

A QUOI TIENT LE SUCCÈS DES INNOVATIONS

Premier épisode: L'art de l'intéressement

PAR
MADELEINE
AKRICH

MICHEL
CALLON

BRUNO
LATOUR

Centre de sociologie
de l'innovation,
Ecole des mines
de Paris

Nous avons tous en mémoire des innovations qui ont fait la fortune de leur auteur, ou qui l'ont entraîné à la ruine. Il est facile, après coup, d'expliquer le succès ou l'échec par quelque trait de génie ou quelque erreur flagrante. Facile après coup... Mais sur le moment?

Comment l'innovateur doit-il naviguer pour échapper aux écueils qui le menacent?

Les ressorts de l'intrigue sont connus. D'un côté l'invention, c'est-à-dire les idées, les projets, les plans mais aussi les prototypes et les usines pilotes: en un mot tout ce qui précède la première et incertaine rencontre avec le client et le jugement qu'il rendra. De l'autre côté, l'innovation proprement dite, c'est-à-dire la première transaction commerciale réussie ou plus généralement la sanction positive de l'utilisateur. Entre les deux, un destin qui se joue selon un scénario mystérieux. Des firmes qui périssent ou au contraire prospèrent, des nations qui déclinent ou, à l'inverse, deviennent hégémoniques. Un projet jugé prometteur par tous les spécialistes et qui s'effondre soudainement tandis qu'un autre, auquel personnel ne croyait plus, se transforme brusquement en succès commercial. Et toujours les mêmes questions. Comment expliquer ces succès et ces échecs imprévisibles? Comment rendre compte de ces retournements inattendus, de ces résistances qui se transforment en adhésion ou de ces enthousiasmes qui se muent en scepticisme puis en rejet?

Nous avons tous en mémoire la brillante réponse apportée, voilà cinquante ans, par J. Schumpeter (1). Elle tient en un personnage: celui de l'entrepreneur, et en une passion: celle qui le pousse à surprendre ses concurrents, à imaginer de nouvelles combinaisons productives pour dégager des profits extraordinaires que viendront bien vite rogner les imitateurs en tous genres. L'entrepreneur est cet être d'exception, qui jouant sur deux tableaux, celui de l'invention et celui du marché, sait amener une intuition, une découverte, un projet au stade commercial. Il est le médiateur, le traducteur à l'état pur, celui qui met en relation deux univers aux logiques et aux horizons distincts, deux mondes séparés mais qui ne sauraient vivre l'un sans l'autre. Que s'interrompe le flux des inventions et bien vite l'économie est prise de langueur; que s'étouffe le moteur de la demande et bien vite se tarit l'inspiration qui conduit aux nouveaux projets.

Dans le modèle schumpétérien, la mission de l'entrepreneur est vitale et sa tâche écrasante. C'est lui qui inspecte, filtre, sélectionne, adapte, couple. Il est la vigilance incarnée en une seule et même personne. Il donne à l'économie son dynamisme et à la technologie ses débouchés. L'entrepreneur schumpétérien a existé — les historiens l'ont vu prospérer au tournant du XX^e siècle à la fois en Allemagne et aux Etats-Unis — et il existe encore — la puissance publique le place sous perfusion dans les technopoles ou autres parcs scientifiques. En tous temps et en tous lieux, il est ainsi des hommes qui, partant d'une idée,

(1) C'est à J. Schumpeter qu'on doit la célèbre définition de l'innovation comme première transaction commerciale réussie ainsi que la distinction entre invention et innovation. L'œuvre de J. Schumpeter est difficile d'accès. Sa théorie de l'innovation est présentée dans deux livres dont la lecture n'est pas aisée. Il s'agit de: «The Theory of Economic Development», Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1934; «Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process», 2 vol., New York, Mac Graw Hill, 1939.

la leur ou celle d'un autre, parviennent à recomposer, à force d'obstination, de ruses, d'habileté et de capacité à anticiper, des secteurs industriels entiers. Une économie ne saurait cependant dépendre entièrement de l'inspiration de quelques hommes providentiels. Progressivement, et c'est une des grandes créations du début du siècle, l'entrepreneur schumpétérien a été remplacé par une foule d'intervenants diversifiés (2). Le court-circuit qu'il était seul à réaliser, se transforme en une longue chaîne interactive qui va du laboratoire universitaire jusqu'aux services commerciaux des entreprises en passant par les unités de production, les centres de recherche industriels, les laboratoires techniques, les services de planification des firmes, voire même les administrations publiques. La mise en relation du marché et de la technologie, par lesquels se construisent patiemment et les inventions et les débouchés qui les transforment en innovations est de plus en plus souvent le résultat d'une activité collective et non plus seulement le monopole d'un individu inspiré et obstiné. Les qualités individuelles: perspicacité, intuition, sens de l'anticipation, rapidité, habileté, entregent, doivent être réinventées et reformulées dans le langage de l'organisation. Elles ne sont plus les propriétés d'un seul, mais deviennent des vertus collectives dans l'émergence desquelles l'art de gouverner et de gérer jouent un grand rôle.

Comment dépasser les limites inhérentes à l'activité d'un seul individu, tout en conservant les qualités qui assuraient son succès? Comment le remplacer par une multitude plus efficace? Comment en d'autres mots diviser le travail tout en multipliant la capacité de vigilance? Les réponses, apportées à cette question qui a été au centre de nombreux travaux de spécialistes de l'entreprise, se résument facilement. Est innovatrice une organisation ou un ensemble d'organisations qui favorisent les interactions, les allers et retours permanents, les négociations en tous genres, qui permettent l'adaptation rapide (3). Comme le manifeste la figure emblématique de l'entrepreneur schumpétérien, dont le rôle est de faire surgir des associations inattendues, l'innovation ne ressemble en rien à un processus linéaire, en une série d'étapes obligées allant par exemple de la recherche fondamentale au développement. Pour reprendre l'heureuse expression de C. Freeman, qui sur ce point se fait le porte-parole fidèle de tous les économistes de l'innovation, elle ressemble à un phénomène de couplage (coupling process)

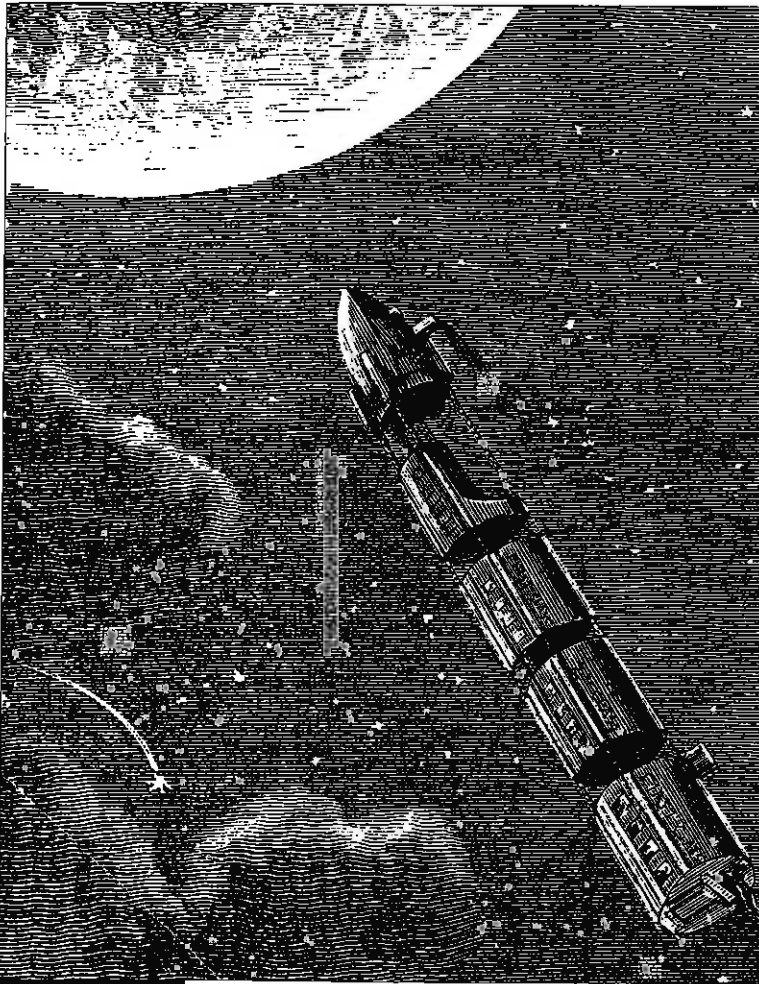
mais d'une nature particulière puisque les deux éléments mis en relation – le marché et la technologie – évoluent de façon imprévisible (4). Pour avoir une idée assez juste de la complexité du processus d'innovation, il faudrait imaginer une fusée pointée en direction d'une planète dont la trajectoire à long terme est inconnue et décollant d'une plate-forme mobile dont les coordonnées ne sont calculées que grossièrement: il faudrait également imaginer une division des tâches qui spécialise certains dans l'observation de la planète, d'autres dans le calcul de l'emplacement de la plate-forme, d'autres encore dans la définition de la puissance des moteurs...; il faudrait enfin imaginer des décideurs qui à tout moment devraient tenir compte des informations parfois incompatibles produites par tous ces spécialistes... On comprend dans ces conditions pourquoi les maîtres mots sont ceux d'interactions, de décloisonnement, de circulations de l'information, de concertation, d'adaptation et de souplesse (5). Cet acteur

(2) A vrai dire, J. Schumpeter avait envisagé cette transformation comme le montrent ses derniers écrits, qui sont en France les plus populaires. Voir en particulier: «Capitalisme, socialisme et démocratie», Payot, Paris.

(3) La bibliographie est abondante. Contentons-nous de citer deux ouvrages qui à vingt-cinq ans d'intervalle délivrent le même message: le premier sous une forme académique, le second sous une forme plus provocatrice et moins nuancée. T. Burns et G.M. Stalker: «The Management of Innovation», Tavistock Publications, London, 1961; T. Peters and N. Austin: «A Passion for Excellence. The Leadership Difference», Random House, New York, 1985. Pour une bonne présentation de la littérature voir F. Sainfort: «Innovation and Organization Toward, an Integrative Theory», thèse de l'Ecole Centrale, 1987.

(4) «Innovation is a coupling process; the test of successful entrepreneurship and good management is the capacity to link together these technical and market possibilities, by combining the two flows of informations» in C. Freeman: «The Economics of Industrial Innovation», Penguin Books, Harmondsworth, London, 1974. C. Freeman ajoute un peu plus loin: «The fascination of innovation lies in the fact that both the market and the technology are continually changing. Consequently there is a kaleidoscopic succession of new possible combinations emerging». La meilleure critique des modèles qui refusent de traiter de manière symétrique le marché et la technologie se trouve in D. Mowery and N. Rosenberg: «The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies», Research Policy, 8, 1979, p. 102-53.

(5) La forme la plus extrême prise par ces recommandations est le Management By Wandering Around (MBWA) de la Passion de l'Excellence (*op. cit.*). Dans ce cas la gestion se réduit à la seule quête d'informations. Ecouter, interagir, travailler en groupe, telles sont les nouvelles (i) Tables de la Loi. Voir sur ce point, G. Kervern: «L'Evangile selon Saint Mac», Gérer et Comprendre.



Pour avoir une idée de la complexité du processus d'innovation, il faudrait imaginer une fusée pointée vers une planète à la trajectoire inconnue, et décollant d'une plate-forme mobile aux coordonnées mal calculées.

collectif doit pouvoir réagir à toutes les fluctuations, il doit être en mesure de saisir toutes les opportunités. Pour innover il faut donc éviter les modèles rigides, mécaniques, les définitions trop précises des tâches et des rôles ainsi que les programmes trop contraignants.

Ces mots d'ordre — décloisonnement, création de structures ad hoc, adaptation — qui résonnent comme antennes à la messe, sont sans nul doute utiles. Il reste qu'il existe mille manières d'interagir et de choisir avec qui interagir. Le modèle organique (6), qui s'inspire de métaphores biologiques, ne suffit pas à garantir le succès, même s'il permet d'en préciser les conditions. Il décrit un climat organisationnel sans lequel les évolutions nécessaires au développement de nouveaux projets deviennent dif-

(6) Cette notion a été proposée voilà bientôt trente ans par Burns et Stalker, qui l'ont reprise à Durkheim.

ficiles, mais il ne dit rien sur le processus d'innovation lui-même. Or, ce dont nous avons tous besoin, pour progresser dans l'art de gérer les innovations, c'est d'une meilleure compréhension des mécanismes par lesquels celles-ci réussissent ou échouent afin d'élaborer quelques principes qui servent de guide à l'action.

Pour parvenir à cette compréhension fine des mécanismes du succès ou de l'échec, sans laquelle l'écart entre celui qui participe à l'innovation et celui qui s'efforce d'en rendre compte demeurerait infranchissable, il faut se méfier comme de la peste des récits édifiants qui invoquent *après coup* l'absence de marché, les difficultés techniques ou les coûts réhibitoires. A chaud toutes ces questions sont controversées. Si le véhicule électrique (VEL) est désormais considéré comme un projet qui ne pourra raisonnablement déboucher avant la fin du siècle, c'est parce qu'on a appris à travers bien des vicissitudes que le fonctionnement et la rentabilité des piles à combustibles dépendaient de catalyseurs qui ne sont pas prêts de voir le jour, que l'automobile thermique pouvait être améliorée au-delà de ce qu'on espérait et que les mouvements de défense de l'environnement étaient une flambée sans lendemain. Tout ce qui, au début des années 1970, rendait le VEL possible, voire inévitable, apparaît aujourd'hui comme autant d'explications de son échec! A quoi cela servirait-il de rendre compte de ce retentissant fiasco en invoquant les difficultés techniques, l'évolution du marché ou la rentabilité douteuse du projet? Tout cela est vrai, banalement vrai, mais d'une vérité que l'histoire a produite à tâtons. Doctus post factum. Une fois ces certitudes, d'ailleurs provisoires, douloureusement acquises, l'affaire est instruite et le dossier est clos. C'est le moment que choisissent les donneurs de conseils pour s'abattre sur les pauvres innovateurs en difficulté. La chouette de Minerve s'envole au soir tombé: quand on devient sage il est déjà trop tard. Et pourtant, au milieu du gué, qui eût osé prononcer un jugement sans appel? Comment oublier l'état de commotion et de terreur dans lequel était plongée une entreprise comme Renault que le choc pétrolier et l'avenir par tous promis aux piles à combustibles réduisirent au silence pendant trois ans? Qui se souvient, dix ans après, de cette indécision, de ces incertitudes, de cette cacophonie (7)? Certains des protagonistes, tellement marqués par l'échec et tellement démunis face aux savants discours de ceux qui viennent leur expliquer pourquoi ils se

sont trompés, sont maintenant prêts à reconnaître leurs erreurs passées et leur responsabilité. Pire que les procès staliniens! Leur voix tremble, alors que voilà quinze ans ils croyaient dur comme fer à ce qu'ils proposaient. Ils ont été battus et *en plus* ils doivent faire amende honorable. Telle est la redoutable efficacité de ces explications qui ne sortent pas des discours d'accusation: faire porter le poids de la faute à ceux qui ont osé, faire se rétracter ceux grâce à qui sont devenus savants ces juges qui donnent maintenant des coups de menton!

Cette exigence – restituer l'innovation à chaud sans faire intervenir dans l'explication des éléments qui ne sont connus qu'en fin de parcours – conduit à récuser toute histoire, toute interprétation qui censure, évalue, ou pis, ridiculise les prises de position ou les argumentations qui sont développées au moment où les décisions sont prises. La règle est de rétablir, sans prendre parti, les points de vue et les projets des uns et des autres, d'éviter de laisser croire qu'avec un peu de jugeote, tel protagoniste, qui se fourvoie «parce qu'il est aveuglé par ses intérêts ou qu'il est mal conseillé», aurait pu prendre une décision rationnelle et reconnaître de lui-même le bon chemin. En un mot faire preuve de suffisamment de tolérance et d'agnosticisme pour que des décisions, qui sur le coup étaient prises au sérieux y compris par leurs adversaires, ne changent pas de signe, dans le récit qui en est fait, pour être qualifiées de légères ou d'imprudentes. Et qu'à l'inverse, une opinion minoritaire, combattue par la majorité, ne soit après coup présentée comme prémonitoire.

Cette exigence de méthode, en ouvrant la voie à une théorie de l'innovation qui reste au plus près des acteurs et de ce qu'ils vivent, réduit considérablement le volume des données et des informations utilisables. Alors que la littérature sur la gestion de l'innovation occupe des bibliothèques entières, les études de cas qui évitent le piège des explications rétrospectives demeurent encore très peu nombreuses même si elles commencent à se multiplier. Nous disposons en tout et pour tout de quelques remarquables travaux d'historiens américains, d'une série limitée de témoignages de journalistes ou d'ingénieurs et de trop rares analyses sociologiques faites à chaud. C'est

peu, mais c'est assez pour en tirer de premiers enseignements. C'est à leur présentation que sont consacrés ces deux articles qui visent à rendre intelligibles, et à terme plus facilement maîtrisables, les mécanismes de l'échec et du succès.

UN MÉLI-MÉLO

DE DÉCISIONS EN TOUS GENRES

ET QUI NE PEUVENT ATTENDRE

Analysée à chaud l'innovation laisse apparaître une multiplicité de décisions hétérogènes, souvent confuses, dont on ne peut a priori décider si elles seront cruciales ou non, et qui sont prises par un grand nombre de groupes différents et souvent antagonistes.

Un des meilleurs témoignages sur la variété et la complexité des décisions qui forment la trame d'une innovation est celui livré par John T. Kidder dans son livre: «The soul of a new machine», qui est rapidement devenu un best-seller aux USA (8). On imagine mal dans notre pays qu'un journaliste accepte de suivre au jour le jour, pendant près de deux ans, la conception d'un nouveau micro-ordinateur. C'est pourtant ce qu'a osé Kidder. Il a partagé le travail, les doutes et les enthousiasmes d'un petit groupe d'ingénieurs installés dans les sous-sols d'une de ces nombreuses firmes qui prolifèrent le long de la route 128 et qui se livrent une concurrence acharnée. Le résultat littéraire est remarquable. Ce livre est aux industries de haute technologie ce que *Au bonheur des dames* était à la naissance des grands magasins et *Germinal* au développement de l'industrie minière. Dépeignant sans fard et avec un réalisme convaincant la mise en forme d'un nouvel objet technique, il constitue un véritable essai sur le management de l'innovation, montrant à la fois les décisions prises en permanence par les ingénieurs engagés dans le projet et les grandes incertitudes qui les entourent. Voici une histoire aussi embrouillée, aussi illogique et apparemment aussi irrationnelle que n'importe quelle aventure romanesque et qui parle de l'objet technique apparemment le plus logique et le plus impitoyablement prévisible.

Tout commence par une obscure histoire de déménagement. Il faut la déci-

(7) Voir entre autres, M. Callon: «L'Etat face à l'innovation technique. Le cas du véhicule électrique», Revue française de sciences politiques, vol. 29, n° 3, juin 1979, p. 426-427.

(8) Le livre est disponible dans une traduction française, J.T. Kidder: «Projet Eagle», Flammarion, Paris, 1982.

RÉALITÉS MÉCONNUES

**Les acteurs
sont si nombreux
et les décisions
si embrouillées
qu'en bout
de course
personne ne sait
à qui attribuer
la paternité
des résultats.**

sion, prise par la direction de Data General, de déplacer les équipes de recherche en Caroline du Nord où la fiscalité est particulièrement favorable aux entreprises, pour faire naître une compétition interne entre deux projets concurrents. Le premier, qui bénéficie de l'appui officiel des dirigeants est ambitieux: l'argent coule à flot pour permettre à des ingénieurs triés sur le volet, et installés dans les nouveaux locaux de l'entreprise, de travailler à une génération nouvelle de micro-ordinateurs. Dans le même temps, sous la houlette de West – un ingénieur entreprenant que l'exil en Caroline du Nord ne séduit pas et qui parvient à convaincre presque par surprise son supérieur hiérarchique – prend forme un projet analogue mais plus modeste. Et comme dans les contes de fées, c'est l'équipe animée par West qui l'emporte. Pendant que le projet officiel s'enlise dans le perfectionnisme et dans le paradis fiscal de la Caroline du Nord, le petit commando avance à pas de géant dans la quasi-clandestinité, prend rapidement ses décisions, remet plusieurs fois les prototypes en chantier et débouche deux ans plus tard sur un produit commercialisé qui s'arrache comme des petits pains. On ose à peine appeler décision cette mise en concurrence qui n'aurait jamais existé sans le déménagement et sans l'opiniâtreté d'un ingénieur qui arrache à ses supérieurs la possibilité de continuer à travailler à Westborough.

Une fois le train mis sur ses rails, tout reste à faire. Les décisions se multiplient. Va-t-on ou non maintenir la compatibilité avec la gamme des précédents micros? Opte-t-on pour un simple 32 bits ou pour un bit de mode qui permet de combiner deux ordinateurs en un seul dont le premier est «un 16 bits tout ce qu'il y a de plus ordinaire» tandis que le second est, par un simple effet presse-bouton, «un ordinateur à 32 bits, élégant et rapide»? Décide-t-on de faire confiance à une nouvelle puce, PAL, particulièrement performante, dont un producteur vient d'annoncer les prometteuses caractéristiques et dont la commercialisation devrait – mais en est-on vraiment sûr? – coïncider avec le lancement du micro sur le marché? Et puis il faut embaucher, et vite, de nouveaux ingénieurs, sélectionner avec soin les candidats, car c'est d'eux que dépendront le succès ou l'échec du projet, définir leur degré d'autonomie, de telle sorte qu'ils fassent preuve d'assez d'initiative pour innover sans pour autant s'éparpiller dans toutes les directions. Ce n'est pas tout. Une fois le projet lancé, les décisions

techniques se font de plus en plus pressées: pour tester le micro-ordinateur, est par exemple, préférable de concevoir de complexes programmes destinés à faire simuler par des ordinateurs existants le fonctionnement de l'ordinateur en projet plutôt que de se contenter des habitues prototypes?

«Tom, je voudrais qu'on prépare un simulateur». West, de guerre lasse, lâche: «E bien vas-y mais c'est de l'argent et du temps de perdu» (Kidder, *op. cit.*).

Cette décision arrachée par un jeune qui ne doute de rien à un ingénieur chevronné qui doute de tout, s'avérera, mais seulement après coup, absolument décisive. Le simulateur, réalisé contre toute attente en six semaines seulement, permettra de gagner un temps précieux. Ce temps qui est tellement capital, car l'innovation est un parcours qui de décision en décision vous amène au bon moment sur le bon marché avec le bon produit. Sans cette pression permanente qui peut à tout instant transformer une bonne décision en son contraire l'innovation devient une promenade de santé qui risque de se terminer dans le drame. Comme dans une partie d'échecs où l'on arrêterait l'horloge puis que l'on interrompra brutalement sans prévenir les joueurs: déjà habitués à prendre tout leur temps. La Caroline se hâte avec lenteur, pensant bien faire et *mettre toutes les chances de son côté*, mais le temps qu'elle prend n'est ni celui de ses clients, ni celui que lui concèdent les concurrents et l'équipe dirigée par West. Elle se laisse dépasser par les événements, occupe des positions qui ne commandent plus rien et finit par sortir du jeu, disqualifiée. Pour comprendre le processus de l'innovation, il faut non seulement restituer la diversité des décisions à prendre et leur complexité, mais également le temps qu'elles se fabriquent et dans lequel elles se glissent, l'irréversibilité qu'elles créent au jour le jour et qui transforme la prudence en pusillanimité et la réflexion approfondie en coupable temporisation.

Parmi toutes ces décisions, celles qui semblaient secondaires au moment où elles ont été prises, peuvent s'avérer par la suite aussi cruciales que celles qu'on pensait stratégiques. Il est difficile, sauf après coup, de les hiérarchiser, de pondérer leur importance relative. Même la décision, très tôt prise, d'adapter la taille d'Eagle, c'est le nom donné à l'ordinateur tout au long de sa conception, aux ascenseurs d'Extrême-Orient, n'est pas négligeable car elle contribue à

ouvrir un marché de «taille»! Dans un projet d'innovation, comme de manière plus générale dans toute activité de recherche, ce sont les détails qui finissent souvent par compter et qui, ajoutés les uns aux autres, font la différence entre un échec et un succès.

Les acteurs qui interviennent pour prendre ces décisions sont tellement nombreux et celles-ci sont tellement embrouillées qu'en bout de course plus personne ne sait à qui attribuer la paternité des résultats. L'état d'abattement qui suit l'innovation, analogue à la dépression qui s'empare de la parturiente, est en partie dû à ce sentiment bizarre, à ce goût de cendre sur les lèvres que laisse tout projet qui échappe un peu à ses auteurs. A-t-on vraiment voulu cela? Qui l'a vraiment voulu? Les ingénieurs eux-mêmes sont tout surpris du résultat. Et certains voudraient le présenter comme une suite cohérente, un programme logique, un enchaînement de décisions rationnelles!

«La boîte ne nous l'a jamais demandée cette machine» s'écria Guyer. «Nous la lui avons offerte. C'est nous qui l'avons conçue». «Cette machine, c'est West qui l'a créée» ... «Attends, répète, c'est West qui a créé quoi?» (Kidder, *op. cit.*).

Quelques mois plus tard l'accord sur les responsabilités sera probablement obtenu et la recherche en paternité aura fini par aboutir. Mais à l'instant précis où la machine est présentée au Grand Salon, les ingénieurs se retrouvent tout décontenancés devant elle, ne sachant pas comment ils en sont arrivés là. Tout rentrera bientôt dans l'ordre et se constitueront, par négociations successives, des histoires officielles comme celle qu'on raconte après coup pour expliquer la victoire de Scipion l'Africain sur Hannibal. Dans le feu de l'action, il n'y a pas un architecte mais plusieurs, il n'y a pas un décideur mais une multitude, il n'y a pas un plan mais dix ou vingt qui s'affrontent. Le micro-ordinateur n'est rien d'autre que cette histoire cahotante, faite de bruits et de fureurs et qui laisse désemparés ses propres acteurs.

«West n'était jamais très sûr de ses sentiments et des intentions de l'étage supérieur au sujet de son équipe; ses propres lieutenants, à leur tour, ne savaient trop à quoi s'en tenir sur ses intentions à lui; quant aux nouveaux venus, les jeunes ingénieurs, ils étaient laissés dans l'ignorance la plus complète ou peu s'en faut, des enjeux réels, des intentions et des tactiques qui se



cachaient derrière ce qu'on leur demandait de faire» (Kidder, *op. cit.*).

Lorsqu'une innovation échoue, ses promoteurs sont convoqués au banc des accusés. Ils ont été battus et en plus ils doivent faire amende honorable. Pire que les procès staliniens!

Il ne faudrait pas imaginer que cet embrouillamini de décisions prises à la hâte, en toute méconnaissance de cause et sans que l'on sache vraiment lesquelles finiront par compter, soit l'apanage des technologies de pointe où tout bouge de façon imprévisible. La situation si bien décrite par Kidder est générale. Dans toutes les innovations étudiées par le CSI, qu'il s'agisse d'un brûleur à charbon pulvérisé, d'un lit fluidisé ou d'un nouveau procédé de filtration du lait, les décisions – urgentes ou non, explicites ou implicites... – se succèdent dans leur diversité et leur hétérogénéité, impliquent une multitude d'acteurs aux compétences et aux projets dissemblables, et chacune d'entre elles, aussi mineure paraisse-t-elle sur le moment, peut s'avérer, en fin de parcours, absolument cruciale.

DES DÉCISIONS

DIFFICILES A PRENDRE

C'est une chose de reconnaître qu'une innovation progresse à coup de décisions, dont certaines sont parfois implicites, c'en est une autre de soutenir, comme nous avons commencé à le faire, que ces décisions sont prises au milieu d'incertitudes contre lesquelles il est pratiquement impossible de se garantir à coup sûr. Tel est le paradoxe à ne jamais oublier. C'est lorsqu'il s'agit de

RÉALITÉS MÉCONNUES

sciences et de techniques, pourtant considérées comme des parangons de logique, d'ordre et de rationalité, que les décisions rationnelles sont les plus difficiles à imaginer! L'innovation par définition crée de l'instabilité, de l'imprévisibilité qu'aucune méthode, aussi raffinée soit-elle, ne parvient à maîtriser entièrement.

Des coûts évanescents

Prenons un critère simple, celui du coût ou plus généralement de la rentabilité. Pourtant lorsqu'ils suivent les innovations en train de se faire, tous les observateurs s'accordent à reconnaître que l'évaluation des coûts n'est souvent qu'un argument avancé par certains pour imposer leurs choix. En aucun cas, elle ne suffit à expliquer l'avancement d'un projet. Pourquoi la coulée continue de l'acier finit-elle par s'imposer au détriment des méthodes tra-

Sans la pression constante de l'urgence, l'innovation prend l'allure trompeuse d'une promenade de santé... et risque de tourner au drame.



ditionnelles de fabrication des plaques et des billettes? La réponse semble d'autant plus évidente qu'il s'agit d'un cas d'école: l'innovation sur les procédés laisse relativement inchangées les propriétés du produit final. Si la nouvelle technologie élimine la précédente, n'est-ce point parce que son rendement est meilleur, parce qu'elle économise de l'énergie et de la main-d'œuvre? Ce n'est pourtant pas si simple. Comme l'a montré Bela Gold dans l'étude qu'il a consacrée à la diffusion de cette innovation majeure aux Etats-Unis, la rentabilité de la coulée continue n'est acquise que plus de quinze ans après son introduction dans l'industrie (9). Contrairement aux affirmations initiales des ingénieurs américains qui s'efforçaient de la promouvoir, sa mise en place se traduit, si l'on utilise les grilles de calcul qu'eux mêmes proposaient (10), par une augmentation continue des coûts et non par leur diminution... Les économies attendues en investissement de capital fixe étaient de l'ordre de 25 à 40%. Mais une telle évaluation supposait la construction de nouvelles capacités de production à l'écart des sites existants. Or pendant toute la période de diffusion de la coulée continue, l'industrie de l'acier est en surproduction et la nouvelle technologie ne peut être installée qu'en complément des procédés existants qu'on doit amortir à tout prix. Maintien d'autant plus inévitable qu'en cas d'incidents de fonctionnement, on ne peut se permettre de laisser sans traitement de l'acier en fusion: il faut avoir la possibilité de se rabattre sur la chaîne traditionnelle. La nouvelle technologie, au lieu de se substituer à l'ancienne, vient au contraire la parasiter. Du même coup, un des autres avantages de la coulée continue, l'économie d'espace qu'elle permet en principe de réaliser, se trouve relativisé puisqu'il dépend de la possibilité d'intégrer physiquement les nouvelles techniques aux anciennes, qu'il s'agisse de l'organisation des transports de pièces et de matériaux ou de la définition des modes opératoires.

Comme le montre cet exemple, toute innovation suppose un environnement qui lui soit favorable. S'il n'existe pas, il ne sert à rien de parler de coûts avantageux: la productivité, la rentabilité sont les résultats d'une action obstinée qui vise à créer

(9) Bela Gold, G. Rosegger, Myle G. Boylan: «Evaluating Technological Innovations», Lexington Books, 1981.

(10) Sur les précautions à prendre en matière d'évaluation des coûts, voir C. Riveline: «Cours d'évaluation des coûts», ENSMP.

une situation dans laquelle la nouvelle technique ou le nouveau produit pourront faire valoir toutes leurs présumées qualités. Sur le papier la coulée continue paraît plus avantageuse; dans la pratique toutes les expériences tentées montrent l'inverse. Où est la vérité? Dans ce futur que certains affirment favorable? Où plus prosaïquement dans ce présent qui dément toutes les prévisions? Chacun croit détenir la juste réponse à ces questions. Paradoxalement, dans ce cas précis, la coulée continue finit par être adoptée de plus en plus largement, malgré l'élévation durable des coûts qu'elle entraîne. Comme le conclut justement Bela Gold:

«Si la rentabilité financière était le seul critère pour évaluer l'opportunité d'une innovation, les installations actuelles devraient être considérées comme d'indéniables échecs».

Voilà une innovation majeure dont la principale qualité semblait être de réduire les coûts dans des proportions appréciables. Une minutieuse enquête montre qu'au contraire toutes les décisions prises pour la promouvoir ont dû l'être en *dépit* d'une augmentation durable des coûts! Le coût avantageux ne peut être au mieux que le résultat chèrement acquis d'une série de décisions difficilement imposées et non la cause immédiate de ces décisions (11).

Les enseignements de cette étude empirique sont confirmés par une analyse récente du processus de robotisation dans une grande entreprise française (12). Autres pays, mêmes mœurs! Introduire un robot, n'est-ce pas, entre autres avantages, réaliser des gains sur la main-d'œuvre, rationaliser les tâches et améliorer la productivité? C'est bien la conviction qui anime les ingénieurs du bureau des méthodes lorsqu'ils proposent à un atelier de fabrication de plaques d'aciers spéciaux traités, l'installation d'un robot chargé «tout simplement» de transférer les plaques d'un petit four de recuit vers un autre four. Sur le papier les gains à attendre d'une telle «modernisation» semblent incontestables: en deux ans le robot sera remboursé grâce à la suppression de deux postes d'opérateurs chargés du

transfert des plaques. Las, l'histoire réelle est moins rose que prévu. C'est le même scénario catastrophe qui se reproduit. Dès l'installation du robot, pourtant réalisé sur mesure, les difficultés de toutes sortes apparaissent: séparateurs qui ne veulent pas tenir, convoyeurs trop brusques, chariots dont la conception est inadaptée, ventouses qui lâchent. Jusqu'à la dalle de béton qu'il faut refaire pour éviter les vibrations qui endommagent les plaques lorsque le robot se déplace! Et pour couronner le tout, il s'avère rapidement nécessaire de maintenir en poste un ouvrier pour vérifier les défauts des plaques sortant du four de recuit. Au fil des jours, c'est la conception de l'atelier dans son ensemble qui doit être reconsidérée si l'on veut fournir au robot un environnement qui lui soit favorable. Le gain en main-d'œuvre que l'on espérait ne se réalise pas: non seulement un des deux postes précédents est maintenu, mais l'autre opérateur est reclassé, en vertu des conventions collectives, dans une autre partie de l'atelier où il se trouve en surnombre. C'est ainsi que les investissements non prévus se multiplient pour adapter l'atelier au robot. Pourtant la décision de poursuivre l'expérience est maintenue contre l'augmentation des coûts qu'elle provoque. En bout de course, plusieurs années après l'introduction du robot, il se peut que celui-ci soit considéré comme indispensable et que la réintroduction de main-d'œuvre s'avère coûteuse. Mais durant la longue transition qui conduira à une éventuelle usine robotisée, les décisions devront être confirmées, en dépit de leur irrationalité économique constatable. L'homo-œconomicus est au pire une belle fable, au mieux un résultat patiemment construit. C'est le nom de code donné à une opération réussie.

UNE DEMANDE FLUCTUANTE

D'accord, direz-vous, pour admettre que l'évaluation des coûts ne soit pas simple, même dans le cas très favorable où l'innovation porte sur les procédés de fabrication sans modifier le produit final. Plus personne ne croit, ajoutez-vous pour montrer votre largeur d'esprit, à l'homo-œconomicus. Il ne faut pas aller chercher midi à quatorze heures: si une innovation réussit c'est parce qu'elle est capable de satisfaire une demande, que ce soit celle d'un directeur d'usine, d'un client de supermarché ou d'un constructeur d'avions. Peu importe le prix: suivez le marché, suivez les

(11) Pour une bonne critique de l'explication du succès des innovations par leur rentabilité supposée, voir D. Foray et C. Le Bas: «Diffusion de l'innovation dans l'industrie et fonction de recherche technique: dichotomie ou intégration», Economie Appliquée, tome XXXIX, n° 3, p. 615-650, 1986.

(12) H. Molet, J.-C. Sataury, J.-P. Van Gigh: «Robot en rodage. Les enseignements d'une périrobotique rétive», CGS-Ecoie des mines de Paris, 1985.

RÉALITÉS MÉCONNUES

utilisateurs et vous gagnerez. Comme nous le verrons, une telle recommandation est vraie, banalement vraie mais de peu d'utilité. Plus facile à dire qu'à faire! Comment identifier les utilisateurs, comment suivre un marché lorsque vous préparez une innovation qui va contre les marchés existants? En faisant des études de marché? En vous mettant à l'écoute de la clientèle? Là encore aucune technique ne peut prétendre garantir la justesse des décisions.

Les études de marché? Prenons le cas d'une innovation patiemment mûrie tout au long des années 1960 et 1970: le cuir artificiel baptisé Porvair par la firme qui l'a mis au point et qui décide alors de le commercialiser. L'histoire de cette innovation a été racontée dans le détail par un économiste anglais et elle est édifiante (13). Passons sur les incertitudes et les difficultés techniques. Le cuir artificiel est le résultat inattendu de recherches entreprises pendant la guerre pour remplacer le séquoïa utilisé comme séparateur dans les batteries. C'est Chloride Electrical Storage qui eut l'idée d'élaborer un PVC microporeux obtenu par chauffage d'amidon et de PVC. L'amidon était éliminé par un bain d'acide et en se retirant laissait des trous. En 1959 Porous Plastic est créé pour le développement et l'exploitation de cette technologie. De fil en aiguille les ingénieurs songent au marché des chaussures. Les prévisions pessimistes sur le marché du cuir créent un climat propice à des projets d'élaboration d'un cuir artificiel, présentant les mêmes qualités de confort (les polymères poreux facilitent la respiration des pieds) et les mêmes propriétés mécaniques que le cuir naturel. Après de difficiles recherches techniques, le matériau et l'usine sont au rendez-vous à la date choisie par Porvair: le début de l'année 1971.

Pour prendre cette décision lourde de conséquences, la direction de Porvair s'est entourée de toutes les précautions imaginables. C'est que l'affaire est risquée: selon toutes les études disponibles, la rentabilité du cuir artificiel passe par la construction de puissantes usines automatisées. Sans larges débouchés permettant la réalisation d'économie d'échelle, les coûts de fabrication resteront beaucoup trop élevés. C'est à condition de pouvoir chasser très rapidement le cuir naturel que le Porvair aura une chance de s'implanter durablement. Le mot d'ordre est simple: inonder le

marché et se maintenir. Les études de marché viennent de montrer qu'une stratégie aussi agressive n'est pas irréaliste: les consommateurs, et tout particulièrement les femmes qui constituent la première cible commerciale, sont peu sensibles à la nature du matériau lui-même. Peu importe, semble-t-il, que le cuir soit naturel ou qu'il ne le soit pas. Les variables importantes pour le consommateur se révèlent être le prix, le confort permis par le matériau et bien sûr l'état de la mode. Le Porvair est prêt à satisfaire toutes ces exigences: la simplicité de sa mise en forme, plus aisée que celle du cuir naturel, lui permet de s'adapter à toutes les modes et pour le confort, il n'y a vraiment rien à craindre.

Reste à régler la question du prix. La stratégie arrêtée par les commerciaux est simple et convaincante: profiter du moment où les prix du cuir naturel culminent pour l'attaquer vigoureusement et inonder le marché. Une fois en place, et grâce aux économies d'échelle que permettront l'automatisation et la production de masse, le Porvair sera indélogeable. Les commerciaux se mettent au travail. Ils récitent les leçons qu'ils ont apprises dans les Business Schools: l'innovation doit venir ni trop tôt, ni trop tard, mais à son heure. Question de Kairos, comme disaient les anciens qui s'y connaissent en matière de gestion du temps. Les économistes se penchent sur le marché du cuir et découvrent des régularités intéressantes. Le cuir n'est qu'un sous-produit de la production de viande: il est bon marché lorsqu'on abat massivement le bétail. Or le cycle de ces abattages est parfaitement régulier: sa période est de six ans. Ce qui veut dire que tous les six ans le volume des peaux jetées sur le marché passe par un maximum et les prix du cuir par un minimum. Mais ce n'est pas tout. La demande de cuir est elle-même cyclique, car les achats réalisés par les fabricants de chaussures fluctuent de façon régulière, passant tous les quatre ans et demi par un maximum. La conclusion s'impose d'elle-même. Le Porvair doit être lancé au moment où l'offre du cuir naturel passe par un minimum et la demande par un maximum. C'est à cet instant précis où les prix culminent que l'adversaire est le plus vulnérable. Cette conjonction, aussi heureuse que l'éclipse totale qui sauve Tintin dans *Le Temple du Soleil*, se produit à intervalles réguliers. Toutes les estimations convergent: c'est en 1972 que doit être lancée la grande offensive, le blitzkrieg qui consommera la défaite du cuir naturel.

Souvent les innovations triomphent, non pas en raison des économies qu'elles suscitent, mais en dépit des coûts qu'elles entraînent.

(13) M. Gibbons et D. Littler: «The Development of an Innovation. The Case of Porvair», *Research Policy*, 8, 1979, p. 2-25.

Le plan de bataille est suivi à la lettre et les prévisions se trouvent confirmées: en l'espace d'un an le prix du cuir double comme prévu et ceci permet une foudroyante percée du Porvoir. Très rapidement pourtant, la tendance se retourne. En 1974, coïncidence malheureuse, le prix du pétrole s'accroît brutalement. Un implacable déterminisme se met alors en branle: la hausse de prix du pétrole entraîne par chimie interposée celle du prix des aliments pour le bétail, hausse qui à son tour provoque des abattages en masse. De cher, le cuir devient, soudainement et à la surprise générale, bon marché. Malgré tous les efforts des services de marketing de Porvoir, les fabricants de chaussures qui devaient être soutenus dans leur reconversion technique difficile reviennent à l'ancien matériau: la greffe n'a pas eu le temps de prendre. Et comme un malheur n'arrive jamais seul, c'est le moment précis que la mode choisit pour échancre les chaussures, diminuant la couverture du pied qui se met à respirer sans problème, quelle que soit la qualité du matériau utilisé! Du même coup disparaît l'avantage du cuir artificiel sur les polymères non poreux bas de gamme et bon marché. Malgré ces renversements de tendance la firme continue à investir pendant au moins 4 ou 5 ans espérant un redémarrage et scrutant les frémissements du marché. Quatre ans plus tard, l'usine construite à coups de millions ferme ses portes. En dépit d'études de marché et de prévisions réalisées avec un luxe inhabituel de détails et de précautions, l'entreprise échoue finalement à imposer son nouveau produit. Elle est prise à revers par deux adversaires aussi puissants qu'imprévus: la mode et le marché du pétrole.

Que veulent exactement les consommateurs? Comment choisissent-ils leurs chaussures? Comme on le voit sur cet exemple, la réponse à ces questions est incroyablement complexe. Elle dépend de la stratégie et des habitudes des fabricants de chaussures, de la politique de l'OPEP, des décisions prises par les éleveurs d'Amérique du Sud, des fluctuations d'une mode ondoiyante, du coût des polymères non poreux... Comment tenir simultanément tous ces éléments pour s'assurer du concours des consommateurs, c'est-à-dire pour rendre prévisible leur comportement? Toutes les études de marché du monde sont impuissantes à démêler pareil imbroglio. Pour qu'elles puissent délivrer des prévisions plausibles, il leur faut être confrontées à des tendances si incontestables qu'en réalité aucune véritable innovation n'est possible.



Là gît le paradoxe. Innover c'est changer le consommateur. Mais une fois bouleversées les règles du jeu, redistribuées les cartes, nul n'est vraiment capable de prévoir l'évolution: le changement peut bifurquer brutalement et profiter au concurrent qu'on croyait tenir dans sa main. Et de tels retournements s'observent même dans le cas pourtant simple d'une innovation de substitution et alors que toutes les précautions ont été prises!

Les agents doubles sont partout et difficiles à démasquer: l'innovation ressemble plus aux romans de John le Carré qu'à ceux d'Agatha Christie!

Des clients à géométrie variable

D'accord direz-vous, en principe ceci est vrai, mais en pratique l'indécision est rarement aussi grande. Lorsque vous connaissez bien vos clients et qu'ils sont en nombre limité, une manière d'assurer l'innovation est d'avoir un bon contact avec eux pour discuter des problèmes qu'ils rencontrent, de leurs projets et de leurs attentes. Qui oserait nier la sagesse de tels préceptes? En réalité il est difficile de les suivre comme le prouve le cas, étudié par le CSI, d'une entreprise ayant cherché à développer un nouveau type de brûleur à charbon pulvérisé. Après de nombreuses hésitations, une licence est accordée à une petite entreprise que le marché semble intéresser. C'est elle qui, une fois le prototype mis au point, se charge de la production, de l'installation et du suivi. Très rapidement les difficultés

RÉALITÉS MÉCONNUES

surgissent: les utilisateurs se plaignent de manière lancinante du mauvais fonctionnement des brûleurs, des pannes qui surviennent inopinément... L'installateur quant à lui se garde bien de remettre en cause le brûleur, il préfère accuser le charbon, l'utilisateur et le broyeur qui pulvérise le charbon. Les ingénieurs qui ont mis au point le brûleur ne sont qu'à moitié convaincus: faut-il croire le licencié dont certains affirment qu'il est en difficulté financière et qu'il envisage, pour en sortir, de se faire racheter par le groupe qui a créé le brûleur? Si cette information est vraie, le licencié n'a-t-il pas intérêt à disculper les concepteurs du brûleur pour faire endosser la responsabilité de ce qui ressemble déjà à un échec, aux seuls utilisateurs. Qui croire? Qui dit la vérité? L'intermédiaire, pas plus que l'étude de marché, n'a de raison d'être fiable. L'innovation ressemble plus souvent au jeu du menteur qu'au jeu de la vérité.

Le client n'est pas un être concret: c'est, au contraire, l'abstraction la plus forte qui soit!

Le client est à l'évidence un des protagonistes essentiels, mais un contact «direct» ne suffit pas à régler tous les problèmes. Quel est le bon interlocuteur: le service entretien qui manifeste des réticences devant un nouveau matériel qui va bouleverser ses habitudes, la direction financière qui tient les cordons de la bourse, les ingénieurs de fabrication qui hésitent à se lancer dans un bouleversement des techniques de production, les responsables de l'approvisionnement qui ne sont pas prêts à se limiter à une seule catégorie de charbon et à devenir complètement dépendants des fournisseurs. Le client? Quand on l'invoque on croit tenir un être concret alors qu'il s'agit de l'abstraction la plus forte qui soit! Il est multiple, évanescent, il tient plusieurs discours et vous lâche au moment même où vous pensiez le tenir. Au lieu d'un seul représentant ou d'un seul porte-parole, vous êtes confronté à plusieurs intermédiaires qui prétendent vous dire ce que veulent les utilisateurs. Si le client était clairement identifiable, prévisible, loyal et s'il savait toujours ce qu'il veut vraiment, alors l'innovation serait une véritable partie de plaisir. Pour se développer il lui faut souvent cet espace incertain, ces mouvements inattendus qui font s'évanouir des marchés qui semblaient durables et laissent entrevoir des réorganisations bénéfiques. Le client est roi, mais d'un empire dont les frontières sont mal définies et dont les lois sont floues. C'est un être énigmatique. C'est pourquoi les études de marché ou le contact avec les utilisateurs ressemblent parfois à des traques nécessaires mais désespérées. Les

agents doubles sont partout et difficiles à démasquer. L'innovation ressemble plus aux romans de John le Carré qu'à ceux d'Agatha Christie!

Des techniques controversées

Ce qui est vrai du marché l'est également de la technique. Comment savoir au début des années 1970 si le véhicule électrique (VEL), innovation majeure s'il en est, est technologiquement viable? Après coup il est relativement aisé de répondre à cette question et d'affirmer que les générateurs électrochimiques étaient alors bien loin d'atteindre les performances requises. A chaud c'est une autre paire de manches (14)! Plusieurs grands groupes industriels et une pléiade de scientifiques de renom se battent avec acharnement pour imposer leurs points de vue. L'avenir commercial du projet tient non seulement à l'attitude des consommateurs, mais également et surtout à la possibilité de réaliser des générateurs peu coûteux et performants. Si la question est simple: existe-t-il des catalyseurs bon marché pour les piles à combustibles, la réponse l'est moins. Les experts, tous plus autorisés les uns que les autres, sont irrémédiablement divisés. Les uns estiment que la mise au point de nouveaux catalyseurs est à portée de main; les autres, à l'inverse, qu'un long détour par la physique du solide est inévitable et que le résultat n'est pas sûr. Là encore, la question est la même, obsédante: qui croire? Ce professeur de faculté, renommé? Ou ce chercheur, encore jeune, mais à qui tout le monde prévoit un avenir brillant. Il faut décider sans être certain de faire le bon choix. Les réunions et colloques se multiplient et les comptes rendus nous montrent une ambiance plus proche de celle des meetings politiques que de celles des discussions raisonnables auxquelles aiment croire les scientifiques! Comme les clients, et de façon encore plus bruyante, les experts sont divisés et l'innovateur doit trancher dans le vif. Il se trouve plongé dans une cacophonie infernale, des cris et des plaidoyers montant de tous côtés; il est saturé d'informations contradictoires, assailli par les projets et les prévisions les plus extrêmes. C'est au milieu de cette tourmente, bringuebalé, enivré de conseils en tous genres, qu'il doit se frayer un chemin.

Remise en situation, analysée à

(14) M. Callon, *op. cit.*

chaud, l'innovation laisse découvrir toutes les incertitudes qui l'entourent et surtout l'impossibilité de s'appuyer sur des critères ou des procédures indiscutables pour prendre les innombrables décisions qui la font avancer. Faut-il pour autant conclure au caractère complètement aléatoire et arbitraire de ces décisions? En d'autres termes faut-il renoncer à expliquer pourquoi certaines d'entre elles rapprochent l'innovation du succès plutôt que de l'échec?

L'ART DE L'INTÉRESSEMENT

Face à une innovation comme la coulée continue, un analyste «classique» procède d'emblée au recensement de ses avantages et ses inconvénients: économie de matière première, augmentation de la productivité, amélioration de la qualité des produits... Ce sont ses qualités intrinsèques qui servent ensuite à expliquer la plus ou moins grande vitesse de diffusion de l'innovation. Celle-ci, comme dans un phénomène épidémiologique, convainc de plus en plus d'utilisateurs potentiels. D'où ces courbes logistiques bien connues qui illustrent la propagation des innovations (15).

En dépit de leur popularité, de tels modèles n'ont qu'un lointain rapport avec la réalité. L'adoption d'une innovation, qu'il s'agisse du Porvoir, de la coulée continue ou de l'installation d'un robot, passe par une série de décisions qui dépendent du contexte particulier dans lequel elle s'insère. L'évaluation des défauts et des avantages d'une innovation est toute entière entre les mains des utilisateurs: elle dépend de leurs attentes, de leurs intérêts, des problèmes qu'ils se posent.

Prenons le cas de kits photovoltaïques mis au point par des industriels français pour le marché des pays en voie de développement et dont les premières installations ont été suivies par l'une d'entre nous (16). Leur hypothèse de départ est simple et convaincante: dans la brousse — ils visent plus particulièrement l'Afrique — le besoin d'éclairage individuel semble partout présent. Ne voit-on pas le soir — sur ce point les témoignages sont nombreux — les enfants apprendre leurs leçons au pied des



L'étrange destin des objets techniques est fait de perpétuelles réinterprétations, comme celui de ces textes sacrés qui, exégèse après exégèse, finissent par changer complètement de sens.

trop rares réverbères ou les familles se réunir à la veillée autour d'un poste de télévision non pas pour regarder les émissions mais pour profiter de la lumière qu'il dispense? Une fois cerné ce besoin fondamental, il reste à choisir la solution technique la mieux appropriée. L'éclairage photovoltaïque décentralisé apparaît comme une des meilleures solutions pour l'avenir: faible coût d'installation comparé à celui d'une électrification classique, énergie renouvelable, robustesse, portabilité... Les industriels n'hésitent pas longtemps, face à la demande d'une administration française qui finance un projet de pré-diffusion. Dans leurs laboratoires métropolitains, ils concoctent un dispositif simple d'emploi et fiable. Ils expédient ensuite les prototypes sur les sites retenus par les promoteurs du projet. En réalité la procédure d'expérimentation retenue vise à cerner la fiabilité «technique» des kits plus qu'à vérifier qu'ils sont bien adaptés aux besoins supposés des utilisateurs. Les industriels ne sont pas prêts à remettre en cause la conception du kit: tel qu'il est, et s'il est prouvé qu'il fonctionne, il est à prendre ou à laisser. Les ingénieurs ne font qu'appliquer à 50 ans de distance la belle, mais trompeuse, maxime de l'exposition universelle tenue à Chicago en 1933: «La science découvre, l'industrie applique et l'homme suit». L'ennui c'est qu'il arrive à l'homme de ne pas suivre! Au Zambèze comme en Corrèze! Les sites d'installation des premiers kits sont choisis au gré des pressions politiques locales. Certains, qu'on

(15) K. Mansfield: «Technical change and the rate of imitation», *Econométrica*, 29, n° 4, p. 741-766, 1961.

(16) M. Akrich: «Energie et Tiers monde: des théories aux pratiques de la diffusion des technologies», mémoire de DEA, Paris: CNAM-Paris I, juin 1985.

avait expédiés dans des dispensaires, se retrouvent chez un particulier; d'autres sont installés dans une infirmerie, d'autres encore dans des écoles. Les points de chute sont imprévisibles. L'un d'entre eux est installé, au terme de savantes négociations, dans une mosquée. Difficile de nier que cet étrange dispositif suscite des intérêts et des convoitises. On se l'arrache, on le kidnappe, on le détourne mais pour en faire tout autre chose que ce qui était prévu. Etrange destin des objets techniques fait de constantes réinterprétations, comme celui de ces textes sacrés qui, exégèses après exégèses, finissent par changer complètement de sens. Mais partout, quels que soient les usages retenus, l'expérimentation tourne au désastre. Ce ne sont pas tant les pannes que le désintérêt progressif des utilisateurs qui fait obstacle aux kits.

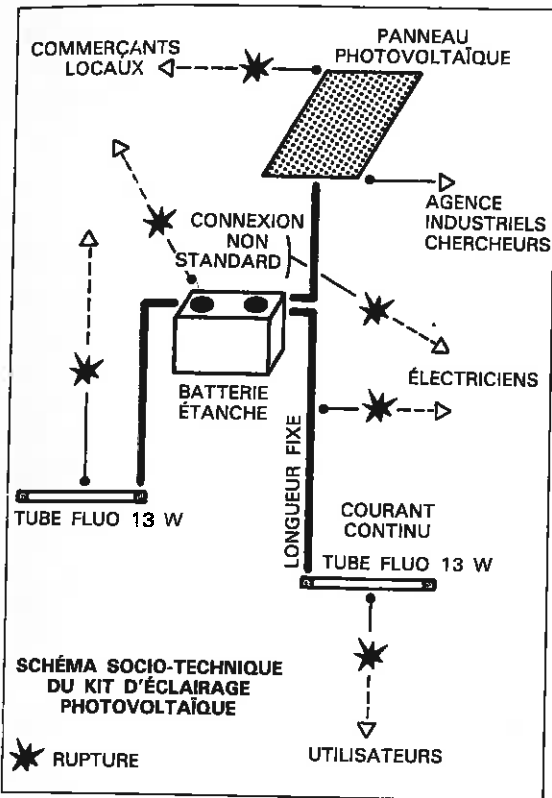
Face à ces difficultés imprévues les ingénieurs français s'engagent dans les procès d'accusation. Le kit a des propriétés techniques indiscutables. Si les utilisateurs n'en veulent pas, c'est de leur faute: ils ne disposent d'aucune infrastructure, ils n'ont pas les compétences requises, ils rejettent par principe les nouvelles technologies... Les ingénieurs ont l'impression d'avoir parcouru à eux seuls la presque totalité du chemin: ils ont choisi le soleil si abondant et si bon marché en Afrique; ils ont refusé l'installation de réseaux coûteux; ils ont fourni un dispositif compact, prêt à l'emploi. Et malgré cela, après une phase éphémère d'engouement, les kits ne sont repris par personne. Ils rouillent sous l'œil attentif d'ingénieurs, spécialement dépêchés pour vérifier, mois après mois, les performances techniques des panneaux photovoltaïques.

Ces ingénieurs, comme de nombreux analystes de l'innovation, ont adopté ce que nous nommons le modèle de la diffusion. Le produit lancé sur le marché ou plus généralement offert aux utilisateurs finit, en vertu de ses qualités propres, par se répandre à travers la société par effet de démonstration. Ou bien les résistances finissent par céder, ou bien les temps ne sont pas mûrs et les usagers accusés d'être empêtrés dans leurs préjugés... qui coûtent cher à l'innovateur! L'échec comme le succès tiennent à l'adaptation mutuelle d'un produit bien défini et d'un public bien identifié. Dans le modèle de la diffusion la symétrie n'est pas totale. Ce qui ne saurait être remis en cause, c'est la technique et les choix auxquels elle a donné lieu. Aux utilisateurs, aux intermédiaires de s'adapter soit de force, soit de guerre lasse.

Une telle conception, prégnante chez les ingénieurs, est de peu d'utilité lorsqu'ils doivent prendre des décisions pour redonner une chance à une innovation bloquée ou pour définir les caractéristiques d'une innovation à venir. Pour comprendre le succès ou l'échec, c'est-à-dire la diffusion et ses péripéties, il faut accepter l'idée qu'un objet n'est repris que s'il parvient à intéresser des acteurs de plus en plus nombreux. Faire comme si le contexte socio-économique était connu une bonne fois pour toutes, le produit pouvant être défini en dehors de toute interaction avec lui, est contraire à tout ce que nous savons de l'innovation. Celle-ci est perpétuellement en quête d'alliés. Elle doit s'intégrer dans un réseau d'acteurs qui la reprennent, la soutiennent, la déplacent. Et ceci dépend très directement des choix techniques opérés. Revenons aux kits et soumettons-les à ce que nous appellerons l'*analyse socio-technique*. Ses caractéristiques se transforment alors en autant de propriétés qui permettront de s'attacher à, ou au contraire se détacher de, toute une série de groupes sociaux qui vont décider de son avenir.

Un examen rapide montre qu'il n'a de kit que le nom. Tout est rigide, rien n'est bricolable (voir schéma). Premier élément du kit: les photopiles. Elles intéressent au premier chef les instituts spécialisés qui vont sur place suivre les performances du kit et se familiariser avec la technologie photovoltaïque. Allié non négligeable, puisqu'il est souvent lié à l'administration publique locale dont le poids est important dans les premières décisions de diffusion, c'est ce même panneau photovoltaïque qui va assurer le soutien financier d'une grande agence gouvernementale française dont la mission est de promouvoir l'industrie des énergies renouvelables. Par contre les utilisateurs et les industriels africains ne sont que médiocrement concernés par ce choix. Autres éléments du kit: l'ensemble batterie-régulateur et le fil qui le relie au panneau solaire. Les choix opérés par les concepteurs français conduisent tous à écarter des alliés stratégiques. La longueur des fils est fixe et les utilisateurs sont dans l'impossibilité d'adapter les kits à ses conditions particulières d'utilisation: à plusieurs reprises le fil s'avérera trop court pour permettre l'installation du panneau sur le toit et il semble exclu d'aménager dans tous les cas un enclos pour y placer des cellules photovoltaïques qui doivent être protégées du bétail en libre circulation. De plus, les diverses connexions étant non standard, aucun bricolage

L'innovation, c'est l'art d'intéresser un nombre croissant d'alliés qui vous rendent de plus en plus fort.



ment montée contre eux: l'obsession de ses concepteurs est d'éviter à tout prix que l'utilisateur ne le bricole ou qu'un réparateur n'intervienne, car ils leur font trop peu confiance pour imaginer autre chose qu'une catastrophe.

Si nous avons choisi de présenter ce cas, c'est qu'il est particulièrement simple. Mais toutes les techniques que nous avons étudiées au CSI peuvent être analysées de la même façon. Leurs caractéristiques correspondent à des décisions techniques qui contribuent à définir les groupes sociaux concernés, établissant les uns en alliés, les autres en adversaires ou en sceptiques. Un dispositif technique répartit les forces qui vont le soutenir ou résister. C'est en ce sens qu'il peut être analysé comme un *dispositif d'intéressement*. Le modèle de la diffusion suppose une séparation irrémédiable entre l'innovation et son environnement socio-économique. Le modèle de l'intéressement souligne à l'inverse l'existence de tout un faisceau de liens qui unissent l'objet à tous ceux qui le manipulent. Le modèle de la diffusion déplace l'objet technique à l'intérieur d'une société qui constitue un milieu plus ou moins récepteur. Le modèle de l'intéressement met en scène tous les acteurs qui se saisissent de l'objet ou s'en détournent et il souligne les points d'accrochage entre l'objet et les intérêts plus ou moins organisés qu'il suscite. Le résultat d'une telle description est un diagramme socio-technique qui combine deux genres que l'on a tendance à séparer: l'analyse technologique qui se limite à la description de l'objet *per se* et de ses propriétés intrinsèques; l'analyse sociologique de l'objet, c'est-à-dire des milieux dans lesquels il se déplace et sur lesquels il produit des effets. A vouloir rendre distinctes ces deux lignes d'analyse, on s'interdit de comprendre les raisons de l'échec ou du succès de l'innovation.

L'analyse socio-technique, quant à elle, se place à l'endroit précis où l'innovateur se situe, dans cet entre-deux difficile à saisir où se mettent simultanément en forme la technique et le milieu social qui le reprend.

Que le sort d'un projet dépende des alliances qu'il permet et des intérêts qu'il mobilise, explique pourquoi aucun critère, aucun algorithme ne permettent d'assurer a priori le succès. Plutôt que de rationalité des décisions, il faut parler de l'agrégation d'intérêts qu'elles sont ou non capables de produire. L'innovation c'est l'art d'intéresser un nombre croissant d'alliés qui vous rendent de plus en plus fort.

n'est envisageable. L'ensemble batterie-régulateur forme un tout hermétiquement protégé de l'intervention extérieure: si une panne survient, la seule solution est de renvoyer le kit au constructeur qui se trouve à quelques milliers de kilomètres. Continuons notre radiographie socio-technique: la batterie produit un courant continu qui alimente un tube fluorescent de 13 watts. Cette série de choix coupe à nouveau l'objet d'alliés potentiels: les électriciens locaux spécialisés dans l'alternatif comme les revendeurs qui n'ont jamais distribué de tubes de ce modèle. Comment les kits pourraient-ils se diffuser? Personne n'est prêt à les reprendre. Ils découragent par avance les alliés de poids qui auraient pu s'en saisir.

On voit sur cet exemple la solidarité qui s'établit entre les choix techniques qui donnent forme au dispositif et son destin socio-technique. Les kits intéressent sans aucun doute les industriels français, quelques chercheurs africains et une agence gouvernementale; amis dans le même mouvement ils se coupent de tous ceux (utilisateurs, artisans, distributeurs...) qui sur place auraient dû le soutenir. Ces derniers, à l'inverse, s'en défient. Le kit se présente comme une machine de guerre explicite-