

Dominique Vinck

UMR « Pacte », Université de Grenoble

LES TRANSFORMATIONS DES SCIENCES EN RÉGIME NUMÉRIQUE

Le passage au numérique affecte le travail des chercheurs parce que la production de connaissances est intimement mêlée à la production et à la mise en circulation de traces écrites (Latour et Woolgar, 1987) et de textes. Les chercheurs investissent fortement le travail d'écriture parce qu'il est stratégique. Du coup, tous les détails de la mise en forme et des supports de publication comptent : possibilité d'insérer des images, nombre de mots autorisés, etc. Une revue qui limite à 6 000 signes la taille des articles n'offre pas les mêmes possibilités ou contraintes d'écriture qu'une autre qui en autorise 75 000. Les chercheurs pèsent leurs mots, négocient les expressions, intègrent plus ou moins de tableaux, d'équations, d'images (Lefebvre, 2007), d'extraits de conversation ou d'archives, de notes de bas de page (Berthelot, 2001). Qu'en est-il en régime numérique ?

Déjà, les techniques matérielles de l'impression et de l'édition, à la Renaissance, avaient affecté la façon de travailler des savants en accélérant la diffusion des idées, mais aussi en favorisant le rapprochement entre observations issues de manuscrits anciens et observa-

tions collectées par des contemporains dispersés dans toute l'Europe. Ce changement des techniques d'édition et de reproduction est intimement lié à la mise en place d'un nouveau régime de construction des connaissances reposant sur des réseaux de chercheurs qui œuvrent collectivement à la comparaison des informations. L'imprimerie fut ainsi un agent de la mutation vers les sciences modernes (Eisenstein, 1991).

Le travail scientifique à l'ère du numérique connaît des transformations peut-être aussi importantes. La façon dont les chercheurs acquièrent et mettent à jour les connaissances dépend aujourd'hui de leurs réseaux d'ordinateurs, des rapprochements qu'autorise la numérisation de l'écrit, du son, de l'image et de l'image animée, ainsi que d'une vaste gamme de technologies : outils de calcul et de visualisation, réseaux de capteurs, bases de données, logiciels d'aide à l'édition, outils d'aide au travail coopératif, etc. La communication entre chercheurs passe aujourd'hui, par exemple, par la soumission en ligne des articles aux revues, le courriel, la publication de revues électroniques et le libre accès (*Open Access*) aux versions numériques des productions

scientifiques. Ces pratiques de communication évoluent et varient selon les disciplines et les situations de travail. La question du libre accès, par exemple, concerne des univers de pratique différents selon qu'il s'agit d'accéder à la littérature scientifique (les articles en particulier) ou à des données (versions numérisées d'archives anciennes, résultats du séquençage d'un fragment d'ADN, images médicales...).

De la revue papier...

Pour comprendre ce qui se joue aujourd'hui avec l'électronisation des productions scientifiques, leur mise en circulation et leur accès plus ou moins libre, il est utile de revenir à l'histoire des échanges de données et de publications entre chercheurs.

Les premières revues scientifiques, liées à l'institutionnalisation de la communication entre savants, ont contribué à l'organisation des échanges et participé à l'émergence d'une science conçue comme produit d'une recherche collective. Héritières des réseaux épistolaires du XVII^e siècle¹ (que l'on retrouve aujourd'hui avec la messagerie électronique), elles assurent une diffusion systématique des informations à tous les intéressés (Garfield, 1979) et permettent d'officialiser l'annonce des découvertes. Le *Journal des sçavans* (1665), première revue scientifique, est un hebdomadaire de 12 pages de l'Académie des Sciences qui faisait œuvre de journalisme scientifique avec un réseau de correspondants. Pour sa part, sa contemporaine, la revue *Philosophical Transactions* de la Royal Society, construit un registre public de contributions originales. Dans les deux cas, les revues sont d'abord un moyen de trancher les conflits de priorité entre chercheurs en enregistrant l'antériorité d'une découverte (Price, 1963); elles ne servent que secondairement à partager et à diffuser les

connaissances nouvelles, fonction assumée, à l'époque, par les livres. Elles sont utilisées seulement pour faire connaître les nouveautés et les ouvrages publiés, seules références scientifiques sérieuses. Les savants évitent de publier leurs résultats sous la forme d'articles avant d'avoir finalisé l'édition d'un ouvrage.

Un siècle plus tard, au contraire, ils font des revues le lieu privilégié de la publication des résultats de la recherche, engendrant alors une prolifération de revues «primaires» spécialisées et l'apparition de revues «secondaires» publiant des synthèses par grandes disciplines, des compilations de résumés d'articles ou des index thématiques. Les revues précisent aussi leur stratégie éditoriale: priorité aux données empiriques, aux avancées conceptuelles, aux contributions méthodologiques et instrumentales ou aux connaissances opérationnelles. Le détail des formats (nombres de signes, poids relatifs des tableaux, images, textes et équations) ainsi que les stratégies d'harmonisation (feuilles de style, structure de l'article, genre littéraire, continuité de la discussion scientifique) contribuent à donner à la revue ses spécificités formelles et son style (Boure, 1993). Les chercheurs qui veulent y publier sont contraints de s'y conformer, ce qui les conduit à adapter leurs méthodes: constitution des données, mobilisation de la littérature, façonnage de la problématique et des objets de recherche.

...à la revue électronique

L'informatique entre dans les sciences, tout d'abord, pour le calcul. En physique des hautes énergies, les expérimentateurs l'utilisent pour l'acquisition, la gestion et le traitement des données. Ils créent parfois les programmes dont ils ont besoin pour la recherche. Les théoriciens délaissent le crayon et effectuent leurs

modélisations sur ordinateur. Depuis les années 1970, les uns et les autres se sont emparés des réseaux de communication entre ordinateurs pour véhiculer leurs collaborations internationales. Confrontés au problème de la compatibilité entre ordinateurs, les physiciens du CERN ont ainsi inventé, au début des années 1990, une interface (le *World-Wide-Web*) leur permettant d'accéder à l'information, de façon simple, où qu'elle se situe. Ils développent de nouveaux outils de travail collaboratif au niveau de la conception des instruments de recherche (Lécaille, 2003) comme de l'analyse des données issues des expériences (Pignard, 2004).

Les technologies du numérique sont aussi adoptées, au cours des années 1980, pour le traitement de texte et le travail d'édition scientifique. Les chercheurs y trouvent la possibilité d'introduire aisément des modifications et d'éditer des versions mises à jour, ainsi que, pour des disciplines comme l'histoire, de gérer plus facilement les notes de bas de page. Du côté des éditeurs privés, l'édition électronique de revues commence, en 1979, avec la numérisation des revues de biomédecine pour les stocker et contrecarrer les pratiques de « photocollage ». En 1991, Elsevier propose aux bibliothèques l'accès électronique, contre paiement, à des bouquets de revues. L'édition électronique des revues n'arrive que plus tard. L'American Physical Society sollicite alors ses auteurs pour qu'ils envoient leurs articles par les réseaux, via une procédure de soumission électronique, en format LaTeX. Cette pression institutionnelle conduit certains chercheurs à adopter l'ordinateur.

À la fin des années 1990, l'édition scientifique sur Internet se développe là où les chercheurs ont coutume d'utiliser le logiciel LaTeX. Un nombre croissant de revues sont proposées, par les éditeurs, en version électronique avec notamment les caractéristiques suivantes : accès gratuit aux sommaires et aux résumés ; accès payant aux articles ; aides à la recherche documentaire. Les chercheurs se saisissent surtout de l'hypertextualité²

(mais peu du multimédia), notamment pour remplacer la recherche en bibliothèque par la circulation électronique entre articles, y compris vers les articles citants, ce que l'édition papier n'est pas en mesure de réaliser. L'accès en ligne est rapidement adopté pour le travail de recherche, y compris dans les sciences sociales, même si les chercheurs apprécient de manipuler encore les versions papiers. Plusieurs revues exclusivement électroniques sont également créées, mais toutes ne survivent pas et certaines finissent par fournir aussi une version papier. La méfiance des chercheurs à l'égard des revues ne disposant pas d'une version papier complique leur reconnaissance institutionnelle.

Du fait des abonnements par bouquets de revues, définis par les éditeurs, les chercheurs ont eu accès à des titres auxquelles leurs bibliothèques ne souscrivaient pas habituellement. Ils les consultent plus souvent tandis qu'ils délaissent certaines des revues précédemment choisies par les bibliothécaires. Documentalistes et chercheurs ont dès lors été conduits à réaligner leurs pratiques respectives.

Les pratiques de communication

Les pratiques de communication des chercheurs ne sont pas homogènes. Elles varient selon les disciplines et les domaines de recherche. Par exemple, l'intervalle entre la première communication informelle et la publication varie de 15 à 36 mois en moyenne selon qu'il s'agit de la physique ou des sciences sociales (Garvey *et al.*, 1970). Les usages différenciés des réseaux informatiques reflètent aussi les traditions disciplinaires (Walsh et Bayma, 1996). Les physiciens des particules, géographiquement dispersés mais interdépendants, se sont ainsi emparés des moyens électroniques de communication (courriel, liste de diffusion, bulletin en ligne, site Internet mis à

jour quotidiennement, archivage du courrier, mise en ligne des comptes-rendus et des communications, etc.) pour faire circuler les informations permettant de se coordonner au niveau des grandes expériences.

Protégés de la compétition économique entre entreprises, ils ont aussi développé des formes d'échange informel, notamment l'échange de pré-publications (versions soumises à une revue, parfois déjà acceptées mais non encore publiées). Cette pratique est ancienne, surtout dans les communautés scientifiques sensibles au fait que leurs idées deviennent rapidement obsolètes (Hagstrom, 1970). La circulation des pré-publications alimente la discussion collective entre spécialistes, sans souffrir des délais de publication parfois longs. Les physiciens expérimentateurs, de leur côté, ont le souci d'accéder, sans délais aux avancées de leurs collègues afin d'éviter de s'engager dans des investissements redondants.

Les sociétés savantes ont dès lors cherché à accélérer la circulation de l'information en créant, à la fin des années 1950, des *Letters*, notamment *Physical Review Letters*, dans lesquelles une partie des résultats est publiée en moins de deux mois. Toutefois, les résultats complets restant soumis aux longs délais de publication, la circulation des pré-publications s'est maintenue. En physique et en astronomie, la mise en circulation de pré-publications en version électronique est devenue l'une des principales manières de diffuser les résultats de la recherche. Dans la recherche biomédicale, au contraire, les chercheurs se méfient des pré-publications et préfèrent se confier à des articles où les données expérimentales sont validées par les évaluateurs. Les mêmes chercheurs n'hésitent pourtant pas à mettre à disposition, via des bases de données publiques accessibles sur le Web, leurs données portant sur des séquences d'ADN ou de protéines (Hurd *et al.*, 2002).

Au sein des sciences sociales et humaines, les différences de pratiques sont aussi considérables. En histoire

de la philosophie³, secteur en France où la communauté des chercheurs est structurée dans des institutions établies, la publication électronique est encore peu répandue. Au contraire, en histoire des sciences, domaine où les chercheurs sont moins nombreux et d'origines plus variées (scientifiques ou historiens), les pratiques sont plus internationalisées et diversifiées, ce qui les conduit à débattre des supports.

L'accès libre : une institutionnalisation variable de l'informel

La diffusion des pré-publications est devenue si importante, dans certaines disciplines, que sa gestion devient un problème: des chercheurs, jeunes ou travaillant dans des institutions périphériques, se sentent exclus de leurs réseaux de circulation. Dès les années 1960, les bibliothèques de grands laboratoires et des sociétés savantes mettent alors en place une gestion collective et institutionnalisée des pré-publications. Elles s'inscrivent sur des listes de diffusion des pré-publications pour en être destinataires; elles les rediffusent ensuite à leurs propres chercheurs. Du coup, les pré-publications ont pris encore plus d'importance aux yeux des chercheurs tandis que leur gestion est vue comme une concurrence pour les revues.

Un serveur de pré-publications électroniques (*e-prints*), ArXiv, créé par des physiciens au début des années 1990, va connaître un grand succès et servir de référence au mouvement de l'accès libre aux publications (Pignard, 2004). Les physiciens qui en lancent l'idée y voient une solution pour lutter contre l'invasion des pré-publications reçues en fichiers attachés aux courriels et qui saturent les boîtes aux lettres électroniques.

Le serveur stocke les pré-publications tandis que les chercheurs sont seulement informés de leur existence et localisation. Conçu pour une sous-communauté de physiciens, ce système d'archive ouverte de pré-publications connaît un succès rapide dans d'autres disciplines. Il conduit à l'abandon de l'envoi des pré-publications par les instituts de recherches tandis que les chercheurs, en physique des particules, s'en servent massivement pour leurs recherches d'information. Le serveur leur serait devenu indispensable; ne pas l'utiliser reviendrait à s'isoler de la communauté scientifique (Pignard, 2004) et à perdre leur réactivité. Certains déclarent ne plus utiliser les revues. Simultanément, se développe un discours enjoignant la communauté scientifique à prendre conscience de la domination de l'édition scientifique par des entreprises privées et à se réapproprier le processus éditorial⁴.

En physique nucléaire, au contraire, l'utilisation du serveur est moins généralisée; les chercheurs sont plus éparpillés et moins interdépendants. La circulation des pré-publications y est moins instituée tandis que l'obsolescence des idées et des résultats y est un enjeu moins pressant. L'archive ouverte tiendrait aux besoins spécifiques de certaines communautés de recherche, en rapport avec la singularité de leurs pratiques, en particulier l'interdépendance entre chercheurs et la sensibilité à l'obsolescence des productions scientifiques.

La différence est considérable entre la physique ou l'astronomie, qui ont de grandes bases de données partagées, et les «petites sciences», où la production de données reste artisanale et leur gestion locale. Les chercheurs en écologie, par exemple, engagés sur la voie du regroupement et du partage de données venant d'une multitude de sites et de capteurs, se heurtent aux problèmes de standardisation (Borgman *et al.*, 2007). La mise en commun des données ne suffit pas; les chercheurs ont besoin de faire confiance à ces données, ce qui tient soit à la connaissance de leur auteur et de sa

façon de travailler, soit à des procédures consensuelles et robustes collectivement établies.

En sciences sociales, même si les délais de publication sont encore plus importants, les chercheurs n'expriment pas le besoin d'avoir accès aux pré-publications. La participation aux colloques et l'entretien de réseaux de relations semblent suffire pour repérer les auteurs pertinents et échanger les pré-publications importantes. Les chercheurs en sciences sociales expriment surtout le souci d'accéder, si possible en ligne, aux articles et ouvrages significatifs, peu importe qu'ils soient publiés ou en pré-publication, disponibles sur des archives ouvertes, sur le site Web personnel du chercheur ou dans des bouquets payés par leur institution. Pour eux, en tant qu'auteurs, il importe plus d'être publié dans une bonne revue que de simplement mettre à disposition ses productions. Il importe aussi de pouvoir citer des documents légitimes, ce que ne sont pas nécessairement les pré-publications (Brown, 2003 ; Gunnarsdóttir, 2005).

Transformation des pratiques et de la profession

Dans ses rapports aux textes, le chercheur est un lecteur, un auteur, souvent un évaluateur et parfois un éditeur. Toutes ces activités se transforment au regard des nouveaux outils proposés ou imposés, notamment avec la mise à disposition gratuite des contenus. Le temps contraint qu'il peut consacrer à la recherche documentaire et à la lecture des textes, le rend particulièrement sensible aux modalités d'accès aux revues. Le chercheur en sciences physiques est rarement abonné à titre personnel aux revues (contrairement au chercheur en sciences sociales). Pour avoir accès aux articles imprimés, il dépend des services de sa bibliothèque (localisation,

heures d'ouverture, importance de l'accès en libre-service). Si beaucoup de chercheurs continuent de choisir le papier, en particulier lorsqu'il s'agit de «travailler» l'article lu ou de l'annoter, l'accès en ligne est désormais, quelles que soient les disciplines, très fortement apprécié. Les chercheurs, parfois, envisagent la bibliothèque comme la dernière des solutions, même si beaucoup se heurtent à des recherches qui échouent, à des moteurs de recherche peu performants, à des accès payants et, parfois, à la nécessité de télécharger ou de payer un article pour se rendre compte ensuite qu'il n'en vaut pas la peine. Un travail d'ethnographie pour traiter spécifiquement cette question de l'accès aux données mériterait d'être réalisé (Hilgartner et Brandt-Rauf, 1994).

Le chercheur est aussi un concepteur, un producteur de données, un bricoleur, un organisateur. Il

construit ses objets de recherche, en interaction avec des collègues proches ou distants; il traite les traces et les données produites. Ces activités connaissent aussi des transformations en rapport avec les outils de communication scientifique. Quelques témoignages conduisent à penser que même le noyau dur des pratiques de recherche n'est pas insensible à la question de l'accès libre à l'information. Des historiens disent voir leur travail changer du fait de la mise en ligne des revues existantes; ils ne doivent désormais plus courir d'une bibliothèque à l'autre. Leur usage de la consultation en ligne est devenu journalier. La numérisation des archives historiques, en outre, les conduit à modifier leur objet de recherche. L'objet de recherche change ainsi, tout comme le point de vue des chercheurs sur leurs objets (Lüthy, 2000).

NOTES

1. Plus de 200 savants répartis dans toute l'Europe correspondent avec le Père Mersenne, qui recopie des courriers reçus et les fait circuler avec ses commentaires portant sur les recherches en cours et les ouvrages en préparation. Il sollicite ses pairs pour obtenir des données tandis qu'il reçoit des précisions habituellement absentes dans les ouvrages publiés.
2. Des logiciels, comme *CrossRef* qui s'appuie sur le DOI, assure la fiabilité des liens au sein de l'ensemble de la littérature scientifique en ligne. Parfois, des liens sont aussi établis entre le contenu de l'article et des bases de données factuelles, comme en biologie pour les séquences génétiques que déposent les chercheurs.
3. Communication orale de Sophie Roux, Séminaire sur les enjeux de la publication numérique, Grenoble, 30 avril 2009.
4. Le mouvement de l'*Open Archive Initiative* (OAI), issu de la convention de Santa Fé en 1999, y fait référence pour prôner l'auto-archivage et fournir des protocoles pour l'interopérabilité des archives et l'interrogation des données.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTHELOT, J.-M. (dir.), *Épistémologie des sciences sociales*, Paris, PUF, 2001.
- BORGMAN, C., WALLIS, J., ENYEDY, N., «Little Science Confronts the Data Deluge: Habitat Ecology, Embedded Sensor Networks, and Digital Libraries», *International Journal of Digital Libraries*, vol. 7, n° 1-2, 2007, p. 17-30.
- BOURE, R., «Sociologie des revues de sciences sociales et humaines», *Réseaux*, n° 58, 1993, p. 93-105.
- BROWN, C., «The Role of Electronic Pre-prints in Chemical Communication: Analysis of Citation, Usage, and Acceptance in the Journal Literature», *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 54, n° 5, 2003, p. 362-371.
- EISENSTEIN, E., *La Révolution de l'imprimé à l'aube de l'Europe moderne*, Paris, La Découverte, 1991.
- GARFIELD, E., «Has Scientific Communication Changed in 300 Years?», *Essays of an Information Scientist*, vol. 4, 1979, p. 394-400.
- GARVEY, W., LIN, N., NELSON, C., «Some Comparisons of Communication Activities in the Physical and Social Sciences», in NELSON, C., POLLOCK, D. (dir.), *Communication among Scientists and Engineers*, Lexington, Heath Lexington Books, 1970, p. 61-84.
- GUNNARSDÓTTIR, K., «Scientific Journal Publications: On the Role of Electronic Pre-print Exchange in the Distribution of Scientific Literature», *Social Studies of Science*, n° 35, 2005, p. 549-579.
- HAGSTROM, W., «Factors Related to the Use of Different Modes of Publishing Research in Four Scientific Fields», in NELSON, C., POLLOCK, D. (dir.), *Communication among scientists and engineers*, Lexington, Heath Lexington Books, 1970, p. 85-124.
- HILGARTNER, S., BRANDT-RAUF, S., «Data Access, Ownership, and Control. Toward Empirical Studies of Access Practices», *Science Communication*, vol. 15, n° 4, 1994, p. 355-372.
- HURD, J., BROWN, C., BARTLETT, J., KRIETZ, P., PARIS, G., «The role of unpublished research in the scholarly communication of scientists: Digital preprints and bioinformation databases», *Proceedings of the 65th Annual Meeting of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 39, n° 1, 2002, p. 452-453.
- LATOURE, B., WOOLGAR, S., *La Vie de laboratoire. La Production des faits scientifiques*, Paris, La Découverte, 1998.
- LÉCAILLE, P., *La trace habilitée. Une ethnographie des espaces de conception dans un bureau d'études de mécanique: l'échange et l'équipement des objets grapho-numériques, entre outils et acteurs de la conception*, thèse de doctorat non publiée, Université de Grenoble, 2003.
- LEFEBVRE, M., «Images et pratiques d'écriture en mathématiques», in HERT, P., PAUL-CAVAILLIER, M. (dir.), *Sciences et frontières. Délimitations du savoir, objets et passages*, Éditions Modulaires Européennes, 2007, p. 211-228.
- LÜTHY, C., «Caught in the Electronic Revolution. Observations and Analyses By Some Historians of Science, Medicine, Technology, and Philosophy», *Early Science and Medicine*, vol. 5, n° 1, 2000, p. 64-92.
- PIGNARD, N., *La Communication des sciences sur Internet. Stratégies et pratiques*, Thèse de doctorat en Sciences de l'information et de la communication, Université Stendhal, Grenoble, 2004.
- PRICE, D., *Little Science, Big Science*, New York, Columbia University Press, 1963.
- WALSH, J., BAYMA, T., «Computer Networks and Scientific Work», *Social Studies of Science*, vol. 26, n° 3, 1996, p. 661-703.