours magistral à l'IEP de Paris en 1970-71), Marie Scot a reconstitué des trajectoires à partir du Who's Who, d'annuaires, de documents de presse (nécrologie). Les données collectées couvrent la formation universitaire, la carrière professionnelle et un ensemble d'activités dites « extra-professionnelles » très diverses (activités professionnelles secondaires, associatif, conseil d'administration, appartenance à des institutions-des clubs...). La constitution des données a donné lieu à de nombreux problèmes méthodologiques ici non abordés. Afin de se conformer à la proposition théorique de non-agrégation des données, les données ont été codées au niveau le plus micro (l'institution). Le codage des données a également donné lieu à de nombreux problèmes méthodologiques non abordés ici.

Figure 4. Graphe des relations (en 1970) entre les enseignants de l'IEP (en bleu) et les institutions où ils/elles travaillent ou ont travaillé (en rouge). Le graphe est spatialisé avec l'algorithme ForceAtlas2 (Jacomy et al, 2014).

Le point de départ pour répéter les observations de B. est la détermination d'une définition de multipositionnalité adaptée à la visualisation en réseau. La plus banale des solutions serait de définir la multipositionnalité comme le nombre de positions détenues par un individu, c'est-à-dire le nombre d'institutions auxquelles il/elle a appartenu. Dans le langage des graphes, la multipositionnalité équivaldrait donc au degré (le nombre d'arcs reliés à un nœud). Cette définition, pourtant, ne respecte pas la notion originale pour laquelle la diversité des positions est aussi importante que leur nombre :

La surface sociale d'un individu - définie comme la portion de l'espace social qu'il est en mesure de parcourir et de maîtriser en occupant successivement (bien qu'à un rythme souvent très rapide) les différentes positions sociales qu'il serait en droit d'occuper simultanément... dépend autant de la dispersion des positions entre les différents champs sociaux que de leur nombre (B., 1973, p. 9).

Puisque B. suppose que les champs sont comme des régions nettement différenciées de l'espace social, il n'a guère de problème à mesurer la diversité relative des positions. Elle est même évidente :

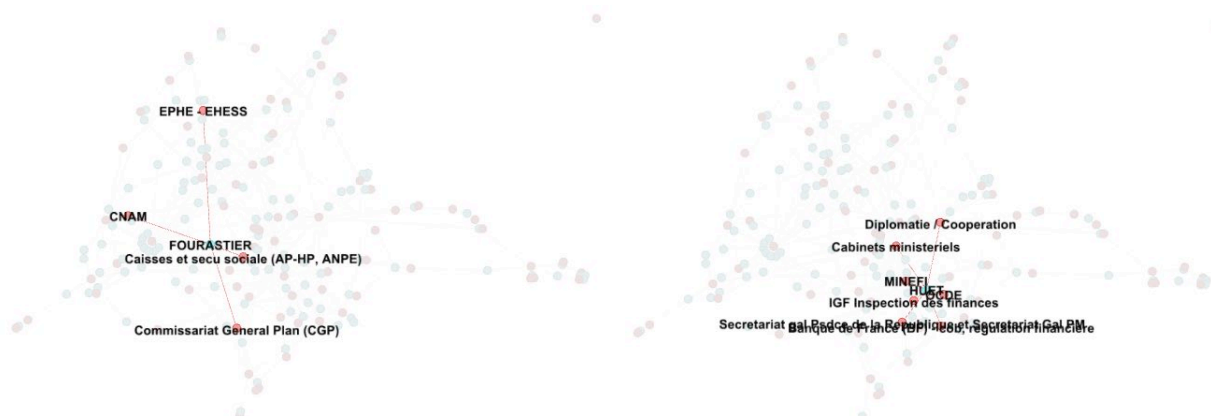
Il suffit de regarder le diagramme pour voir que les membres du corps professoral de l'I.E.P. jouissent d'une surface sociale très inégalement distribuée. Alors que certains d'entre eux n'occupent qu'un nombre restreint de positions très rapprochées (ou, autrement dit, inscrites toutes dans le même champ), d'autres occupent au contraire un nombre élevé de positions dispersées dans des champs différents. (B., 1973, pp. 9, 10).

La question est cruciale pour nous, puisque nous souhaitons éviter de faire des suppositions sur la disposition des institutions dans l'espace social. Cependant, les mots de B. nous ouvrent une piste intéressante lorsqu'il présente la multipositionnalité comme une *surface* et la *distance* entre les positions comme une mesure de leur *diversité*. Or, nous pouvons très bien mesurer la diversité entre deux institutions (en terme de leur membres) comme étant la distance qui sépare les deux nœuds qui les représentent. C'est d'ailleurs parfaitement cohérent avec la mesure de B., à la différence que, là où l'espace de son tableau était défini par le continuum 'pôle intellectuel / pôle du pouvoir', notre espace est défini seulement par les relations dans le réseau. Ainsi, dans le tableau de B. (fig. 1), les positions préexistent aux acteurs qui les occupent comme les cases du tableau préexistent aux traits qu'elles contiennent.

A contrario, l'espace d'un réseau est entièrement défini par les relations entre ses nœuds. Au lieu d'être déterminée par un système de coordonnées préétablies, la position des nœuds dépend uniquement de leur connectivité,

les algorithmes force-dirigés n'utilisant que la force de répulsion des nœuds et d'attraction des arcs. L'espace des réseaux est donc littéralement dessiné par le travail d'association des nœuds (Venturini, 2012). Cela, bien entendu, n'implique pas que la position *relative* des nœuds soit anodine. La *spatialisation* par un algorithme force-dirigé rend la distance entre les nœuds significative. Par effet des forces d'attraction et de répulsion, deux nœuds sont proches dans un graphe spatialisé s'ils sont directement connectés et/ou connectés aux mêmes nœuds (équivalence structurelle) et/ou connectés à des nœuds liés entre eux (clustering). On peut faire tourner le graphe, le renverser, l'étendre ou le réduire, mais l'algorithme de spatialisation continuera à rapprocher les nœuds directement ou indirectement connectés (cfr. Fruchterman & Reingold, 1991).

Cela est vrai aussi pour notre graphe : deux institutions sont d'autant plus proches que les personnes qu'elles ont accueillies ont elles-mêmes travaillé dans des institutions communes. Cela nous permet de définir la multipositionnalité d'un individu comme la somme des distances entre le nœud qui le représente et les nœuds-institutions auxquels il est lié. Autrement dit, la multipositionnalité d'un nœud coïncide avec la somme des longueurs de ses arcs. La figure suivante offre deux exemples et montre bien comment notre mesure de multipositionnalité dépend de l'éloignement des nœuds connectés aussi bien que de leur nombre.



A. Fourastier (degré 4, multipositionnalité 775)

B. Huet (degré 7, multipositionnalité 590)

Figure 5. 'Surfaces' sociales de deux individus. Notons que, même si l'individu A a moins de connexions que l'individu B, sa surface sociale est plus large.

Avant de argumenter, dans la section suivante les avantages de notre visualisation et de notre mesure de la multipositionnalité, nous allons mentionner deux inconvénients liés à cette approche.

La première est que notre réseau ne contient que des informations provenant des données dans notre matrice. Le fait de d'attribuer aux nœuds une position que ne dépend que de leur connectivité est à la fois une force et un faiblesse. La distance entre les institutions de notre réseau, par exemple, ne

dépend que des informations concernant les enseignants de l'IEP de Paris, alors que en classant ses colonnes B. peut faire jouer toute son expérience de la société française. C'est pourquoi, il est parfois acceptable de 'forcer' les positions des nœuds dans un réseau. Un cas classique sont les réseaux connectant des entités 'géographiques' (par exemple, les échanges commerciaux entre pays).

Le deuxième et plus grave inconvénient est que à ce jour il n'existe aucune mesure standard de la qualité d'une spatialisation. Quand nous affirmons que, dans un graphe spatialisé, deux nœuds sont d'autant plus proches qu'ils sont directement ou indirectement connectés, nous passons sous silence la nature 'non-déterministe' des algorithmes force-dirigés : le fait que ce *même* algorithme appliqué plusieurs fois au *même* réseau peut trouver différents équilibres locaux ou globaux. Cette faiblesse concerne particulièrement les réseaux caractérisés par une densité de connexion homogène. Le cas extrême sont les cliques dans lesquelles tous les nœuds sont connectés les uns les autres. Dans ces réseaux, les nœuds devraient être logiquement tous à la même distance, mais vu l'impossibilité graphique de ceux là certains de ces nœuds se trouvent arbitrairement plus proche que d'autres. La forte diversité de la densité de notre réseau (qui contient des zones nettement plus connectées que d'autres) nous protège de ce possible source d'erreur. Ayant spatialisé plusieurs fois notre réseau avec différents algorithmes force-dirigés et différents paramètres, nous pouvons témoigner de la robustesse du clustering global et des distances relatives. Il reste pourtant vrai que notre mesure de multipositionnalité dépend directement des distances produites par une spatialisation dont nous ne pouvons pas mesurer la qualité⁹.

3. Analyse de la multipositionnalité par l'observation des réseaux

Dans cette section, nous essayerons de reproduire les trois observations de l'article de B. : 1) les enseignants de l'IEP sont multipositionnés ; 2) certains enseignants sont plus multipositionnés que d'autres ; 3) la multipositionnalité n'est pas uniformément distribuée dans la classe dominante.

Avec notre nouvelle mesure de multipositionnalité, il devient facile de reproduire les deux premières observations. Pour comparer la multipositionnalité des acteurs, nous avons mesuré la distance entre toutes les couples des nœuds (un professeur et une institution) liés dans notre graphe. La multipositionnalité dont nous parlons dans la suite de l'article est calculée comme étant la somme des distances entre un nœud et les nœuds voisins

⁹ En reconnaissant cette faiblesse de notre approche, nous avons essayé de développer une mesure de la qualité des spatialisations force-dirigées. Les limites de nos compétences mathématiques nous ont jusqu'à présent empêché de trouver une solution à ce problème crucial et nous sommes plus que ouverts à des collaborations sur la question.

auxquels il est lié. La multipositionnalité des nœuds (voir fig. 6) varie de manière importante : le professeur Piatier est lié à 6 institutions (cf. fig. 6a) éloignées d'un millier d'unités dans l'espace du graphe (cf. fig. 6b) tandis que 17 professeurs sont liés à une seule institution (cf. fig. 6a) par moins de 40 unités de distance (cf. fig. 6b). La plupart des enseignants de l'IEP sont donc multipositionnés : 95 sur 112 sont liés à deux institutions ou plus, 64 à trois ou plus. Cependant, comme l'avait observé B., certains professeurs sont beaucoup plus multipositionnés que d'autres (c'est pour cela que la fig. 6b dessine une courbe de puissance).

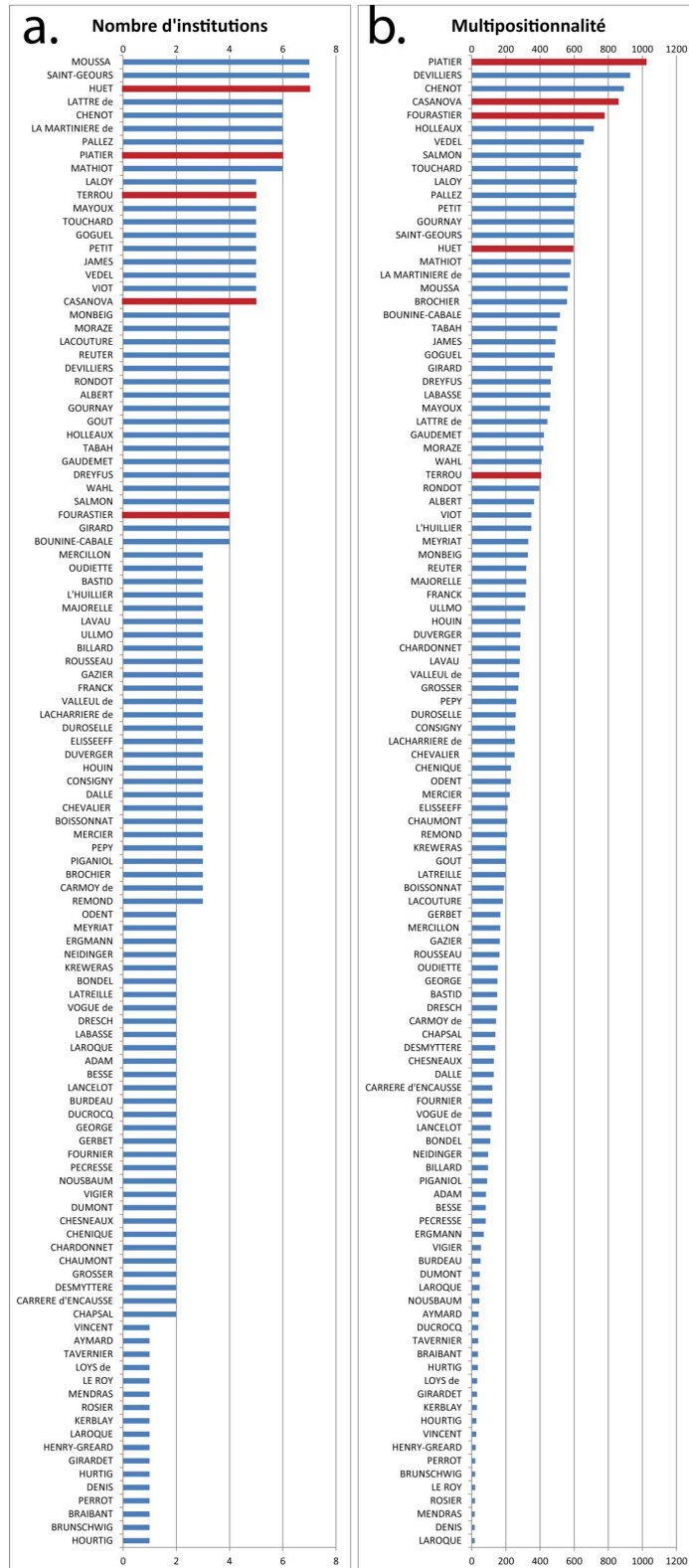


Figure 6. Distribution des nœuds-professeurs par (a) degré (nombre de nœuds-institutions auxquels il sont liés) ; (b) multipositionnalité (somme des

distances des nœuds-institutions auxquels ils sont liés). Les données présentées dans l'image sont disponibles en format tabulaire ici <http://www.medialab.sciences-po.fr/publications/horschamps/table-1>

Pour retrouver la troisième observation de B, nous allons rendre la taille et la couleur des nœuds-professeurs proportionnelle à leur multipositionnalité. La fig. 7 montre clairement que la multipositionnalité n'est pas distribuée uniformément dans l'espace social. Les enseignants les plus multipositionnés (représentés par des nœuds plus grands et plus foncés) tendent à se placer vers le centre et le bas du graphe.

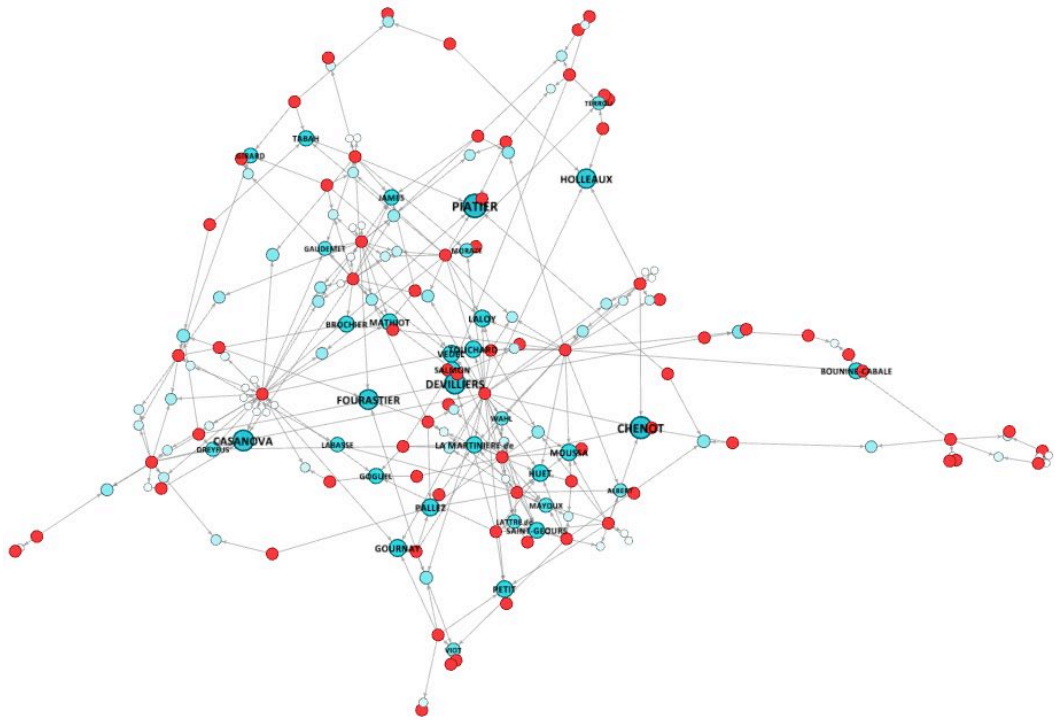


Figure 7. La taille des nœuds-professeurs et l'intensité de leur couleur sont proportionnelles à leur multipositionnalité (somme des distances entre le nœud-professeur et les nœuds-institutions auxquels il est lié). Les nœuds plus grands et plus foncés représentent donc les professeurs à la multipositionnalité la plus élevée.

On peut, de façon symétrique, calculer la multipositionnalité des institutions et on verra qu'elle varie entre les 3347 unités de distance des Cabinets ministériels et les 13 unités du Centre National du Cinéma (fig. 8).

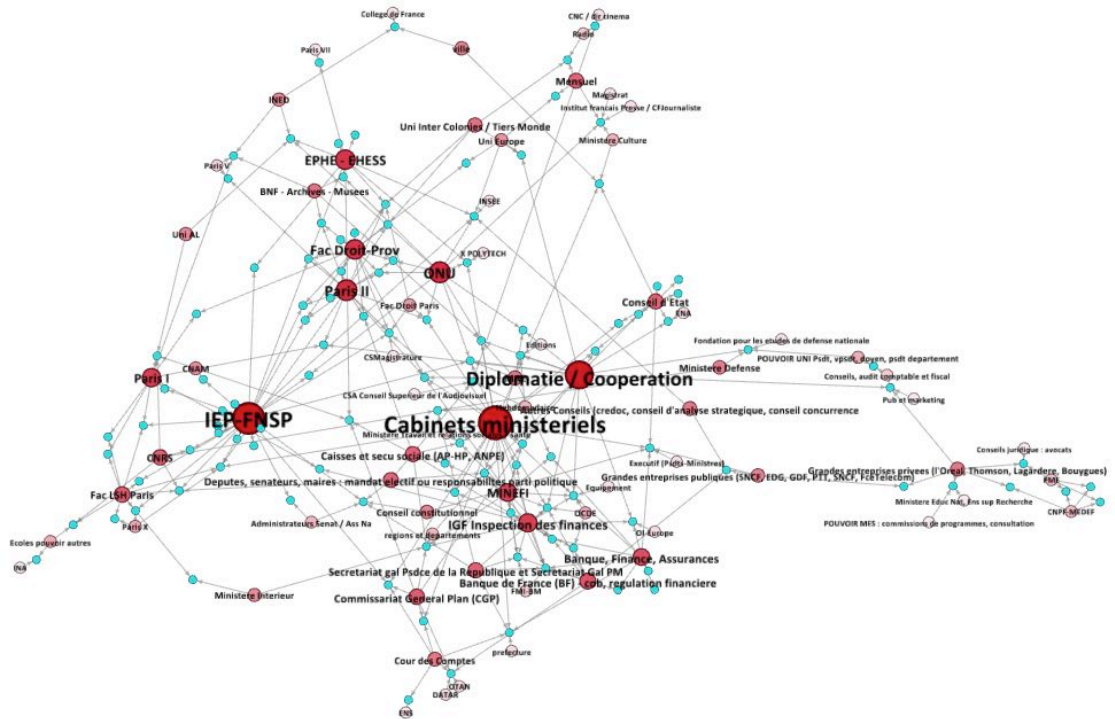


Figure 8. La taille des nœuds-institutions et l'intensité de leur couleur sont proportionnelles à leur multipositionnalité (somme des distances entre le nœud-institution et les nœuds-professeurs auxquels il est lié)

Nous avons ainsi reproduit les trois observations de B. (1. les enseignants de l'IEP sont multipositionnés ; 2. certains le sont plus que d'autres ; 3) la multipositionnalité n'est pas uniformément distribuée). Il nous reste à montrer que notre approche permet de faire de nouvelles découvertes. Pour cela nous allons projeter les champs de B. sur notre graphe, en colorant les nœuds des institutions selon un code couleur qui reprend la classification par champs.

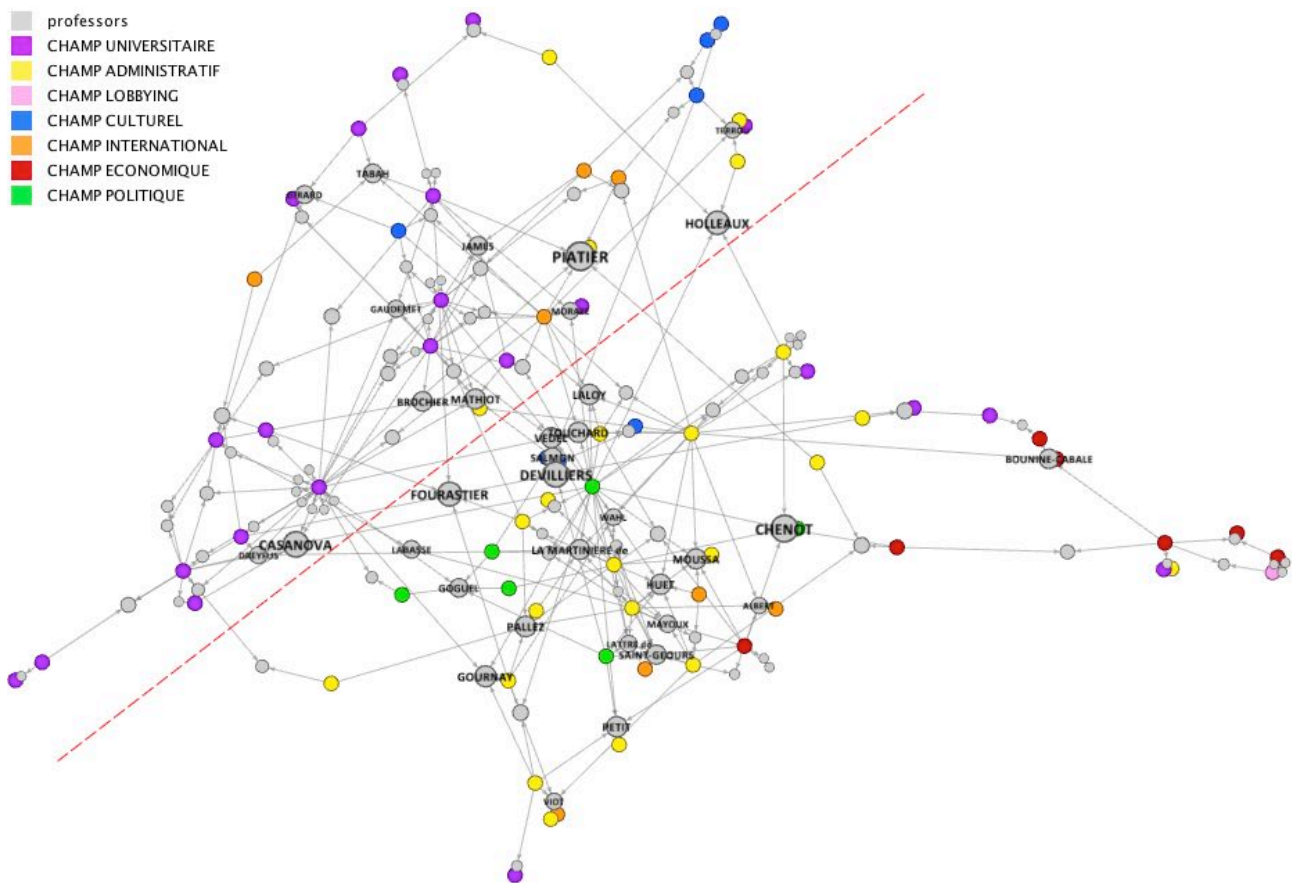


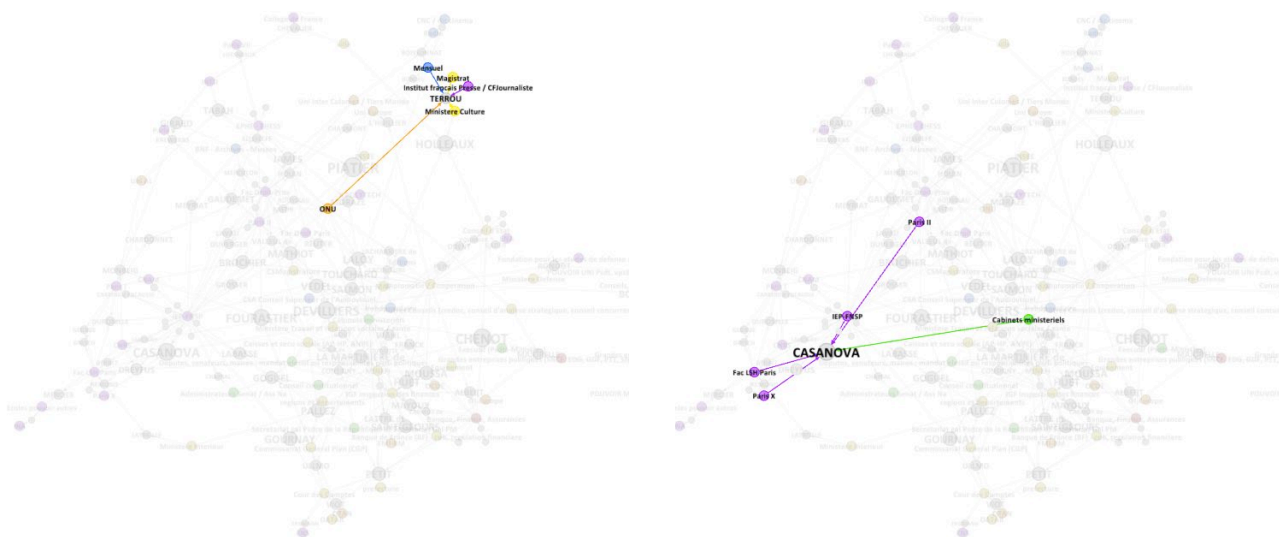
Figure 9. Réseau des enseignants de l'IEP (gris) et des institutions où ils ont travaillé (colorées selon les champs de B.)

La projection des champs sur notre réseau confirme l'intuition de B. sur la relative autonomie du champ académique. Les institutions académiques (en violet) sont, en effet, concentrées dans le quadrant en haut à gauche et sont séparées du reste du graphe par un 'couloir' vide (représenté par la ligne en pointillés rouge). Cette disposition montre que les institutions académiques partagent beaucoup de membres entre elles et peu de membres avec les institutions non-académiques. On observe également que (avec les remarquables exceptions des professeurs Casanova et Piatier) la plupart de individus multipositionnés sont à l'extérieur du cluster académique et proches des institutions politiques (en vert) et administratives (en jaune). Notre représentation confirme donc que, comme l'observait B., l'appartenance aux champs politique et administratif est un bon moyen de prédire la multipositionnalité d'un individu.

Tout en confirmant le fond de l'argument de B., notre dispositif de visualisation permet d'aller plus loin et de contraster la classification par champs. Le manque de distinction entre champ administratif et politique, dont les points sont complètement entremêlés dans notre graphe est un des traits les plus visibles de la figure 9. Clairement, du point de vue (très

partiel) des enseignants de l'IEP¹⁰, la séparation entre champs administratif et politique n'est pas pertinente.

La difficulté de classifier les données par champs s'observe aussi en examinant les institutions qui semblent défier ce système. Par exemple l'*Institut Français de la Presse* est classé dans le champ académique et le *Ministère de la Culture* dans le champ administratif, mais dans notre graphe les deux se retrouvent logiquement proches du cluster culturel composé par les *magazines mensuels*, les *radios* et le *Centre National du Cinéma*. Le fait de classer ces institutions dans des champs différents a des conséquences capitales sur la mesure de la multipositionnalité. En regardant le tableau de B., par exemple, on peut dire que le professeur Terrou est particulièrement multipositionné car il travaille dans cinq institutions classées dans quatre champs différents : le champ culturel (revues mensuelles) le champ académique (Institut Français de la Presse), le champ administratif (Ministère de la Culture et Magistrature), le champ international (ONU). Les trois premières institutions sont très proches dans l'espace de notre graphe, elles n'étendent donc pas beaucoup la surface sociale de Terrou. Vice-versa, si on considère le professeur Casanova (qui a travaillé à la FNSP, à Paris X, dans une faculté de lettres, à Paris II et dans un cabinet ministériel), on le dira peu multipositionné si on se réfère au tableau (mis à part le cabinet, toutes les institutions dans lesquelles il a travaillé appartiennent au champ académique) mais très multipositionné si on se réfère à notre graphe car les institutions dans lesquelles il a travaillé occupent des espaces relativement éloignés dans le cluster académique (cf. fig. 10).



A. Terrou (degré 5, champs 4, multipositionnalité = 401) B. Casanova (degré 5, champs 2, multipositionnalité = 859)

Figure 10. La multipositionnalité de (a) Terrou et (b) Casanova

¹⁰ Il ne faut pas oublier que les données ne représentent pas la société française et ses institutions mais la société française vue du point de vue de l'IEP de Paris. Ce point de vue, très partiel, est pourtant intéressant car d'après Boltanski assez représentatif de la classe dominante française.

Figure 11. Réseau des enseignants IEP (gris) et des institutions où ils/elles ont travaillé (colorées selon les champs de B.). Toutes les étiquettes sont affichées. Une version zoomable et interactive de la carte est disponible sur <http://www.medialab.sciences-po.fr/publications/horschamps/figure-11>

Notre représentation (voir fig. 11 pour une image contenant tous les éléments de notre analyse) permet également d'identifier des 'erreurs d'attribution'. En établissant une classification par champs comparable à celle de B., nous avons cru correct d'établir un 'champ international' contenant l'ensemble des institutions étrangères. Manifestement cela n'était pas une bonne idée (voir fig. 12). Loin de constituer un cluster unifié, les institutions internationales se dispersent dans le graphe, chacune se rapprochant des institutions avec lesquelles elle partage le plus d'individus. Les universités étrangères, par exemple, sont proches du cluster académique (violet), tandis que les institutions de l'économie internationale (FMI, OCDE) se retrouvent entre le cluster des institutions administratives et politiques françaises (jaune et vert) et le cluster économique (rouge).

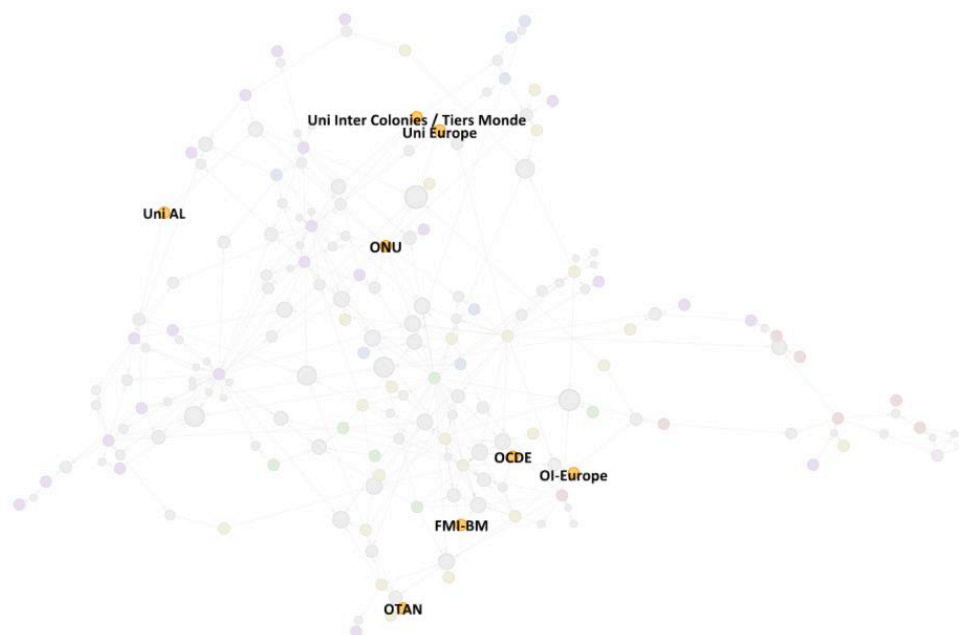


Figure 12. Position des institutions du 'champ international'.

4. Conclusion : les conséquences théoriques des réseaux hétérogènes

Nous avons essayé de montrer dans cet article qu'en retirant deux présupposés classiques de l'analyse sociologique (l'agrégation et la séparation individus/institutions) non seulement nous ne perdons rien en capacité d'observation, mais au contraire nous y gagnons.

Notre démonstration s'appuie sur la dimension visuelle mais, au même titre que l'étude menée par B., elle entraîne des conséquences théoriques. Le tableau de B. (dont l'objectif est de classer des individus dans des groupes d'institutions) représente en effet l'équivalent graphique de la théorie des

champs de Bourdieu. Comme la plupart des théories sociales depuis Durkheim, celle-ci suppose une distinction entre le niveau des macro-structures (qu'on peut et qu'on doit étudier de manière agrégée comme les colonnes du tableau de B.) et le niveau des micro-interactions (qu'on doit observer qualitativement, comme les lignes du tableau). L'intérêt de la théorie des champs vient du fait qu'elle introduit une série de notions permettant de rendre moins rigide cette distinction et d'observer comment le micro circule dans le macro et réciproquement¹¹.

La *multipositionnalité* est une de ces notions¹² puisqu'elle permet de différencier les positions sociales des individus qui les occupent : alors que les positions sont strictement déterminées par la structure du champ qui le contient, les individus peuvent s'émanciper en se positionnant dans plusieurs champs¹³. La capacité de 'jouer sur plusieurs tableaux' rend les individus moins dépendants des règles qui dirigent le jeu sur chaque tableau. La *multipositionnalité* permet de concilier le libre arbitre avec la détermination des champs. Encore mieux, elle offre une mesure de la liberté de chaque individu par rapport aux pressions de la structure sociale.

L'analyse positionnelle peut être utilisée pour prendre la mesure de la surface sociale dont disposent les individus, c'est-à-dire pour évaluer l'étendue et la nature de leur capital social et, au moins dans une certaine mesure, l'étendue et la nature du pouvoir qu'ils détiennent (B., 1973, p. 9).

La notion de multipositionnalité permet également de résoudre un paradoxe de la théorie de Bourdieu : le fait que, malgré l'autonomie des champs, les différents types de pouvoir tendent à se rassembler dans les mains des mêmes personnes. L'article de B. offre une solution astucieuse à ce paradoxe. La domination des élites dérive précisément de la capacité de convertir les différents types de capitaux et donc d'occuper simultanément une pluralité de positions de pouvoir dans une pluralité de champs¹⁴. La séparation entre positions et individus permet à la sociologie des champs de dépasser la rigidité de la distinction entre micro et macro. Grâce à la multipositionnalité, tout phénomène irréductible à la logique d'un champ peut convenablement s'expliquer comme accumulation ou interférence de plusieurs champs.

¹¹ Le focus sur la connexion micro-macro n'est pas exclusif de la théorie de Bourdieu. On peut retrouver le même effort, par exemple, dans les travaux d'Anthony Giddens (1984) ou de Margaret Archer (1995).

¹² Une autre notion (plus connue) permettant de traiter les relations micro-macro dans la théorie de champs est celle d'*habitus* (Bourdieu, 1972 et 1980).

¹³ « La distinction fondamentale entre les positions et les individus réside, en effet, dans le fait que les positions sont, dans la grande majorité des cas, situées dans un champ et dans un seul... alors que les individus concrets possèdent l'aptitude à circuler entre les champs » (Boltanski, 1973, p. 15).

¹⁴ « La multipositionnalité procure en effet à la classe dominante un premier avantage en soi non négligeable, en lui permettant de tenir (au sens militaire du terme) un nombre élevé de positions élevées avec un nombre restreint d'individus » (ibidem, p. 24).

C'est, il faut l'admettre, une solution élégante mais est-elle vraiment indispensable ? Le problème que la multipositionnalité résout, l'incompatibilité entre les déterminations des champs et la liberté des individus, n'existe que si on place les individus à *l'intérieur* des champs comme si les deux existaient sur deux niveaux différents et hiérarchiques. Or, rien, sauf l'habitude à distinguer entre micro et macro, n'impose ce principe : les individus et les champs, les interactions et les structures, les personnes et les institutions pourraient très bien coexister sur le même et unique niveau. Si on admet qu'individus et institutions existent au même niveau et dans les mêmes réseaux, la question de leurs déterminations réciproques devient une question empirique : quelles institutions influencent quels individus ? Quels individus influencent quelles institutions ? La notion de multipositionnalité cesse alors d'être une sorte d'ascenseur qui va-et-vient entre micro et macro pour devenir un outil pratique pour l'observation des liens, des interactions et des effets qu'ils ont sur le réseau.

Il ne s'agit pas de nier l'existence des catégories sociales ou le fait qu'elles ont des propriétés différentes de celles des individus, mais seulement de questionner leur caractère *sui generis*. Le nier serait nier le travail de tous les acteurs (individuels et collectifs) qui participent à leur construction et à leur maintien. Le nier serait négliger les efforts des instituts de sondages, des institutions statistiques, des associations professionnelles, des revues spécialisées, des conférences de domaine et, bien entendu, des sociologues qui font de leur mieux pour définir et stabiliser ces catégories (Thévenot et Desrosières, 2002). Une fois que les catégories sont construites et tant qu'elles sont maintenues, elles existent et leur existence a des effets tangibles qu'on peut étudier sociologiquement.

Dans *An Invitation to Reflexive Sociology* (1992), Bourdieu reprochait à l'analyse des réseaux sociaux de se concentrer uniquement sur les individus et leurs interactions et de négliger l'importance des structures sociales. Il avait raison. Depuis les premiers sociogrammes de Jacob Moreno (1953), les nœuds des réseaux sociaux ont toujours représenté des individus et les arcs des relations interpersonnelles. Cela, bien évidemment, ne dépend nullement de contraintes techniques, mais d'une longue tradition d'anthropocentrisme sociologique. Rien n'empêche à l'analyse de ces réseaux de s'étendre au-delà des interactions interpersonnelles pour traiter les phénomènes d'institutionnalisation. Cependant, et c'est là son plus grand avantage, elle étudiera l'existence collective non pas comme une matriochka de systèmes s'emboitant l'un dans l'autre, mais bien comme une surface de Petri où cohabitent organismes unicellulaires et pluricellulaires.

C'est bien cet effet de 'aplatissement du social' (Latour, 2015) qui nous intéresse dans les graphes hétérogènes, la possibilité qu'ils offrent de mettre des éléments différents sur le même plan pour mieux observer leurs interactions et leurs interférences. Cela, d'ailleurs, n'est pas forcément en contraste avec les objectives 'politiques' de la sociologie de Boltanski ou de Bourdieu. On peut très bien se servir des graphes pour critiquer certaines configurations du lien social (comme l'œuvre de Marc Lombardi le montre

très bien). La critique par les graphes, toutefois, n'aspire pas à révéler des structures ou des dimensions cachées *au de là* des interactions sociales, mais à faciliter l'exploration des rapports de force *entre* les différents acteurs individuels et collectifs.

Dans cet article nous avons essayé d'avancer dans la direction d'une sociologie des graphes hétérogènes. Ce n'est, pourtant, qu'un premier pas. En présentant notre approche en contre-chant de l'article de B., nous nous sommes autorisé plein de raccourcis. Nous avons, par exemple, accepté de conserver la structure de données de l'article original. Une structure qui ne relève que les relations entre individus-institutions en négligeant les relations individu-individu (par exemple les relations d'amitiés) et institution-institution (par exemple les partenariats ou les relations commerciales). Le réseau *biparti*¹⁵ que nous avons exploré est bien plus simple à construire que le réseau hétérogène qui aurait pu être notre objet d'étude.

Cependant, nous avons prouvé que l'agrégation et la séparation de champs étaient à la fois inutiles (puisque nous avons pu reproduire les mêmes observations que B.) et surtout contre-productives (puisque elles nous cachaient d'autres phénomènes). Nous avons bien conscience que nous n'avons donné qu'un début d'idée de ce que pourrait être la sociologie des graphes hétérogènes. Cette sociologie reste encore largement à construire, mais nous espérons avoir montré son intérêt et sa faisabilité

Bibliographie

ARCHER, M. S., 1995, *Realist Social Theory: The Morphogenetic Approach*, Cambridge, Cambridge University Press.

BASTIAN, M., HEYMANN, S., & JACOMY, M., 2009, « Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks ». *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, p. 361-362.

BERTIN, J., 1967, *Sémiologie Graphique*, Paris - La Haye: Mouton.

BENZECRI, J.P., 1982, *L'analyse des correspondances*. Paris : Dunod.

BOLTANSKI, L., 1973, « L'espace positionnel: multiplicité des positions institutionnelles et habitus de classe », *Revue française de sociologie*, 14.

BOURDIEU, P., 1972, *Esquisse d'une théorie de la pratique*, Genève, Droz.

BOURDIEU, P., 1979, *La distinction. Critique sociale du jugement*, Paris, Editions de Minuit.

BOURDIEU, P., 1980, *Le Sens pratique*. Paris, Les Éditions de Minuit.

¹⁵ Un réseau est biparti si ses nœuds peuvent être divisés en deux sous-ensembles tels que aucun arc n'ait ses deux extrémités dans le même sous-ensemble. Pour une discussion des propriétés des graphes bipartis (cfr. Guillaume et Latapy, 2006).

- BOURDIEU, P., 1984, *Homo academicus*. Paris, Les Éditions de Minuit.
- BOURDIEU, P., & DE SAINT MARTIN, M., 1976, « Anatomie du gout », *Actes de la recherche en sciences sociales*, 2(5), 2-81.
- BOURDIEU, P., & WACQUANT, L. J. D., 1992, *An Invitation to Reflexive Sociology*, Chicago, Chicago University Press.
- CALLON, M., LAW, J., & RIP, A., 1986, *Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World*, London, Mac Millan.
- DE NOOY, W., 2003, « Fields and networks: correspondence analysis and social network analysis in the framework of field theory », *Poetics*, 31(5-6), 305-327. doi:10.1016/S0304-422X(03)00035-4
- DESROSIERES, A., 2008, « Analyse des données et sciences humaines : comment cartographier le monde social ? », *Electronic Journal for History of Probability and Statistics*, 4, December,
- FRUCHTERMAN, T. M., & REINGOLD, E. M., 1991, « Graph drawing by force-directed placement », *Software: Practice and Experience*, 21(November), 1129–1164.
- GHONIEM, M., FEKETE, J.-D., & CASTAGLIOLA, P. (2004). A Comparison of the Readability of Graphs Using Node-Link and Matrix-Based Representations. *IEEE Symposium on Information Visualization*, 17–24. doi:10.1109/INFVIS.2004.1
- GIDDENS, A., 1984, *Constitution of society: Outline of the theory of structuration*, Berkeley, University of California Press.
- GOODY, J., 1977, « Literacy and classification: on turning the tables » in *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge, University Press, pp. 52-74.
- GUILLAUME, J., & LATAPY, M., 2006, « Bipartite graphs as models of complex networks », *Physica A: Statistical and Theoretical Physics*, 371(2), 795-813.
- JACOMY, Mathieu, TOMMASO Venturini, SEBASTIEN Heymann, and MATHIEU Bastian. « ForceAtlas2, a Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software », *PloS One* 9, no. 6, January 2014.
- LATOURE, B., 2005, *Reassembling the Social*, Oxford, Oxford University Press.
- LATOURE, Bruno, Pablo JENSEN, Tommaso VENTURINI, Sébastien GRAUWIN, and Dominique BOULLIER. « 'The Whole Is Always Smaller than Its Parts': A Digital Test of Gabriel Tarde's Monads », *The British Journal of Sociology* 63, no. 4 (December 2012): 590–615. doi:10.1111/j.1468-4446.2012.01428.x.
- LAW, J., 2000, *Notes on the theory of the actor-network: ordering, strategy and heterogeneity*, London, Routledge.
- LUHMANN, N., 1995, *Social systems*, San Francisco, Stanford University Press.
- MORENO, J., 1953, *Who Shall Survive?*, New York, Beacon House Inc.
- NEWMAN, M., 2010, *Networks: An Introduction*, Oxford, Oxford University Press.
- NEWMAN, M., BARABASI, A.-L., & WATTS, D. J., 2006, *The Structure and Dynamics of Networks*, Princeton, University Press.
- THEVENOT, L., & Desrosières, A., 2002, *Les catégories socio-professionnelles*, Paris, La Découverte.
- VARELA, 1989, *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant*. Paris : Seuil.
- VENTURINI, T., 2012, « Great expectations: méthodes quali-quantitative et analyse des réseaux sociaux ». In J.-P. Fourmentaux, ed., *L'Ère Post-Media. Humanités digitales et Cultures numériques*, Paris, Hermann, pp. 39–51.