



HAL
open science

Management de la recherche et innovation technique, ou la dimension organisationnelle dans l'émergence d'ARPANET.

Alexandre Serres

► **To cite this version:**

Alexandre Serres. Management de la recherche et innovation technique, ou la dimension organisationnelle dans l'émergence d'ARPANET.. Les Recherches sur les communications organisationnelles en débat. Colloque du CERCOR, Université Rennes 2, 29-30 novembre et 1 décembre 2001., Dec 2001, Université Rennes 2. sic_00001281

HAL Id: sic_00001281

https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00001281

Submitted on 20 Dec 2004

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

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

Management de la recherche et innovation technique, ou la dimension organisationnelle dans l'émergence d'ARPANET

Alexandre Serres

Université Rennes 2

Membre de l'Equipe de recherche du CERCOR

Introduction

Les rapports complexes entre techniques et formes d'organisation sont souvent appréhendés du point de vue de l'impact ou des effets des nouvelles technologies sur les organisations ; l'une des questions les plus cruciales aujourd'hui ne concerne-t-elle pas la manière dont le développement technique affecte les organisations et les formes managériales, notamment les mutations organisationnelles sous les conditions et dans le contexte de la numérisation généralisée ?

La problématique générale de cette communication partira d'une inversion des termes de cette (vaste) question : comment les formes managériales affectent-elles le développement, ou plutôt l'innovation, technique ? Ici, la question est généralement traitée par la (ou les) sociologie(s) des techniques et de l'innovation, notamment par les modèles du « constructivisme social », qui placent le social (incluant les formes d'organisation et de management) au fondement de l'innovation technique [Vinck, 1995].

Mais la plupart des modèles de l'innovation (y compris ceux du constructivisme social) s'accordant à reconnaître la multiplicité des facteurs de l'innovation, notre questionnement se fera plus précis : dans les multiples composants de l'innovation technique, quelle serait la part spécifique du facteur organisationnel, à travers notamment les modes de management et les formes d'organisation de la recherche scientifique ? Autrement dit, en quoi et comment les formes organisationnelles d'un projet technique interviennent-elles et jusqu'à quel point conditionnent-elles le succès du projet et/ou du processus d'innovation ?

Selon l'approche de la traduction [Callon, 1986, 1991 ; Latour, 1995] une innovation réussie est le produit d'un travail d'association, de tissage de réseaux socio-techniques entre des entités de différentes natures (acteurs « humains et non-humains », textes, artefacts, organisations, stratégies politiques...) et toutes les dimensions, souvent séparées dans d'autres modèles, sont ici entremêlées : dimensions technique, sociale, organisationnelle, idéologique, etc. Cependant, même si ces différents composants, acteurs et actants, sont imbriqués, « hybridés » pour reprendre l'expression de Bruno Latour, et tout en restant dans le cadre général de cette approche immanentiste de l'innovation, est-il possible, dans un travail d'analyse et de description d'une innovation technique, de cerner la dimension proprement organisationnelle, d'évaluer son importance, de mesurer son impact sur le succès ou l'échec du processus ? Et en poussant l'analyse, le facteur organisationnel pourrait-il constituer une clé d'explication privilégiée d'un processus d'innovation ?

Il n'est évidemment pas dans nos intentions de prétendre apporter une réponse à une question théorique aussi large, qui mobilise à la fois les acquis de la nouvelle anthropologie des sciences et des techniques (l'approche du CSI), de la communication organisationnelle et, plus globalement, des sociologies de l'innovation et des organisations.

Notre propos est plus modeste et sans aucune volonté généralisatrice ; il se fonde sur une hypothèse, issue d'une observation empirique faite au cours de notre travail d'exploration du processus d'émergence d'ARPANET, ancêtre de l'Internet, et de la description du rôle particulier, décisif, joué par l'agence de financement de la recherche informatique, l'ARPA/IPTO, dans ce processus [Serres, 2000]. L'étude approfondie des conditions

d'émergence d'ARPANET et le suivi détaillé des divers acteurs et actants mettent en effet en évidence un fait qui ne surprendra que ceux qui croient à l'inéluctabilité des innovations techniques : le projet d'ARPA Network s'est heurté dès le départ à de nombreux obstacles et à des forces contraires, qui auraient pu faire avorter le projet de réseau.

Cette hypothèse est la suivante : si ARPANET a pu réussir, *i.e.* voir le jour à l'automne 1969, alors que le projet avait failli échouer plusieurs fois, ce serait dans une large mesure grâce au mode de management très particulier de l'ARPA/IPTO. Et l'une des difficultés, pour l'observateur, consiste précisément à cerner cette mesure, en évitant de retomber dans les pièges d'une conception monochrome de l'innovation, rabattant l'innovation technique sur un seul facteur, qu'il soit technique, social, culturel ou politique.

Dans cette problématique générale, cette communication s'organise ainsi autour de deux principaux axes :

- un axe historique, visant à apporter un nouvel éclairage sur l'émergence d'ARPANET, en mettant l'accent sur la dimension organisationnelle du processus, notamment à travers le rôle de l'ARPA/IPTO, mais aussi les formes d'auto-organisation du réseau. Incidemment, nous développerons l'idée selon laquelle le fonctionnement particulier de l'ARPA/IPTO et le mode d'organisation du projet ARPANET constituent peut-être de lointaines préfigurations en acte des modes de management actuels fondés sur le travail coopératif (notamment les CSCW). Autrement dit, il s'agirait de proposer une sorte de « lecture organisationnelle » de la naissance d'ARPANET et de pointer quelques-unes des filiations entre les formes d'organisation d'alors et celles qui se développent aujourd'hui, sous l'effet des mêmes réseaux.
- un axe théorique : tout en refusant de faire de la dimension organisationnelle le seul élément déterminant et encore moins la causalité unique de l'émergence d'ARPANET, il s'agit de montrer en quoi les modes de management de la recherche ont été des facteurs essentiels, qui ont facilité le succès du processus d'innovation. Cet exemple nous conduira à réfléchir sur la question plus générale de la place du facteur organisationnel dans les processus d'innovation technique.

Une « lecture organisationnelle » de l'émergence d'ARPANET ?

Avertissement préalable nécessaire : dans un processus d'innovation de grande ampleur, comme celui de l'émergence du premier réseau informatique, considéré à juste titre comme l'ancêtre d'Internet, il entre une grande pluralité de facteurs et de causalités. Prégnance de la cybernétique, progrès des ordinateurs à temps partagé, souci de rationalisation des dépenses de la recherche informatique américaine, montée en force de la thématique des réseaux au début des années 60, invention d'un nouveau mode de transmission des données (la transmission par paquets), constitution des réseaux sociaux de l'informatique académique, utopies techniques, etc. : toutes ces causalités, locales et partielles, s'imbriquent étroitement pour rendre compte de la naissance d'ARPANET en 1969. Au passage, précisons que cette multiplicité des origines disqualifie totalement la thèse médiatique des origines soi-disant militaires d'ARPANET, fondée sur la légende du réseau indestructible et dénoncée par tous les acteurs historiques du processus [Leiner, 1997]. A l'évidence, plusieurs « lectures » de cette innovation majeure sont possibles, mettant l'accent, qui sur sa dimension discursive ou « idéologique »¹, qui sur ses aspects proprement techniques, ou sur les enjeux stratégiques ou

¹ Comme Philippe Breton [Breton, 2000] qui semble ne considérer que les « discours » de légitimation ou d'accompagnement de la technique, inspirés notamment par l'idéologie cybernétique, comme explication majeure, voire première, des réseaux informatiques.

militaires, ou encore sur sa logique endogène, celle d'un réseau scientifique de partage et de communication entre communautés d'informaticiens [Flichy, 1999].

Mais pour rendre compte de l'émergence d'une innovation, il faut en restituer toute l'incertitude à travers le patient suivi des trajectoires des acteurs et actants du processus. Expliquer le « comment » permet de mieux comprendre le « pourquoi », comme l'ont montré Latour et Callon dans les nombreux travaux du CSI.

En nous inscrivant pleinement dans cette approche immanentiste de l'innovation, qui tient tous ses composants à égalité, nous entendons néanmoins développer ici une lecture particulière de ce processus d'émergence, focalisée sur un aspect assez peu connu, que quelques chercheurs seulement ont déjà pointé [King, 1996] : le mode de management très particulier de l'agence à l'origine d'ARPANET, l'ARPA et sa branche informatique, l'IPTO.

La singularité organisationnelle de l'ARPA

Pour mieux comprendre cette « lecture organisationnelle » de l'émergence d'ARPANET, il faut préalablement rappeler ce qu'était l'ARPA, cette Agence pour les Projets de Recherche Avancée (*Advanced Research Projects Agency*). Créée en 1958 pour répondre au défi soviétique dans la course à l'espace et pour réorganiser une recherche militaire devenue incontrôlable, l'ARPA occupe une place à part au sein de l'ensemble des agences et organismes scientifiques, civils et militaires, par sa situation, sa structuration et son fonctionnement interne.

Directement adossée au pouvoir politique, disposant de moyens financiers considérables et, surtout, d'un pouvoir décisionnaire stratégique (l'agence avait alors la haute main sur tous les contrats de recherche du Pentagone), l'ARPA, au début des années 60, bénéficie déjà d'une position unique dans le management de la recherche. Par ailleurs, l'agence est organisée en fonction de ses missions : développer des projets de recherche « avancés », ce qui impose d'éviter toute bureaucratie. L'ARPA est conçue et structurée, dès le début des années 60, comme un éclaircisseur de la recherche scientifique militaro-civile.

Cette situation privilégiée et cette structuration adaptée ont été renforcées par l'adoption, sous la direction de Jack Ruina en 1961, d'un mode de fonctionnement interne baptisé alors le « style ARPA » [Herzfeld, 1990] et caractérisé par trois principes qui, rétrospectivement, nous paraissent singulièrement prémonitoires des modes de management actuels :

- **la rapidité d'intervention** : le fonctionnement de l'ARPA / IPTO est marqué par une très forte réactivité, une rapidité de décision et d'action parfois étonnante². Tous les facteurs de lenteur dans le processus de décision sont systématiquement éliminés par les responsables de l'agence, au plan organisationnel (une hiérarchie à trois niveaux seulement, des effectifs extrêmement limités³) comme au plan technique (le projet d'ARPA Network est né également d'une volonté du responsable de l'IPTO d'améliorer la communication à distance avec les centres de recherche informatique).
- **l'autonomie, la liberté d'initiative des acteurs** : pour développer l'efficacité de l'agence, la plus grande liberté d'appréciation, de décision et d'action est laissée aux responsables des différents services et programmes de recherche. Ainsi l'IPTO, le service

² Comme le montrent les nombreux exemples de contrats de recherche en informatique, portant sur des projets et des sommes considérables, et qui sont négociés et signés en quelques heures ou quelques jours. Le projet d'ARPA Network est lui-même un exemple significatif de cette rapidité de décision, puisque l'idée de réseau a été discutée et acceptée par le directeur de l'agence en vingt minutes à peine... !

³ Pendant plusieurs années, l'IPTO ne comprendra par exemple que trois à cinq personnes !

chargé de la recherche informatique, a constamment bénéficié d'une très large autonomie au sein de l'agence, fondée sur la confiance accordée par le directeur de l'ARPA à ses Directeurs de programme (les *Office Directors*).

- **la souplesse des relations internes** : par le primat des relations individuelles sur les rapports hiérarchiques, les contacts quotidiens et informels entre responsables, le fonctionnement interne de l'agence repose sur une grande souplesse et un pragmatisme bien américains, renforcés par la quête de l'efficacité maximale dans l'accomplissement des missions de l'ARPA.

C'est la combinaison de cette situation privilégiée, de cette organisation et de ce mode de fonctionnement pleinement adaptés aux objectifs, qui va conférer à l'agence une redoutable force de frappe dans le domaine de la recherche scientifique, la plaçant parfois très en avance des autres organismes de recherche, comme le montre l'exemple qui nous intéresse, celui de l'émergence du premier réseau informatique.

Spécificités de l'ARPA / IPTO dans la recherche informatique académique

L'ARPA a commencé à s'intéresser aux ordinateurs à partir de 1962, avec le recrutement du visionnaire des réseaux, Licklider, à l'origine de la création de l'IPTO (*Information Processing Techniques Office*), le Bureau des Techniques de Traitement de l'Information, la division informatique de l'ARPA. En quelques années, de 1962 à 1967, Licklider et ses successeurs à la tête de l'IPTO, Ivan Sutherland et Robert Taylor, ont mis sur pied un réseau scientifique constitué des meilleurs chercheurs en informatique des universités, et puissamment encouragé la recherche académique informatique, mettant ainsi en place les fondements humains, techniques, scientifiques et organisationnels du futur réseau ARPANET. Qu'est-ce qui fonde alors la spécificité de l'ARPA / IPTO, par rapport aux autres agences de financement de la recherche informatique académique (notamment la NSF, les NIH, l'AFOSR, l'ONR⁴) ?

Aux caractéristiques générales de l'ARPA précédemment évoquées (rapidité, autonomie, souplesse), s'ajoute un mode de gestion des contrats de recherche, inédit à l'époque. En effet, contrairement aux autres agences de financement de la recherche, qui fonctionnent sur le principe du *peer review*, *i.e.* la sélection des projets par un comité de pairs (selon les mêmes procédures de sélection des articles dans les revues scientifiques), l'ARPA/IPTO développe une approche de la recherche fondée sur les initiatives individuelles des chercheurs, comme l'explique Ivan Sutherland [Sutherland, 1989]. Concrètement, cela signifiait qu'un projet de recherche était déposé par un chercheur ou plutôt une équipe et était examiné uniquement par

⁴ La NSF (*National Science Foundation*) est l'un des principaux organismes civils de financement de la recherche scientifique académique et commence à soutenir, de manière encore limitée, la recherche informatique à partir des années 60. Le NIH (*National Institutes of Health*), organisme civil, constitue la première source de financement de la recherche médicale, et a consacré également des crédits importants à certains projets informatiques. Dans les années 60, le NIH est le seul véritable « rival » de l'ARPA, en termes de crédits, dans la recherche informatique. L'AFOSR (*Air Force Office of Scientific Research*) est une agence fédérale, dépendant de l'US Air Force et a représenté, surtout dans les années 50, une source très importante de financements des recherches informatiques. Enfin, l'ONR (*Office of Naval Research*) dépend de l'US Navy et a financé également de nombreux projets, avec des moyens moins importants que ceux de l'AFOSR. A partir de la création de l'ARPA en 1958, ces deux agences militaires ont perdu une bonne partie de leur autonomie, l'ARPA exerçant désormais la tutelle sur tous les contrats de recherche passés par le Pentagone.

les responsables de l'IPTO (deux personnes au maximum), qui décidaient ou non du soutien financier. Ce mode de management des contrats s'est révélé particulièrement efficace en informatique, domaine alors en pleine ébullition, pour développer et financer des projets innovants, qui n'auraient pas toujours été acceptés selon les mécanismes traditionnels du *peer review*. Si l'ARPA / IPTO a pu ainsi financer les plus audacieux projets de recherche informatique des années 60 (ceux d'Engelbart sur les interfaces, les projets de temps partagé, d'Intelligence Artificielle, etc.), c'est en majeure partie grâce à ce mode original de sélection, favorisant l'innovation et reposant sur la perspicacité des seuls dirigeants de l'agence. En effet, le caractère encore brouillon et désordonné de la recherche informatique des années 60 a été très vite compris, accepté et encouragé par les dirigeants les plus lucides comme Licklider [Licklider, 1988].

Outre les modes de gestion des projets, l'ARPA / IPTO se distingue des autres agences de recherche sur d'autres points importants, comme la finalité assignée aux recherches informatiques (objectifs militaires à long terme, puisque l'ARPA est une agence du Pentagone), les thèmes de recherche privilégiés (le temps partagé, l'IA, les réseaux...), le caractère collectif des projets soutenus (tous les projets financés par l'ARPA mobilisaient des équipes entières de chercheurs et l'agence ne finançait pas les projets individuels) et enfin le montant élevé des sommes engagées (les projets de l'ARPA étaient généralement très ambitieux et coûteux).

Le rôle majeur de l'ARPA / IPTO dans la recherche informatique américaine tout au long de la décennie 60, qu'il serait trop long de rappeler ici, s'explique ainsi par une étonnante alchimie, entremêlant des moyens financiers importants, une véritable vision stratégique du développement de l'informatique donnant la priorité à une informatique interactive et en réseau, des modes de management particulièrement adaptés à cette science encore jeune, et les talents personnels indéniables des dirigeants de l'IPTO, qui ont su intelligemment exploiter ce formidable potentiel de recherche.

Sans la prise en compte de cet arrière-plan organisationnel, managérial et politique, auquel il faut ajouter l'arrière-plan technique et celui de « l'imaginaire » des réseaux, l'émergence d'ARPANET ne peut être véritablement comprise. Et l'évocation du processus d'innovation proprement dit nous montre également toute l'importance du facteur organisationnel.

Quelles caractéristiques organisationnelles du processus d'innovation d'ARPANET ?

Un projet imposé « d'en haut »

La dimension organisationnelle est décisive dès la genèse du projet d'ARPA Network et concerne précisément le mode de sélection des projets de recherche. En effet, sans cette sélection directe, le projet de construction d'un réseau entre plusieurs centres de recherche informatique n'aurait tout simplement pas vu le jour, à cette époque du moins, si l'on en croit les responsables de l'ARPA / IPTO et les acteurs d'ARPANET. Deux raisons majeures à cela.

Tout d'abord, un tel projet de réseau informatique n'aurait pu être lancé et financé par les autres agences de recherche plus traditionnelles (NSF, NIH, etc.), pour des raisons à la fois sociologiques et organisationnelles. Ces agences pratiquaient alors majoritairement un financement individuel des projets, correspondant aux contraintes du système de gratification des chercheurs en vigueur dans les réseaux de la science (le fameux « *publish or perish* », qui

concerne les individus plus que les équipes) et aux pressions sociologiques qui en découlent sur la sélection des projets (priorité aux projets individuels). Aussi, dans la mesure où les projets de recherche informatique étaient validés par des comités de pairs, un projet comme celui d'ARPANET, projet éminemment collectif, laissant peu de place à la reconnaissance individuelle, de surcroît inédit au plan technique (et donc particulièrement risqué) et enfin particulièrement coûteux, n'avait aucune chance de passer. D'où cette contradiction majeure, expliquée par l'initiateur d'ARPANET Robert Taylor [Taylor, 1989], entre la pression sociologique (et sa traduction organisationnelle) et les exigences de l'innovation technique : les recherches sur les ordinateurs à temps partagé (en time-sharing) et sur les réseaux⁵ nécessitaient en effet un travail d'équipe, auquel les universités étaient peu habituées. Premier facteur « organisationnel » : le projet ARPANET ne pouvait provenir des agences civiles de financement de la recherche.

Mais si l'ARPA avait fonctionné également sur le principe du *peer review* (ce qui, après tout, aurait été possible), le projet de réseau aurait rapidement avorté car les chercheurs en contrat avec l'agence (les *ARPA's Contractors*) étaient majoritairement hostiles à cette idée. Il faut évoquer ici un fait peu connu de l'histoire d'ARPANET, et pourtant essentiel selon nous, qui éclaire les chemins tortueux de l'innovation technique, trop souvent présentée comme inéluctable par les tenants de tous les déterminismes, qu'ils soient technique, social ou idéologique. En effet, lorsque le projet d'un réseau de partage des ressources logicielles, interconnectant les centres de recherche informatique des universités financés par l'ARPA, est présenté en avril 67 par les responsables de l'IPTO (Robert Taylor et Larry Roberts) aux chercheurs réunis, il est assez vivement rejeté par la majorité des chercheurs, pour diverses raisons⁶. Dans la jeune histoire de l'ARPA / IPTO, il faut noter par ailleurs que ce projet d'ARPA Network a été le seul projet provenant des responsables de l'agence, contrairement aux autres qui étaient soumis par les chercheurs eux-mêmes. En supposant que le mode de sélection des projets au sein de l'ARPA / IPTO ait été celui de la sélection par les pairs, on peut raisonnablement « rétro-prédire » qu'ARPANET serait mort-né en 1967-68.

Qu'est-ce qui a pu assurer néanmoins le lancement du projet et la mobilisation des chercheurs ? La combinaison de deux facteurs, caractéristiques de l'ensemble du processus d'émergence : d'une part le pouvoir décisionnaire et véritablement coercitif des responsables de l'ARPA/IPTO, qui menacent de réduire les financements aux chercheurs s'ils refusent ce projet de réseau, produit de leur politique volontariste⁷. D'autre part, la capacité d'ouverture, la souplesse et le fonctionnement informel des mêmes responsables de l'IPTO, ouverts aux solutions techniques proposées par certains chercheurs et qui, surtout, ont bâti un système de management scientifique et de relations avec les chercheurs fondé sur la confiance, la délégation et l'autonomie. Lorsque l'on examine en détail le fonctionnement interne du réseau social constitué par les ARPA's Contractors et l'agence du Pentagone, l'on est frappé de constater une sorte d'externalisation des principes et des modalités du fonctionnement

⁵ Domaines de recherche que Taylor considère comme les progrès les plus importants en informatique des trente dernières années.

⁶ Citons brièvement : la réticence à partager les ressources logicielles, le manque d'intérêt pour les objectifs énoncés et les résultats attendus, le refus de la solution technique proposée par Roberts...

⁷ Lors de la réunion d'avril 1967 des ARPA's Contractors, à Ann Arbor, le projet a été présenté en ces termes par Larry Roberts, Chef de projet d'ARPANET : « *Nous allons construire un réseau et vous allez y participer. Et vous allez connecter vos machines. En vertu de cela, nous allons réduire nos besoins en informatique. (...) Afin que vous compreniez, nous ne vous achèterons aucun nouvel ordinateur tant que vous n'aurez pas utilisé toutes les ressources du réseau* ». [Roberts, 1989, p. 8]

interne de l'agence : comme au sein de l'ARPA/IPTO, le fonctionnement du réseau des chercheurs en contrat est marqué par un mélange de dirigisme et d'autonomie, de pilotage centralisé et de délégation dans l'exécution, ainsi que par l'importance des relations personnelles entre chercheurs et responsables, tous issus du même monde et des mêmes universités. Aussi, dès qu'une solution technique satisfaisante pour tous sera trouvée (celle des ordinateurs spécialisés dans les tâches de routage des données, les fameux IMP), et grâce au soutien de quelques chercheurs de renom, comme Engelbart, le projet de réseau sera sur les rails et commencera à mobiliser différentes équipes.

Technicité, organisation et talents personnels des acteurs sont inextricablement mêlés et seule l'ouverture de la « boîte noire » permet de distinguer les différents éléments et de reconstituer leur association dans des chaînes de traduction, qui iront en se solidifiant tout au long du processus.

D'avril 1967 à l'hiver 1969, moment des premières connexions du réseau, la conduite du projet d'ARPA Network traduit une combinaison paradoxale d'éléments opposés.

Centralisation vs décentralisation : le projet est à la fois piloté de manière très centralisée (toutes les décisions majeures reposant presque uniquement sur les épaules d'un seul homme, Larry Roberts⁸), et conduit selon les principes, chers à l'ARPA, de décentralisation, de délégation, de « découpage en couche » [King, 1996, p. 15] dans l'exécution des tâches. Ainsi chaque équipe du projet⁹ accomplit sa mission précise dans une totale autonomie.

Volontarisme vs spontanéité, ou encore **programmation vs incertitude** : l'histoire détaillée du processus entre 1967 et 69 montre un dosage subtil, plus ou moins délibéré, entre d'une part le dirigisme, le volontarisme, le souci de programmation développés par les responsables de l'IPTO et, d'autre part, le caractère spontané (voire spontanéiste) de certains aspects du processus. Ainsi la création des premières instances du réseau, le NWG (Network Working Group), le NIC et dans une certaine mesure le NMC, relève-t-elle largement de processus d'auto-organisation, de prise en mains du projet de réseau par les chercheurs eux-mêmes. Les conditions de naissance du NWG illustrent particulièrement ce phénomène : en bref, à partir d'une consigne de l'ARPA / IPTO donnée à un jeune chercheur de Stanford, consigne assez vague (« *faire surgir quelque chose dans le domaine des connexions de serveur à serveur* », *i.e.* dans le domaine encore totalement vierge des protocoles de communication) [Roberts, 1989], un groupe de travail informel et très réduit est créé, regroupant de jeunes chercheurs doctorants ; le groupe va peu à peu s'organiser, se structurer et se développer dans une autonomie mais aussi une incertitude totales, pour devenir en deux ans l'une des organisations

⁸ Pour exemple, citons l'élaboration du premier plan du réseau, le choix des sites connectés, l'organisation de l'appel d'offres et la sélection de l'entreprise BBN pour la construction des IMP, la fixation des échéances pour la mise en œuvre du réseau, le recrutement et la coordination des différentes équipes... : ARPANET n'a certes pas été l'œuvre d'un seul homme mais le rôle de « chef d'orchestre » du projet, assumé par Larry Roberts, notamment en 1967-69, a été absolument décisif dans le déroulement et le succès du processus.

⁹ En 1968-69, le projet repose sur, au moins, quatre équipes distinctes, travaillant chacune sur une tâche et dans un domaine précis :

- les ingénieurs de l'entreprise BBN (Bolt Beranek et Newman), chargés de la construction de l'infrastructure matérielle (le « hardware ») du réseau, les IMP
- les jeunes chercheurs du NWG (Network Working Group), travaillant sur les protocoles de communication (le « software »)
- l'équipe du Professeur Kleinrock, à UCLA, chargée de mettre en place un centre technique de test et d'évaluation des performances du réseau, le NMC (Network Measurement Center).
- l'équipe de Douglas Engelbart à Stanford, occupée à la mise en place du Network Information Center (NIC), qui devra collecter et gérer l'information et les ressources disponibles sur le réseau.

les plus importantes du nouveau réseau. Exemple frappant du caractère spontané, auto-organisé, émergent, d'un processus d'innovation assez singulier.

Le terme « d'émergence » est, ici, essentiel, et, pour notre part, nous l'avons toujours préféré à celui de « lancement », ou de « programme » pour qualifier ce projet de réseau informatique. Certes, nous avons vu qu'au départ du projet se tenait une décision minoritaire et imposée aux chercheurs. Mais ARPANET est le produit de très nombreux composants, acteurs, forces, projets, idées, etc., dont aucun à lui seul n'aurait été suffisant pour permettre l'émergence du réseau. Pour comprendre la naissance d'ARPANET, il faut donc écarter l'idée du plan-programme, de l'innovation planifiée *a priori*, sur le modèle des grands projets scientifiques d'état¹⁰. Même si ARPANET a été largement financé, soutenu par les instances du Pentagone, et si le processus d'innovation est un mélange de volontarisme et de spontanéité, l'apparition de ce réseau relève en bonne partie d'un phénomène proche de ce qu'on appelle le « bootstrapping » : dans un système donné (une machine, un objet technique), aucun des éléments composant le système ne peut à lui seul amorcer un démarrage ou une transformation (par exemple, dans un système informatique, certains éléments doivent être en interaction les uns avec les autres pour pouvoir lancer le système). La notion de bootstrapping renvoie ainsi aux notions d'émergence, d'auto-organisation, d'autopoïèse..., décrivant comment un système donné peut se transformer tout seul.

L'émergence d'ARPANET comme expérience et préfiguration du travail coopératif

Le travail coopératif, les Pratiques Collectives Distribuées, les outils de « collecticiels » ou de CSCW s'imposent aujourd'hui comme les formes, sinon dominantes, du moins annonciatrices des modes d'organisation du travail présents et à venir.

Reposant sur différentes catégories et générations d'outils informatiques, faisant l'objet d'approches disciplinaires et professionnelles multiples, d'expérimentations dans les sphères scientifiques et industrielles, le CSCW (Computer Supported Cooperative Work ou Travail Coopératif Assisté par Ordinateur) peut être défini, au sens large, comme l'ensemble des outils techniques, des dispositifs organisationnels, des pratiques professionnelles et aussi des recherches scientifiques ayant pour objet la coopération dans le travail. CSCW, PCD, « intelligence collective », collecticiels... : tous ces termes participent, avec des variantes, à la même problématique, celle des nouvelles formes d'intelligence collective, de partage et de coopération permises par les outils informatiques. Cette problématique est déjà ancienne et n'est pas née avec l'essor grand-public d'Internet des années 90.

En effet, si le terme même de CSCW a été forgé en 1984 lors d'un séminaire au MIT, et si la constitution d'une communauté scientifique autour de cette notion date des années 80 [Cardon, 1997], les premiers outils coopératifs apparaissent à la fin des années 60 et ont partie liée avec l'émergence des réseaux. Dans une étude approfondie sur les divers projets et utopies à l'origine d'ARPANET, Patrice Flichy [Flichy, 1999] a ainsi mis en lumière toute la dimension coopérative de l'histoire d'Internet. Sans aucunement vouloir faire ici l'histoire du

¹⁰ Le processus d'émergence d'ARPANET se différencie profondément, par exemple, du lancement du Minitel, produit d'un « plan-programme » politico-administratif, décidé « d'en haut » selon le mode habituel de fonctionnement des grandes administrations françaises. L'une des conséquences essentielles de cette différence dans les processus d'innovation porte sans aucun doute sur le caractère même de l'architecture technique : ouverte, et donc évolutive, en ce qui concerne ARPANET, fermée, et donc figée, pour le Minitel.

CSCW, ni en établir les origines, nous voudrions seulement, à la suite de Flichy, insister sur un certain nombre de liens, de diverses natures (historiques, conceptuels, idéologiques, techniques, organisationnels...) entre l'émergence d'ARPANET et les outils coopératifs.

Tout d'abord, un personnage exprime à lui seul la congruence des deux projets : Douglas Engelbart, pionnier des interfaces, de l'hypertexte et des collecticiels et par ailleurs acteur majeur de la mise en œuvre d'ARPANET. En 1967-68, Engelbart met au point un premier système de messagerie collective et de partage des documents, véritable outil hypertextuel de travail coopératif, baptisé NLS (oN-Line System). Et c'est en raison de ses travaux pionniers dans le domaine des outils « d'augmentation » de l'efficacité que le célèbre ingénieur de Stanford sera l'un des rares chercheurs en contrat avec l'ARPA à adhérer avec enthousiasme au projet de réseau proposé par l'ARPA / IPTO, que la plupart de ses collègues ont refusé. Pour Engelbart, le réseau de l'ARPA n'est qu'un prolongement de son projet NLS, qui servira d'ailleurs de support technique à la mise en place du Centre d'Information du Réseau (le NIC) [voir Bardini, 1995]. Ainsi peut-on relever, dès 1967, une coïncidence, une concomitance historique et factuelle totale et particulièrement significative, entre deux domaines de recherche émergents et distincts, les outils de travail coopératif et les réseaux informatiques.

Mais le projet même d'ARPA Network, tout en répondant à d'autres considérations, est déjà, en soi, un projet de travail coopératif, puisqu'il vise l'échange des documents et des informations entre chercheurs, le partage des ressources logicielles, la communication à distance. La dimension coopérative est donc centrale dans le projet d'ARPANET, que l'on ne saurait réduire à un simple souci de rationalisation financière dans l'allocation des ressources de l'ARPA. Le projet initial de Taylor et Roberts, même formulé de manière autoritaire en avril 67, est sous-tendu par une conception coopérative de la recherche scientifique, dont les fondements théoriques, conceptuels, sont antérieurs au projet de réseau.

Car les premières idées de développer des outils facilitant l'entraide, le partage des ressources, la coopération entre chercheurs, sont à chercher bien en amont d'ARPANET, plus précisément à la charnière des années 50-60, dans le mouvement de recherche autour des ordinateurs à temps partagé, et le discours qui commence à se construire autour de la notion de « communautés en ligne ». Cette thématique s'inscrit dans une vision globale de l'informatique, totalement nouvelle à cette époque, celle de l'informatique interactive et communicationnelle, dont les ordinateurs à temps partagé constitueront longtemps le fer de lance et le support technique. Par exemple, le *Project MAC*, développé au MIT à partir de 1963, est l'un des plus importants projets autour du temps partagé et représente la première expérimentation, à l'échelle d'une université, des pratiques d'accès collectif à l'ordinateur, de communication non hiérarchique entre chercheurs et de partage des ressources, toutes pratiques qui s'épanouiront quelques années plus tard sur ARPANET.

Ainsi la thématique et les premières pratiques du travail coopératif assisté par ordinateur ont-elles historiquement précédé la double émergence des réseaux et des véritables outils de CSCW. Compte-tenu de l'influence notable des théoriciens des « communautés en ligne » (et de Licklider au premier plan) dans la petite communauté des informaticiens universitaires, il faut chercher là l'armature conceptuelle, le cadre à la fois théorique et idéologique, qui a guidé les promoteurs d'ARPANET.

Concomitance dans l'apparition des deux projets, dimension coopérative majeure d'ARPANET, références communes au même cadre théorique, exprimées notamment dans les discours sur les communautés en ligne : tout se conjugue pour faire de l'émergence d'ARPANET une étape décisive dans l'histoire spécifique des outils de CSCW. Il convient d'ajouter à tous ces éléments, généralement connus et brièvement rappelés ici, une dernière manifestation de cette imbrication des deux thématiques, qui est peut-être la plus

significative : l'actualisation du thème du travail coopératif dans le déroulement même de la construction d'ARPANET. Autrement dit, la manière concrète dont le projet d'ARPA Network a été réalisé atteste d'une mise en pratique empirique, spontanée, et particulièrement efficace de plusieurs principes fondamentaux du CSCW.

On l'a vu avec l'évocation des formes originales de management du projet par l'ARPA / IPTO, qui constituent une préfiguration en acte des principales recommandations des instances managériales, fondant aujourd'hui le travail coopératif : partage des tâches, travail par équipes-projets, horizontalité des structures, discussion collective sur différents aspects techniques du projet, allègement des charges de réunions et de déplacements avec la communication à distance, souplesse des modes de fonctionnement des équipes, pilotage centralisé du projet par la direction...

On le voit également, et de façon encore plus nette, avec le fonctionnement auto-organisé de cette équipe de jeunes chercheurs, chargés des recherches sur les protocoles, le Network Working Group. Ici la coopération entre chercheurs est au principe même de ce groupe en « brainstorming » collectif permanent, et qui se développe à travers des pratiques et des outils d'échanges de l'information tout à fait nouveaux et annonciateurs des futurs CSCW. Le dispositif de communication et de « documentation ouverte », que représente les RFC (Request For Comments) est, à cet égard, emblématique du développement des formes de travail coopératif, à l'occasion de la création d'ARPANET. Ce système de communication et d'information inédit, inventé par les jeunes chercheurs du NWG pour favoriser l'éclosion des idées et la circulation des informations, permet en effet à chaque acteur du projet de soumettre librement ses propositions. Les RFC, devenues rapidement la mémoire technique du réseau, apparaissent ainsi comme une forme de support technique de CSCW avant la lettre, inscrivant dans un dispositif socio-technique, et ce de manière empirique et spontanée, de nouveaux modes de coopération scientifique [Flichy, 1999].

Au total, la naissance de l'ancêtre d'Internet à la fin des années 60 ne constitue pas seulement la principale matrice technique de tous les futurs outils et dispositifs de travail coopératif assisté par ordinateur, tels que nous les voyons exploser aujourd'hui trente ans après (notamment à travers les outils de communication à distance : messageries, visioconférence, partage de dossiers, coordination d'agendas, etc.). La manière concrète dont s'est mis en place le réseau est déjà une préfiguration concrète du travail coopératif et une « traduction » des idées et des valeurs qui le fondent.

On peut donc considérer l'émergence d'ARPANET comme une expérience globale de travail coopératif, peut-être la première à cette échelle, dans laquelle apparaît une totale adéquation, une symbiose entre les différents éléments suivants :

- l'objet même de l'innovation technique : la construction d'un réseau informatique de partage des ressources
- les valeurs qui sous-tendent cet objet et ce projet (les notions de communautés en ligne...)
- les outils créés à cette occasion (les RFC...) et les usages qu'ils génèrent
- les modes de management et d'organisation du projet (le fonctionnement de l'ARPA/IPTO)

Nous sommes loin ici du mythe du réseau militaire indestructible.

Quelle part de « l'organisationnel » dans un processus d'innovation ?

Il nous faut maintenant revenir à notre questionnement théorique initial : dans quelle mesure les formes d'organisation et de management d'un projet technique conditionnent-elles un processus d'innovation technique ? Autrement dit, jusqu'à quel point l'organisation explique-t-elle le technique, pourrait-on dire ?

Cette question renvoie à celle, plus large, du modèle de l'innovation servant de référence théorique.

Ainsi l'explication d'une innovation technique par les facteurs organisationnels se trouve-t-elle en filigrane dans certaines approches, que Dominique Vinck [Vinck, 1995], dans sa synthèse sur les sociologies des sciences et des techniques, englobe sous l'appellation des modèles du constructivisme social.

Parmi ces approches, au demeurant très diversifiées, il en est une, notamment, qui accorde une place importante aux formes d'organisation, celle de Marc Maurice¹¹. Ainsi pour Maurice, il est impossible de séparer les innovations de leur contexte sociétal : les espaces de travail favorables à l'innovation sont structurés par les réseaux d'échanges, de coopération, propres à une société. Par exemple, la place de l'apprentissage en Allemagne, la différenciation hiérarchique des statuts et des savoirs en France, la mobilité interne aux entreprises au Japon, constituent autant de modes de structuration sociale qui déterminent des formes d'organisation de l'innovation différentes selon les pays et les sociétés : organisation par projets en France, coopération entre responsables au Japon, etc. Il existe donc pour Marc Maurice, une **variabilité sociale de l'innovation** d'un pays à l'autre. Même si elle ne semble pas, comme le souligne Dominique Vinck, « *rendre compte des formes particulières prises par les innovations* », cette analyse présente toutefois l'intérêt de mettre l'accent sur la constitution sociale des acteurs et sur la dynamique de l'innovation propre à chaque pays.

Mais l'explication de l'innovation par le social, le culturel et, par conséquent l'organisationnel (si l'on admet la prééminence des substrats culturels sur les formes dominantes d'organisation), permet mal de répondre à la difficile question du succès ou de l'échec d'une innovation. Pourquoi une innovation technique parvient-elle à se réaliser, là où d'autres, comparables, vont échouer ? Autrement dit, à quoi tient le succès ou l'échec d'un processus d'innovation, dont rien, au départ, ne laisse présager l'issue ?

L'histoire des techniques est pleine d'exemples d'inventions, concurrentes ou proches au plan technique mais aux destins divergents. Pour ne prendre que l'histoire des premiers réseaux informatiques fondés sur la transmission par paquets, on peut citer l'exemple très intéressant des quatre projets suivants, techniquement très proches et menés à la même époque : le projet de Paul Baran, celui des Britanniques Scantelbury et Davies, le projet d'ARPANET et le projet français CYCLADES. Sur ces quatre recherches et projets, certes de taille différente mais menés à partir des mêmes principes techniques (ceux de la transmission par paquets), seul celui d'ARPANET a véritablement réussi.

Si la logique purement « technique » des inventions (cette part de contrainte technique, dont témoignent Simondon et Leroi-Gourhan, à travers les concepts de « processus de concrétisation » et de « tendance technique ») permet sans doute de replacer dans un mouvement de longue durée l'étonnante simultanéité de ces recherches, distinctes mais portant sur une même technologie, elle ne suffit néanmoins à expliquer, ni les causes de cette simultanéité ni surtout la différence des devenir.

Sur l'autre versant de l'innovation, l'explication sociale ou culturelle permettra davantage de rendre compte des différences dans les rapports de force entre acteurs, dans le poids des soutiens et des adversaires de chaque projet respectif (ainsi le poids des oppositions a-t-il été plus fort en France par exemple).

Mais *in fine*, l'explication par le social risque de prendre le résultat pour la cause, la fin de l'histoire pour son commencement et, en définitive, n'expliquera pas réellement ce qui a fait

¹¹ MAURICE, Marc, *Les Bases sociales de l'innovation industrielle et du développement des produits*, Comparaisons internationales et analyse sociétale, miméo LEST, 1989, 21 p. Cité dans D. VINCK, *Sociologie des sciences*, A. Colin, p. 239

le succès ou l'échec de tel ou tel projet. Sauf à expliquer que les Américains sont plus ingénieux que les Français ou les Britanniques, ce qui reste largement à prouver (!) et ce qui laisse entier la comparaison des deux projets américains extrêmement proches, celui de Baran et celui d'ARPANET¹².

L'approche de la traduction révèle ici toute sa fécondité, en faisant de la capacité des acteurs à associer les diverses entités de l'innovation la clef du succès de celle-ci, autrement dit en plaçant les catégories de négociation, de compromis, de médiation au cœur même des processus d'innovation, comme le notent H. Amblard, P. Bernoux, G. Herreros et Y.F. Livian (1996). Ces auteurs établissent des convergences fortes entre la sociologie de la traduction et celle des conventions, de Boltanski et Thévenot, notamment autour de la notion de compromis : « *La traduction devient la méthodologie de l'élaboration des compromis, ceux-ci constituent le socle (provisoire et sans cesse renouvelé) sur lequel les réseaux se constituent.* » [Amblard, 1996, p. 175]. L'émergence d'un nouvel objet technique n'est possible qu'à travers le règlement, plus ou moins confus et incertain, des controverses, petites et grandes, qui ne manquent pas de diviser les acteurs du projet : comment définir des normes communes, se mettre d'accord sur les objectifs, sur les spécifications techniques, sur la répartition des tâches, sur le calendrier, etc. C'est donc dans le détail des micro-opérations de négociation, de compromis, de controverses, de connexion, *i.e.* de traduction, qu'il faut aller chercher la clef du succès, ou de l'échec, d'un projet d'innovation, et non point dans les références à de vagues macro-entités (la culture américaine, l'idéologie des réseaux, la guerre froide...), qui en définitive n'expliquent pas les processus d'émergence.

Dès lors, pour répondre à notre question initiale - en quoi la dimension organisationnelle a-t-elle été déterminante dans le succès d'ARPANET -, il faut montrer en quoi les formes spécifiques de management du projet sont en congruence avec les conditions de succès d'une opération de traduction, consistant à détourner, intéresser, mobiliser... diverses entités. Les formes d'organisation, par elles-mêmes, ne permettent pas à elles seules de garantir (ou d'expliquer *a posteriori*) le succès d'une innovation : elles ne prennent leur pleine efficacité que dans la mesure où elles favorisent les opérations de traduction. Ainsi, si le projet d'ARPA Network a pu aboutir (alors que rien au départ n'en garantissait le succès), c'est en raison de la capacité de quelques chercheurs et organisations à capter, intéresser et mobiliser d'autres entités, à construire des « réseaux » socio-techniques, solidement tissés, cette capacité étant démultipliée par des formes particulièrement efficaces de management. Si l'ARPA a su mobiliser des équipes de chercheurs, au départ réticentes, en les rendant acteurs de leur propre projet, c'est notamment en laissant ouverts les choix techniques, en accordant une place centrale à l'élaboration de compromis, de « consensus approximatifs » selon l'expression célèbre des pionniers du réseau. Le succès du projet d'ARPANET est donc le fruit d'une intelligence aiguë des conditions concrètes de l'innovation de la part des acteurs du projet et, au premier rang, des responsables de l'ARPA / IPTO, qui ont su se doter de modes d'organisation pleinement adaptés à leur projet.

Nous avons tenté, dans un premier temps, de montrer toute l'importance des facteurs organisationnels dans l'émergence d'ARPANET, pour en faire, *in fine*, la clef privilégiée du succès du projet d'ARPANET. La raison de cette primauté accordée à l'organisationnel provenant, selon nous, de l'adéquation totale des formes spécifiques de management du projet

¹² Si les facteurs culturels et sociaux étaient les causes ultimes de l'innovation, comment expliquer en effet l'échec du projet de la RAND Corporation, défendu par Paul Baran, et le succès d'ARPANET, alors que les forces concernées étaient (presque) les mêmes ?

(au sens large) avec les conditions générales permettant le succès d'une innovation, telles qu'elles sont établies par la sociologie de la traduction.

Pour autant, il ne s'agit pas de généraliser mécaniquement cette explication : de multiples formes organisationnelles sont à l'œuvre dans les processus d'innovation les plus variés.

Et, en définitive, l'innovation technique est un phénomène de co-production : la société produit ses techniques qui la produisent à leur tour. La relation entre formes organisationnelles et innovation technique doit être appréhendée simultanément dans ses deux termes.

BIBLIOGRAPHIE

AMBLARD (H.), BERNOUX (P.), HERREROS (G.), LIVIAN (Y.F.), 1996, *Les nouvelles approches sociologiques des organisations*, Paris, Seuil

BARDINI (T.), HORVATH (A.T.), 1995, The Social Construction of the Personal Computer User, *Journal of Communication*, été 1995, vol. 45, n° 3. p. 40-65

BRETON (P.), 2000, *Le culte de l'Internet*, Paris, La Découverte

CALLON (M.), 1986, Eléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc, *L'Année Sociologique*, vol. 36, n° spécial, p. 169-208

CALLON (M.), 1991, Réseaux technico-économiques et irréversibilités, In BOYER (R.), CHAVANCE (B.), GODARD (O.) (sous la dir.), *Les Figures de l'irréversibilité en économie*, Paris, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales

CARDON (D.), 1997, Les Sciences sociales et les machines à coopérer. Une approche bibliographique du Computer Supported Cooperative Work (CSCW), *Réseaux*, n° 85

FLICHY (P.), 1995, *L'Innovation technique. Récents développements en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, Paris, La Découverte

FLICHY (P.), 1999, Internet ou la communauté scientifique idéale, *Réseaux*, n° 97, p. 77-120

HERZFELD (C.), 1990, *Interview by Arthur L. Norberg. 6 August 1990. Washington, D.C.*, Minneapolis (Minnesota), Charles Babbage Institute, Center for the History of Information Processing, University of Minnesota, tapuscrit.

KING (J.L.), GRINTER (R.), PICKERING (J.), 1996, Grandeur et décadence d'Arpanet. la saga de Netville, cité champignon du cyberspace, *Réseaux*, n° 77, p. 9-35

LATOUR (B.), 1995, *La Science en action : Introduction à la sociologie des sciences*, 2ème éd., Paris, Gallimard

LEINER (B.), CERF (V.), CLARK (D.) et al., 1997, *A Brief History of the Internet*. [en ligne], Version 3.1, février 1997, [réf. du 8 août 1997], Disponible sur WWW : <<http://www.isoc.org/internet-history>>

LICKLIDER (J.C.R.), 1988, *Interview by William Aspray and Arthur Norberg. 28 October 1988. Cambridge, Massachusetts*, Minneapolis (Minnesota), Charles Babbage Institute, Center for the History of Information Processing, University of Minnesota, tapuscrit

ROBERTS (L.G.), 1989, *Interview by Arthur L. Norberg. 4 April 1989. San Mateo, California*, Minneapolis (Minnesota), Charles Babbage Institute, Center for the History of Information Processing, University of Minnesota, tapuscrit

SERRES (A.), 2000, *Aux sources d'Internet : l'émergence d'ARPANET*, Thèse de Doctorat Sciences de l'Information et de la Communication, Université Rennes 2

SUTHERLAND (I.), 1989, *Interview by William Aspray. 1 May 1989. Pittsburgh, Pa*, Minneapolis (Minnesota), Charles Babbage Institute, Center for the History of Information Processing, University of Minnesota, tapuscrit

TAYLOR (R.), 1989, *Interview by William Aspray. 28 February 1989. Palo Alto, California*, Minneapolis (Minnesota), Charles Babbage Institute, Center for the History of Information Processing, University of Minnesota, tapuscrit

VINCK (D.), 1995, *Sociologie des sciences*, Paris, Armand Colin