

Les fractales comme modèle de représentation du web social

Fractals as a representation model of social web

الفركتلات أو الكسيريات كنماذج لتمثل الشبكات الاجتماعية



Raja Fenniche

Université de la Manouba

Institut Supérieur de Documentation

Laboratoire « Science de l'information » SILA

Directrice de l'Institut Supérieur de Documentation

Responsable tunisienne du projet PHC-MAGHREB, espace public et communication

rajafenniche5@gmail.com

Résumé : Le web a été conçu initialement comme un réseau « démocratiquement distribué », où les liens évoluent d'une manière assez aléatoire sans obéir à une structure déterminée. Jusqu'à la fin du siècle dernier, la théorie des réseaux aléatoires a prévalu au sein des communautés scientifiques pour expliquer les phénomènes de distribution des liaisons au sein d'un réseau. Mais il a été démontré par Barbas et all en 2003 qu'arrivé à un certain niveau de complexité, ces réseaux vont s'organiser différemment et qu'un ordre nouveau émergera du désordre. Dans cet article, nous nous proposons de réfléchir sur les analogies existantes entre la structure du web social et les figures du chaos. En effet, le web et les réseaux sociaux tendent à évoluer spontanément vers une structure invariante d'échelle dans laquelle les nœuds du réseau sont fortement hiérarchisés. Les réseaux invariants d'échelle font justement partie des phénomènes où le hasard a une fonction d'organisation. Il y

apparaît peu à peu un nouvel ordre caractérisé par la récurrence à des échelles différentes d'un même motif.

Mots clés : Attracteur étrange- fractales- Architecture du web- Wweb social. Réseaux sociaux

Abstract : The web was initially conceived as a "democratically distributed" network, where the links evolve in a rather random way without obeying a certain structure. Until the end of last century, the theory of random networks prevailed within scientific communities to explain the phenomena of distribution of links within a network. But in 2003, Barabasi and all demonstrated that arriving at a certain level of complexity, these networks will organize themselves differently and that a new order will emerge from the disorder. In this article, we consider the existing analogies between the structure of the social web and the figures of chaos. Indeed, the web and social networks tend to evolve spontaneously to an invariant scale structure in which the nodes of the network are strongly hierarchical. Invariant scale networks are part of the phenomena where chance has an organizational function. Gradually, there appears a new order characterized by recurrence of similar patterns at different scales.

Key words : Strange attractorFractals- Web architecture, Social web.

المخلص : لقد وقع تصور الانترنت في البداية على أنها شبكة "موزعة ديمقراطياً"، حيث تتطور الروابط بطريقة إلى حد ما عشوائية ودون الخضوع إلى بنية محددة. وإلى نهاية القرن الماضي، سادت نظرية الشبكات العشوائية داخل المجتمعات العلمية لتشرح ظواهر توزيع الروابط داخل الشبكة. غير أن براباشي أثبت في سنة 2003 أنه بوصول هذه الشبكات إلى مستوى معين من التعقيد، فإنها سوف تنظم نفسها بشكل مختلف وأن نظاماً جديداً سيبرز من اللانظام. في هذا المقال، نقترح التفكير حول التشابهات الموجودة بين بنية الشبكات الاجتماعية والانترنت وأشكال الفوضى. وبالفعل فإن الانترنت والشبكات الاجتماعية تميل إلى التطور تلقائياً نحو بنية ذات سلم ثابت حيث تكون عُقد الشبكة متدرجة بشكل كبير. إن الشبكات ذات السلم الثابت تكون جزءاً من الظواهر حيث للمصادفة وظيفة تنظيمية. ويظهر فيها شيئاً فشيئاً نظام جديد يتسم بالتكرار على مستويات مختلفة لنفس الدافع.

الكلمات المفتاحية : الجذاب الغريب- الكسيرات- هندسة الواب- الشبكات الاجتماعية.

Introduction

Jamais la question du rapport entre ordre et désordre n'a été aussi cruciale, aussi brûlante d'actualité. Nous sommes dans ce qu'appelle Edouard Glissant le chaos -monde où l'imprévisible joue un rôle clé à tous les niveaux. Nous basculons dans l'univers du flux, où l'incertitude et la complexité supplantent la catégorisation figée et schématique du réel. Nous quittons définitivement la terre ferme, les territoires circonscrits, pour nous mouvoir dans un univers liquide, aux contours incertains. Cet univers difficilement perceptible dans sa globalité nécessite, pour mieux le comprendre, le dépassement de la vision fragmentaire au profit d'une conception plus holistique. La conjugaison de plusieurs facteurs fait croître rapidement cette complexité : les effets de la mondialisation et les interactions entre des éléments très hétérogènes dans un espace temps contracté augmentent l'effet de l'imprévisible.

Dans cet espace hyperconnecté, le web social et collaboratif est le lieu même où les usages jouent le rôle de moteur de l'évolution des dispositifs. En effet, les internautes ont de plus en plus un rapport intuitif avec les objets technologiques qui ne nécessite pas un apprentissage technique évolué mais sollicite davantage les aptitudes d'appropriation, d'affordance et de créativité. Le phénomène de sérendipité et le processus de créativité se situe de plus en plus au cœur des études des usages. Dans ce cyberspace ouvert à tous les possibles, l'individu n'est plus à envisager comme une entité achevée et définie mais comme un « trajet anthropologique », où plusieurs entités se superposent créant ce qu'appelle Maffesoli un « multi individu » (Maffesoli Michel, 2000) dont le rapport avec l'autre se construit et se déconstruit au gré des rencontres et des interactions.

Dans ce monde dit VUCA (Volatile, incertain, complexe et ambigu), l'individu nouveau qui est entrain d'émerger et que Joël De Resney a appelé, depuis 1995, « symbiotique » se meut dans un espace hybride marqué par l'invasion du numérique où les environnements virtuels sollicitent de plus en plus le corps et les sens à travers les expériences d'immersion numérique. Cette réalité nouvelle bouleverse nos anciens schèmes de pensée et nous invite à adopter un autre éclairage, celui qui fait appel aux concepts de la complexité et du chaos qui sont devenus un référent épistémologique incontournable. Ces théories reflètent une nouvelle vision du monde qui trouve son origine dans des concepts mathématiques, physiques et biologiques de la fin du siècle dernier, théories qui prennent en compte la place de plus en plus importante du

hasard et de l'incertitude. L'espace virtuel, cet espace réticulaire de polyphonie et de désordre peut-il être assimilé à un système chaotique ? Comment s'articule le rapport entre ordre et désordre particulièrement sur le web social ? Y a-t-il accroissement incontrôlable du chaos ou assistons-nous à l'émergence d'un ordre nouveau qui structure les réseaux ?

Notre hypothèse centrale est qu'il existe une analogie frappante entre la structure du web social et les deux figures du chaos: La figure de l'attracteur étrange à travers sa fonction de convergence et de divergence et les fractales eu regard essentiellement au principe d'émergence. Ces emprunts métaphoriques ont une fonction presque heuristique puisqu'ils nous permettent de mieux appréhender la complexité de la structure du web social et ses tendances fortes.

Je pense qu'il conviendrait d'utiliser à bon escient les figures de métaphore dans la transposition des modèles de non linéarité ou d'émergence qui découlent des sciences de la complexité. En effet, ces sciences font un large usage des métaphores. Elles utilisent les connaissances acquises dans un domaine et surtout les descriptions des mécanismes sous-jacents qui régissent les phénomènes complexes pour les transposer et les adapter à d'autres disciplines (Exemple : des schémas de modélisation des comportements de fourmis ont été très utiles dans la résolution des problèmes d'ordre économique...). La métaphore remplit donc non pas une fonction purement poétique mais aussi une fonction heuristique qui ouvre la voie à la créativité scientifique et à la modélisation des phénomènes complexes. Elle permet la transgression des frontières disciplinaires, le transfert créatif de sens.

La mise à contribution de ces principes de la complexité et particulièrement des fractales appréhendés comme métaphores, pourrait être alors féconde pour repenser l'architecture du web et les interactions sociales qui s'y produisent.

Nous tentons dans ce texte, au risque de schématiser, de mettre en relation le motif des fractales avec d'anciens concepts sociologiques afin de les réinterroger à la lumière de l'évolution du web pour mieux comprendre la nouvelle dynamique sociale qui s'y trame. Nous constatons, en effet, une forme de similitude entre les principes qui régissent les relations sociales dans la sphère du réel et ceux qui semblent émerger des interactions sociales sur le web. Est-ce à dire que cette analogie est l'expression de la continuité inexorable qui existe entre la sphère du réel et celle du virtuel ? C'est dans ce sens que le web social s'apparente de plus en plus à des systèmes chaotiques qui obéissent à des

lois non déterministes dans la mesure où les interactions de grande ampleur génèrent souvent des résultats imprévisibles.

1. La répartition des liens sur le web social répond-elle à une structure de type invariant d'échelle ?

Avant ces deux dernières décennies, la théorie des réseaux aléatoires a prévalu dans les milieux scientifiques pour expliquer des phénomènes de distribution des liaisons au sein d'un réseau principalement biologique ou communicationnel (Barabasi, A, L ; Bonabeau E, 2003, p58). Ce qui veut dire que le nombre des liens entre les nœuds d'un réseau ont une valeur moyenne assez proche. Des chercheurs américains, appliquant les principes de la complexité sur l'étude de l'architecture du web (Barabasi, Bonabeau, 2003), se sont rendus compte que le web ne fait pas partie des structures de réseaux aléatoires. En effet, les résultats auxquels a abouti leur travail confirment que le nombre de liens entre les nœuds est loin de se rapprocher d'une valeur moyenne et que leur distribution n'est pas aléatoire.

La répartition des liens répond, en conséquence, à une structure de type invariant d'échelle, c'est-à-dire que les nœuds se développent au début d'une manière assez démocratique, puis s'articulent différemment, générant un petit nombre de supernœuds qui dominent l'ensemble du réseau. Ces supernœuds continuent à se densifier rapidement puisque plus de 80% des pages de l'échantillon étudié ont moins de quatre liens mais qu'une petite minorité, moins de 0,01% en a plus de 1000. Cette constatation a été faite grâce à un robot virtuel qui marque tous les liens établis à partir de chaque page web visitée sur échantillon qui ne couvre évidemment qu'une infime partie de la toile (Barabasi, A, L ; Bonabeau E, 2003, p59).

Donc, au départ, les liens se développent de manière imprévisible créant des réseaux désordonnés qui semblent ne pas obéir à une structure définie. Les configurations de ces réseaux de liens semblent donc être le fruit du hasard. Ce constat nous rappelle le rôle fondamental que joue le hasard à tous les niveaux. Autant les recherches avancent dans la perspective désormais féconde des sciences du désordre ¹, autant il

¹ Nous nous suffirons à donner un seul exemple qui nous montre que le rôle du hasard est non seulement de créer une incroyable diversité mais que celle-ci est absolument vitale pour nous protéger contre les risques qui menacent notre survie. C'est l'exemple de notre système immunitaire qui est performant grâce à cette armée d'anticorps formés au hasard des remaniements de l'ADN (le taux de

devient clair que le hasard s'avère nécessaire à l'extraordinaire diversité qui caractérise toutes les étapes du vivant ainsi qu'à la survie de l'espèce.

Mais le hasard génère aussi dans le cadre du chaos déterministe (systèmes gouvernés à la fois par des lois déterministes et non déterministes) un ordre nouveau, qui émerge du désordre. Nous parlons alors du hasard organisateur et du principe d'auto organisation d'après l'expression d'Henry Atlan (Fenniche Raja, 2003). Les réseaux invariants d'échelle font justement partie de ces phénomènes, dans la mesure où leur évolution désordonnée semble être au départ purement aléatoire et obéir uniquement à la loi du hasard. Puis apparaît peu à peu un ordre nouveau, caractérisé par la récurrence à des échelles différentes d'un même motif. À titre d'exemple, une étude de l'invariance d'échelle entre grandes, petites et moyennes villes initiée par Benoît Mandelbrot² et développée par des groupes d'urbanistes a permis de démontrer que sur le plan topographique, il y a une forme d'analogie qui émerge dans la distribution de la taille des villes dans les différents pays du monde.

2. Fonctions de convergence et de divergence de l'attracteur étrange, quelle analogie avec les tendances fortes du web ?

Mandelbrot³ s'aperçut en étudiant les variations du niveau des fleuves, particulièrement du Nil, que la géométrie euclidienne classique n'est pas capable de donner forme aux phénomènes de fragmentations, d'irrégularité, il avait alors conçu d'autres modèles mathématiques pour représenter et donner forme à la dimension fractale (l'aspect fractionnel) des objets réels. Il a alors remarqué que le degré d'irrégularité reste constant sur différentes échelles, d'où le concept de fractals qui signifiait qu'une forme récurrente se retrouve à toutes les échelles (invariance

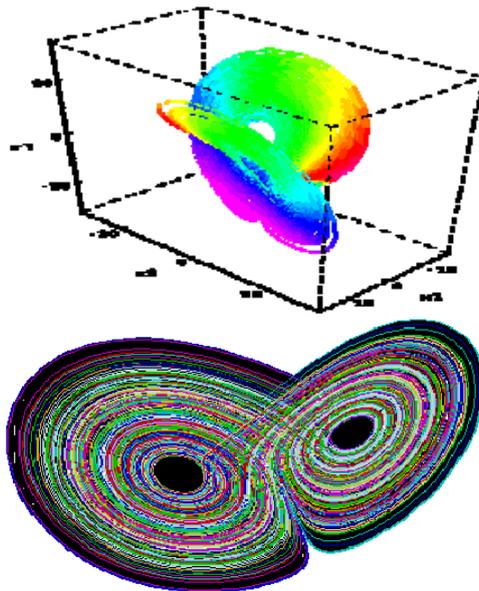
mutations des lymphocytes sont un million de fois supérieur à la moyenne des gènes dans la même cellule). De cette manière, malgré le nombre très important d'agents infectieux, nos anticorps très diversifiés parviennent à les combattre « *les anticorps disponibles formés au hasard des réarrangements sont si variés qu'il s'en trouve toujours un pour détecter spécifiquement un nouvel agresseur* » *Science et vie*, numéro spécial sur le hasard, juin 2008.

² Mathématicien et concepteur de la théorie des fractales

³ Mandelbrot se tourna vers l'étude de la fluviologie et plus exactement du niveau du Nil des temps des égyptiens, consigné durant des millénaires, variations de régimes anormalement grandes. Ces variations correspondent à deux types d'effets qu'il a déjà relevés en économie, appelés l'effet Noé et l'effet Joseph : l'effet Noé signifie la discontinuité. L'effet Joseph correspond à la persistance, la continuité, la tendance dominante. (Gleick, 1991, p 125)

d'échelles), autrement dit il s'agit de la répétition de certains motifs à des échelles de plus en plus petites».4 Le désordre qui agite l'univers quelque soit ses formes appartient donc à un même continuum.

Ce désordre a souvent été représenté par la figure de l'attracteur étrange. Conçu par Edward Lorenz⁵ en 1963, il est constitué d'une infinité de trajectoires qui lui donnent l'aspect d'une structure feuilletée en forme de double spirale. Il est à noter que cette figure est construite grâce à deux fonctions diamétralement opposées : les fonctions de convergence (repliements) et de divergence (étirements). Ceci a donné naissance à la notion combien célèbre d'effet papillon. On ne sait pas si cette appellation est due à la forme de cette structure qui rappelle celle d'un papillon ou au titre de l'article de Lorenz « *Un battement d'aile au Brésil peut provoquer une tornade au Texas* ». (Witkowski,N. ,2002).



Figures de l'attracteur étrange

⁴ Le livre de Benoit Mandelbrot *Géométrie fractale de la nature* fut présenté par lui comme un manifeste et un recueil. Il y étudie en particulier le mouvement des fluides, et donne l'exemple des vaisseaux sanguins qui constituent une sorte de continuum non linéaire puisque les subdivisions se succèdent. Cette idée d'auto-emboîtement séduit aussi les premiers philosophes comme Leibniz qui soutenait qu'une goutte d'eau contenait tout un univers.

⁵ Célèbre météorologiste

C'est cette idée là que nous allons retrouver sur le web social puisqu'il est traversé par deux tendances asymétriques et complètement opposées qui structurent le réseau. D'abord une fonction de convergence évidente qui se traduit par un mouvement top down caractérisé par la domination des supernoeuds sur les réseaux à l'image de la concentration du pouvoir entre les mains des méga-groupes géants d'internet. A laquelle s'oppose une très forte tendance à la divergence et au mouvement bottom up caractérisée par une extension sans précédent d'usages sociaux novateurs.

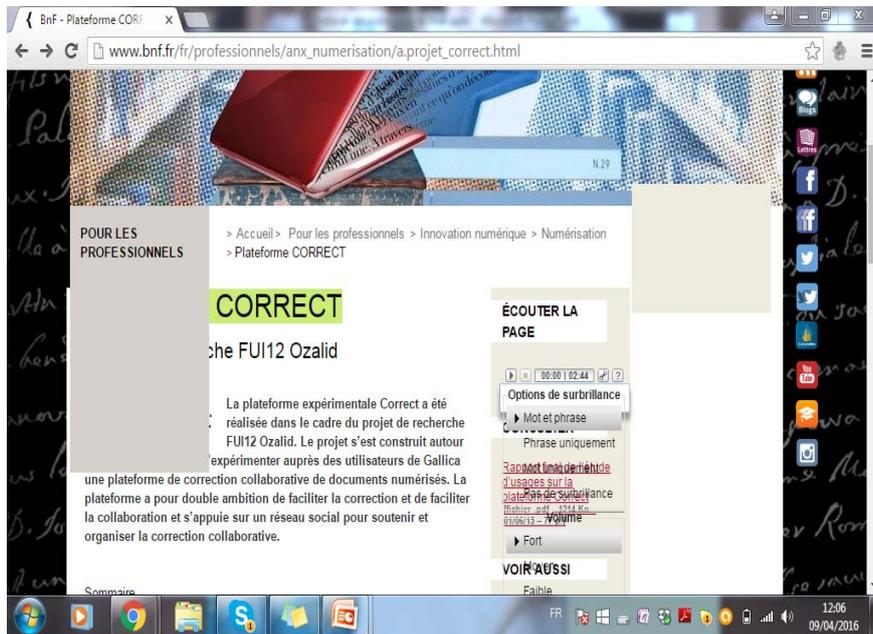
En effet, grâce aux technologies invisibles comme les capteurs, les algorithmes (exemple des *page ranks* qui permettent le classement des pages web par Google), les géants d'internet exercent un contrôle de plus en plus systématique sur le web et une monétisation accrue du travail informationnel des internautes. Serge Proulx parle de capitalisme numérique (Proulx Serge, 2010) et explique ses nouvelles formes insidieuses qui se basent sur l'appropriation d'éléments de personnalité des travailleurs (capacités cognitives, expressions subjectives). La subjectivité conçue initialement comme expression libre devient source de contrôle. Peut-on dire pour autant que les technologies deviennent un vecteur d'aliénation? Et qu'on évolue vers la société de contrôle dont parle Deleuze (Deleuze, 1990) ?

A l'opposé, une deuxième tendance forte est entrain d'émerger et de prendre de plus en plus d'ampleur. Il s'agit des usages sociaux des communs informationnels qui se caractérisent par la mise en commun des biens informationnels à travers la mutualisation, la syndication et les autres pratiques collaboratives. D'où l'émergence d'une véritable économie de partage à travers le flux d'échange informel (Sharing, 2012). En témoigne le succès de start-ups, françaises comme Bla bla car (entreprise en ligne de co-voiturage comprenant 25 millions de membres) ou américaines comme AirBnB (start-up d'hébergement à travers le monde qui concurrence de plus en plus les réseaux hôteliers classiques). Ces nouvelles sociabilités transgressent l'ordre établi à travers les flux d'échanges informels qui constituent un véritable vecteur de croissance économique.

Loin de s'exclure, ces deux tendances se renforcent mutuellement dans un double mouvement de convergence et de divergence basé sur le «contradictoirel » (Morin E., 2005) En effet, depuis 2012, Google regroupe dans une seule base de données tous les renseignements qui concernent les usagers du web de ses 60 services alors qu'auparavant, chaque service (youtube, google map, google+ ..) avait ses propres règles

de confidentialité et sa propre base contenant les renseignements personnels de ses usagers. Cette concentration accrue des services témoignent de l'évolution de la tendance Top-down.

Paradoxalement, au lieu d'affaiblir le mouvement Bottom-up, cette tendance à la convergence ne fait que le renforcer puisque les phénomènes de crowdsourcing ont investi tous les secteurs y compris les hauts lieux de l'ordre que sont les bibliothèques

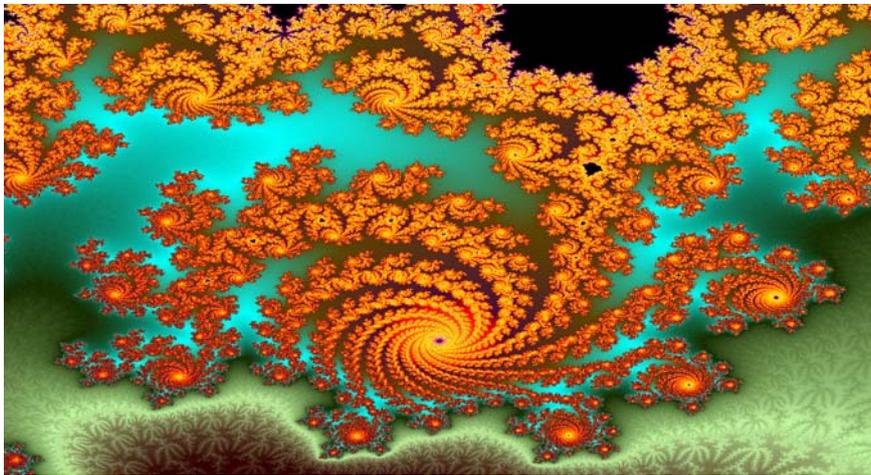


Nous avons ci-dessus l'exemple d'une application crowdsourcing de la BNF qui a mis au point une plateforme de correction collaborative de documents numérisés appelé projet Ozalid. Les lecteurs et les usagers de ces plateformes peuvent donc suggérer d'une manière collaborative leurs corrections ou leurs ajouts sur les documents numérisés mis en ligne par Gallica, la bibliothèque numérique de la BNF. Eu regard à la prolifération des projets de crowdsourcing, l'année 2015 est appelée l'année de la foule. En effet, ce nouveau concept se base sur l'idée que la foule, loin d'être une force destructrice, se transforme en une source de résolution des problèmes, d'évaluation, de production et de créativité grâce aux plateformes crowdsourcing. L'objectif est de trouver d'une manière collaborative les meilleures solutions aux problèmes ardues, de tester des produits ou des prototypes en phase d'expérimentation, de co-crée de

nouveaux services et de participer aux réflexions citoyennes et aux programmes d'action des communautés.

3. Les Figures fractales et l'attracteur étrange, métaphores de la configuration du web ?

Il existe une analogie entre la configuration du réseau et les formes fractales développées par Mandelbrot (Mandelbrot Benoit, 2010) qui sont justement des figures invariantes d'échelle. En effet, à partir d'une vision holistique des phénomènes, Mandelbrot a été attentif aux figures d'itération, d'auto-emboîtement et de circularité qui composent l'ordre dynamique des éléments en interaction.



Elles sont représentées par des structures feuilletées comme l'attracteur étrange. Ce sont ces mêmes motifs qui servent à représenter les phénomènes des turbulences que ce soit le crash boursier, les perturbations de la météo, les rugosités des crêtes... Leur configuration correspondrait à la figure de l'attracteur étrange qui est une forme d'invariance d'échelle très utilisée dans les théories du chaos.

Nous émettons l'hypothèse que la distribution des nœuds et des liens sur le web social pourrait être configurée de la même manière car l'ensemble du réseau de liens oscillerait entre une croissance aléatoire, désordonnée et entre la convergence vers une valeur archétypale qui correspondrait aux supernœuds. Lorenz, en 1963, a été le premier à avoir imaginé la figure de l'attracteur étrange : espèce de double spirale avec une infinité de trajectoires qui se serraient sans jamais s'imbriquer totalement, les pliages et les contractions sont les clés de la construction

d'attracteurs étranges (Gleick, 1991). Il avait prédit ces formes (algorithme à trois équations qui permet de construire un objet feuilleté intermédiaire entre une courbe et une surface) (Gleick James, 1991) mais ne disposait pas à cette époque de moyens informatiques pour les expérimenter et les valider. Par la suite, le désordre se trouva modélisé dans des motifs de plus en plus subtils, construits un peu partout de la même manière. On chercha dans toutes les sciences des attracteurs étranges, partout où la nature et les activités des hommes produisent de l'aléatoire (bourses, météo, écoulement des fluides...).

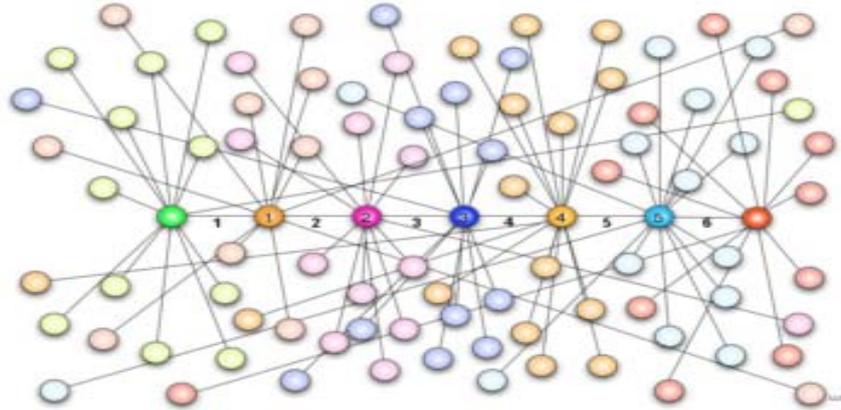
Concernant le web social, comment expliquer les formes que prend le réseau au cours de son évolution ? L'émergence des supernœuds, serait-elle inhérente à la nature même du nœud, à son antériorité par rapport aux autres ou un quelconque autre paramètre ? La configuration du web social s'inspirerait aussi bien des lois du chaos sus mentionnés que de quelques concepts sociologiques revisités.

4. Quelques anciens concepts sociologiques reprennent sens sur le web social

Trois lois bien connues aujourd'hui semblent structurer le web social et qui sont elles- mêmes fortement inspirées de vieux concepts sociologiques des années 1960- 1970:

1. Concept du petit monde «small world » popularisé par le sociologue Stanley Milgram ⁶(1967) qui part de l'hypothèse que chacun puisse être relié à n'importe quel individu par une courte chaîne de relations sociales de six degrés de séparation. Cette règle semble trouver son prolongement sur le web dans des proportions nettement plus importantes. Il a été, en effet démontré que sur le web, la chaîne de relations sociales comporte 19 degrés. Mais peut-on dire pour autant que l'on peut faire le tour du web en 19 clics ? Des investigations plus poussées notamment en informatique pourraient davantage nous éclairer.

⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Six_degrees_of_separation



2. Concept de « la force des liens faibles » « strength of weak ties » de Mark Granovetter⁷. Ce sociologue américain est parti du constat que chaque individu entretient avec son entourage deux types de relations :

- Les liens forts qui le rattachent à sa famille et à ses proches amis
- Les liens faibles qui le lient à un réseau plus étendu et plus distant constitué d'amis ou de connaissances.

Il considère en outre que les liens faibles peuvent évoluer d'une manière démesurée et jouer un rôle fondamental dans la circulation de l'information, dans l'efficacité de la recherche d'emploi ou dans la propagation des phénomènes de mode. Aussi, pouvons-nous dire que ce sont justement les liens faibles qui constituent le moteur même de l'évolution du web et des phénomènes sociaux de grande ampleur qui y prolifèrent et qui sont initiés essentiellement par des groupes de jeunes.

L'exemple d'Harlem Shake est très édifiant puisque des milliers de jeunes à travers le monde, notamment des lycéens et des étudiants, ont entrepris au même moment⁸ d'investir l'espace public en reprenant une danse qui charrie des messages sociaux ou politiques parfois franchement subversifs.

⁷ <http://www.lesiteducontenu.com/www/liens-faibles-liens-forts-le-paradoxe-de-la-relation-sociale/>

⁸ Février 2013



3. Concept de l'«attachement préférentiel», «rich get richer»: plus un nœud est connecté, plus il a de chance d'acquérir de nouveaux liens. Ce concept bien connu nous renvoie à ce qu'appelle le sociologue Robert Merton *l'effet Mathieu* (Barabasi, p 61) : (*cité dans la bible : Car de tout temps, qui a, il sera toujours plus donné et il sera dans l'abondance*). Transposé sur le plan des relations sociales, ce principe peut être exprimé par « l'attachement préférentiel ». En effet, quand des personnes essayent d'intégrer pour la première fois des réseaux de liens sociaux ou professionnels, ils se relient de préférence aux personnes les plus connues. « *Sur le web, il se passe un peu le même phénomène quand de nouveaux nœuds se constituent, ils se connectent de préférence aux sites les plus consultés, les plus connus...* » (Barabasi, p 61)

Ce constat se réfère au concept de centralité de degré⁹ qui mesure le nombre de chemins qui passent par un point. Cette mesure témoigne de l'intensité des relations qu'entretient un acteur. En effet, l'acteur qui a le plus grand nombre de liens directs avec d'autres nœuds se situe au centre du graphe.

La centralité de degré est l'application la plus importante du concept de centralité puisqu'elle mesure le nombre de connexions directes du nœud avec d'autres acteurs. Dans l'exemple qui suit, sur le schéma ci-dessous, les entreprises en rouge ont le plus grand nombre de liens directs.

⁹ Concept du mathématicien Linton Freeman

nous l'avons déjà montré, une analogie frappante entre la configuration de ce type de réseau et les formes fractales développées par Mandelbrot . En effet, les structures feuilletées comme l'attracteur étrange (Edward Lorenz) permettent la représentation de plus en plus fine des turbulences (crash boursier, perturbations de la météo, rugosités des crêtes...). Avec l'évolution de l'informatique, le désordre est modélisé d'une manière beaucoup plus précise dans différents domaines (physique, biologie, mathématique, économie etc...).

Cela rejoint l'idée philosophique de l'autosimilarité chère à ibn Arabi¹⁰ (le microcosme est une forme miniaturisée du macrocosme). Les formes fractales de Mandelbrot sont une figure géométrique auquel l'homme est déjà sensible à travers différentes expressions artistiques. En effet, l'idée d'un emboîtement auto-similaire a toujours fait partie du patrimoine religieux et artistique dans différentes cultures séculaires. Ainsi, dans le bouddhisme zen, la goutte de rosée est considérée comme une concentration en miniature des propriétés du monde contenant, elle aussi, d'autres gouttes de rosées et ainsi de suite. L'art africain regorge aussi de fractales d'une grande subtilité. Les mandalas tibétains rappellent beaucoup dans leurs mouvements concentriques les constructions fractales. En Tunisie, ce sont les motifs berbères de tissage du mergoum (tapis traditionnel), œuvre de femmes, qui en sont les représentations les plus connues.

¹⁰ Mystique musulman du moyen âge

Bibliographie

- Deleuze, J. (1990) Post-scriptum sur les sociétés de contrôle Paris : Les Éditions de Minuit, Paris.
- Fenniche, R. (2003), Hypertexte et complexité, éloge de l'errance. Tunis, CPU, 316 p.
- Gleick, J. (2008). La théorie du chaos : Vers une nouvelle science, Paris, Flammarion, 494p.
- Glissant, E. (1996), Introduction à une poétique du divers, Paris, Gallimard, 144p
- Morin, E. (2005), Introduction à la pensée complexe, Paris, Seuil, 332p.
- Prigogine I, Stengers I. (1979) La nouvelle alliance, métamorphose de la science. Paris, Gallimard.
- Prigogine, I. (1993), Les lois du chaos, Paris, Flammarion, 125p.
- Prigogine, I. (1996), la fin des certitudes, Paris, Odile Jacob, 223p.
- Proux, S. (2010) Web social : mutations de la communication. Presses universitaires du Québec
- Youssef M., Boutin E., Perrin G., (2008). « Interactions hypertextuelles entre les sites Web culturels Maghrébins », Colloque international SFSIC/ISD/IPSI 2008 "Interagir et transmettre, informer et communiquer : quelles valeurs, quelle valorisation ", 17-19 Avril 2008, Tunis, Tunisie.
- Witkowski, N. (2002). « L'effet papillon bat-il de l'aile ? » In La Recherche, Ordre et désordre, N°9, Nov. 2002.