Document generated on 05/19/2025 12:01 a.m.

Nouvelles perspectives en sciences sociales

Vulgarisation scientifique, *increasing knowledge gap* et épistémologies de la communication

Scientific popularization, *increasing knowledge gap*, and epistemology of communication

Bernard Ancori

Volume 11, Number 2, May 2016

Sur le thème : complexité et relation

URI: https://id.erudit.org/iderudit/1037107ar
DOI: https://doi.org/10.7202/1037107ar

See table of contents

Publisher(s)

Prise de parole

ISSN

1712-8307 (print)
1918-7475 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Ancori, B. (2016). Vulgarisation scientifique, *increasing knowledge gap* et épistémologies de la communication. *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, *11*(2), 181–232. https://doi.org/10.7202/1037107ar

Article abstract

From its beginnings in the 19th century, the popularization of science (vulgarisation) has aimed to bridge the cultural gap between « scientists » and « the ignorant », in support of science long considered to be a source of all progress. During the second part of the 20th century, popularization of science became a mass media phenomenon, criticized from all sides in the last quarter of the century. One of these criticisms concerns the *increasing knowledge gap* within its audience : the growing flow of information induces differences in the appropriation of information within the social system. The audience of the highest socioeconomic levels is able to appropriate information more quickly than the lower one, so that the gap between their respective knowledge tends to grow rather than diminish.

This article addresses the paradox that our societies continue to adhere to the devices of popularization of science, although the *increasing knowledge gap* shows its pernicious effect. It argues that this persistence is due to a form of epistemological blindness : contrary to wide-spread opinion, the relevant model of communication required for analyzing popularization of science is that proposed by Gregory Bateson, rather than that put forth by Claude Elwood Shannon. First, I present the Shannon's model of communication as the theoretical reference of the deficit model that inspired popularization of science. I stress that it is totally unsuited to explain social communication. Second, I summarize Bateson's conception of communication, and contrast it point by point with the previous model. Finally, I argue that the *increasing knowledge gap* has no place in the framework of Shannon's conception of communication, while it can be very simply explained by Bateson's conception.

Tous droits réservés © Prise de parole, 2016

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

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

érudit

This article is disseminated and preserved by Érudit.

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

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

Vulgarisation scientifique, *increasing knowledge gap* et épistémologies de la communication

Bernard Ancori
IRIST, EA 3424, Université de Strasbourg

Réputée à tort avoir été introduite par Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757), la « vulgarisation scientifique » n'apparut en réalité qu'au XIX[e] siècle[1], et les débats qu'elle suscita

[1] À ce sujet Bernadette Bensaude-Vincent (« Splendeur et décadence de la vulgarisation scientifique », *Questions de communication*, n° 17, *Les cultures des sciences en Europe*, 2010, p. 19) rappelle la distinction entre une « science populaire », qui se vivait en continuité avec la science académique au XIX[e] siècle, et une « vulgarisation scientifique » qui présupposa au contraire l'existence d'une rupture entre science académique et ignorance populaire, et se donna d'emblée pour mission de combler l'écart ainsi apparu, d'où le modèle du « déficit » ou modèle « diffusionniste » qui la caractérise. Voir aussi Bernadette Bensaude-Vincent, *L'opinion publique et la science. À chacun son ignorance*, Paris, La Découverte, 2010. Selon le Robert, qui reprend ici la définition du *Trésor de la Langue Française* des XIX[e]-XX[e] siècles, la vulgarisation scientifique consiste en effet en l'« adaptation d'un ensemble de connaissances scientifiques et techniques de manière à les rendre accessibles à un lecteur non spécialiste ». Néanmoins, cette signification est récente : « vulgariser » et « vulgarisation » n'entrèrent dans les dictionnaires qu'au XIX[e] siècle. Auparavant, selon Violaine Giacomotto-Charra et Christine Silvi (*Lire, choisir, écrire. La vulgarisation des savoirs du Moyen Âge à la Renaissance*, Paris, Études et Rencontres de l'École des Chartes, 2014) « vulgariser » signifiait « exprimer en langue vulgaire », c'est-à-dire en langue vernaculaire et non en latin – en français par exemple, qui fut longtemps la seconde langue de l'élite intellectuelle, les « ignorants » parlant jusqu'à la Révolution française l'un des

dès lors furent en permanence étroitement mêlés à l'évolution de l'aventure scientifique elle-même. Son émergence accompagna celle des grandes universités calquées sur le modèle de l'université de Berlin créée par Humboldt et favorisant l'autonomisation de langages professionnels par rapport à la langue vernaculaire. Prenant alors le pas sur une « science populaire » illustrée par les figures d'Auguste Comte (1798-1857), François-Vincent Raspail (1794-1878) et Camille Flammarion (1842-1925) qui la considéraient avec suspicion, la vulgarisation scientifique épousa immédiatement l'épistémologie scientiste fièrement revendiquée par Félix Le Dantec (1869-1917). Sa vocation affichée consista dès lors à chercher à reconstruire un lien qu'elle supposait rompu entre « savants » et « ignorants »[2]. Afin de concrétiser cette vocation, les revues de vulgarisation scientifique se multiplièrent très vite : dès 1840, en France, parut la *Revue scientifique*, ancêtre direct de *La Recherche*; cinq ans plus tard, à New York, fut lancé le mensuel *Scientific American* qui existe toujours et dont *Pour la science* est aujourd'hui encore l'édition française; enfin, l'hebdomadaire britannique *Nature* fut fondé en 1869. Suivit une apparition très rapide de revues de vulgarisation scientifique en allemand, en russe, en italien et en espagnol. Parallèlement, les sciences et les techniques s'exposèrent au sein d'édifices qui leur étaient exclusivement dédiés : musées et muséums se substituèrent aux cabinets de curiosités qui étaient apparus à la Renaissance et tombèrent alors en désuétude.

Lors du premier XX^{e} siècle, la vulgarisation scientifique continua de régner en majesté aux côtés d'une science unanimement considérée comme condition nécessaire et suffisante de progrès de toutes natures bénéficiant toujours davantage à une humanité en marche vers le bonheur universel. De nouveaux supports virent le jour, tel le *New York Times* qui créa en 1930 un service scientifique dirigé par un rédacteur à temps complet et chargé d'interpréter chaque semaine les progrès scientifiques et techniques

nombreux dialectes d'oïl (au Nord) ou d'oc (au Sud). Il reste que le terme lui-même est attesté dès 1512 avec le sens de « diffuser en publiant ».

2 Daniel Raichvarg et Jean Jacques, *Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation*, Paris, Seuil, 1991.

à destination des profanes, et simultanément le phénomène muséal né au siècle précédent prit une nouvelle ampleur avec, par exemple, la création du Palais de la Découverte par l'Université de Paris en 1937. Cependant, au cours de la seconde partie du XX[e] siècle, le développement intensif de la science fondamentale fut totalement déconnecté du développement culturel tout aussi remarquable qui se manifestait dans la littérature, la peinture, la musique[3]. Le tournant décisif consista ici en un *projet Manhattan* qui vit la demande technique entrer directement dans le système de production du savoir : ce travail sur commande et sous organisation militaro-industrielle fut si efficace – en trois ans, on fabriqua une bombe atomique qui fonctionnait – que les politiques et les militaires continuèrent après-guerre de financer abondamment la recherche fondamentale, mais ceci avec une demande de résultats de plus en plus pressante[4]. Parallèlement, la vulgarisation

3 Jean-Marc Lévy-Leblond, *Le grand écart. La science entre technique et culture*, Paris, Éditions Manucius, 2013, p. 37-41. Cette rupture suscite parfois d'intéressantes résurgences, telle celle de Pascal Engel (*Épistémologie pour une marquise*, Paris, Éditions d'Ithaque, 2014) qui retrouve le genre littéraire adopté jadis par Fontenelle en vulgarisant certaines questions épistémologiques actuelles avec un style et des accents que n'aurait pas désavoués ce dernier.

4 Jean-Marc Lévy-Leblond, *Le grand écart*, *op. cit.*, p. 41 *sq.* Notons que la vulgarisation scientifique connut un essor remarquable après chaque guerre mondiale. Elle s'institutionnalisa dans les années 1920, car les chimistes souffraient de leur image très écornée du fait de leur rôle dans la guerre des gaz en 1914-1918 : en 1919, l'*American Chemical Society* fonda le *New Service* pour restaurer l'image de la chimie auprès du public; en 1920, un magnat de la presse soutenu par l'*American Association for the Advancement of Science* créa *Science Service* qui publia une lettre hebdomadaire, assura des émissions de radio et participa à la formation de journalistes scientifiques, tant et si bien que quelques années plus tard tous les grands journaux avaient leur chroniqueur scientifique permanent. Simultanément, une floraison de musées scientifique apparut aux États-Unis, en France, en Belgique, et les années 1930 virent l'émergence de la *National Association of Science Writers*, première association professionnelle de journalistes scientifiques. Le même type de phénomène se produisit après la seconde Guerre Mondiale qui avait vu l'utilisation de la bombe atomique : auparavant la chimie empoisonnait, à présent c'était la physique qui dévastait, et il s'agissait donc, pour un consortium de managers de l'information et de la communauté scientifique de présenter l'image d'une science qui serait *aussi* garante de paix et de prospérité. En France, l'*Association des écrivains scientifiques* fut créée en 1950 sous l'égide de l'Unesco, suivie en 1955 de l'*Association des journalistes scientifiques de la presse d'information*.

scientifique se transforma en une médiatisation de masse et, à l'instar d'une techno-science qui quittait alors l'époque des promesses sans fin pour s'inscrire dans une sorte d'ère du soupçon, elle se vit critiquée de toutes parts à partir du dernier quart du XX[e] siècle.

Parmi ces critiques, l'une des plus radicales vise l'*increasing knowledge gap* qu'elle produirait au sein du public concerné par ses messages. Introduite par Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien[5], cette expression désigne un effet hypothétique consistant en une appropriation différenciée d'un flux croissant d'information émis par les *mass media* et reçu par un système social considéré globalement : au sein de ce dernier, les parties de la population ayant des statuts socioéconomiques plus élevés tendraient à s'approprier cette information plus rapidement que celles qui ont des statuts plus bas, de sorte que le fossé entre les connaissances respectives des uns et des autres tendrait à s'accroître plutôt qu'à diminuer[6]. À supposer qu'elle contribue réellement à réduire les inégalités entre le bloc des « savants » et celui des « ignorants », la vulgarisation scientifique viendrait donc simultanément accroître les inégalités au sein de ce dernier. Le caractère radical de cette critique tient ainsi au fait que la vulgarisation scientifique produirait ainsi un effet secondaire diamétralement opposé à sa vocation centrale, elle-même souvent considérée avec suspicion[7].

Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien[8] voyaient cinq causes possibles à ce phénomène. Sous l'hypothèse selon

5 Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien, « Mass Media Flow and Differential Growth in Knowledge », *Public Opinion Quarterly*, n° 34, 1970, p. 159-170.

6 *Ibid.*, p. 159-160.

7 Cf. Baudouin Jurdant, *Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique*, thèse de 3[e] cycle en sciences du comportement et de l'environnement, Strasbourg, Université Louis Pasteur (Strasbourg I), 1973; Baudouin Jurdant, « Enjeux et paradoxes de la vulgarisation scientifique », Actes du colloque *La promotion de la culture scientifique et technique : ses acteurs et leur logique*, Paris, Université Paris 7 - Denis Diderot, 1996, p. 201-209; Baudouin Jurdant, « La colonisation scientifique de l'ignorance », *Alliage*, n° 61, 2008, p. 47-54.

8 Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien, « Mass Media Flow and Differential Growth in Knowledge », *op. cit.*, p. 159 *sq*.

laquelle les niveaux d'éducation constitueraient un bon indicateur des statuts socioéconomiques des acteurs[9], toutes ces causes relient positivement ces statuts aux compétences cognitives de ces derniers. Ainsi, plus leurs statuts sont élevés, plus les acteurs sont supposés être d'habiles communicants, disposer d'un stock important de connaissances préalables permettant d'accueillir l'information, avoir de nombreux contacts sociaux ouverts à des discussions pertinentes, être sélectivement exposés à recevoir et retenir l'information, et ceci d'autant plus que la nature du système des *mass media* qui délivrent l'information serait adaptée aux goûts et intérêts des segments de population disposant des statuts socioéconomiques les plus élevés. Au sein d'une population globale considérée à un moment donné, on devrait donc observer l'appropriation différenciée évoquée ci-dessus, ainsi qu'un accroissement de cette différence au cours du temps. Et, en effet, parmi d'autres exemples – recherche spatiale, cancer et tabagisme –, c'est bien ce qui fut observé entre 1949 et 1965 à propos des croyances (supposées être positivement corrélées à des connaissances) de trois groupes sociaux, différenciés selon leurs niveaux d'éducation respectifs, au sujet de la possibilité pour l'homme d'atteindre la Lune dans un futur prévisible[10].

Leur hypothèse de l'*increasing knowledge gap* étant ainsi largement confirmée, les mêmes auteurs souhaitèrent la raffiner cinq ans plus tard, afin de déterminer sous quelles conditions ce phénomène

---

9 Formulée bien antérieurement au travail pionnier de Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien, cette hypothèse fut encore soutenue récemment par Yoori Hwang et Se-Hoon Jeong, « Revisiting the Kowledge Gap Hypothesis : A Meta-Analysis of Thirty-Five Years of Research », *Journalism and Mass Communication Quarterly*, vol. 86, nº 3, 2009, p. 513-532. Analysant 46 études portant sur le phénomène d'*increasing knowledge gap*, ces auteurs conclurent – comme Cecilie Gaziano, qui analysa successivement les données présentées dans 58 articles (« The Knowledge Gap : An Analytical Review of Media Effects », *Communication Research*, vol. 10, nº 44, 1983, p. 447-486), puis dans 39 articles (« Forecast 2000: Widening Knowledge Gaps », *Journalism and Mass Communication Quarterly*, vol. 74, nº 2, 1997, p. 237-264) – à la réalité de ce phénomène.

10 *Ibid.*, p. 163 *sq*.

ourrait être atténué, voire disparaître[11]. Ils réfutèrent d'emblée l'idée traditionnelle selon laquelle tel pourrait être le cas si le volume du flux d'information émis était élevé jusqu'à venir saturer ses possibilités de réception par une population dont les niveaux de connaissances se verraient ainsi égalisés. Sur la base de données portant sur des problématiques nationales et locales perçues entre 1969 et 1975 par un échantillon de 16 communautés du Minnesota, ils identifièrent ensuite trois variables de nature à atténuer le phénomène : plus une problématique est locale et affecte donc directement et fortement l'ensemble d'une communauté, plus elle s'inscrit dans un contexte socialement conflictuel et plus le degré d'homogénéité de la communauté considérée est élevé, plus l'ampleur de l'*increasing knowledge gap* se trouve réduite. En revanche, une quatrième variable initialement envisagée se révéla ici inopérante : le degré de redondance de l'information émise. Il n'était pourtant pas déraisonnable *a priori* de supposer qu'au contraire d'une émission de messages dont chacun introduirait un nouveau thème plus facilement reconnu, interprété et assimilé par la partie déjà la plus informée de la population, une grande répétition du même thème accroîtrait la probabilité que la partie la moins informée de la population finisse par s'approprier le message correspondant. Cependant, les données statistiques recueillies montrèrent qu'il n'en était rien[12].

---

11 Entre-temps, Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien avaient lié l'*increasing knowledge gap* à la différence entre modèles de comportements et valeurs de groupes sociaux ouverts au changement *versus* résistants au changement, les premiers étant plus prédisposés que les seconds à s'approprier rapidement l'information. Selon eux, en outre, ces modèles d'acquisition différenciée de l'information seraient renforcés par : *i)* l'existence de *mass media* tendant à produire sélectivement des informations à destination des parties les plus éduquées de la population; *ii)* l'existence de plus grands talents en matière de communication et de connaissance parmi dernière; *iii)* des contacts interpersonnels plus pertinents en leur sein. Cf. Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien, « Mass Communication Research: Evolution of a Model », *Journalism Quarterly*, vol. 50, nº 3, 1973, p. 419-425.

12 Philippe Tichenor, George Donohue et Clarice Olien, « Mass Media and the Knowledge Gap. A Hypothesis Reconsidered », *Communication Research*, vol. 2, nº 1, 1975, p. 3-23.

La présente contribution s'interroge sur le maintien paradoxal dans nos sociétés de dispositifs de vulgarisation scientifique dont l'existence attestée de l'*increasing knowledge gap* aurait dû révéler l'inanité, voire l'effet pervers. Au delà d'une analyse menée dans le cadre d'une théorie des intérêts – un type d'analyse qui s'obstine à prendre des effets pour des causes – nous voudrions montrer que l'explication tient ici, au moins en partie, à une forme de cécité épistémologique. Selon nous, cette dernière consiste en effet en une erreur d'appréciation quant à l'identité du modèle théorique de communication sociale dont la vulgarisation scientifique ne constituerait qu'une illustration. Plus précisément, contrairement à une opinion qui, pour rester le plus souvent implicite n'en est pas moins répandue, le modèle de communication pertinent pour penser la vulgarisation scientifique serait celui proposé par Gregory Bateson[13], et non celui qu'une vulgate persistante croit pouvoir emprunter aux travaux que l'ingénieur Claude Elwood Shannon publia avec l'universitaire Warren Weaver à destination d'un large public[14], et qui connurent très vite un succès jamais démenti[15].

Nous développerons cette analyse en trois temps. D'abord, en présentant le modèle shannonien de la communication en tant que référent théorique du « modèle du déficit » qui est au centre des pratiques de vulgarisation scientifique, et nous montrerons sa totale inadaptation à la communication sociale (1). Ensuite, en résumant la conception batesonienne de la communication, et en la contrastant point par point avec le modèle précédent (2). Enfin, en montrant que l'*increasing knowledge gap* ne peut tout

13 Cf. Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, I*, Paris, Seuil, 1977 [éd. américaine, 1972]; Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, Paris, Seuil, 1980 [éd. américaine, 1972]; Gregory Bateson, *La nature et la pensée*, Paris, Seuil, 1984 [éd. américaine, 1979]; Gregory Bateson, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, Paris, Seuil, 1996 [éd. américaine, 1991].

14 Claude Elwood Shannon et Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949.

15 Dès 1953, la théorie de la communication de Claude Elwood Shannon faisait l'objet d'une bibliographie occupant 60 pages et comportant 979 titres (cf. Emmanuel Dion, *Invitation à la théorie de l'information*, Paris, Seuil, 1997).

bonnement pas apparaître dans le cadre de la conception shannonienne de la communication. Persister à considérer la vulgarisation scientifique comme une illustration de cette dernière conduit donc tout naturellement à rester aveugle à la réalité de ce phénomène, qui s'explique en revanche très simplement dans le cadre de la conception batesonienne de la communication (3).

1. Théorie mathématique de la communication et vulgarisation scientifique : le « modèle du déficit »

L'article fondateur de la théorie mathématique de la communication de Shannon fut publié en deux livraisons successives dans le journal interne de la *Bell Telephone Laboratories* qui employait alors ce dernier à New York comme ingénieur[16]. Entrepris dans le but d'améliorer les rendements des lignes télégraphiques déployées par cette compagnie, cet article vint généraliser les résultats publiés vingt ans plus tôt dans la même revue par Ralph Vinton Lyon Hartley[17]. Saisir clairement la portée et les limites de l'approche shannonienne de la communication passe donc par un exposé rapide de ce travail précurseur[18].

1.1. Ralph Vinton Lyon Hartley, précurseur de Claude Elwood Shannon[19]

Ralph Vinton Lyon Hartley était à la recherche d'une théorie de la transmission de l'information, et à cette occasion il fut le premier à utiliser l'expression de *quantité* d'information, ce qui impliquait une notion de mesure de cette dernière. Plus précisément,

16 Claude Elwood Shannon, « A Mathematical Theory of Communication », *Bell System Technical Journal*, vol. 27, juillet 1948, p. 379-423 / octobre 1948, p. 623-656.

17 Ralph Vinton Lyon Hartley, « Transmission of Information », *Bell System Technical Journal*, vol. 7, juillet, 1928, p. 535-563.

18 Pour un historique de la construction du concept shannonien d'information, voir Jérôme Segal, *Le zéro et le un. Histoire de la notion scientifique d'information au XX^e siècle*, Paris, Éditions Syllepse, 2003, p. 67-142, et Matthieu Triclot, *Le moment cybernétique. La constitution de la notion d'information*, Paris, Éditions Champ Vallon, 2008, p. 48-70.

19 Nous utilisons ici la présentation très pédagogique proposée par Henri Atlan, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Paris, Herman, 1972, p. 5-61.

le problème posé était celui de la mesure de la quantité d'information véhiculée par un message écrit avec les symboles d'un répertoire (ou d'un alphabet) qui en comporterait *n*, ces symboles étant équiprobables et ce répertoire étant identiquement connu de l'émetteur et du récepteur du message en question. Pour le récepteur, recevoir un et un seul de ces symboles est un événement, et le seul fait que cet événement se produise, indépendamment de sa signification, lui apporte une certaine quantité d'information. Comment mesurer cette dernière? L'idée naturelle est ici de considérer que la survenue de cet événement véhicule d'autant plus d'information que celui-ci était imprévu : un événement dont la survenue serait *a priori* certaine à nos yeux ne nous apprendrait rien en survenant, et il nous apporterait donc une quantité d'information strictement nulle. Mais, à l'inverse, tout événement qui ne se trouve pas dans ce cas nous apprend quelque chose en survenant. Ce quelque chose est l'information et celle-ci est mesurable dès lors qu'est mesurable la probabilité *a priori* de la survenue de l'événement en question. Or, il est clair que la survenue de chaque événement, parmi les *n* événements équiprobables consistant à recevoir un et un seul des *n* symboles du répertoire considéré, est d'autant moins probable *a priori* que *n* est grand. La quantité d'information associée à la réception d'un et un seul symbole puisé dans un répertoire qui en comporte *n* équiprobables, notée *I*, est donc une fonction croissante de *n* : $I = f(n)$, *avec* $f'(n) > 0$.

Le problème est à présent celui de la détermination de la forme précise de cette fonction. Pour cela, considérons la réception simultanée de deux messages indépendants comportant chacun un et un seul symbole, l'un de ces messages étant écrit dans un répertoire comportant n_1 symboles équiprobables et l'autre dans un autre répertoire comportant n_2 symboles équiprobables. Selon ce qui précède, le premier message nous apporte une quantité d'information I_1 égale à $f(n_1)$, et le second une quantité d'information I_2 égale à $f(n_2)$, avec $f'(n_1) > 0$ et $f'(n_2 > 0)$. Quelle est alors la quantité d'information totale – *i. e.* la quantité d'information apportée par la réception de l'*ensemble* de ces deux

messages? Ralph Vinton Lyon Hartley adopta ici une hypothèse cruciale d'*additivité* de l'information en supposant que cette information totale, notée ici I_t, est égale à la *somme* de I_1 et de I_2 : $I_t = I_1 + I_2$. Insistons fortement sur le fait que rien, absolument rien, ne justifiait cette hypothèse précise : toute expression de I_t conservant la relation croissante établie plus haut entre les valeurs de I et de n aurait été ici acceptable – Hartley aurait tout aussi bien pu écrire, par exemple, $I_t = I_1.I_2$.

Cependant, nous allons voir que cette hypothèse d'additivité présentait l'avantage de mener à une détermination simple de la forme précise de la fonction $f(n)$. Considérons en effet d'un *autre point de vue* la *même expérience,* en posant que celle-ci, au lieu de consister à recevoir simultanément les deux messages précédents, peut être lue comme une et une seule réception d'un message écrit dans un répertoire qui comporterait $n_1.n_2$ symboles équiprobables. La quantité d'information apportée par l'expérience de réception ainsi considérée est alors égale à $f(n_1.n_2)$. Et comme elle n'a aucune raison d'être différente de la quantité d'information totale obtenue par le récepteur des deux messages précédents – il s'agit bien de la *même* expérience – nous pouvons écrire $f(n_1.n_2) = f(n_1) + f(n_2)$. Or, la fonction qui transforme des produits en somme est par définition la fonction logarithmique, d'où il suit que $I = a \log_b n$, avec $a > 0$ *et* $b > 1$, où b est une constante dépendant des unités de mesure. Si l'on pose $a = 1$, on obtient la quantité d'information apportée par la réception d'un et un seul symbole figurant dans un répertoire de n symboles équiprobables au sens de Ralph Vinton Lyon Hartley : $I = \log_b n$. Et toujours selon Ralph Vinton Lyon Hartley, la quantité d'information apportée par m symboles de ce type est égale à $m.I$, c'est-à-dire à $m.\log_b n$. Enfin, si $b = 2$, on obtient $I = \log_2 n$, qui est une spécification commode de la quantité d'information au sens de Hartley pour les informaticiens, qui utilisent des codes binaires en *0* et *1*. Cette spécification nous fournit une unité de mesure de l'information : $I = 1$ pour $n = 2$. Un bit d'information (un *« binary digit »*, contracté en *« bit »*) est donc la quantité d'information apportée par la réception d'un message

comportant un et un seul symbole puisé dans un répertoire en contenant exactement deux, et où ceux-ci sont équiprobables.

1.2. La célèbre formule de Claude Elwood Shannon et les deux théorèmes fondamentaux de la communication télégraphique

C'est sur cette base que Claude Elwood Shannon proposa en 1948 un modèle généralisant la conception introduite vingt ans plus tôt par Ralph Vinton Lyon Hartley en l'étendant à des distributions de probabilités quelconques des symboles du répertoire considéré[20]. Remarquons tout d'abord que le résultat obtenu par Ralph Vinton Lyon Hartley en termes de nombres de symboles du répertoire concerné peut facilement s'écrire en termes de l'équiprobabilité $p\ (i)$ de ces symboles : puisque $I = log_2\ n$ et que $p\ (i) = 1/n$, il vient que $I = -\ log_2\ p\ (i)$ – où l'on vérifie bien que $I = 0$ pour $p\ (i) = 1$. Appelons $f\ (i)$ la « *self-information* » associée à la réception du symbole i puisé dans un répertoire de n signes dont les probabilités sont quelconques : $f\ (i) = -\ log_2\ p\ (i)$. Puisque les probabilités des symboles de ce répertoire sont quelconques, la « *self-information* » du symbole j dont la probabilité $p\ (j)$ est en général différente de $p\ (i)$ sera différente de celle du symbole i : si $p\ (j) \neq p\ (i)$, alors $f\ (j) \neq f\ (i)$.

Claude Elwood Shannon considéra l'expérience, réalisée un grand nombre de fois, consistant à recevoir des messages dont chacun contient un et un seul symbole, et il montra que la quantité d'information obtenue en moyenne par le récepteur de ces messages était égale à la moyenne des « *self-informations* » des n symboles du répertoire pondérée par les probabilités respectives de

[20] Claude Elwood Shannon valida et généralisa la définition à base de logarithme proposée par Ralph Vinton Lyon Hartley, car la fonction logarithmique est la seule à remplir une certain nombre de propriétés fondamentales qu'il estimait indispensables pour pouvoir rendre compte de messages transmis par un canal discret et sans bruit à partir d'une source stationnaire (dont les propriétés ne changent pas avec le temps, telle AEAEAEAEAE, contrairement à AEAAEEAAAEEE), et ergodique (cas particulier de source stationnaire, dont les moyennes de séquences sont égales à la moyenne d'ensemble, tels une pièce de monnaie ou un dé non biaisé). Sur tout ceci, voir Matthieu Triclot, *Le moment cybernétique, op. cit.*, p. 48-56.

ces derniers. Ainsi, si n se réduit aux symboles i et j, la quantité d'information est égale à $H = [- \log_2 p\ (i)] \ .\ p\ (i)] + [- \log_2 p\ (j)] .\ p\ (j)]$[21].

Plus généralement, avec n quelconque la célèbre formule de Claude Elwood Shannon s'écrit :

$$H = - \sum_{i=1}^{i=n} p_i \log_2(pi)$$

On vérifie facilement que cette expression constitue une généralisation du résultat de Ralph Vinton Lyon Hartley en supposant que $p\ (i) = 1/n, \forall i$: il y a ici n $p\ (i)$ de cette sorte, et la formule de Claude Elwood Shannon s'écrit alors $H = - n.\ 1/n \log_2 p\ (i) = - \log_2 p\ (i) = \log_2 n$. Comme dans le cas particulier analysé par Ralph Vinton Lyon Hartley, l'additivité de l'information implique que la réception de m symboles puisés dans un répertoire qui en contient n dont les probabilités sont à présent quelconques correspond à une quantité d'information égale à $m.H$.

Cette conception de la mesure de l'information n'intéressait Claude Elwood Shannon que dans une perspective de transmission de messages le long d'une voie entre une source et une destination. Le problème du codage consistant à transcrire de manière fidèle et non équivoque un message écrit avec un répertoire (ou un alphabet) comportant n symboles en utilisant un autre répertoire (ou alphabet) comportant n' symboles, avec en général $n \neq n'$, cette transmission s'effectue par l'intermédiaire d'une opération de codage entre la source et la voie, et d'une opération de décodage entre la voie et la destination, le code employé étant évidemment connaissance commune entre la

[21] Avec un alphabet à deux symboles, *0* et *1*, $H = - p\ (0) \ .\ \log_2 p\ (0) - p\ (1) \ .\ \log_2 p\ (1)$. Il est évident que $H = 0$ pour $p = 0$ ou pour $p = 1$ (car l'événement qui survient, qu'il soit *0* ou *1*, est toujours certain). La fonction $H\ (p)$, avec $p\ (0) = p$ et $p\ (1) = 1 - p$, atteint un maximum égal à *1* bit pour $p = ½$. Un bit est donc la quantité d'information maximale par symbole binaire lorsque les probabilités de ces symboles sont égales. Comme le montre l'exemple de la bibliothèque développé par Emmanuel Dion, *Invitation à la théorie de l'information*, *op. cit.*, p. 58-63, un bit est aussi la quantité d'information qui diminue l'incertitude de moitié.

source et le destinataire du message. Le schéma général d'un système de communication est alors le suivant : la source transmet un message à un codeur qui le transforme en signaux binaires transmis par un émetteur le long de la voie à un récepteur et retransformés par un décodeur en un message transmis à une destination. La partie comprise entre la sortie de la source et l'entrée de la destination s'appelle le canal de communication, et c'est sur cette partie que la théorie shannonienne de la communication porte principalement son attention[22]. Ce schéma se présente de la manière suivante :

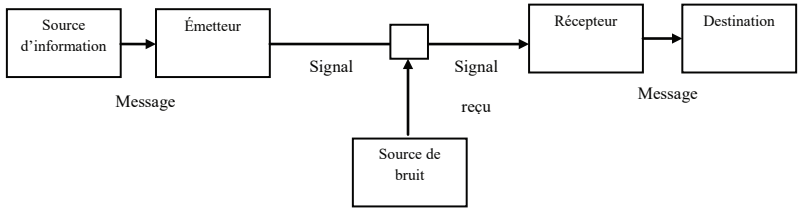

Schéma d'un système de communication[23]

Au sujet de la transmission d'information à travers ce canal, Claude Elwood Shannon démontra plus d'une vingtaine de théorèmes, dont les deux les plus significatifs pour nous sont le « théorème de la voie sans bruit » et le « théorème de la voie avec bruit ». Le premier considère une voie de transmission des messages que rien ne vient perturber, de sorte que le message perçu par le destinataire est toujours strictement identique au message issu de la source. Le théorème établit alors que, quel que soit le nombre *n* de symboles contenus dans un répertoire à coder et la distribution de probabilités de ces symboles, la formule de Shannon exprime le nombre moyen minimum de symboles binaires devant être utilisés par symbole à coder. Ce minimum est atteint immédiatement à chaque fois que les probabilités des *n* symboles à coder sont toutes des puissances entières de ½, et

22 Cf. Matthieu Triclot, *Le moment cybernétique*, *op. cit.*, p. 51.

23 Ce schéma figure p. 35 de l'édition française de Claude Elwood Shannon et Warren Weaver, publié en 1975 sous le titre *Théorie mathématique de la communication* aux éditions Retz-CEPL.

il est la limite vers laquelle on tend lorsque l'on remplace le codage individuel des *n* symboles par celui de groupes réunissant un nombre de plus en plus élevé de ces derniers. La formule de Shannon peut donc s'interpréter indifféremment de deux manières : elle exprime l'incertitude levée par la réalisation d'un événement (ou d'un groupe d'événements), mais aussi la représentation minimale de cet événement (ou de ce groupe d'événements) dans un langage binaire.

Le second théorème prend en compte la possibilité de la survenue d'un bruit sur la voie – *i. e.* d'un phénomène se produisant lors d'une communication et qui n'appartient pas au message intentionnel émis. Le message perçu par le destinataire *Y* est alors différent de celui issu de la source *X*, car il contient une quantité d'information *H (y)* différente de celle contenu dans ce dernier, notée *H (x)*. La quantité d'information de l'entrée quand la sortie est déterminée, *H (x/y)*, s'appelle l'*équivocation*, et symétriquement la quantité d'information de la sortie quand l'entrée est déterminée, *H (y/x)*, s'appelle l'*ambiguïté*. La capacité *C* d'une voie étant définie comme la quantité d'information maximale que peut transmettre cette dernière, le théorème établit que lorsque l'on transmet des messages d'une source dont la quantité d'information est *H* dans une voie de capacité *C* : *i)* si $H \leq C$, il existe une méthode de codage telle que les messages peuvent être transmis avec une fréquence d'erreurs (une équivocation) aussi faible que l'on veut; *ii)* si $H > C$, il existe une méthode de codage telle que l'équivocation pourra être inférieure à $H - C + \varepsilon$, où ε est aussi petit que l'on veut, mais il n'existe pas de méthode de codage telle que cette équivocation pourrait être inférieure à $H - C$[24].

[24] Les méthodes de codage dont l'existence est ainsi affirmée reposent toutes sur l'introduction de redondances dans le message d'entrée à hauteur de l'équivocation à supprimer; la diminution de la quantité d'information par symbole du message, impliquée par cette introduction, est compensée par le codage par groupement de symboles.

1.3. Les huit caractéristiques principales de la théorie shannonienne de la communication

Tel qu'il vient d'être présenté à partir de sa version originale, ce modèle de la communication, de l'information et de l'apprentissage possède huit caractéristiques, que nous listons ci-dessous afin de mieux les contraster plus loin avec celles du modèle de Gregory Bateson. Premièrement, il s'agit clairement d'un modèle linéaire ou *unidirectionnel* : le flux d'information véhiculé par le message va de la source et de l'émetteur vers le récepteur et la destination, sans retour. Deuxièmement, il s'agit d'une communication *intentionnelle* dont la modalité n'est pas précisée, mais dont on peut penser, au vu de la construction de la formule de Shannon et des deux théorèmes cités ici, qu'elle est principalement *verbale*. Troisièmement, l'accent tonique est mis sur le *pôle de l'émission* des messages, celui de leur réception n'en étant qu'une figure inversée : le problème central de Shannon était de configurer les messages d'entrée de telle sorte que, malgré l'éventualité d'un bruit sur la voie, les messages de sortie leur soient les plus fidèles possibles, étant entendu que source et destination partagent le même univers cognitif (connaissance commune des codes utilisés). Quatrièmement, les lois gouvernant l'information sont de nature *additive* – c'est sur la base de cette hypothèse, introduite dans les travaux pionniers de Ralph Vinton Lyon Hartley, que nous avons vu se construire la célèbre formule de Shannon. Cinquièmement, le modèle est totalement *indifférent à la signification* des messages : un texte de 100 symboles issu d'un texte tapé sur un clavier d'ordinateur par un singe contiendrait exactement la même quantité d'information qu'un texte de 100 symboles extrait d'un article d'Albert Einstein. C'est là un gage de généralité du modèle : quelle que soit la signification du message, cette quantité reste identique à elle-même; mais, en même temps, c'est ce qui le rend inapte à rendre compte d'une communication sociale qui n'est jamais indifférente à la signification

des messages échangés[25]. Sixièmement, le modèle ne permet pas de penser la *création* d'information : il se borne à analyser le transport d'un lieu à un autre d'une information déjà existante, d'où la question de l'origine de l'information posée naguère par Raymond Ruyer[26]. Septièmement, l'apprentissage réalisé par le destinataire se réduit à un *empilement de symboles* qu'il reçoit passivement, sans filtrage préalable ni restructuration ultérieure de ses croyances. Huitièmement, comme l'indique le titre même de l'ouvrage, il s'agit d'une théorie *quantitative* de la communication.

1.4. Communication shannonienne, vulgarisation scientifique et impossibilité de l'*increasing knowledge gap*

Il est remarquable que la fascination des sciences humaines et sociales pour la formalisation mathématique des énoncés ait réussi à masquer l'inaptitude foncière du modèle de « communication télégraphique »[27] de Claude Elwood Shannon à rendre compte de la communication sociale, telle que la révèlent les sept premières caractéristiques listées ci-dessus, derrière l'apparence de scientificité liée à la huitième et dernière. De fait, une pléiade d'ouvrages appliquant ce modèle à des problèmes relevant de la psychologie, de la linguistique, de l'économie, de la théorie des organisations, etc., vit très vite le jour, déclenchant un débat scientifique extrêmement vif[28]. Et il est ici symptomatique que

25 On compare parfois le problème de Shannon à celui du facteur, qui consiste à distribuer les « bons » messages dans les « bonnes » boîtes aux lettres, sans avoir à se préoccuper de leurs contenus. Reste que ce sont précisément ces contenus qui s'échangent en général lors de la communication sociale, et non des adresses.

26 Raymond Ruyer, *La cybernétique et l'origine de l'informatio*n, Paris, Flammarion, 1954.

27 L'expression est de Yves Winkin (*Anthropologie de la communication. De la théorie au terrain*, Louvain-la-Neuve, DeBoeck Université, 1996) qui oppose ce modèle à celui de la communication « orchestrale » proposé par Gregory Bateson.

28 Cf. Emmanuel Dion, *Invitation à la théorie de l'information, op. cit.*, p. 34 *sq*. Dès son article de 1948, Claude Elwood Shannon avait pourtant lui-même mis en garde contre une telle opération, le problème technique ne devant pas être confondu avec le problème sémantique, et il revint sur ce sujet dans un article de 1956 disant que sa théorie de l'information était *oversold* (cf. Emmanuel. Dion, *Invitation à la théorie de l'information*, *op. cit.*, p. 26, p. 39-40).

Abraham Moles, qui écrivit une longue préface à l'édition française de l'ouvrage de Claude Elwood Shannon et Warren Weaver[29], et contribua à cette application de la théorie de Shannon à des problèmes de psychologie et de sociologie[30], fut aussi celui qui qualifia le vulgarisateur de « troisième homme » situé entre le savant et l'ignorant[31].

En effet, le « modèle du déficit » présente, sous des formes voisines, six des huit caractéristiques que nous venons de reconnaître dans le modèle shannonien de la communication. Premièrement, comme ce dernier il est *unidirectionnel*, car les messages issus d'une source savante, et composés dans le langage propre à cette dernière, sont traduits en langage profane par le vulgarisateur qui les transmet ensuite à destination d'un public ignorant, sans retour : la source savante fonctionne ici comme l'un de ces Maîtres de Vérité délivrant une parole magico-religieuse dont parle Marcel Détienne[32]. Deuxièmement, la communication *intentionnelle* ainsi établie peut connaître diverses modalités (verbale, iconique, kinesthésique, etc.), dont la première fut initialement privilégiée. Troisièmement, c'est évidemment le *pôle savant* qui détermine ici le périmètre et les contenus des messages à transmettre, et il vise par cette transmission à configurer le *pôle profane* à son image : le « déficit » présumé est censé se trouver progressivement comblé du fait de la *colonisation de l'ignorance* en laquelle consiste la vulgarisation scientifique[33]. Quatrièmement,

29 Cf. note 23 ci-dessus. Cette préface occupe les pages 11 à 27 de l'ouvrage.

30 Cf. Abraham Moles, *Théorie de l'information et perception esthétique*, Paris, Denoël-Gonthier, 1972; Abraham Moles, *Théorie structurale de la communication et société*, Paris, Masson, 1986.

31 Abraham Moles et Jean Oulif, « Le troisième homme, vulgarisation scientifique et radio », *Diogène*, nº 58, 1967, p. 29-40.

32 Marcel Détienne, *Les maîtres de vérité dans la Grèce archaïque*, Paris, Maspéro, 1967.

33 Cf. Baudouin Jurdant, « La colonisation scientifique de l'ignorance », *op. cit.* Cette colonisation de l'ignorance constitue une illustration de ce que Warren Weaver intitulait plus généralement le « problème de l'efficacité » dans la longue introduction qui occupe les pages 29 à 62 de l'édition française de l'ouvrage qu'il publia avec Claude Elwood Shannon (Claude Elwood Shannon et Warren Weaver, *Théorie mathématique de la communication*, aux éditions Retz-CEPL, *op. cit.*, cf. note 23 *supra*). Situé au niveau C des

combler ce déficit consiste à empiler sur un mode *additif* des contenus de connaissance dans l'univers cognitif des ignorants, sans que soient établis de liens entre les différents contenus ainsi empilés ni entre l'ensemble de ces derniers en tant que produits et les processus de leur production[34]. Cinquièmement, du fait de cette absence d'explicitation des liens entre produits et processus de production des sciences et des technologies, la notion de *création* d'information ou de connaissance[35] est largement étrangère à la vulgarisation scientifique : l'information que transmet cette dernière au pôle profane porte exclusivement sur des produits achevés au niveau du pôle savant. Sixièmement enfin, les profanes ne sont aucunement en mesure de pouvoir filtrer les messages qui leur parviennent ainsi du pôle savant, et rien n'indique que la réception de ces messages soit de nature à provoquer une restructuration de leurs croyances[36].

---

problèmes de communication, ce problème consiste à se demander avec quelle efficacité la signification reçue influence la conduite dans le sens désiré, et sa solution dépend de celle du problème de niveau B, *i. e.* le problème sémantique, qui concerne la précision avec laquelle les symboles transmis véhiculent la signification désirée. À son tour, la solution du problème de niveau B dépend de celle du problème de niveau A : le problème technique portant sur l'exactitude avec laquelle les symboles de la communication peuvent être transmis (*ibid.*, p. 32-34). Après avoir consacré l'essentiel de cette introduction au problème de niveau A, qu'il considérait comme résolu par la théorie shannonienne (*ibid.*, p. 35-59), Warren Weaver revint en deux paragraphes sur les problèmes de nivaux B et C, dont il déclara que leur traitement demanderait certainement quelques compléments au schéma shannonien d'un système de communication, en ajoutant immédiatement qu'« il est également vraisemblable que ces additions resteraient mineures sans nécessiter une révision véritable » (*Ibid.*, p. 59). Voilà qui contraste singulièrement avec les réserves de Claude Elwood Shannon lui-même sur ce point!

34 Philippe Roqueplo, *Le partage du savoir*, Paris, Seuil, 1974, p. 220.

35 Sur la distinction entre information et connaissance, voir Bernard Ancori, Antoine Bureth et Patrick Cohendet, « The Economics of Knowledge: The Debate about Codification and Tacit Knowledge », *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, nº 2, 2000, p. 255-287.

36 Cf. Daniel Boy, « Analyse des résultats des enquêtes sur la perception de la société par les chercheurs et réciproquement », dans Jean-Pierre Alix, Bernard Ancori et Pierre Petit (dir.), *Sciences en société au XXIe siècle : autres relations, autres pratiques*, Paris, CNRS Éditions, 2008, p. 19-40; Collectif, « Les médiations scientifiques : enjeux et limites », dans Jean-Pierre Alix, Bernard Ancori et Pierre Petit (dir.), *Sciences en société au XXIe siècle*, *op. cit.*, p. 81-120.

Ainsi, parmi les huit caractéristiques que nous avons identifiées dans la théorie shannonienne de la communication, il n'y a guère que la nature quantitative de cette dernière et son indifférence à la signification des messages qui ne se voient reprises par le modèle du déficit sous-tendant les pratiques de la vulgarisation scientifique. Cette double absence s'explique par le fait que ces deux caractéristiques nous apparaissent liées. En effet, la vulgarisation scientifique ne peut évidemment rester indifférente à la signification des messages qu'elle transmet, puisqu'elle consiste par essence à tenter de traduire des significations issues d'univers cognitifs savants en significations compréhensibles par des univers cognitifs profanes. Cela dit, quel sens pourrait-on bien donner à une *statistique* de la distribution des significations parmi une population d'univers cognitifs d'acteurs individuels ou collectifs[37]? Tels que les a identifiés Warren Weaver, les problèmes de niveaux B et C, loin d'apparaître solubles au prix d'additions mineures, risquent fort de rester longtemps encore sans solution!

Revenons alors au phénomène de l'*increasing knowledge gap*, qui constitue l'objet principal de ce texte. Il est clair que ce phénomène ne peut absolument pas survenir dans un monde shannonien dans lequel l'information obéit à des lois additives. Comme nous le montrerons de manière plus formelle dans la dernière section de ce texte, quel que soit l'écart éventuel entre

[37] Aujourd'hui, la destination des messages de la vulgarisation scientifique consiste en effet en une population différenciée d'univers cognitifs d'acteurs individuels ou collectifs, et non en un introuvable « grand public » homogène. Cf. sur ce point Suzanne de Cheveigné, « La science dans une société médiatisée : le discours des publics », *Hermès*, nº 21, *Sciences et Médias*, 1997, p. 95-106. Comme l'écrit Dominique Wolton (« De la vulgarisation à la communication », *Hermès*, nº 21, *Sciences et Médias*, 1997, p. 9-14), hier les choses étaient simples dans un jeu à deux (savants/ignorants) avec la vulgarisation scientifique comme point de bascule; aujourd'hui, il y a au moins quatre acteurs (la science, la politique, la communication et les publics, chacun d'eux étant divisé en sous-groupes : non plus *la* science mais *les* sciences, ni *un* public mais *des* publics, un vulgarisateur, désormais nommé plus volontiers « médiateur », mais qui est aussi un acteur avec sa logique propre, et une communication qui n'a plus rien de linéaire, mais se déploie en réseaux). Cette complexité nouvelle de la médiation (plutôt que vulgarisation) scientifique correspond à celle de l'image actuelle de la science, brouillée par la multiplication des controverses sociotechniques.

les quantités d'information détenues au préalable par deux entités cognitives auxquelles serait transmis simultanément le même message contenant une quantité donnée d'information, la réception de ce dernier ne viendrait en rien le modifier. Le pôle savant n'ayant par définition rien à apprendre du pôle profane, les déficits respectifs dont feraient montre ces deux membres de ce dernier par rapport au pôle savant avant la réception de ce message pourraient certes se voir réduits de la quantité exacte d'information véhiculée par le message[38], mais l'écart entre les volumes de leurs stocks d'information resterait inchangé suite à la réception du message en question : l'opération d'addition conserve les différences.

2. Le modèle batesonien de la communication, de l'information et de l'apprentissage

L'anthropologue Gregory Bateson (1904-1980) fut l'inspirateur et le personnage central de ce que l'on a appelé la « nouvelle communication[39] », dont il explora les multiples aspects sur une période d'une quarantaine d'années[40].

38 Soulignons néanmoins ici que l'une des critiques adressées à la vulgarisation scientifique en général, donc aussi au modèle du déficit qui la sous-tend, porte sur son erreur d'identification de son véritable bénéficiaire : en réalité, ce dernier ne serait pas le public ignorant et destinataire des messages, comme le présument les praticiens de cette activité, mais la source savante à l'origine de cette dernière. Cf. Baudouin Jurdant, *Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique*, *op. cit.*; Baudouin Jurdant, « Enjeux et paradoxes de la vulgarisation scientifique », *op. cit.*; Baudouin Jurdant, « Parler la science? », *Alliage*, nº 59, 2006, p. 57-63. En somme, s'il est peut-être vrai que le pôle savant n'apprend rien du pôle profane à la faveur de la vulgarisation scientifique – mais cela reste à démontrer dès lors que la communication inclut la possibilité d'un *feed-back* –, il apprend à cette occasion de son propre discours. Que devient alors la notion de comblement de l'écart de connaissances entre pôles savant et profane, censée justifier l'existence même de la vulgarisation scientifique?

39 Yves Winkin, *La nouvelle communication. Textes recueillis et présentés par Yves Winkin*, Paris, Seuil, 1981; Yves Winkin (dir.), *Bateson: premier état d'un héritage*, Colloque de Cerisy, Paris, Seuil, 1988.

40 De 1952 à 1959, Gregory Bateson fut membre de la célèbre école de Palo Alto qu'il avait contribué à fonder. Cf. sur ce point Jean-Jacques Wittezaele et Teresa Garcia-Rivera, *À la recherche de l'école de Palo Alto*, Paris, Seuil, 1970. Cette école a développé une approche systémique de la psychothérapie

2.1. L'esprit immanent et la définition batesonienne de l'information

La conception de la communication développée par Gregory Bateson est centrée sur la notion d'esprit (*mind*) que nous pouvons introduire ici par le biais d'une question que les précurseurs des sciences cognitives se sont tous posée[41] : peut-on dire qu'un ordinateur pense? La réponse de Gregory Bateson à cette question est négative, ceci non pas pour dénier cette faculté à l'ordinateur, mais plutôt pour nier que l'homme en ait le monopole : selon lui, c'est le système homme-ordinateur-environnement qui est le sujet de l'acte de penser en tant qu'il est engagé dans un processus

(thérapie familiale et thérapie brève), popularisée par Paul Watzlawick, élève le plus connu de Gregory Bateson, dans toute une série d'ouvrages qu'il a rédigés seul (cf. Paul Watzlawick, *La réalité de la réalité. Confusion, désinformation, communication*, Paris, Seuil, 1978; Paul Watzlawick, *Le langage du changement. Eléments de communication thérapeutique*, Paris, Seuil, 1980 [éd. américaine, 1978]; Paul Watzlawick, *Les cheveux du baron de Münchhausen. Psychothérapie et « réalité »*, Paris, Seuil, 1991 [éd. américaine, 1988], ou avec d'autres (cf. Paul Watzlawick, Janet Helmick-Beavin et Donald De Avila Jackson, *Une logique de la communication*, Paris, Seuil, 1972, [éd. américaine, 1967]; Paul Watzlawick, John Weakland et Richard Fisch, *Changements, paradoxes et psychothérapie*, Paris, Seuil, 1975 [éd. américaine, 1974]; Paul Watzlawick et John Weakland, *Sur l'interaction. Palo Alto, 1965-1974*, Paris, Seuil, 1981, [éd. américaine, 1977]), voire dirigés (cf. Paul Watzlawick (dir.), *L'invention de la réalité. Comment savons-nous ce que nous croyons savoir? Contributions au constructivisme*, Seuil, 1988 [éd. allemande, 1981]. Nous utiliserons ici quatre ouvrages de Gregory Bateson : trois d'entre eux rassemblent 57 de ses articles écrits entre les années 1930 et les années 1970 (Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, I*, *op. cit.*; Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.*; Gregory Bateson, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, *op. cit.*), et le quatrième est le dernier ouvrage entièrement écrit de sa main et constitue son testament intellectuel (Gregory Bateson, *La nature et la pensée*, *op. cit.*). Nous pouvons raisonnablement estimer que ce corpus de textes est représentatif de sa pensée. Nous laisserons ainsi de côté d'autres textes, parce qu'ils ont été écrits avant sa rencontre avec la cybernétique, si importante dans la suite de son œuvre (Gregory Bateson, *La cérémonie du Naven*, Paris, Minuit, 1971 [éd. américaine, 1937]), ou en collaboration (Gregory Bateson et Jurgen Ruesch, *Communication et société*, Paris, Seuil, 1988 [éd. américaine, 1951]), ou encore par sa fille après sa mort à partir de notes (Gregory Bateson, *La peur des anges*, Paris, Seuil, 1989 [éd. américaine, 1987]).

41 Cf. Alain Pélissier et Alain Tête, *Sciences cognitives. Les textes fondateurs (1943-1950)*, Paris, Presses Universitaires de France, 1995.

d'essais-et-erreurs, et c'est donc ce système qui est le lieu de l'esprit[42]. Précisons immédiatement que ce dernier n'a rien de transcendant : il s'agit d'un processus mental immanent à certaines structures physiques d'une complexité appropriée, et qui circule au sein de systèmes fonctionnant en tant qu'unités. Afin de préciser ce point, Gregory Bateson propose l'exemple d'un homme qui abat un arbre à l'aide d'une cognée : « chaque coup de cognée sera modifié (ou corrigé) en fonction de la forme de l'entaille laissée sur le tronc par le coup précédent. Ce processus auto-correcteur (autrement dit, mental) est déterminé par un système global : arbre-yeux-cerveau-muscles-cognée-coup-arbre; et c'est bien ce système global qui possède les caractéristiques de l'esprit immanent[43] ».

Quelles sont ces caractéristiques?[44] Il en existe six, dont quatre peuvent être d'ores et déjà mentionnées : *i)* un esprit est un ensemble de parties, ou composants, en interaction; *ii)* l'interaction entre les parties d'un esprit est déclenchée par la différence, phénomène non matériel. Pour reprendre l'exemple ci-dessus, le système des interactions serait : (différences dans l'arbre)-(différences dans la rétine)-(différences dans le cerveau)-(différences dans les muscles)-(différences dans les mouvements de la cognée)-(différences dans l'arbre); à l'évidence, les différences évoquées ici sont celles qui séparent une valeur observée d'une

---

42 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.* p. 240. Gregory Bateson apparaît ainsi comme un précurseur de la théorie de l'acteur-réseau aujourd'hui développée en sociologie des sciences et des techniques, en ce que cette dernière met sur le même plan les acteurs humains et non humains (instruments, graphiques, carnets de laboratoire, etc.) en matière de production scientifique. Sur cette théorie, voir Madeleine Akrich, Michel Callon et Bruno Latour, *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, Paris, Presses de l'École des Mines 2006.

43 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, I*, *op. cit.*, p. 233; Gregory Bateson, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, *op. cit.*, p. 232-233.

44 Une liste en est rapidement dressée dans Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.*, p. 240, puis reprise sous une forme très développée dans Gregory Bateson, *La Nature et la Pensée*, *op. cit.*, p. 97-136.

valeur attendue[45], et leurs perception entraîne en chaque point du système, ainsi configuré en un circuit, un *feed-back* destiné ici à les réduire, voire à les annuler; *iii)* le processus mental se produit dans le monde de la forme et requiert de l'énergie collatérale, contrairement au monde de la substance; Gregory Bateson oppose très nettement ces deux mondes, régis selon lui par des types de lois très différents, et c'est exclusivement le premier qui l'intéresse : la pensée cybernétique ne porte pas sur des événements ou des objets, mais sur l'information véhiculée par ces événements et objets. À l'instar de Kant, Gregory Bateson pose que nous n'avons pas d'accès direct à l'objet, mais seulement à une forme[46], et ce qu'il recherche consiste en des lois d'évolution des formes, entièrement différentes de celles qui régissent la substance avec lesquelles ce serait, dit-il, une erreur épistémologique majeure de les confondre[47]; *iv)* le processus mental requiert des chaînes de détermination circulaires (ou plus complexes).

Ces quatre premières caractéristiques débouchent sur la définition de l'information de Bateson : « une unité d'information […] peut se définir comme une différence qui produit une autre différence. Une telle différence qui se déplace et subit des modifications successives dans un circuit constitue une idée élémentaire[48] ». Cette définition se retrouve tout au long de son œuvre – notamment dans le glossaire qui clôt son dernier ouvrage[49], et jusque dans le brouillon de ce qu'il aurait voulu appeler sa « dernière conférence », écrit en septembre 1979[50]. Elle est étroitement liée à la distinction forme/substance évoquée ci-dessus. En effet, dans le monde de la substance, la cause d'un

45 La notion d'information sous-jacente est donc très proche de celle que formalisa mathématiquement Ralph Vinton Lyon Hartley, et que reprit Claude Elwood Shannon : le point commun consiste ici en l'effet de *surprise* lié à la réception d'une information. Cependant, alors que dans le modèle shannonien la pragmatique de cette réception concerne un *symbole*, chez Gregory Bateson elle convoque une *différence*.

46 Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 253.

47 *Ibid.*, p. 233 *sq*.

48 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, I*, *op. cit.*, p. 231; Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 228 *sq*.

49 Gregory Bateson, *La Nature et la Pensée*, *op. cit.*, p. 234.

50 Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 404-412.

événement est une force, ou un impact, qu'exerce une certaine partie du système matériel sur une autre – par exemple, une boule de billard qui en frappe une autre est cause du déplacement de cette dernière. Dans le monde des idées, au sens donné plus haut à ce terme, il faut une relation entre deux parties (ou entre une partie à un temps *t* et la même à un temps *t+1*) pour activer une troisième partie que l'on appelle le récepteur. Ce dernier réagit à une différence ou à un changement. Ainsi l'entaille attendue du mouvement de la cognée et l'entaille produite par ce même mouvement sont les deux composantes de la différence, externes à la rétine, qui active cette dernière : la différence dans l'arbre est codée (ou transformée, ou convertie) en différence dans la rétine, puis en différence dans le cerveau, etc. D'où une cinquième caractéristique de l'esprit immanent : dans les processus mentaux, les effets de la différence doivent être considérés comme des transformations (des versions codées) de la différence qui les a précédés. En ce sens, la différence qui précède s'interprète comme un émetteur d'information à destination de celle qui suit, de sorte que chaque point du circuit est à la fois émetteur d'information (pour le point suivant) et récepteur d'information (du point précédent).

2.2. La catégorisation batesonienne de l'apprentissage

Afin de pouvoir énoncer la sixième et dernière caractéristique de l'esprit immanent, il nous faut exposer rapidement la théorie batesonienne des catégories de l'apprentissage. Cette théorie trouve son origine dans une idée que Gregory Bateson dit tenir de Samuel Butler et selon laquelle mieux un organisme connaît quelque chose, moins il est conscient de cette connaissance : « il existe un processus par lequel la connaissance (ou l'« habitude » d'action, de perception ou de pensée) s'enfonce à des niveaux de plus en plus profonds de l'esprit[51] ». Tout organisme refoulerait ainsi dans les profondeurs du non-conscient certaines connaissances afin de ne garder à un niveau de surface conscient que celles qui lui assureraient une certaine souplesse d'adaptation.

51 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, I*, *op. cit.*, p. 146.

Plus précisément, « l'économie du système pousse les organismes à refouler les aspects généraux des relations, qui restent toujours valables, et à garder au niveau conscient la pragmatique impliquée par tel ou tel moment[52] ». Sur la base de cette idée, Gregory Bateson affirme que tout processus continu d'apprentissage comporte au moins deux niveaux : celui de l'apprentissage primaire, où le sujet reçoit une information simple dans un contexte donné et y répond de manière conditionnée, et celui de l'apprentissage secondaire (*deutero-learning*), où le sujet témoigne d'une habileté croissante à traiter des contextes donnés, comme si ces contextes étaient à attendre dans son univers. En somme, l'apprentissage primaire consiste à apprendre, et l'apprentissage secondaire, à apprendre à apprendre[53] : lors d'un apprentissage dont les différentes phases sont réitérées, à chaque fois que nous apprenons, nous apprenons à apprendre, de sorte que notre performance s'améliore à chaque itération.

Ces deux niveaux d'apprentissage correspondent à deux types de changements en ce qui concerne un système quelconque : le premier se produit *à l'intérieur d'un système*, affectant ainsi les *variables* de ce dernier, tel un changement de la température extérieure à une maison pourvue d'un système de chauffage à contrôle thermostatique dont les variables sont les « circonstances déterminables qui changent d'un moment à l'autre à mesure que la maison oscille autour d'une certaine température stable[54] »; le second se produit au niveau *du système en tant qu'ensemble*, affectant ainsi les *paramètres* de ce dernier, tel un changement de la température critique enregistrée par le thermostat dans l'exemple précédent. Ces deux types de changement se traduisent respectivement par un déplacement *sur* une courbe donnée – les paramètres de cette courbe sont fixés, seules les valeurs des variables changent – et par un déplacement *d'une* courbe – ce sont ici les paramètres de cette dernière qui changent. Bref, si le premier type de changement correspond à des modifications de

52 *Ibid.* Voir aussi Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 153-154, 161-162, 237-238.
53 *Ibid.*, p. 274.
54 *Ibid.*, p. 178.

valeurs qui sont *membres* d'une classe donnée, le second correspond à des modifications de ces *classes* de valeurs elles-mêmes.

Selon Gregory Bateson, la conception de l'apprentissage doit donc obéir au formalisme de la théorie des types logiques développée dans les *Principia Mathematica* publiés à Cambridge par Bertrand Russell et North Whitehead dans les années 1910 à 1913, au sens où cette théorie distingue soigneusement le niveau logique des membres d'une classe de celui de la classe elle-même sur la base de deux postulats[55] : *i)* une classe ne peut être un membre d'elle-même – « la classe des éléphants n'a pas de trompe et n'est pas elle-même un éléphant[56] »; *ii)* une classe n'est pas membre de la classe des éléments qui sont ses non-membres – la classe des chaises n'est pas un élément de la classe des non chaises[57].

La réunion de ces deux postulats implique que le concept de classe est d'un niveau logique supérieur à celui du concept de membre, et Gregory Bateson distingue sur cette base au moins cinq niveaux logiques d'apprentissage. Chacun de ces derniers correspond à un changement dans l'apprentissage de niveau immédiatement inférieur[58].

L'apprentissage de niveau 0 est celui d'une « entité [qui] présente un changement minimal dans sa réponse à un élément itéré d'excitation sensoriel[59] ». La réponse est ici stéréotypée, de sorte

---

55 Bertrand Russell raconte son expérience éprouvante d'un été entier où il s'asseyait chaque matin face à une feuille blanche et essayait de résoudre le paradoxe du Crétois, puis se relevait chaque soir devant cette page toujours aussi blanche jusqu'à ce qu'il ait l'idée de formuler ces deux postulats (Bertrand Russel, *Histoire de mes idées philosophiques*, Paris, Gallimard, 1961, p. 92-126). Gregory Bateson remarque que ce paradoxe – le Crétois dit que tous les Crétois sont menteurs : s'il est un menteur, alors il dit la vérité; s'il dit la vérité, alors il ment – n'en est un que si la relation « si-alors » est un opérateur logique; en revanche, le paradoxe disparaît si cette relation est d'ordre causal et temporel : « En introduisant le temps dans la relation si-alors, toute la logique classique devient obsolète » (Gregory Bateson, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, *op. cit.*, p. 253).

56 Gregory Bateson *Vers une écologie de l'esprit, I*, *op. cit.*, p. 178.

57 *Ibid.*, p. 254.

58 *Ibid.*, p. 253-282.

59 *Ibid.*, p. 257.

que le lien entre stimulus et réponse est invariable du fait de l'absence de processus d'essais-et-erreur : apprendre consiste alors en « la simple réception d'une information provenant d'un événement extérieur, d'une façon telle qu'un événement analogue se produisant à un moment ultérieur (et approprié) transmettra la même information : par la sirène de l'usine, j'apprends qu'il est midi[60] ».

L'apprentissage de niveau 1 correspond à un changement dans l'apprentissage de niveau 0, c'est-à-dire aux cas « où une entité donne au Moment 2 une réponse différente de celle qu'elle a donnée au Moment 1[61] ». Tel est l'apprentissage dans le cas du conditionnement pavlovien où, avant d'être conditionné, le chien ne salivait pas en entendant le son d'une clochette (Moment 1), alors qu'après avoir été conditionné, il salive en réponse à sa perception de ce son (Moment 2)[62]. Plus généralement, ce niveau d'apprentissage implique « un changement dans la spécificité de la réponse, à travers une correction des erreurs de choix à l'intérieur d'un ensemble de possibilités[63] », et la mise en acte de ce type de correction constitue la marque d'un processus d'essais-et-erreurs.

L'apprentissage de niveau 2 correspond à un changement dans l'apprentissage de niveau 1. C'est l'apprentissage secondaire dont il a été question plus haut, et qui consiste en somme en une installation progressive d'une routine cognitive pouvant aller jusqu'au parfait ancrage de cette dernière, qui cesse alors totalement d'être consciente[64]. Ajoutons pour notre part que lorsqu'elle est ancrée à ce point, une routine cognitive donnée présente

60 *Ibid.*, p. 257-258.

61 *Ibid.*, p. 260.

62 Insistons avec Gregory Bateson sur l'absolue nécessité de considérer les contextes des Moments 1 et 2 comme étant strictement identiques, faute de quoi aucune classification en types logiques ne pourrait être donnée. Cela signifie simplement que le changement ne peut s'apprécier que sur fond de permanence : sans un tel fond, il n'existerait pas de changement en tant que processus, mais seulement un ensemble de situations entièrement différentes l'une de l'autre, et n'accueillant chacune qu'un apprentissage de niveau 0 (*Ibid.*, p. 262).

63 *Ibid.*, p. 260.

64 Gregory Bateson, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, *op. cit.*, p. 239.

paradoxalement une double face : côté positif, elle maximise l'économie de ressources cognitives qu'elle a pour fonction de réaliser, et libère la quantité maximale de ressources ainsi rendues disponibles pour l'apprentissage d'autres tâches; côté négatif, plus une routine est ancrée, plus elle est difficile à extirper lorsque le besoin s'en fait sentir – par exemple quand l'environnement change radicalement et de manière abrupte. Si bien que la maximisation de l'avantage de court terme peut se payer d'une maximisation de l'inconvénient à long terme[65]. Un apprentissage de niveau 2 parfaitement ancré ressemble ici à un apprentissage de niveau 0 en ce qu'il implique comme celui-ci l'absence de processus d'essais-et-erreurs – inexistant d'emblée dans celui-ci, éliminé au terme de celui-là. À la limite, ces deux types d'apprentissage constituent ainsi la négation du concept même d'apprentissage.

L'apprentissage de niveau 3 correspond précisément à un changement dans l'apprentissage de niveau 2, c'est-à-dire à « un changement correcteur dans le système des ensembles de possibilités dans lequel s'effectue le choix[66] ». Il s'agit ici pour une entité donnée d'apprendre à apprendre à apprendre, c'est-à-dire de se donner la capacité de changer de vision du monde à chaque fois que le monde lui-même change[67].

---

65 *Ibid.*, p. 154, p. 290 *sq*.

66 *Ibid.*, p. 266. Si l'apprentissage de niveau 2 est celui que réalisent les scientifiques dans les longues périodes de « science normale » au sens de Thomas Samuel Kuhn dans *La structure des révolutions scientifiques*, (Paris, Flammarion, 1972 [éd. américaine, 1970]), l'apprentissage de niveau 3 est mis en acte par eux lors des courts épisodes de « science révolutionnaire » (Cf. Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. II. Temporalités historiques et entropie sociocognitive », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 4, nº 1, 2008, p. 9-76).

67 Comme le dit Gregory Bateson, « l'unité de survie est l'organisme *dans* l'environnement, et non l'organisme *contre* l'environnement » (Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 241, italiques de l'auteur). La survie de l'organisme peut alors tenir à la rapidité du changement ainsi opéré, qui doit parfois être au moins égale à celle du changement survenant dans son environnement. Il fait alors preuve d'une « flexibilité dynamique » mise en avant par les économistes théorisant le monde de l'incertain radical et de la réactivité de la firme qui est celui des économies actuelles (Patrick Cohendet et Patrick Llerena, « Nature de l'information, coûts de transaction et organisation de l'entre-

Enfin, l'apprentissage de niveau 4 correspondrait théoriquement à un changement dans l'apprentissage de niveau 3, c'est-à-dire à un changement de changement de changement de changement dont nous admettrons volontiers, à la suite de Bateson, qu'il est « fort improbable que l'on puisse l'enregistrer dans un organisme adulte vivant actuellement[68] ».

Cette catégorisation de l'apprentissage débouche finalement sur la sixième et dernière caractéristique de l'esprit immanent : la description et la classification des processus de transformations de différences propres aux processus mentaux révèlent une hiérarchie de types logiques, immanente aux phénomènes que nous appelons la pensée, l'évolution, l'écologie, la vie, l'apprentissage.

2.3. Les huit caractéristiques principales de la théorie batesonienne de la communication

Contrairement au modèle shannonien qui privilégie l'aspect technique de la communication en focalisant son attention sur le canal de communication situé entre la sortie de la source et l'entrée de la destination, le modèle batesonien met en avant l'aspect social de la communication en affirmant que tout système communicationnel est nécessairement hiérarchisé de telle sorte que le niveau englobant soit celui de l'énonciation des acteurs en communication et le niveau englobé celui de leurs énoncés. Précisons ce point en empruntant un exemple à Gregory Bateson lui-même[69]. Supposons que je dise « il pleut » à mon interlocuteur et que ce dernier regarde par la fenêtre pour vérifier la conformité de mon assertion à la réalité de son référent extralinguistique. Ce faisant, le récepteur de mon message obtient une information sur la nature de notre relation – je dis la vérité ou je mens, je plaisante ou non, etc. Cette situation peut se représenter ainsi :

[(« il pleut »/gouttes de pluie)/rapport lui-moi]

---

prise », dans Bernard Ancori (dir.), *Apprendre, se souvenir, décider. Une nouvelle rationalité de l'organisation*, Paris, CNRS Éditions, 1992, p. 175-209).

68 Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 266.

69 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, I*, *op. cit.*, p. 144; Gregory Bateson, *Une unité sacrée.*, *op. cit.*, p. 192.

Dans cette représentation, la redondance (ou l'absence de redondance) matérialisée par la barre située à l'intérieur de l'univers contenu dans les parenthèses rondes est un message à l'intérieur de l'univers, plus vaste, entre crochets. Ainsi, s'il m'accorde *a priori* sa confiance et qu'il voit effectivement des gouttes de pluie en regardant par la fenêtre et vérifie ainsi la véracité de mon assertion, le rapport entre lui et moi n'est modifié en aucune façon : il m'accorde sa confiance *a posteriori* comme *a priori*. Dans ce cas, en effet, la barre située dans l'univers contenu dans les parenthèses rondes exprime la redondance existant entre mon message et son référent extralinguistique, et cette redondance confirme l'idée de notre rapport que se faisait mon interlocuteur avant sa réception de ce message, de sorte que la barre située dans l'univers contenu entre crochets exprime également une redondance. C'est exactement la même chose si, à l'inverse, se méfiant *a priori* de moi, il voit à présent un temps sec à travers la fenêtre alors que je viens de lui dire « il pleut ». En revanche, dans les deux autres cas possibles – il me faisait confiance et s'aperçoit que je mens, il se méfiait de moi et découvre que je dis la vérité – l'absence de redondance dans le message situé dans l'univers contenu dans les parenthèses rondes implique l'absence de redondance dans le message situé dans l'univers, plus vaste, entre crochets, vis-à-vis duquel ce message constitue dès lors une information : une différence (entre mon message et son référent extralinguistique) est cause d'une autre différence (entre le rapport lui-moi, considéré successivement à l'instant *t* précédant mon message, puis à l'instant *t+1* suivant l'émission de ce dernier). Dans le cadre de la communication sociale, tout message échangé entre les protagonistes à propos d'un objet tiers est aussi et d'abord un message qui porte sur la relation établie entre ces protagonistes eux-mêmes.

Contrastons à présent les huit caractéristiques principales de la théorie de la communication « orchestrale » développée par Gregory Bateson avec celles que nous avons reconnues plus haut dans la communication « télégraphique » due à Claude Elwood Shannon. Premièrement, il s'agit ici d'un modèle au moins

circulaire : le flux d'information véhiculé par le message va de la source constitué par chaque point donné du système de communication vers la destination constituée par le point suivant, mais il existe ici une possibilité de retour vers le point initial – qui peut être n'importe quel point du circuit ainsi formé – sous forme de *feed-back* positifs (que Gregory Bateson qualifie de *symétriques*, tels ceux impliqués par la course aux armements lors de la guerre froide), ou négatifs (qu'il qualifie de *complémentaires*, tel celui qui informe le processus physiologique de la transpiration menant à une homéostasie).

Deuxièmement, il s'agit d'une communication qui peut être *intentionnelle* ou *non intentionnelle* et qui est susceptible de connaître diverses modalités (verbale, iconique, kinesthésique, etc.). En rapport avec ce qui précède, Gregory Bateson souligne le développement conjoint chez l'homme, au cours de l'évolution, des modalités verbale et iconique de la communication, la première étant mieux adaptée à des significations rapportées à l'univers « message-plus-environnement », et la seconde à celles liées à l'univers « organisme-plus-un-autre-organisme »[70]; ainsi dans l'exemple utilisé plus haut, le message référé à l'univers entre parenthèses rondes s'exprime plus efficacement sous forme verbale, alors qu'une expression iconique conviendrait mieux à celui référé à l'univers entre crochets – par exemple, mon érubescence pourrait mieux traduire que l'énoncé d'un aveu la conscience que j'aurais de voir mon éventuel mensonge découvert.

Troisièmement, Gregory Bateson met l'accent tonique sur le *pôle de la réception* des messages, et non sur celui de leur émission : à plusieurs reprises, il se rallie explicitement à la philosophie de la connaissance de l'évêque Berkeley disant que ce qui se passe dans la forêt est dénué de sens s'il n'est pas là pour en être affecté[71], et affirme que la différence n'a d'efficace qu'en étant

70 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.*, p. 180.

71 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.*, p. 73; Gregory Bateson, *La Nature et la Pensée*, *op. cit.*, p. 106; Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 262.

perçue[72]. En d'autres termes, tant qu'un message émis n'est pas reçu, cette émission n'a aucune importance.

Quatrièmement, les lois gouvernant le monde de la forme dont relèvent l'information, la communication et l'apprentissage sont de nature multiplicative ou *combinatoire*. G. Bateson évoque ici l'exemple de ce que les neurophysiologistes appellent un « ajout synaptique » : deux neurones A et B ayant une liaison synaptique avec un troisième neurone C, l'excitation de A ou B séparément ne suffit pas à exciter C, contrairement aux impulsions combinées de A et B lorsqu'ils sont excités simultanément[73]. Dans le monde de la substance où fonctionnent des lois additives, on dira alors que l'« ajout » de A à B (ou réciproquement) permet de dépasser le seuil C* d'excitation de C. Dans celui de la forme, régi par des lois combinatoires, on dira que « le système opère de façon à créer des différences. Il y a deux classes différenciées d'excitation 'par A' : celles qui sont accompagnées par une excitation 'par B' et celles qui se produisent sans cette dernière. Et il en va de même pour B. De ce point de vue, ledit 'ajout', lorsque les deux neurones sont excités, n'est pas un processus additif. C'est plutôt la formation d'un produit logique un processus de fractionnement plutôt qu'une addition[74] ». La description du monde de la forme sera toujours hiérarchisée selon un ordre de complexité absent du monde de la substance; « chaque différence effective dénote une démarcation, une ligne de classification, et toute classification est hiérarchique[75] ».

Cinquièmement, le modèle batesonien de la communication traite centralement de la signification de l'information. En effet, dans un système hiérarchisé cette notion peut être définie de manière très générale « comme l'effet de la réception de cette information par son destinataire. Cet effet peut apparaître soit sous la forme d'un changement d'état, soit sous celle d'un 'output'

72 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.*, p. 42, p. 236.
73 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.*, p. 214; Gregory Bateson, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, *op. cit.*, p. 230.
74 Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, II*, *op. cit.*, p. 214.
75 *Ibid.*, p. 214.

de ce destinataire lui-même envisagé comme un sous-système[76] ». Or, l'accent très fort mis par Gregory Bateson sur le récepteur de l'information – *via* sa conception de l'événement qui n'a de sens qu'en étant perçu, en cohérence parfaite avec sa définition de l'information comme différence qui produit une autre différence – montre que l'effet de la réception d'une information par son destinataire est pour lui absolument capital. En outre, dans son modèle cet effet prend simultanément les deux formes évoquées ici par Henri Atlan : chaque point du système change d'état à la suite de sa réception d'une information du fait de la différence ainsi perçue par lui, et en tant que sous-système, chacun de ces points émet à destination d'un autre point du système global un 'ouput' sous forme d'une différence consistant en une version codée (ou transformée, ou convertie) de celle qui correspondait à l'information reçue.

Sixièmement, le modèle développé par Gregory Bateson permet implicitement de penser une forme de *création* d'information : chaque transformation d'une différence perçue en une différence émise tout au long du système de communication peut en effet comporter une part de création. Nous développerons ce point dans notre dernière section.

Septièmement, comme nous l'avons vu, l'apprentissage réalisé par le destinataire donne lieu ici à une catégorisation de l'apprentissage sur le mode de la théorie des types logiques de Bertrand Russell et North Whitehead. D'un point de vue purement théorique, le nombre de niveaux d'apprentissage ainsi impliqué est infini, puisque toute classe peut être membre d'une classe d'un niveau supérieur, et que chaque élément d'une classe donnée peut lui-même constituer une classe d'éléments situés à un niveau logique inférieur : il n'existe pas de classe de toutes les classes qui pourrait venir borner leur extension. Mais, d'un point de vue empirique, il semble raisonnable d'arrêter cette dernière au niveau 3. Pour une entité donnée, réaliser un apprentissage de ce niveau consiste en réalité à restructurer ses croyances à la suite de

76 Henri Atlan, *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*, Paris, Seuil, p. 86.

sa réception d'un message contradictoire avec ses croyances antérieures. À leur tour, les croyances ainsi restructurées constituent une sorte de filtre permettant d'accueillir et d'évaluer les informations qui seront reçues. Tant que ces dernières n'entrent pas en contradiction avec le filtre formé par les croyances actuelles de l'entité concernée, celle-ci réalise un apprentissage de niveau 2[77].

Huitièmement, la théorie batesonienne de l'information de la communication et de l'apprentissage reste essentiellement *qualitative*. Malgré la source d'inspiration que constitua la théorie des types logiques pour sa catégorisation de l'apprentissage, et en dépit de l'influence revendiquée de la cybernétique sur sa pensée, Bateson ne développa jamais de théorie *mathématique* de la communication, au contraire d'un Shannon dont il connaissait

77 Alors que l'apprentissage de niveau 2 se laisse formaliser avec les outils de la logique classique, l'analyse de l'apprentissage de niveau 3 doit faire appel à la sémantique des mondes possibles (cf. Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. II. Temporalités historiques et entropie sociocognitive », *op. cit.*, p. 37 *sq*.). Remarquons que la catégorisation batesonienne de l'apprentissage, formulée initialement dans un article publié en 1964 et reprise dans le dernier chapitre de Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit, I*, *op. cit.*, p. 253-282, anticipait l'essentiel de la notion d'effets contextuels contenue dans la théorie de la pertinence exposée par Dan Sperber et Deirdre Wilson (*La pertinence. Communication et cognition*, Paris, Minuit, 1989 [éd. anglaise, 1986]) : que représentent les effets contextuels (implication, renforcement, contradiction) figurant dans la conception classificatoire de la pertinence, sinon les niveaux 1, 2 et 3 de l'apprentissage batesonien? Voir notamment « Le message du renforcement », écrit en 1966 et repris dans Gregory Bateson, *Une unité sacrée*, *op. cit.*, p. 192 *sq*. D'un autre côté cependant, Dan Sperber et Deirdre Wilson s'inscrivent dans le sillage du philosophe Paul Grice, selon lequel un principe d'économie serait à l'œuvre dans le langage, qui viserait ainsi à ne dire que ce qui est pertinent. La théorie inférentielle de la communication définit alors cette dernière comme régulée par le principe d'inférence : un signe signifie lorsque, combiné avec le contexte, un interlocuteur peut déduire/inférer le sens de ce dernier. Et c'est alors au producteur de ce signe de veiller à ce qu'il en aille ainsi – de produire des messages ayant des effets contextuels. En ce sens, la théorie de la pertinence met l'accent sur l'*émetteur* des messages, contrairement à l'approche batesonienne que nous savons privilégier le *récepteur* de ces derniers.

les travaux présentés par celui-ci lors de la 7e conférence Macy (mars 1950)[78], et qu'il ne cite pourtant pas une seule fois.

Avant d'analyser l'*increasing knowledge gap* dans cette perspective, résumons les éléments de son contraste avec le modèle de Shannon :

	Modèle de Shannon	Modèle de Bateson
Flux d'information	Linéaire	Au moins circulaire
Communication	Intentionnelle, verbale	Intentionnelle/inintentionnelle, verbale ou iconique
Accent principal	Emission des messages	Réception des messages
Lois de l'information	Additives	Combinatoires
Signification de l'information	Indifférente	Centrale
Création d'information	Aucune	Possible
Apprentissage	Apprentissage de niveau 0 par simple empilement de symboles Ni filtrage préalable des messages, ni restructuration des croyances à l'issue de leur réception	Catégorisation hiérarchisée Réception des messages (apprentissage de niveau 1) filtrée par un contexte cognitif (apprentissage de niveau 2) susceptible de se voir restructuré (apprentissage de niveau 3)
Type de théorie	Quantitative	Qualitative

3. Lois combinatoires, création d'information et *increasing knowledge gap*

Telles que nous les avons listées plus haut, les cinquième et sixième caractéristiques du modèle batesonien de communication sociale portent respectivement sur la signification et la création de l'information. Nous allons voir à présent que ces deux caractéris-

78 En mai 1942, Gregory Bateson avait participé à la conférence organisée à New York par Warren McCulloch sur le thème de l'inhibition cérébrale et qui constitua l'événement fondateur des dix fameuses conférences Macy qui se tinrent de mars 1946 et avril 1953. En septembre 1946, il s'était lui-même chargé d'organiser une sous-conférence spéciale sur le thème des mécanismes sociaux téléologiques, destinée à permettre à des chercheurs en sciences sociales (les sociologues Talcott Parsons et Robert King Merton, ainsi que l'anthropologue Clyde Kluckholn) de dialoguer avec des représentants des sciences « dures » – en l'occurrence, Norbert Wiener et John von Neumann. À cette occasion, il fut recommandé au groupe principal des conférences Macy d'éclaircir la notion de *Gestalt*, et cette notion constitua effectivement l'objet central de la 2e conférence Macy qui suivit en octobre 1946, puis donna lieu à une intervention de Wolfgang Köhler sur ce thème lors de la 4e conférence en octobre 1947. Cette intervention fut jugée dépourvue de fondements empiriques et sévèrement critiquée à ce titre par Walter Pitts et Warren McCulloch (cf. Jérôme Segal, *Le zéro et le n*, *op. cit.*,p. 176 *sq.*).

tiques sont liées entre elles par le biais de la nature combinatoire des lois de la forme, et que c'est également ce type de lois qui permet d'expliquer l'*increasing knowledge gap* en tant que résultat inévitable d'un processus cognitif dès lors que les dotations en information initiales des acteurs « profanes » sont inégales, et qu'un message identique leur est transmis simultanément par un acteur spécialisé dans la médiation scientifique et technique. À cette fin, nous rappellerons d'abord certaines hypothèses et notations d'une modélisation de la structure et de l'évolution d'un réseau sociocognitif complexe d'acteurs individuels longuement développée par ailleurs[79].

3.1. Structure et évolution du réseau : hypothèses et notations

La modélisation dont nous explorons ici le potentiel explicatif en matière d'*increasing knowledge gap* repose sur quinze hypothèses dont nous ne retiendrons que les plus pertinentes pour cette problématique précise[80]. Commençons par caractériser la *structure* de notre réseau. Les acteurs individuels, notés *Ai*, sont représentés dans le modèle sous l'angle de leurs représentations mentales composées de catégories psychologiques notées C_j, ou de combinaisons de telles catégories. L'ensemble des catégories C_j connues de l'acteur A_i à la date t est noté S_i (t), et le répertoire cognitif correspondant, noté $\mathscr{P}S_i$ (t), est constitué de l'ensemble des parties de l'ensemble S_i (t)[81]. À chaque date t donnée correspond

79 Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. I. Propension à communiquer et présent spécieux », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 3, n° 2, 2008, p. 113-181; Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. II. Temporalités historiques et entropie sociocognitive », *op. cit.*, p. 130 *sq*.

80 *Ibid.*, p. 130-144.

81 Le répertoire cognitif $\mathscr{P}S_i$ (t) contient toutes les combinaisons de catégories C_j (t) que l'acteur A_i est formellement capable de construire à partir de S_i (t). En toute rigueur, ce répertoire ne s'identifie pas avec la mémoire individuelle de A_i à cette date, car certaines parties de $\mathscr{P}S_i$ (t) n'ont alors pour l'acteur concerné aucune pertinence sémantique : sa mémoire individuelle est le sous-ensemble de $\mathscr{P}S_i$ (t) qui est sémantiquement pertinent pour lui à cette date. Néanmoins, si cette distinction s'est révélée utile pour analyser la notion

un état du réseau représentable par une matrice boléenne $[a_{ij}]$ (t) dont les lignes sont les acteurs individuels A_i et les colonnes les catégories C_j. Les coefficients de cette matrice sont tels que $a_{ij} = 1$ si, et seulement si, l'ensemble S_i (t) contient la catégorie C_j, et $a_{ij} = 0$ dans le cas inverse. À chaque date t considérée, la « mémoire » globale de ce réseau, notée $\Gamma(t)$, consiste en l'union des ensembles de répertoires cognitifs des acteurs qui sont les nœuds de ce dernier : $\Gamma(t) = \bigcup \mathscr{P}S_i$ (t).

Venons-en aux hypothèses et notations qui gouvernent l'*évolution* de ce réseau. Dans le cadre de notre problématique, ce dernier est supposé évoluer sous la seule impulsion de la communication interindividuelle entre acteurs. Pour qu'une telle communication soit possible, il faut que les acteurs impliqués disposent d'un langage commun, formalisé ici par l'existence d'au moins une catégorie simultanément présente dans leurs ensembles S_i (t). L'évolution du réseau consiste en un processus d'apprentissage comportant une dimension extensive ainsi qu'une dimension intensive, dont seule la première nous intéresse directement ici[82]. Cette dimension est celle de l'apprentissage de niveau 1 réalisé par l'acteur A_i suite à sa réception d'information lors de sa

kuhnienne de révolution scientifique (*Ibid.*, p. 33 *sq.*), elle n'a aucune importance pour le présent propos. Nous considérerons donc ici qu'à toutes les dates considérées, le répertoire $\mathscr{P}S_i$ (t) est intégralement pertinent d'un point de vue sémantique pour l'acteur A_i, et qu'il se confond ainsi avec sa mémoire individuelle.

82 En réalité, les représentations mentales des acteurs sont composées de catégories C_j^q (t), ou de combinaisons de telles catégories, où l'exposant *q* mesure le nombre d'occurrences de la catégorie C_j dans le répertoire cognitif d'un acteur donné depuis son plus lointain passé jusqu'à la date t. Dans sa dimension intensive, l'apprentissage de l'acteur A_i est indexé sur l'évolution de l'exposant *q* des catégories C_j^q telle que $a_{ij} = 1$, $\forall q$. À chaque nouvelle occurrence d'une catégorie C_j^q dans la mémoire individuelle d'un acteur donné – ici confondue avec son répertoire cognitif $\mathscr{P}S_i$ (t) –, cette catégorie devient une catégorie C_j^{q+1}. Ce processus correspond à la notion batesonienne d'apprentissage secondaire, et il se poursuit jusqu'à ce que l'exposant *q* atteigne une valeur-limite *h* à partir de laquelle la catégorie concernée devient une méta-catégorie qui quitte le niveau conscient des mémoires individuelles et collectives correspondantes pour rejoindre un niveau non conscient intervenant dans le filtrage préalable de l'information reçue par l'acteur et la structuration de ses croyances.

communication avec un ou plusieurs autre(s) acteur(s), et cet apprentissage est indexé sur l'évolution du cardinal de l'ensemble S_i (t) – donc aussi sur celle du cardinal de $\mathscr{P}S_i$ (t), égal à 2^I si S_i (t) contient I éléments.

3.2. Signification et création de l'information

Appliquons ces hypothèses et notations à un modèle de réseau reflétant la situation canonique de vulgarisation scientifique, et adoptons la version la plus simple possible d'un tel modèle en nous contentant ici d'un seul savant, d'un seul médiateur et de deux profanes, notés respectivement A_s, A_m et A_1 et A_2. Le but du médiateur est de combler le déficit de connaissances entre savant et profanes dans un domaine scientifique précis – disons la théorie du Bing Bang – par le biais de messages dont les contenus constituent des versions codées en une langue vernaculaire compréhensible par tous de contenus écrits dans une langue jugée trop ésotérique pour que les profanes puissent en saisir les significations. Par définition, le savant n'a rien à apprendre des profanes ni du médiateur, car il sait tout ce que sait chacun d'eux dans le domaine scientifique considéré – c'est-à-dire pratiquement rien pour les premiers, et relativement peu de choses pour le second.

Néanmoins, aucun de ces quatre acteurs n'est strictement identique à aucun autre du point de vue de ses représentations mentales. Nous rendons compte ici de ces singularités individuelles par la présence de catégories idiosyncrasiques dans les mémoires correspondantes. Dans ces conditions, l'état du réseau à la date t est représentable comme suit :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
A_1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
A_2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
A_m	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
A_s	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Dans cet état, tous les acteurs individuels sont singuliers, ce que marque la présence à la date t des catégories idiosyncrasiques C_6 et C_7 dans S_1, C_8 et C_9 dans S_2, C_{10} et C_{11} dans S_m et C_{12} et C_{13} dans S_s. Au delà de ces singularités individuelles, tous les acteurs partagent un langage commun, formalisé ici par C_5. Les deux profanes sont identiquement dotés en volumes d'information : S_1 (t) et S_2 (t) contiennent chacun trois éléments. Le domaine scientifique considéré, connu du seul savant, comporte les catégories C_1, C_2 et C_3, et la catégorie C_4 représente le contenu vulgarisé de ce savoir ésotérique, connu à la fois du médiateur et du savant. Supposons à présent que le médiateur adresse simultanément aux deux profanes un message identique, et ceci sous le contrôle sourcilleux du savant. Nous savons que ce message doit comporter la catégorie C_5 pour être compris de tous, et par ailleurs son aspect informatif doit bien sûr être rendu par le contenu vulgarisé C_4. Adressé aux profanes par le médiateur et également perçu par le savant, ce message est donc « C_4C_5 », de sorte que l'apprentissage de niveau 1 réalisé par les profanes entre t et t+1 conduit à l'état suivant du réseau[83] :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
A_1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
A_2	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
A_m	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
A_s	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Nous vérifions facilement que le but du médiateur est ici parfaitement atteint, et ceci sans aucune apparition d'un *increasing knowledge gap* parmi la population des profanes : lus en termes additifs propres au modèle shannonien, non seulement le volume du langage commun à tous les acteurs a doublé, mais aussi l'écart

83 En réalité, tous les acteurs ont amorcé ce faisant un apprentissage secondaire, de sorte que la catégorie C_5 est devenue, à la date t+1, une catégorie C_5^2. En outre, les acteurs A_m et A_s ont amorcé le même type d'apprentissage en ce qui concerne C_4, devenue pour eux, mais pour eux seulement, la catégorie C_4^2 à la date t+1.

entre les profanes et le savant s'est alors réduit d'une unité entre t et t+1 – c'est-à-dire d'un quart. En outre, les profanes en savent à présent autant que le médiateur et leurs volumes d'information sont toujours égaux. Il en va de même sur le plan qualitatif, mais non d'un point de vue quantitatif, si nous interprétons à présent cette évolution en termes des lois combinatoires de l'information propres au modèle batesonien. Dans ce cadre, ce ne sont plus les ensembles de type S_i que nous devons comparer dans les deux états successifs du réseau, mais les mémoires individuelles identifiées ici aux répertoires cognitifs $\mathscr{P}S_i$ formés des ensembles de parties des ensembles de ces S_i. Il apparaît alors que les volumes de ces répertoires, égaux à la date t, ont identiquement doublé entre cette date et la date t+1, et sont donc toujours égaux – et égaux à présent à celui du répertoire cognitif du médiateur. L'écart entre l'ensemble de ces trois volumes et celui du répertoire cognitif du savant s'est, lui, réduit, mais ceci en passant de $2^7 - 2^3$ à la date t à $2^7 - 2^4$ à la date t+1, diminuant ainsi de moitié entre ces deux dates, c'est-à-dire deux fois plus que dans le modèle shannonien.

Par ailleurs, cette lecture batesonienne de la communication présente l'avantage sur sa lecture shannonienne d'introduire, en les liant explicitement, les notions de signification et de création de l'information lors de la communication – des notions totalement absentes du modèle de Claude Elwood Shannon, et un lien qui restait implicite dans celui de Gregory Bateson. Considérons en effet l'état du sous-réseau formé par les seuls profanes à la date t :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
A_2	0	0	0	0	1	0	0	1	1

État du sous-réseau des acteurs A_1 et A_2 à la date t

À cette date, les contenus précis des répertoires cognitifs de ces deux profanes sont les suivants :

$\mathscr{P}S_1$ (t) = {ø, C_5, C_6, C_7, C_5C_6, C_5C_7, C_6C_7, $C_5C_6C_7$}

$\mathscr{P}S_2$ (t) = {ø, C_5, C_8, C_9, C_5C_8, C_5C_9, C_8C_9, $C_5C_8C_9$}

Remarquons alors que la catégorie C_5 apparaît ici sous deux aspects différents : en tant que singleton, elle exprime le langage commun permettant à ces deux acteurs de communiquer, mais en étant liée à C_6 et à C_7 dans les parties C_5C_6, C_5C_7 et $C_5C_6C_7$ de $\mathscr{P}S_1$ (t), et à C_8 et à C_9 dans les parties C_5C_8, C_5C_9 et $C_5C_8C_9$ de $\mathscr{P}S_2$ (t), elle exprime les significations différentes – idiosyncrasiques – que lui accordent respectivement A_1 et A_2. Naturellement, il en va de même pour les répertoires cognitifs respectifs du médiateur et du savant.

Considérons à présent l'état du même sous-réseau à la date t+1, et observons les contenus de ces répertoires cognitifs à cette date :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
A_2	0	0	0	1	1	0	0	1	1

État du sous-réseau des acteurs A_1 et A_2 à la date t+1

$\mathscr{P}S_1$ (t+1) = {ø, C_4, C_5, C_6, C_7, C_4C_5, C_4C_6, C_4C_7, C_5C_6, C_5C_7, C_6C_7, $C_4C_5C_6$, $C_4C_5C_7$, $C_4C_6C_7$, $C_5C_6C_7$, $C_4C_5C_6C_7$}

et

$\mathscr{P}S_2$ (t+1) = {ø, C_4, C_5, C_8, C_9, C_4C_5, C_4C_8, C_4C_9, C_5C_8, C_5C_9, C_8C_9, $C_4C_5C_8$, $C_4C_5C_9$, $C_4C_8C_9$, $C_5C_8C_9$, $C_4C_5C_8C_9$}

Les mêmes observations qu'auparavant valent ici pour les singletons C_4 et C_5 et les différentes significations que prennent les catégories correspondantes dans les répertoires cognitifs respectifs de acteurs A_1 et A_2, où elles apparaissent diversement

liées à C_6 et C_7 ou à C_8 et C_9, ainsi dans ceux du médiateur et du savant. Mais ici apparaît quelque chose de nouveau. Compte tenu des notations que nous avons adoptées plus haut, à la date t la « mémoire » globale du réseau comportait 14 éléments, et à la date t+1 elle en comporte 28. En d'autres termes, entre t et t+1 le message adressé par le médiateur aux deux profanes a créé dans la mémoire de ce réseau 14 combinaisons de catégories.

En notant $\Delta\mathscr{P}S_i = \mathscr{P}S_i\,(t+1) - \mathscr{P}S_i\,(t)$, il vient en effet :

$$\Delta\mathscr{P}S_1 = \{C_4,\ C_4C_5,\ C_4C_6,\ C_4C_7,\ C_4C_5C_6,\ C_4C_5C_7,\ C_4C_6C_7,\ C_4C_5C_6C_7\}$$

et

$$\Delta\mathscr{P}S_2 = \{C_4,\ C_4C_5,\ C_4C_8,\ C_4C_9,\ C_4C_5C_8,\ C_4C_5C_9,\ C_4C_8C_9,\ C_4C_5C_8C_9\}$$

Il apparaît ici que, parmi les 16 combinaisons ainsi créées, deux de ces dernières, C_4 et C_4C_5, sont communes aux répertoires cognitifs $\mathscr{P}S_1\,(t+1)$ et $\mathscr{P}S_2\,(t+1)$. Néanmoins, l'apparition des significations inédites associées à ces combinaisons nouvelles à l'issue de la communication ne constitue qu'une *forme faible* de création d'information. En effet, le sous-réseau formé par nos deux profanes comporte 9 catégories, et il contient donc virtuellement 2^9 combinaisons de ces dernières. Parmi ces 512 combinaisons virtuelles, 14 étaient actualisées à la date t, et 28 le sont à la date t+1 : la création d'information consiste donc ici en l'*actualisation de virtualités existantes* dans le réseau, et non en l'*émergence de nouvelles virtualités* qui résulterait de l'ajout en t+1 de nouvelles catégories aux 9 qui y existaient en t, et constituerait ainsi une création d'information en un *sens fort*[84].

3.3. Lois combinatoires de la communication et *increasing knowledge gap*

Reprenons la même situation de communication, mais supposons à présent qu'à la date t, l'un des deux profanes, par exemple A_1,

84 Cf. Bernard Ancori, « Analogie, évolution scientifique et réseaux complexes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 1, nº 1, 2005, p. 9-62.

soit plus familier que l'autre du domaine scientifique que le médiateur s'efforce de vulgariser. Toutes choses égales par ailleurs, cette dissymétrie correspond à des volumes d'information différents en ce qui concerne les répertoires cognitifs initiaux de ces deux acteurs. L'état du réseau à la date t est alors représentable comme suit :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
A_1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
A_2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
A_m	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
A_s	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Dans cet état, le profane A_1 connaît la catégorie C_3 que ne connaît pas le profane A_2, et dont on peut supposer qu'elle est également connue du médiateur A_m – et évidemment du savant A_s. Comme précédemment, c'est toujours la catégorie C_4 qui représente la version vulgarisée du contenu scientifique informé par les catégories C_1, C_2 et C_3, et convenons ici que, dans le souci d'équité inhérent à sa vocation, le médiateur choisit d'adresser le message C_5C_4 simultanément à A_1 et à A_2 (il aurait pu choisir d'adresser le message C_3C_4 au seul acteur A_1). À la date t+1, l'état du réseau est donc le suivant :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
A_1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
A_2	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
A_m	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
A_s	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Lorsqu'on interprète cette situation en termes shannoniens, il est immédiat qu'entre t et t+1, la communication établie entre le médiateur et les deux profanes n'a nullement modifié l'écart existant initialement entre ces derniers : alors que S_1 (t) comportait

4 éléments, S_1 (t+1) en comporte 5, et alors que S_2 (t) en comportait 3, S_2 (t+1) en comporte 4. D'une date à l'autre, la différence entre S_1 et S_2 est restée égale à une unité. Le fait que les profanes disposent ou non du même niveau culturel n'a donc aucune incidence sur l'évolution de la différence existant entre celui de l'un et celui de l'autre : nulle par définition lorsque leurs niveaux culturels sont semblables, et non nulle sinon cette différence est toujours conservée égale à elle-même par la réception d'un message identique adressé simultanément aux profanes par le médiateur scientifique. Par ailleurs, quels que soient les niveaux culturels initiaux des profanes – égaux ou non –, l'écart entre les volumes d'information des profanes et celui du savant est pareillement réduit de une unité par la communication du médiateur. Lue en termes shannoniens, la vulgarisation scientifique est donc entièrement légitimée par le fait qu'elle atteint parfaitement son but : réduire le déficit de connaissances entres savants et ignorants, et ceci sans créer de différences entre les niveaux culturels de ces derniers là où elles n'existent pas, ni accroître de telles différences là où elles existent. Aucun *increasing knowledge gap* ne peut donc résulter d'une médiation scientifique conçue comme un cas particulier de communication shannonienne.

Il en va totalement différemment lorsqu'on interprète la même situation en termes batesoniens. En effet, dans ce cadre $\mathscr{P}S_1$ (t) contenait $2^4 = 16$ éléments, et $\mathscr{P}S_2$ (t) en contenait $2^3 = 8$. La différence initiale de volume entre ces deux répertoires cognitifs était donc de 8 unités, et il est immédiat qu'elle a doublé en t+1 : $\mathscr{P}S_1$ (t+1) contient à présent $2^5 = 32$ unités, alors que $\mathscr{P}S_i$ (t+1) n'en contient que $2^4 = 16$. Ainsi, l'effet pervers de la communication du médiateur est de faire passer la différence entre les répertoires cognitifs des profanes de 8 à 16 unités.

En outre, dans l'état initial du réseau comme dans l'état suivant, le répertoire cognitif propre au savant comporte toujours $2^7 = 128$ unités – le savant est ici supposé ne réaliser aucun apprentissage de niveau 1 entre t et t+1. Le déficit de connaissances du profane A_1 par rapport au savant passe donc de 112 à 96 unités entre ces deux dates, alors que celui du profane A_2

passe, lui, de 120 à 112 unités : le déficit du premier, déjà inférieur initialement à celui du second, diminue deux fois plus que celui de ce dernier à la suite de la communication du médiateur. Dans le meilleur des cas, c'est-à-dire à condition que le savant n'apprenne strictement rien durant la communication entre médiateur et profanes, les déficits entre savant et profanes sont certes réduits à l'issue de cette dernière, mais ceci dans des proportions telles que la distance cognitive entre ces profanes s'en trouve augmentée.

Enfin, l'évolution des langages communs des acteurs entre t et t+1 témoigne également d'une distance cognitive croissante entre l'ensemble de nos quatre acteurs. Ainsi, A_1, A_m et A_s, dont le langage commun était informé par les deux catégories C_3 et C_5 à la date t, et qui était ainsi susceptible de forger 4 significations différentes, comporte les trois catégories C_3, C_4 et C_5 à la date t+1, et peut donc à présent forger 8 significations différentes. À chacune de ces deux dates, le volume du langage commun à A_1, A_m et A_s est donc le double de celui qui est commun à A_2, A_m et A_s : là encore, l'écart entre ces deux triplets d'acteurs a doublé du fait de la médiation scientifique.

Le fondement cognitif de l'*increasing knowledge gap* ne réside donc pas principalement dans l'existence d'un lien entre différences de niveaux culturels et différences de rapidité d'appropriation de l'information entre différents segments d'une population globale d'acteurs individuels. Bien que l'existence d'un tel lien puisse venir *aggraver* ce phénomène, notre analyse suggère que ce dernier ressortit *d'abord* au nombre de significations nouvelles que chaque acteur individuel est en mesure de forger suite à sa réception d'une quantité donnée d'information : plus le volume du répertoire cognitif de l'acteur est important à l'instant t, plus sa réception de cette quantité d'information à cet instant lui permet de créer des significations nouvelles et donc d'ouvrir l'éventail de son répertoire cognitif à l'instant t+1. Ainsi saisi dans sa production instantanée, ce phénomène va en s'accroissant dans

la durée. En effet, comme le montre le modèle utilisé ici, l'ensemble de ce processus est cumulatif[85].

Lorsqu'elle est analysée dans les termes qui conviennent à la communication sociale, et non à la communication télégraphique, la vulgarisation scientifique, qu'elle soit ou non plus élégamment dénommée « médiation scientifique », se révèle donc manquer totalement son objectif lorsqu'elle consiste à adresser simultanément un message identique à des acteurs individuels inégalement dotés du point de vue de leurs répertoires cognitifs. Elle ne réduit alors le déficit entre savants et ignorants considérés globalement que sous l'hypothèse absurde selon laquelle les premiers resteraient totalement inertes durant toute la période de son action; et bien qu'elle ne les crée pas, elle a pour effet pervers d'aggraver inévitablement les distances cognitives existant parmi la population globale des ignorants. Quant à une émission de flux différenciés et adaptés à des segments de population de niveaux culturels différents au sein de cette population globale, elle aurait pour seul effet de transférer l'*increasing knowledge gap* du niveau de cette dernière à celui de chacun de ces segments : du fait de la singularité individuelle des membres de chacun de ces derniers, cette émission de flux différenciés viendrait démultiplier ce phénomène en autant de déclinaisons qu'il existerait de segments différenciés.

La conclusion que nous pouvons en tirer est que la volonté de rapprocher sciences et société doit passer aujourd'hui par de toutes autres voies que celle d'une vulgarisation/médiation scientifique consistant en la traduction et la transmission de flux unidirectionnels et homogènes d'informations issues d'une source réputée savante à destination d'un ou de public(s) présumé(s) profane(s). Parmi les trois modèles que Michel Callon distingue en matière de participation des non-spécialistes aux débats scientifiques et techniques, la vulgarisation scientifique

85 Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. I. Propension à communiquer et présent spécieux », *op. cit.*

correspond à celui de « l'instruction publique[86] ». Comme le remarque Dominique Pestre, si ce modèle est aujourd'hui de moins en moins revendiqué, il n'en continue pas moins de structurer « les manières dominantes de penser et de faire des scientifiques, des ingénieurs et des politiques[87] ». Nos développements précédents montrent qu'il est résolument à abandonner, soit au profit du « modèle du débat public », soit pour adopter celui que Michel Callon qualifie de « co-construction des savoirs », qui ambitionne plus radicalement de faire reconnaître la légitimité et l'utilité scientifique et sociale d'un processus commun d'élaboration des savoirs entre savants et profanes[88].

86 Michel Callon, « Différentes formes de démocratie technique », *Annales des Mines*, 1998, p. 63-73.

87 Dominique Pestre, « Des sciences, des techniques et de l'ordre démocratique et participatif », *Participations*, vol. 1, n° 1, 2011, p. 216.

88 *Ibid*. Sur ces processus communs d'élaboration de savoirs entre savants et profanes, voir Bernard Ancori, « La production et la circulation des connaissances scientifiques et des savoirs profanes dans nos sociétés techniciennes », dans Frédéric Darbellay (dir.), *La circulation des savoirs. Interdisciplinarité, concepts nomades, analogies, métaphores*, Berne, Éditions scientifiques internationales Peter Lang, 2012, p. 203-240, et Bernard Ancori, « Communication, cognition et créativité dans les sociétés de la connaissance. À propos de deux dilemmes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 9, n° 2, 2014, p. 45-93.

Bibliographie

Akrich, Madeleine, Michel Callon et Bruno Latour, *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs,* Paris, Presses de l'École des Mines 2006.

Ancori, Bernard, « Analogie, évolution scientifique et réseaux complexes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 1, nº 1, 2005, p. 9-62.

Ancori, Bernard, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. I. Propension à communiquer et présent spécieux », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 3, nº 2, 2008, p. 113-181.

Ancori, Bernard, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. II. Temporalités historiques et entropie sociocognitive », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 4, nº 1, 2008, p. 9-76.

Ancori, Bernard, « La production et la circulation des connaissances scientifiques et des savoirs profanes dans nos sociétés techniciennes », dans Frédéric Darbellay (dir.), *La circulation des savoirs. Interdisciplinarité, concepts nomades, analogies, métaphores*, Berne, Éditions scientifiques internationales Peter Lang, 2012, p. 203-240.

Ancori, Bernard, « Communication, cognition et créativité dans les sociétés de la connaissance. À propos de deux dilemmes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 9, nº 2, 2014, p. 45-93.

Ancori, Bernard, Antoine Bureth et Patrick Cohendet, « The Economics of Knowledge: The Debate about Codification and Tacit Knowledge », *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, nº 2, 2000, p. 255-287.

Atlan, Henri, *L'organisation biologique et la théorie de l'information,* Paris, Herman, 1972.

Atlan, Henri, *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*, Paris, Seuil, 1979.

Bateson, Gregory, *La cérémonie du Naven,* Paris, Minuit, 1971 [éd. américaine, 1937].

Bateson, Gregory, *La nature et la pensée,* Paris, Seuil, 1984 [éd. américaine, 1979].

Bateson, Gregory, *La peur des anges,* Paris, Seuil, 1989 [éd. américaine, 1987].

Bateson, Gregory, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit,* Paris, Seuil, 1996 [éd. américaine, 1991].

Bateson, Gregory, *Vers une écologie de l'esprit, I*, Paris, Seuil, 1977 [éd. américaine, 1972].

Bateson, Gregory, *Vers une écologie de l'esprit, II*, Paris, Seuil, 1980 [éd. américaine, 1972].

Bateson, Gregory et Jurgen Ruesch, *Communication et société,* Paris, Seuil, 1988 [éd. américaine, 1951].

Bensaude-Vincent, Bernadette, *L'opinion publique et la science. À chacun son ignorance,* Paris, La Découverte, 2013.

Bensaude-Vincent, Bernadette, « Splendeur et décadence de la vulgarisation scientifique », *Questions de communication*, nº 17, *Les cultures des sciences en Europe*, 2010, p. 19-32.

Boy, Daniel, « Analyse des résultats des enquêtes sur la perception de la société par les chercheurs et réciproquement », dans Jean-Pierre Alix, Bernard Ancori et Pierre Petit (dir.), *Sciences en société au XXIe siècle : autres relations, autres pratiques*, Paris, CNRS Éditions, 2008, p. 19-40.

Callon, Michel, « Différentes formes de démocratie technique », *Annales des Mines,* 1998, p. 63-73.

Cheveigné (de), Suzanne, « La science dans une société médiatisée : le discours des publics », *Hermès,* nº 21, *Sciences et Médias,* 1997, p. 95-106.

Cohendet, Patrick et Patrick Llerena, « Nature de l'information, coûts de transaction et organisation de l'entreprise », dans Bernard Ancori (dir.), *Apprendre, se souvenir, décider. Une nouvelle rationalité de l'organisation*, Paris, CNRS Éditions, 1992, p. 175-209.

Collectif, « Les médiations scientifiques : enjeux et limites », dans Jean-Pierre Alix, Bernard Ancori et Pierre Petit (dir.), *Sciences en société au XXe siècle : autres relations, autres pratiques*, Paris, CNRS Éditions, 2008, p. 81-120.

Détienne, Marcel, *Les maîtres de vérité dans la Grèce archaïque*, Paris, Maspéro, 1967.

Dion, Emmanuel, *Invitation à la théorie de l'information,* Paris, Seuil, 1997.

Engel, Pascal, *Épistémologie pour une marquise,* Paris, Éditions d'Ithaque, 2014.

Gaziano, Cecilie, « Forecast 2000: Widening Knowledge Gaps », *Journalism and Mass Communication Quarterly*, vol. 74, nº 2, 1997, p. 237-264.

Gaziano, Cecilie, « The Knowledge Gap: An Analytical Review of Media Effects », *Communication Research,* vol. 10, nº 4, 1983, p. 447-486.

Giacomotto-Charra, Violaine et Christine Silvi, *Lire, choisir, écrire. La vulgarisation des savoirs du Moyen Âge à la Renaissance*, Paris, Études et Rencontres de l'École des Chartes 2014.

Hartley, Ralph Vinton Lyon, « Transmission of Information », *Bell System Technical Journal*, vol. 7, juillet, 1928, p. 535-563.

Hwang, Yoori et Se-Hoon Jeong, « Revisiting the Kowledge Gap Hypothesis : A Meta-Analysis of Thirty-Five Years of Research », *Journalism and Mass Communication Quarterly*, vol. 86, nº 3, 2009, p. 513-532.

Jurdant, Baudouin, « La colonisation scientifique de l'ignorance », *Alliage,* nº 61, 2008, p. 47-54.

Jurdant, Baudouin, « Enjeux et paradoxes de la vulgarisation scientifique », Actes du colloque *La promotion de la culture scientifique et technique : ses acteurs et leur logique*, Paris, Université Paris 7 - Denis Diderot, 1996, p. 201-209.

Jurdant, Baudouin, *Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique,* thèse de 3e cycle en sciences du comportement et de l'environnement, Strasbourg, Université Louis Pasteur (Strasbourg I), 1973.

Jurdant, Baudouin, « Parler la science? », *Alliage,* nº 59, 2006, p. 57-63.

Kuhn, Thomas Samuel, *La structure des révolutions scientifiques,* Paris, Flammarion, 1972 [éd. américaine, 1970].

Lévy-Leblond, Jean-Marc, *Le grand écart. La science entre technique et culture,* Paris, Éditions Manucius, 2013.

Moles, Abraham, préface de Claude Elwood Shannon et Warren Weaver, *Théorie mathématique de la communication,* Paris, Retz-CEPL, 1975, p. 11-27.

Moles, Abraham, *Théorie de l'information et perception esthétique,* Paris, Denoël-Gonthier, 1972.

Moles, Abraham, *Théorie structurale de la communication et société,* Paris, Masson, 1986.

Moles, Abraham et Jean Oulif, « Le troisième homme, vulgarisation scientifique et radio », *Diogène*, nº 58, 1967, p. 29-40.

Pélissier, Alain et Alain Tête, *Sciences cognitives. Les textes fondateurs (1943-1950),* Paris, Presses Universitaires de France, 1995.

Pestre, Dominique, « Des sciences, des techniques et de l'ordre démocratique et participatif », *Participations*, vol. 1, nº 1, 2011, p. 210-238.

Raichvarg, Daniel et Jean Jacques, *Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation scientifique*, Paris, Seuil, 1991.

Roqueplo, Philippe, *Le partage du savoir,* Paris, Seuil, 1974.

Russell, Bertand, *Histoire de mes idées philosophiques,* Paris, Gallimard, 1961.

Ruyer, Raymond, *La cybernétique et l'origine de l'information*, Paris, Flammarion, 1954.

Segal, Jérôme, *Le zéro et le un. Histoire de la notion scientifique d'information au XXe siècle*, Paris, Éditions Syllepse, 2003.

Shannon, Claude Elwood, « A Mathematical Theory of Communication », *Bell System Technical Journal*, vol. 27, juillet 1948, p. 379-423 / octobre 1948, p. 623-656.

Shannon, Claude Elwood et Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949 [trad. franc. *Théorie mathématique de la communication*, Paris, éd. Retz-CEPL, 1975].

Sperber, Dan et Deirdre Wilson, *La pertinence. Communication et cognition,* Paris, Minuit, 1989 [éd. anglaise, 1986].

Tichenor, Philippe, George Donohue et Clarice Olien, « Mass Media Flow and Differential Growth in Knowledge », *Public Opinion Quarterly*, nº 34, 1970, p. 159-170.

Tichenor, Philippe, George Donohue et Clarice Olien, « Mass Communication Research: Evolution of a Model », *Journalism Quarterly*, vol. 50, nº 3, 1973, p. 419-425.

Tichenor, Philippe, George Donohue et Clarice Olien, « Mass Media and the Knowledge Gap. A Hypothesis Recosidered », *Communication Research,* vol. 2, nº 1, 1975, p. 3-23.

Triclot, Matthieu, *Le moment cybernétique. La constitution de la notion d'information*, Paris, Éditions Champ Vallon, 2008.

Watzlawick, Paul, *Les cheveux du baron de Münchhausen. Psychothérapie et « réalité »*, Paris, Seuil, 1991 [éd. américaine, 1988].

Watzlawick, Paul, *Le langage du changement. Éléments de communication thérapeutique*, Paris, Seuil, 1980 [éd. américaine, 1978].

Watzlawick, Paul, *La réalité de la réalité. Confusion, désinformation, communication*, Paris, Seuil, 1978.

Watzlawick, Paul (dir.), *L'invention de la réalité. Comment savons-nous ce que nous croyons savoir? Contributions au constructivisme*, Paris, Seuil, 1988 [éd. allemande, 1981].

Watzlawick, Paul, Janet Helmick-Beavin et Donald De Avila Jackson, *Une logique de la communication,* Paris, Seuil, 1972, [éd. américaine, 1967].

Watzlawick, Paul, John Weakland et Richard Fisch, *Changements, paradoxes et psychothérapie,* Paris, Seuil, 1975 [éd. américaine, 1974].

Watzlawick, Paul et John Weakland, *Sur l'interaction. Palo Alto, 1965-1974*, Paris, Seuil, 1981, [éd. américaine, 1977].

Winkin, Yves, *La nouvelle communication. Textes recueillis et présentés par Yves Winkin*, Paris, Seuil, 1981.

Winkin, Yves (dir.), *Bateson : premier état d'un héritage*, Colloque de Cerisy, Paris, Seuil, 1988.

Winkin, Yves, *Anthropologie de la communication. De la théorie au terrain*, Louvain-la-Neuve, DeBoeck Université, 1996.

Wittezaele, Jean-Jacques et Teresa Garcia-Rivera, *À la recherche de l'école de Palo Alto,* Paris, Seuil, 1970.

Wolton, Dominique, « De la vulgarisation à la communication », *Hermès*, nº 21, *Sciences et Médias*, 1997, p. 9-14.