

De la plume d'oie à la souris : la recherche en réseaux

Lieux de savoir, 1. Espaces et communautés, Albin Michel, 2007, p. 1095-1117

Vérona Paravel

Mon révérend Père,

J'ay esté bien-aise de voir la lettre de Monsieur de Fermat, et je vous en remercie ; mais le défault qu'il trouve en ma démonstration n'est qu'imaginaire, et monstre assez qu'il n'a regardé mon traité que de travers. Je réponds à son objection dans un papier séparé afin que vous luy puissiez envoyer si bon vous semble, et si vous avez envie par charité de le délivrer de la peine qu'il prend de rêver encore sur cette matière. Il faut que la démonstration prétendue de la Geostatique soit bien défectueuse, veu que mesme Monsieur de Fermat, qui est tant amy de l'autheur, la desaprouve, et que moy, qui ne l'ay point veuë, ay jugé qu'elle estoit mal refutée, pour cela seul que je n'ay pü m'imaginer qu'elle fust si peu de chose que je voyois estre refuté. Je vous prie de continuer tousjours à me mander tout ce qui se dira ou s'écrira contre moy, et mesme de convier ceux que vous y verrez estre disposé à m'envoyer des objections, leur promettant que je leur renvoyeray la reponse ; comme en effet je n'y manqueray pas, ny aussi de les faire toutes imprimer, sitost qu'il y en aura assez pour faire un volume. J'en ay receu ces jours passez quelques unes de M. Fromondus de Louvain, auquel j'avois envoyé un livre, à cause qu'il a écrit des météores ; je luy ay répondu dès le lendemain que je les ay receuës. Et en effet je me réjouïs, lors que je voy que les plus fortes objections qu'on me fasse, ne valent pas les plus foibles de celles que je me suis fait à moy-mesme, auparavant que d'establir les choses que j'ay écrites.

Je suis, Mon R. père, Votre très-humble et fidel serviteur,
Descartes ¹.

où l'on franchit plus de trois cent cinquante ans d'histoire, durant lesquels les sciences se sont dotées d'instruments, largement pourvues de technologies de communication et réorganisées autour d'espaces de production toujours plus équipés. Sous l'Ancien Régime, le courrier était destiné à passer de main en main, à circuler de bouche à oreille, et était rédigé pour être lu et distribué en différentes circonstances.

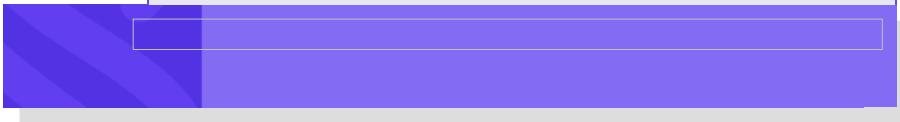
Les correspondances savantes du xvii^e siècle ² transmettaient les nouvelles des recherches récentes à des individus qui les diffusaient à leur tour. Souvent mises en avant dans les lettres elles-mêmes, les conditions de transmission de l'information soulignent discrètement l'importance des relations personnelles, les fragiles frontières entre privé et public, les cercles d'appartenance. *A priori*, les pratiques épistolières de l'époque de Marin Mersenne ³ ne diffèrent pas radicalement des échanges contemporains. Les traces précises de l'échange, la forte activité de recopiage, la redistribution auprès de l'entourage semblent préfigurer les pratiques de transfert et de copier-coller qui nous sont aujourd'hui si familières. Mais les continuités ne sont que partielles. Les transformations des corps conducteurs ont introduit de véritables innovations.



Figure 1. Bartholomeus Breenbergh, *Portrait de jeune homme tenant une lettre*, xvii^e siècle, huile sur cuivre, 24 x 19 cm, Paris, musée du Louvre.



Figure 2. E-mail comportant des documents attachés au message, des liens hypertextuels et vu dans son cadre de réception informatique.



Pour « réceptionner » le message de Denis A., il aura fallu un logiciel de messagerie, accessible ici par le biais d'un navigateur qui s'affiche avec tous ses paramètres de communication. Pour lire l'intégralité des informations et notamment pour accéder au document attaché au message, il aura fallu « cliquer » sur un « lien hypertextuel* ». L'appareillage électronique déploie un nouvel ordre dans la succession des opérations de l'échange. Il affecte les gestes les plus familiers de la correspondance. La page de la lettre cède la place à un cadre qui accueille différentes catégories de signes (barre d'outils, icônes, boutons, date, mots tenant lieu de liens hypertextuels, flèches de

navigation, curseur, etc.). L'écriture se pare de nouvelles ressources. Le lecteur peut récrire le message, inscrire son intervention dans le texte reçu. En instaurant une liberté d'inscription que n'autorisaient ni la page manuscrite ni le livre, le support électronique inaugure un mode d'appropriation des écrits et un mode relationnel entre leurs acteurs.

Au-delà des transformations qui affectent les pratiques de rédaction, la circulation et la forme des écrits, il faut en effet interroger la nature même des collectifs liés aux technologies digitales. Si ces collectifs appellent d'emblée l'idée de « communauté électronique», on gagne cependant à examiner ce qui fait la texture de ces groupes médiatisés, à comprendre comment ils prennent corps dans l'écriture électronique en réseau. Si l'on considère l'introduction de l'outillage informatique comme une rupture dans l'histoire de l'écriture⁴ et dans l'histoire des sciences, il convient alors de discerner la nouvelle «intelligence des lieux⁵» de savoir qui s'impose avec l'écriture électronique en réseau. Celle-ci implique en effet des mises en forme spécifiques du savoir et une réorganisation des systèmes relationnels scientifiques.

Mener une telle enquête supposait de suivre les chercheurs à la lettre, dans leur activité de laboratoire, de questions en réponses, de documents attachés en liens hypertextuels. Éthologistes, sociologues, épidémiologistes, mathématiciens et biologistes m'ont ouvert leurs correspondances et, avec elles – car les boîtes aux lettres ne sont pas encore des boîtes noires –, le pouvoir de descendre au cœur de la production, comme celui de remonter jusqu'aux mécanismes de la fabrication des liens scientifiques. L'épistolarité ordinaire éclaire en effet les savoirs en train de s'écrire, les différents chaînages qui structurent les collectifs savants autour d'énoncés, des plus stables aux plus vacillants. Les écrits d'écrans⁶ constituent un site expérimental permettant de mettre à l'épreuve une innovation technologique. Ils ouvrent la voie à une nouvelle compréhension des frontières organisationnelles, relationnelles, institutionnelles ou cognitives. Le tracé qui s'en dégage invite à redéfinir les collectifs scientifiques et les savoirs qu'ils produisent. L'épistolarité électronique ne représente donc pas un détour, mais une voie privilégiée qui conduit au cœur de l'atelier du scientifique, là où les relations se nouent et les savoirs se forment.

Les civilités savantes

De mes navigations, je rapporte tout d'abord quelques propriétés caractéristiques et incontournables du courrier électronique. Ce dernier n'est pas une innovation mineure. Il installe techniquement la possibilité de passer d'un espace-temps discret à un espace-temps

quasi continu, en rupture avec les séquençages associés au papier. Au-delà de la communication de base, il a de multiples fonctions qui le lient étroitement aux différentes activités du chercheur: revues de presse, bibliographies, listes et forums de discussion scientifiques. Le bureau du chercheur est devenu un lieu connecté qui transforme le travail et l'environnement des scientifiques. Centre de tri, de calcul et de transit d'où partent et où viennent s'accumuler des flux continus d'informations, le « bureau* » de l'ordinateur donne souvent une impression de débordement. L'outil n'est pas incontrôlable, il est envahissant. Suffisamment pour désorganiser les emplois du temps et exiger de nouvelles routines qui combinent certaines fonctionnalités techniques – le petit son « bip » qui annonce l'arrivée d'une missive – et la capacité à s'autodiscipliner – « Je regarde le matin et le soir. Un point, c'est tout ».

La gestion différenciée des temps de réponse, la dynamique continue des relations de travail entre des acteurs géographiquement dispersés, la possibilité d'assurer dans un temps non strictement défini, mais cependant délimité, une forme de coprésence des acteurs confèrent au courrier électronique son originalité. La messagerie électronique est un instrument de communication⁷ infiniment ouvert, jamais vraiment clos, marqué parfois par le déni des formules, telles les entrées en matière et les salutations qui pourraient faire croire à la clôture momentanée des échanges. Un instrument pourtant confié à chacun des correspondants, qui le traitent très inégalement: à la transparence et à l'immédiateté systématiquement associées au courrier électronique se substitue l'opacité de la médiation des usages individuels. À la grande liberté d'utilisation du courrier électronique (e-mail), à la possibilité de se construire une « invisibilité partielle⁸ » s'oppose l'interprétation des nouvelles règles de civilité qui ont émergé au fil des échanges.

Les attentes et les règles qu'instaure cet ordre de communication sont particulières au médium. L'incursion dans l'univers de l'autre, plutôt douce en comparaison du téléphone, impose néanmoins l'exigence morale de la réponse. La pression est d'autant plus forte que les contraintes formelles et matérielles de la réponse sont légères, par rapport à celles du courrier sur papier. Souvent, la messagerie électronique s'affranchit du formalisme de l'écrit ordinaire et libère les échanges de la pesanteur des hiérarchies sociales. La forme de l'e-mail, qui s'approche parfois d'une expression orale sans toutefois bénéficier de la plus-value du face-à-face (mimiques, postures, intonation, etc.), crée aussi des situations de violence ressentie. Le rôle médiateur des dispositifs techniques de l'écriture semble ici absent et laisse place à une objectivation plus faible de la pensée et à des états émotionnels parfois très bruts.

La récurrence des faux pas, des quiproquos et, corrélativement, du travail d'ajustement nécessaire pour régler les interactions montre le

caractère instable du chantier des civilités. La liste des interactions ratées et des malentendus possibles est longue. Rupture de la chaîne des liens, méprises de langage, écarts de style, erreurs d'orientation et de manipulation, confusions et décalages de langue, fautes de temps, ces incidents de l'échange et leurs réparations – par la relation, par la complémentarité des canaux de communication, par le style – révèlent, sur un mode négatif, les ajustements nécessaires entre les correspondants. Accords et accrocs s'offrent alors comme autant de points d'observation de la construction collective de ces lieux médiatisés du savoir.

À ces caractéristiques – la fausse modestie, l'originalité et l'instabilité – il faut ajouter une dimension de « ténacité ». Celle-ci fait des écrits électroniques un puissant instrument de mémoire. Si, du point de vue stylistique, l'e-mail mime souvent l'oral, il conserve de l'écrit sa durabilité. L'écrit d'écran devient parfois une inscription quasi juridique : l'enregistrement de l'état d'une relation entre différents partenaires ou la justification des actions entreprises. Cette fonction de mémoire a d'autres applications : l'inscription joue un rôle de rappel et permet de se coordonner avec soi-même ; associée aux fonctions de tri et de classement, elle rend possible l'archivage efficace d'un nombre infini de documents, traces de l'action et de la pensée. De la « main courante » au « nœud au mouchoir », les scientifiques font de la messagerie électronique un outil protéiforme. La « ténacité » de l'écrit électronique, c'est aussi l'endurance dont il fait preuve dans le maintien des relations sociales. Pour cette raison, il est l'outil de collaboration par excellence. Sa capacité à transporter un écrit réappropriable par chacun des interlocuteurs se plie aux exigences du travail en commun à distance. L'organisation des réunions, séminaires ou colloques, la supervision des étudiants, la rédaction de projets, de rapports, d'articles ou d'ouvrages, la mise en commun des résultats d'expériences, la construction de bases de données partagées, en bref les activités-clés du travail de recherche sont désormais majoritairement articulées par les écrits électroniques. Supposez des échanges continus d'informations qui nécessitent une trace des séquences d'opérations, de leur enchaînement et de la répartition de ces opérations entre les différents interlocuteurs. Supposez la production commune de documents qui impliquent la coordination entre des acteurs répartis sur plus de trois sites géographiques différents sans l'usage du courrier électronique. Imaginez que l'on revienne à la temporalité lente et aux formats incertains de la disquette* !

Le courrier électronique peut aussi dissimuler des marqueurs tels que l'âge ou le statut, aplani les hiérarchies, voire les écraser littéralement sous l'utilisation de formules neutres. Ce mode relationnel spécifique permet enfin de comprendre ce à quoi renvoie matériellement la mise en réseau de la recherche⁹. Car il provoque

une indéniable inflation des liens passifs, ces liens (hyper)textuels entre des individus, qui figurent au centre des échanges électroniques et peuvent être activés par un simple clic de souris*. Ces liens en suspens permettent aux chercheurs d'administrer un volume important de relations et de les cibler selon les situations.

Ethnographie en milieu virtuel*

L'unité 558 de l'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) se consacre à l'épidémiologie et traite des risques, des maladies chroniques et des handicaps. Cinq équipes relevant de différentes spécialités se partagent les locaux et se retrouvent lors de séminaires communs pour fédérer l'unité de recherche. Le flux des échanges entre les membres des équipes, entre les équipes elles-mêmes et les autres laboratoires, le parcours des produits scientifiques élaborés dans l'unité, leur collecte et leur mise en forme sont à l'origine de configurations relationnelles inédites. Ici, les groupes de chercheurs travaillent par réseaux informatiques interposés. L'équipe 3, membre du réseau international du registre des cardiopathies ischémiques¹⁰, est chargée d'analyser l'évolution des indicateurs épidémiologiques de l'infarctus du myocarde. Les matériaux qu'elle mobilise proviennent de registres de populations mis à jour au fur et à mesure de l'apparition des cas, d'enquêtes transversales sur des échantillons représentatifs, d'enquêtes sur des cas témoins, d'enquêtes prospectives associant différentes équipes françaises et étrangères, et d'études menées dans le cadre de la cardiologie hospitalière et libérale, ce qui nécessite de rassembler des données sur la totalité des régions françaises.

Sur le plan local, les activités quotidiennes consistent à collecter les données, puis à les vérifier et à suivre des dossiers nécessaires à la gestion du registre. Ce travail est une production collective, reposant sur des données de provenances très diverses : hôpitaux, cliniques et médecins généralistes, répartis dans tout le département. Les informations sont transmises par téléphone, courrier électronique et par télifax ; des réunions sont organisées une fois par mois pour compléter les dossiers des patients. Sur le plan national, trois registres sont tenus sur ce modèle, à Lille, à Strasbourg et à Toulouse. Paris centralise les données, tandis que le projet est piloté par l'OMS à Genève, l'analyse des données conduite à Helsinki et les codages opérés à Glasgow. L'équipe provinciale envoie les données recueillies localement à Paris. Là, une équipe les compile et les transmet sous une forme réglementaire et conforme à Helsinki. L'équipe d'Helsinki pose en retour des questions aux équipes locales sur les cas incomplets et les erreurs de codages. Le lien se fait donc entre Paris et Helsinki quand les chercheurs utilisent ce qu'ils appellent « l'e-mail international » pour la constitution du registre mondial.

La collecte et la mise en commun des données réclament à la fois des ajustements et une organisation très réglementée du travail. Au sein même de l'équipe, les tâches sont divisées, et la communication électronique joue un rôle décisif dans la coordination du processus, en ses différentes étapes. Coordination, tout d'abord, entre les membres de l'équipe locale, qui circulent dans la région pour recueillir les informations et mènent en parallèle des activités d'enseignement et de pratique médicale ; ensuite, entre les membres de l'équipe locale et les différents hôpitaux, médecins et autres sources de données à traiter ; entre l'équipe 3 et les autres registres ; enfin, entre ces équipes et les unités centralisatrices. Localement, la coordination reste parfois relativement traditionnelle, avec des écarts entre les pionniers en matière de nouvelles technologies et ceux qui y sont réfractaires. Sur le plan international, en revanche, le courrier électronique est devenu un instrument indiscutable, structurant un vaste territoire et capable de faire transiter tout un monde, de le compiler, de le transformer et de l'organiser aussi.

Il faut rappeler ici tout le travail des réseaux qui véhiculent des inscriptions chargées des phénomènes recueillis à travers la France entière, extraits, réduits, transformés en chiffres, sélectionnés, additionnés, et qui voyagent maintenant d'un lieu à un autre, pour être à nouveau encodés et compilés dans des bases de données. Il faut penser aux effets produits par ces bases de données, qui permettent aux scientifiques de porter un regard identique sur des phénomènes rendus comparables. Les cas singuliers de maladies observés dans une région particulière viennent se loger dans un fichier unique parmi des milliers d'autres cas provenant du monde entier et s'offrent au regard surplombant des scientifiques. Il convient de rendre justice en premier lieu au pouvoir des inscriptions qui rend la commensurabilité possible. Mais cette capacité à rendre compatibles des morceaux de mondes, des faits et des phénomènes épars est aussi le propre des territoires numériques. Au départ, il y a les étapes de transformation qui traduisent des maladies en chiffres, en codes, en inscriptions. Et puis viennent les réseaux électroniques, qui accélèrent ce processus en réduisant les distances et la résistance temporelle, en concentrant tout en un lieu, du texte aux laboratoires, aux banques de données et aux collaborateurs eux-mêmes. Le plus important est moins que les chercheurs puissent contrôler des instruments ou accéder à des données dispersées, mais bien plutôt qu'ils expérimentent une nouvelle façon d'enregistrer et de partager le savoir, d'interagir entre eux et avec lui¹¹. Ces réseaux techniques modifient plus généralement le savoir scientifique parce qu'ils permettent de naviguer collectivement dans un espace de données.

Une autre équipe de l'INSERM – le réseau des registres du cancer – opérait jusqu'à une période récente essentiellement par des envois de disquettes. Aujourd'hui, ce qui est notable, c'est moins l'évidente

accélération et la multiplication des échanges, que la possibilité d'établir des relations ouvertes et régulières avec des homologues délocalisés dont ils se sentent paradoxalement plus proches scientifiquement. À l'intérieur de l'unité, les liens existants sont maintenus, entretenus et même parfois intensifiés par la circulation plus dense de l'information. Mais des relations plus nombreuses se nouent vers l'extérieur et forment des associations fondées sur des affinités scientifiques souvent considérées par les chercheurs comme plus solides.

Les logiques d'usage des chercheurs conduisent vers des collectifs aux frontières floues, des réseaux qui se tissent et s'étendent à l'extérieur du laboratoire, à tel point que se pose la question du devenir de cette entité et de la possible redéfinition de son sens même. Si l'e-mail favorise et renforce les liens externes, que représenteront les cadres de l'équipe, du laboratoire, des unités de formation et de recherche ? Comment ces nouveaux espaces collectifs, en se superposant aux cadres traditionnels, mettent-ils en question la pertinence des lieux où se déplient les activités scientifiques ? L'INSERM échappe à ses propres découpages institutionnels. Ici, les réseaux informatiques gèrent la complexité du tissu de relations associées à la production des connaissances, à l'intérieur du groupe de recherche et au-delà de ses limites. Liens permanents entre les membres d'un « collège invisible », ils montrent leur aptitude à renouveler la façon de mobiliser la multitude d'intermédiaires qui participent à la mise en forme des sciences. Est-ce à dire que la généralisation des échanges au sein de dispositifs tels qu'Internet pourrait affaiblir les liens entre les membres d'une même institution scientifique, voire l'intégrité de ces institutions ? Bien au contraire, puisque l'e-mail semble contribuer à l'organisation des structures collectives. En revanche, peut-être faudrait-il envisager un scénario où l'essentiel de la production du savoir se situerait sur les réseaux de communication, tandis que les laboratoires ne seraient plus que des cadres institutionnels de moindre importance.

Le laboratoire de recherche, traversé par de multiples réseaux informatiques qui l'ouvrent et l'ancrent vers l'extérieur, devient en effet un espace plus volatil. Lieu de centralisation, d'accumulation et de transformation des phénomènes, le laboratoire tient sa force de cette « mobilisation des mondes¹² ». Or la communication électronique démultiplie ce surcroît de « pouvoir », accroît les potentialités à concentrer des mondes, à les faire circuler à haut débit, à délocaliser la pensée scientifique. La matérialité du virtuel nous branche comme en direct sur le monde, elle le compresse, le compile et le fait circuler. L'écran devient ce lieu commun qui permet de relier les phénomènes entre eux, non pas parce que les inscriptions sont compatibles, ce qui nous renverrait simplement à une raison graphique, mais parce qu'il les relie physiquement.

Ainsi, dans la refonte des lieux de savoir, les cadres du laboratoire se distendent, et les distances entre les acteurs se réaménagent. Les écrits de réseaux alimentent la communauté scientifique tout en l'arrachant aux logiques institutionnelles. Les collectifs savants existent à travers cette infinie circulation des données, ils tiennent à la matérialité des supports qui font circuler des objets relationnels entre ses membres, se défont et se recomposent, à l'image des bits* et des bauds* que charrent les réseaux télématiques. La mutation des lieux d'expérimentation en laboratoires virtuels ne les ampute pourtant pas de leur matérialité. Cette dimension virtuelle permet, au contraire, à leur modèle de s'exporter dans les réseaux et de récréer, quelques clics de souris plus loin, la même entité sous des formes renouvelées et flexibles.

L'équipe du registre du cancer est l'une de ces « corporations virtuelles » établies sur différentes compétences mobilisables. Les réseaux informatiques soutiennent l'existence de groupes de recherche plus larges, plus complexes, dotés de structures plus fluides que ne le permettrait la communication en face-à-face. Ils accentuent aussi les coopérations en se moquant des clivages géographiques. Ces « collaboratoires¹³ » procèdent par assimilation des personnes et des ressources: ainsi, un chercheur, quelle que soit sa localisation, peut s'intégrer au système et accomplir son travail comme si tout ce dont il avait besoin – données, puissance informatique, interlocuteurs, etc. – se trouvait dans un même lieu physique. À chaque point du réseau, une personne apporte sa compétence précise, qui profite à l'ensemble du système, sans être investie dans une des unités qui composent le projet. En retour, les scientifiques bénéficient, grâce au réseau, des compétences exactes et élargissent le nombre des projets nécessitant leur expertise. Ces configurations relationnelles ne supposent pas de logiques hiérarchiques rigides, ni dans les réseaux de collaborateurs, ni sous la forme d'entités institutionnelles plus fédératrices. Le laboratoire n'a rien de caduc, mais il est temps de penser à d'autres dynamiques, fondées sur les « affinités électives électroniques ». Il faut prendre en compte ces collectifs de circonstance – dont la rationalité tient à l'événement, au projet – qui fonctionnent grâce à la souplesse de leurs multiples mises en forme possibles et qui, contrairement à leurs homologues dans l'espace traditionnel des sciences, peuvent se gérer sur des échelles très larges. Comme au temps de Mersenne, les savants s'organisent autour d'une matière textuelle qui, en circulant, donne consistance, forme et ordre à leurs collectifs.

Les arènes de discussions savantes¹⁴

Les débats électroniques relèvent d'une « grammaire des échanges » relativement classique. Questions et réponses alimentent la discussion,

ouvrent ou parfois rouvrent des questions théoriques et procèdent à un ajustement collectif par le biais de redéfinitions partielles. Ces mises à jour examinent le sens commun, la cohérence des acceptations propres à une spécialité scientifique. Le forum est le lieu d'une lecture multiple, qui non seulement suscite le débat et pousse à la controverse, mais oblige aussi à l'explicitation raffinée des objets de savoir. Les discussions électroniques sur des articles ou des programmes informatiques sont aussi de bonnes occasions pour établir des accords, constituer un langage partagé et fixer le groupe autour d'énoncés consensuels. Organisation de colloques, critiques de livres, mise à disposition de pre-prints*, offres de postes et nominations, tous les événements fédérateurs se concentrent sur l'écran. La célérité des annonces, la multiplication des discussions facilitées par des énoncés lapidaires et le rythme soutenu des échanges, l'émergence d'une écriture commune sont autant d'occasions de stabiliser les relations du groupe. Le forum organise un espace dans lequel la validité des savoirs peut être mise à l'épreuve. L'arène permet de convoquer à moindres frais les participants d'un projet, de construire une audience. Une question, un simple lien hypertextuel déclenchent souvent des cascades de messages, et les requêtes ne sont parfois qu'une façon détournée de rendre visibles des résultats et de les faire accréditer par une assemblée de spécialistes. Les réponses sont alors des mises à l'épreuve et des validations octroyées par le « collectif-derrière-l'écran ». Le forum offre les moyens techniques permettant de prendre directement acte des pratiques du lectorat, car il procède par des formes d'écriture qui réinventent un comité de lecture et des instances de validation. Il redonne directement « la main » aux pairs et redistribue les formes de la légitimation par une autorité dans une position intermédiaire entre le collectif anonyme et les auteurs institués¹⁵. Les échanges aboutissent parfois à des renvois aux Faqs*, directement accessibles sur le site Web* de l'association et faisant office de documents de références. Cet archivage dans des « bibliothèques discursives » permet de reconstituer, grâce aux strates d'inscriptions successives, l'essentiel du déroulement et des conclusions des débats menés sur un thème spécifique.

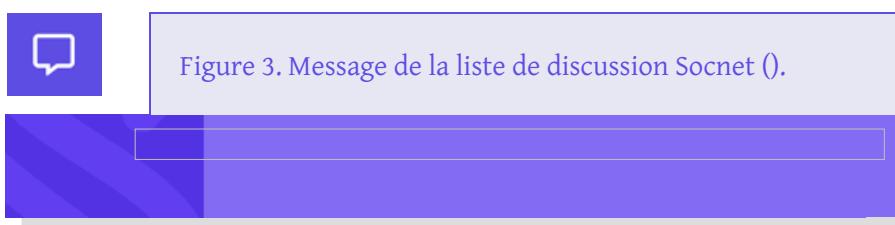


Figure 3. Message de la liste de discussion Socnet () .

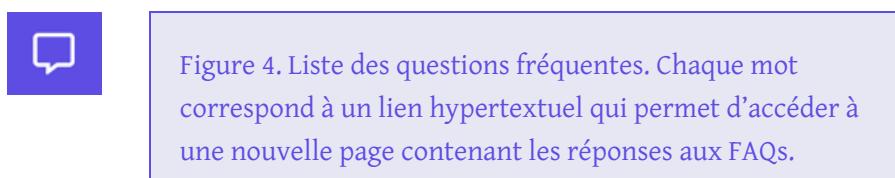


Figure 4. Liste des questions fréquentes. Chaque mot correspond à un lien hypertextuel qui permet d'accéder à une nouvelle page contenant les réponses aux FAQs.

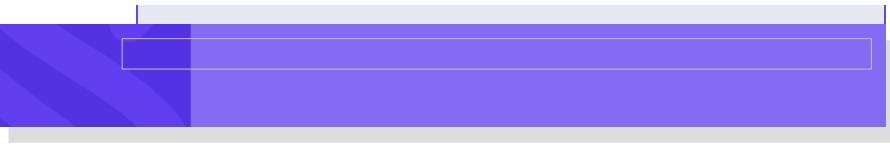
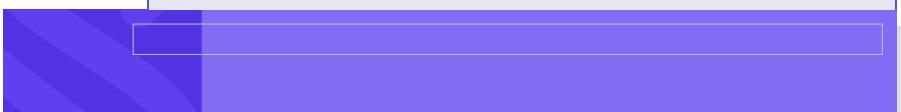


Figure 5. Exemple de réponses aux FAQs sur la notion de concept.



Au terme de cet enchaînement de clics se trouve une série d'articles, de sites, de liens, de programmes, de séquences vidéo, de bases de données, etc., qui conduisent le lecteur vers l'amorce d'une réponse ou d'une solution. Ces « bassins référentiels » sont exploités pour stabiliser des comportements théoriques et pratiques, coordonner des activités distribuées et façonner les perspectives des nouveaux entrants dans le domaine. Ils sont donc les lieux d'une histoire où s'entreposent, strates après strates, les gisements des connaissances collectives. Ils modèlent l'histoire du groupe et lui donnent une substance, parfois visible à travers l'émergence de termes ou d'abréviations partagés, à travers l'évocation de discussions lointaines, considérées comme closes ou acquises, visible aussi dans des échanges imprégnés d'implicites qui font surgir une mémoire collective.

Mardi 2 Mars 1999 à 08:29 : de MM@pop.psu.edu

Subject : big networks

« Hey Stanley, you must have some good thoughts on
this... »

Ici, on sait qui est à l'écoute derrière son écran et quelles compétences sont mobilisables. Par la fréquentation quotidienne du forum, comme du laboratoire, s'infiltra doucement une « vie au quotidien » qui fait du médium un *instrument* de communauté. Assis devant son bureau et face à son écran, Stanley partage un territoire dont les objets textuels en circulation constituent la chair. Tous les jours, en allumant son ordinateur, il se reconnecte avec son groupe.

Organismes de financement, colloques, pre-prints*, données, chercheurs, postes, appels à publication, le forum concentre les ressources délocalisées en introduisant des liens directs et ciblés entre les acteurs et les institutions. L'écran est un réservoir de liens, un lieu de relations potentielles très étendues ; il déroule un cortège de noms et de savoir-faire, un défilé de ressources. L'agora électronique est un lieu de savoir où la mise en référence et la publication se réalisent sans la lourdeur des logiques éditoriales, en se mêlant à la « discussion de couloir ». Elle est une tribune qui accepte un jeu de cadrages

institutionnels et relationnels différents : échanger en dehors du cadre du laboratoire, mais dans des conditions de collaboration démultipliées; diffuser hors de la revue, mais devant un « parterre » de pairs. L'originalité de ces lieux de savoir tient aussi à leur cadre technique qui invente de nouveaux formats linguistiques¹⁶. Elle tient enfin à leur connectique*, à cet élément hypertextuel qui met sur un même plan et en relation des énoncés, des individus et des institutions, et permet de passer d'une représentation de ces objets à une autre, en les affichant comme reliés. Il ne faut pas négliger la force de cette petite main qui apparaît sur l'écran, lorsqu'elle rencontre un lien et s'en saisit pour nous faire passer d'un lieu à un autre, d'un fait, d'une démonstration, d'une situation, d'un texte, d'une image aux autres, en leur donnant l'unité et la continuité optique dont les esprits scientifiques se nourrissent.

L'espace de la tribune électronique ressemble au couloir où l'on déambule, s'arrêtant pour prendre part à des discussions collectives informelles, se retirant pour débattre ou se faire « lurker* » et réfléchir. On peut choisir de laisser la porte ouverte ou fermée, cet espace qui ouvre sur l'espace des autres, et de rendre l'échange public ou privé. Comme dans un laboratoire (mais ici les outils circulent en « documents attachés »), le couloir mène vers des ressources que l'on est libre de consulter. La métaphore est faible cependant pour dire la particularité des liens qui se tissent dans un univers totalement médiatisé par les écrans. La description des lieux laisse à penser que le collectif se définit comme une communauté d'intérêts affranchie des principes de la géographie locale. Or, si les échanges entraînent toutes sortes de coopérations (aides méthodologiques, mise à disposition d'applications, de données, etc.), ils ne débouchent pas uniquement sur des collaborations. Certaines démonstrations sont au contraire élaborées pour mieux promouvoir leurs auteurs et leur production, ce qui exacerbe les compétitions¹⁷. Dans cet espace, les intérêts cohabitent, le projet d'établir une perspective commune et standardisée interfère avec des logiques plus personnelles, ce projet s'enchevêtre avec les enjeux de sous-groupes résolus à redéfinir les termes du débat selon les grilles cognitives de leur discipline d'appartenance. Les tribunes électroniques donnent ainsi à voir un long déploiement de frontières, entre collaboration et compétition, entre appartenances multiples et replis disciplinaires, entre alliances et « contre-pouvoirs », au gré des situations et en suivant le mouvement des acteurs, entre démarcation et fusion autour des objets textuels qu'ils mettent en forme et négocient¹⁸.

Ces façons de débattre montrent les différents rôles du forum, objet-frontière¹⁹ à la fois adaptable à la pluralité des points de vue et assez résistant pour préserver, malgré lui, une identité collective. Lieu-carrefour qui fait frontière entre ses membres, mais où chacun s'y retrouve, placé à l'intersection de différents « mondes sociaux

interconnectés », la tribune électronique fédère, tout en répondant aux exigences de chacun en matière d'information. Elle permet le maintien de la cohérence de ces mondes et assure à la fois leur autonomie et leur communication. Les objets textuels qui transitent en son sein (programmes, matrices, etc.) ont souvent les mêmes propriétés. Ils la traversent en servant aussi bien l'univers des statisticiens que celui des sociologues. Ils sont standardisés pour assurer une certaine cohérence et se structurent dans l'usage commun. Discipliner les objets de savoir pour les rendre compatibles avec l'ensemble du collectif assure ainsi le développement d'une économie des informations et des matériaux. Celle-ci étant à la fois assez souple et structurée, elle garantit le commerce entre les différents mondes ainsi qu'un espace de traductibilité. Les espaces électroniques constituent alors des territoires propices à la mixité, aux inscriptions multiples, aux déplacements des instruments, à la circulation accrue des méthodes et aux hybridations conceptuelles.

Faire corps dans les espaces en réseau : les collectifs électroniques

Mes navigations ne débouchent pas sur une lecture connexionniste des espaces électroniques et des collectifs qui les peuplent. Le mot réseau, soigneusement abandonné au bord des bandes passantes, ne qualifie que maladroitement les figures multiples des collectifs électroniques. Il occulte la dimension textuelle et temporelle des collectifs électroniques savants et, paradoxalement, néglige les liens entre l'espace d'inscription du collectif et sa nature. La notion de réseau a quelque chose d'infiniment labile que ces collectifs électroniques n'ont pas toujours.

Les modes d'interaction des collectifs électroniques définissent une temporalité particulière. Ce sont des collectifs en suspens : le temps des collectifs peut devenir celui du projet²⁰, réunissant des acteurs très disparates. Le suspens marque alors la possibilité technique de recourir à un asynchronisme minimal qui donne au projet l'apparence d'un échange en continu pour revenir, une fois le projet réalisé, à des échanges plus passifs. Les relations électroniques sont donc faites de connexions temporaires qui permettent à des acteurs dispersés d'activer très fortement une section du réseau, puis de la mettre en sommeil aussi longtemps que nécessaire. Ici, la figure du réseau, infiniment labile, qui dissout avec elle toute idée d'accumulation et de stabilisation possibles, se heurte à ces types de rassemblements, si temporaires soient-ils, qui permettent cependant à des collectifs de prendre forme et à des objets de savoir de se stabiliser. Les dispositifs de communication électronique ne créent pas systématiquement des liens solides entre les différents acteurs. Ces espaces d'interaction ne

charrient pas seulement des flux où tout ce qui prendrait forme dans ces échanges se diluerait, serait emporté et redistribué dans le mouvement continu des connexions. Dans l'espace des sciences, le cadre du forum électronique permet de faire émerger des objets de savoir et des collectifs d'acteurs, en stabilisant des liens et en les rendant visibles et irréversibles.

Ces niches constituent des assemblées pourvues de capacités cognitives distribuées²¹. Le cercle de compétence s'élargit, se transforme et se dote, avec l'espace du forum, d'un outil de visualisation fort. Certains chercheurs, conscients des connexions entre les tribunes, investissent la scène sur tous les fronts, capitalisent leurs positions et occupent le terrain. À cette économie relationnelle, qui autorise les compétitions comme la construction de cercles cognitifs stables, il faut ajouter la capacité de ces lieux à offrir une mise en espace et en vitrine de la recherche. Il faut aussi ajouter les effets propres du format de l'énonciation hypertextuelle qui, comme l'imprimerie en son temps, institue une « participation élargie²² » où de nouveaux acteurs viennent peser de tout leur poids dans l'évolution des débats scientifiques et dans les orientations des programmes de recherche²³. Ces réseaux instituent en effet des relations novatrices entre les savoirs et les acteurs, et celles-ci ne laissent pas l'économie de la production savante intacte. Les dynamiques de la recherche font converger chercheurs confirmés ou débutants, savants amateurs ou académiques de tous horizons. Des groupes qui *a priori* avaient peu de raison de faire corps parviennent à créer, par l'intermédiaire de ces dispositifs, un parlement autour de certains événements scientifiques et à bouleverser les frontières entre science et société.

Ces rassemblements scripturaires encouragent de multiples formes d'engagement : s'adresser à des chercheurs reconnus, discuter publiquement leurs textes, soumettre des questions à un collectif anonyme, afficher son appartenance à une spécialité, segmenter les espaces d'intervention en constituant des listes personnelles évolutives ou encore observer, depuis son écran, des collègues controuver à grands coups de clic et se tenir informés de la progression des débats, dans une présence continue, quoique suspendue à une temporalité singulière. Les nouveaux territoires scripturaux sont ainsi habités par des figures à géométrie variable, des collectifs en suspens qui reflètent ce que les échanges électroniques nous font parcourir : des façons de « faire chemin » et de « faire corps » dans un espace des sciences agrandi, prolongé par des terrains en réseau où l'absence de clôture permet d'incessants passages entre divers territoires. Les modalités de la circulation rendent impraticables toutes les distinctions entre les espaces d'énonciation. La porosité des lieux crée un territoire de communication élargi, ouvrant de multiples accès vers d'autres espaces, aussi peu étanches,

où les différents supports isolés dans le réseau peuvent être interconnectés par les parcours des acteurs et la dynamique de leurs relations. Ces lieux de savoir accompagnent le mouvement de transgression des frontières, ou simplement leur traversée, lorsque, à coups de souris, déplaçant au bout de leur curseur des mondes multiples, les chercheurs se mettent à faire circuler leur production dans des espaces occupés par des récepteurs inconnus, qui à leur tour peuvent créer de nouvelles connexions et provoquer de nouveaux aiguillages. L'hypertextualité n'a rien de purement intertextuel, où tout circulerait en boucle, où tout ne renverrait qu'à un monde en vase clos. Ici, au contraire, on navigue d'inscriptions en inscriptions, dans un lieu connecté au vaste monde. Pourquoi faire des réseaux électroniques des lieux virtuels, des circuits clos, alors que leur matérialité, faite de fiches et de branchements multiples, ne nous connecte que davantage au monde dit « réel »?

Espaces de pratiques relationnelles, de mobilité et de transactions, les lieux de savoir électroniques sont des « territoires circulants » qui témoignent d'un certain art de cheminer. Ils prennent le pas sur « l'ordre » de la fixité et de la permanence du laboratoire, de ses frontières et de sa hiérarchie. Les territoires électroniques participent, avec les revues ou les bibliothèques²⁴, de la construction d'une mémoire. Contrairement à son appellation technique, cette mémoire n'a rien de virtuel. Elle est à la fois un réservoir quasi inépuisable, capable de contenir la totalité des savoirs légitimes de chaque spécialité, en même temps qu'elle est faite de l'ensemble des moments de négociation qui se développent le temps d'un débat et qui permettent de faire avancer des initiatives, des collaborations, de traverser plus de cas et de ressources. Ce terrain d'échanges peut construire un espace-mémoire ayant, sous un aspect, l'épaisseur des thésaurisations de tous les accords passés et, sous un autre, la légèreté des échanges ponctuels de ressources qui fluidifient les circulations, qui font échapper aux régulations institutionnelles formelles et qui contournent les obstacles des démarcations disciplinaires productrices de normes et de limites. La construction collective des usages électroniques instaure un espace permettant le tracé de frontières solides en même temps que leur franchissement. On peut imaginer que la dilatation de ces territoires en réseau ne fera qu'accentuer ce paradoxe, en produisant inlassablement à la fois des cercles fermés et d'autres coalitions, de nouveaux rassemblements autour de collectifs en suspens, constitués à l'occasion d'un débat. On aura compris que l'identité commune aux arpenteurs des territoires en réseau ne se fonde pas nécessairement sur un « nous » identifiant et stabilisé, communautaire, mais qu'elle est faite de grandes interactions entre des altérités qui se soudent parfois en un « nous » de circonstance, un temps donné, un « nous » lui aussi en suspens.

Reconfiguration des schèmes et des pratiques

L'aménagement de ces réseaux de savoir s'inscrit dans l'histoire plus générale de l'institutionnalisation des sciences. Les institutions proposent du reste toujours les schèmes organisateurs de la vie scientifique, souvent liés au tracé des frontières qui la séparent de l'univers des profanes et définissent ses différentes légitimités « locales » et « internes ». Le cas des espaces en réseau complexifie cette économie, parce qu'il recompose l'ensemble du territoire scientifique et déplace certaines de ses frontières. Quand les *Science Studies* sont entrées dans les laboratoires, elles en ont montré la porosité et révélé la nécessité radicale de faire éclater cet espace désormais étiqueté et trop confiné. Le recours à la notion de réseau n'a pourtant pas tout réglé. Entre laboratoires et réseaux, l'espace électronique se pose comme un lieu d'articulation entre des formes de sédentarité et des représentations infiniment labiles. Les pratiques d'échanges électroniques révèlent les capacités d'appartenances multiples de chacun. Les espaces d'inscription électronique recomposent la nature et le fonctionnement des collectifs, tout comme les modalités de production, de certification et de diffusion des savoirs. Ils réinventent, au long des bandes passantes, des systèmes de relations, des situations, des hiérarchies. Ils repositionnent des acteurs et des faits que l'on croyait stables. Le réaménagement des territoires scientifiques, leur extension, leur colonisation massive, l'émergence d'ordres textuels nouveaux affectent la morphologie du corps des savoirs et des savants, et remettent en jeu certaines formes (relationnelles, organisationnelles et institutionnelles) jusqu'alors bien établies dans les sciences. Cet immense chantier, qui s'échafaude progressivement au fil des clics de souris, déploie des échanges en laissant remonter à la surface de l'écran des opérations souvent occultées par l'histoire des sciences: les coulisses de la production des savoirs, les mécanismes de leur mise en œuvre progressive, la petite fabrique du lien académique resurgissent ainsi au bout du curseur.

Notes

1. Lettre de René Descartes au P. Marin Mersenne (religieux minime), 1637, in Mersenne, 1986, p. 165.

2. Voir Nellen, 1993.

3. L'abbé Marin Mersenne débutait ses écrits par des formules courtoises, quelques éloges sur des points en discussion, poursuivait par des accusés de réception et des indications sur les délais d'acheminement des lettres échangées, avec parfois quelques mots sur l'intermédiaire chargé de la transmission. Après ses commentaires sur les ouvrages parus ou en préparation, il s'efforçait de faire circuler

l'information sur les expériences en cours. Enfin, il en venait à l'objet précis de son message et énonçait les renseignements souhaités pour les correspondances futures. À l'époque, le commerce de lettres se déroulait selon des délais souvent très longs, liés au contrôle royal et aux faits de guerre. Il exigeait aussi le concours de nombreuses « petites mains » : copistes, clercs et autres apprentis.

[4.](#) Chartier, 1993, p. 295-312. Voir aussi Chartier, 1995.

[5.](#) Eisenstein, 1991, p. 81.

[6.](#) Souchier, 1996, p. 105-119 ; Souchier et Jeanneret, 2002, p. 100-105.

[7.](#) Akrich *et al.*, 2000, p. 154-171.

[8.](#) Merz, 1998.

[9.](#) Paravel et Rosenthal, 2003.

[10.](#) Les registres français des maladies coronaires sont connus sous le nom de registre MONICA (Multinational MONItoring of trends and determinants in CArdiovascular disease). Ils s'inscrivent depuis 1985 dans un projet coordonné par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Ce projet regroupe 38 registres dans 21 pays du monde. Un registre est une structure épidémiologique qui réalise l'enregistrement des cas d'une pathologie de façon continue et exhaustive dans une région géographique donnée. Elle effectue également des travaux de recherche et des études complémentaires visant à améliorer les connaissances concernant cette pathologie. En France, il existe trois registres des cardiopathies ischémiques qui couvrent trois régions contrastées (Bas-Rhin, Haute-Garonne et communauté urbaine de Lille).

[11.](#) Voir aussi Cassier, 1998, p. 701-720.

[12.](#) Sur la vie de laboratoire, voir Latour et Woolgar, 1988.

[13.](#) Finholt et Olson, 1997, p. 28-36.

[14.](#) Je m'appuie ici sur une étude menée pendant quatre années consécutives sur le groupe de discussion Socnet (Social Network). Voir <http://www.insna.org/>

[15.](#) Weissberg, 2001.

[16.](#) La fonction « réponse », par exemple, permet de s'insérer dans le corps du message de son interlocuteur et de répondre en mimant le dialogue.

[17.](#) Ce résultat est rarement mis en avant dans les analyses relatives aux communautés médiatisées par ordinateur, les espaces électroniques étant généralement pris pour des lieux de coopérations intenses, et les relations qui s'y tissent décrites en conséquence comme des relations sociales purement coopératives.

[18.](#) Aravel, 2003.

[19.](#) Star et Griesemer, 1989, p. 387-420.

[20.](#) Voir Boltanski et Chiapello, 1999, qui, dans la description de la cité par projets, dégagent les rôles et les nouvelles échelles de valeur d'une production en réseau.

[21.](#) Voir Hutchins, 1995.

[22.](#) Eisenstein, 1991.

[23.](#) Rabeharisoa et Callon, 1999.

Bibliographie

Glossaire

- *baud* : terme technique caractérisant la vitesse de modulation d'un signal sur une voie de transmission. Quand le baud est binaire, sa rapidité s'exprime en bit par seconde.
- *bit* : unité de mesure en informatique, il désigne la quantité élémentaire d'information représentée par un chiffre binaire.
- *bureau (d'un ordinateur)* : le terme *bureau* représente le fond d'une interface graphique.
- *clic de souris* : la souris est un dispositif de commande tenu à la main, connecté à un ordinateur, et dont le déplacement sur une surface entraîne le déplacement d'un repère sur l'écran ; en « cliquant » sur la souris, on actionne un lien hypertextuel ou on lance l'ouverture d'un programme.
- *connectique* : recouvre la technologie liée aux connexions physiques des liaisons électriques et de transmission de données, c'est-à-dire les connecteurs et les prises.
- *disquette* : ce support est utilisé en informatique comme un moyen de stockage d'information amovible.
- *FAQs (Frequently Asked Questions)* : questions fréquemment posées.
- *lien hypertextuel* : mécanisme de renvoi permettant de passer directement d'une partie d'un document à une autre, ou d'un document à d'autres documents. Un lien est un mot actif : en cliquant dessus, on se retrouve ailleurs dans le document ou dans un autre document. Les documents hypertextuels ne se lisent plus linéairement, mais au gré du lecteur.
- *lurker* : désigne les usagers qui épient les discussions électroniques sans y prendre part.
- *milieu virtuel* : fait référence aux objets artificiels (comme la mémoire virtuelle) ; est créé par un système informatique qui donne accès à des ressources partagées ; ce terme est ici détourné de sa définition première qui s'oppose au réel ou au physique.
- *pre-print* : article qui n'a pas encore été publié dans une revue scientifique. Les délais de publication des revues à comité scientifique étant très longs, le pre-print est un médium pour communiquer des résultats de recherche à la communauté scientifique plus rapidement.
- *site Web* : ensemble de pages Web et d'éventuelles autres ressources du World Wide Web, hyperliées en un ensemble cohérent ayant une adresse Web ; il est conçu pour être consulté avec un navigateur Web. On dit aussi *site Internet* par métonymie, Internet contenant le World Wide Web.

Sources

- Akrich *et al.*, 2000 : Madeleine Akrich, Cécile Méadel et Véronique Paravel, « Le temps du mail : écrit instantané ou oral médiat », *Sociologie et sociétés*, 23, 2, p. 154-171.
- Baratin et Jacob, 1996 : Marc Baratin et Christian Jacob (éd.), *Le Pouvoir des bibliothèques. La mémoire des livres en Occident*, Paris.
- Boltanski et Chiapello, 1999 : Luc Boltanski et Ève Chiapello, *Le Nouvel Esprit du capitalisme*, Paris.
- Cassier, 1998 : Maurice Cassier, « Le partage des connaissances dans les réseaux scientifiques : l'invention des règles de "bonne conduite" par les chercheurs », *Revue française de sociologie*, 39, 4, p. 701-720.
- Chartier, 1993 : Roger Chartier, « Le message écrit et ses réceptions : du codex à l'écran », *Revue des sciences morales et politiques*, 2, p. 295-312.
- Eisenstein, 1991 : Élisabeth Eisenstein, *La Révolution de l'imprimé dans l'Europe des premiers temps modernes*, trad. de l'anglais par M. Sissung et M. Duchamp, Paris.
- Finholt et Olson, 1997 : Thomas Finholt et Gary M. Olson, « From Laboratories to Collaboratories : a New Organizational Form for Scientific Collaboration », *Psychological Science*, 8, p. 28-36.
- Latour et Woolgar, 1988 : Bruno Latour et Steve Woolgar, *La Vie de laboratoire : la production des faits scientifiques*, Paris.
- Mersenne, 1986 : P. Marin Mersenne, *Correspondance*, éd. commencée par Mme P. Tannery, publiée et annotée par C. de Waard et A. Beaulieu, 17 vol., Dijon.
- Merz, 1998 : Martina Merz, « Nobody can Force you when you are across the Ocean – Face to Face and E-Mail Exchanges Between Theoretical Physicists », in J. Agar et C. Smith (éd.), *Making Space for Science*, Londres.
- Paravel, 2003 : Véronique Paravel, *Les Correspondances savantes. Espaces, pratiques et enjeux de l'épistolarité électronique*, thèse de doctorat, Toulouse.
- Paravel et Rosental, 2003 : Véronique Paravel et Claude Rosenthal, « Les réseaux, des Objets Relationnels Non Identifiées ? Le cas de la communication électronique dans la recherche », *Réseaux*, 118, p. 237-270.
- Rabeharisoa et Callon, 1999 : Vololona Rabeharisoa et Michel Callon, *Le Pouvoir des malades. L'Association française contre les myopathies et la recherche*, Paris.
- Souchier, 1996 : Emmanuel Souchier, « L'écrit d'écran. Pratiques d'écriture et informatique », *Communication et langages*, 107, p. 105-119.
- Souchier et Jeanneret, 2002 : Emmanuel Souchier et Yves Jeanneret, « Écriture numérique ou médias informatisés ? », *Pour la science*, 33, p. 100-105.
- Star et Griesemer, 1989 : Susan Leigh Star et James Griesemer, « Institutional Ecology, "Translations" and Boundary Objects : Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate

Zoology, 1907-1939 », *Social Studies of Science*, 19, p. 387-420.

- Weissberg, 2001 : Jean-Louis Weissberg, « L'auteur et l'amateur dans le mouvement de fluidification-réception-production », in É. Guichard (éd.), *Comprendre les usages de l'Internet*, Paris, p. 73-81.

Autres références

- Chartier, 1995 : Roger Chartier, « Lecteurs dans la longue durée : du codex à l'écran », in R. Chartier (éd.), *Histoires de la lecture. Un bilan des recherches*, Paris.
- Hutchins, 1995 : Edwin Hutchins, *Cognition in the Wild*, Cambridge (Mass.).
- Nellen, 1993 : Henk J. M. Nellen, « La correspondance savante au xvii^e siècle », *xvii^e siècle, 45^e année*, 1, p. 87-98.

Nos partenaires

Le projet *Savoirs* est soutenu par plusieurs institutions qui lui apportent des financements, des expertises techniques et des compétences professionnelles dans les domaines de l'édition, du développement informatique, de la bibliothéconomie et des sciences de la documentation. Ces partenaires contribuent à la réflexion stratégique sur l'évolution du projet et à sa construction. Merci à eux !



- CONCEPTION : [ÉQUIPE SAVOIRS](#), PÔLE NUMÉRIQUE RECHERCHE ET PLATEFORME GÉOMATIQUE (EHESS).
- DÉVELOPPEMENT : DAMIEN RISTERUCCI, [IMAGILE](#), [MY SCIENCE WORK](#). DESIGN : [WAHID MENDIL](#).