

## Une méthode nouvelle de suivi socio-technique des innovations : Le graphe socio-technique <sup>(1)</sup>

Bruno LATOUR, Philippe MAUGUIN et Geneviève TEIL

Comment suivre une innovation alors que, par définition, on ne la dit telle que parce que les méthodes habituelles de suivi, de prévision, de prédiction font défaut ? En inventant des méthodes qui soient adaptées à la *dérive* nécessaire des projets de recherche ou des parcours d'innovation. Depuis une dizaine d'années un ensemble de travaux ont été réalisés que l'on peut regrouper sous le nom global de « description des réseaux socio-techniques ». La critique souvent faite à ces études est de remplacer les concepts, les partitions, les divisions et les outils de l'économie, de l'histoire et de la sociologie, par des réseaux hétérogènes *indifférenciés*. Pour contrer cette objection, les analystes des réseaux socio-techniques se sont donné les moyens informatiques et quantitatifs de traiter des masses importantes d'information sur la dynamique des

---

(1) Depuis plusieurs années que nous travaillons sur ces principes de cartographie nous avons bénéficié des remarques – et de l'incrédulité – de nombreuses personnes. Nous remercions particulièrement Michel Callon, Jean-Pierre Courtial, Madeleine Akrich, Vololona Rabeharisoa pour leur aide. L'environnement informatique ici proposé est un complément au travail de Geneviève Teil et de son système CANDIDE™ dont il suppose l'existence. Cette recherche a été réalisée en partie grâce à une subvention du Ministère de la Recherche et de la Technologie, commune à la section Innovation de Rhône-Poulenc et au CSI. Nous remercions Georges Rivier de Rhône-Poulenc de son aide.

---

réseaux (CALLON, 1986b, 1989c). La forme, la déformation, la transformation des réseaux, permet de *redifférencier* les données empiriques sur les réseaux et de formuler des hypothèses précises sur les entités désignées par les mots « Etat », « marché », « science », « firme », « politique », « stratégie », etc. C'est sur ces travaux, et en particulier sur les cartes stratégiques de la recherche offertes par les méthodes Leximappes™ pour le traitement de base de données et CANDIDE™ pour le traitement des textes pleins, que nous nous appuyons.

Pour résumer ces méthodes on peut dire qu'elles sont « quali-quantitatives » ; elles tiennent, en effet, le milieu entre les agrégats *statistiques* des méthodes quantitatives usuelles en économie et en sociologie, et la *narration* des études de cas habituelles à l'anthropologie, l'histoire et l'étude de terrain. La méthode que nous proposons ici voudrait améliorer la *lisibilité* d'une part et la *mise en discours* des analyses de réseaux. Son avantage principal est qu'elle n'est pas dépendante des sources et qu'elle peut construire d'une façon réglée des graphiques précis dotés de sens soit à partir d'un récit d'historien ou d'anthropologue, soit à partir d'un traitement Leximappe™, Lexinet™ ou CANDIDE™ préalable (2). Elle permet donc de résoudre deux des plus irritants problèmes du suivi des innovations, qu'il s'agisse d'histoire des techniques ou de prospective, à savoir l'impossibilité de *comparer* des études de cas différentes et l'impossibilité d'obtenir des formes de *quantification adaptées* au caractère local, contingent, circonstanciel des réseaux. Tant que des méthodes réglées de cartographie ne seront pas en place on pourra toujours reprocher aux études de cas leur caractère parcellaire. Notre ambition, au contraire, est de pouvoir comparer, par cette méthode nouvelle et d'autres en cours d'élaboration, des études venant de l'histoire des sciences ou des techniques, de la sociologie, de la prospective ou de l'économie.

Dans une première partie nous donnerons à partir d'un exemple très simple les principes de cette cartographie ; puis, dans une deuxième, nous justifierons la forme géométrique donnée à ces cartes ; dans une troisième partie nous appliquerons la méthode à un cas réel plus com-

(2) Nous renvoyons pour l'analyse de ces méthodes à TEIL, 1989 ; TEIL, AKRICH, MICHELET, LATOUR (soumis pour publication).

plexe, celui d'Eastman ; dans une quatrième partie nous montrerons comment elle permet de résoudre certaines limites des études habituelles sur l'innovation ; enfin, dans une cinquième partie nous discuterons en détail les différentes informations sur les réseaux socio-techniques qui doivent être croisées dans un tel système de visualisation.

## 1. D'UNE NARRATION À SON ENREGISTREMENT SOCIO-TECHNIQUE

Soit une innovation minuscule, celle qui consiste à ajouter aux clefs des hôtels un énorme poids qui a pour fonction de rappeler aux clients qu'il doivent rapporter la clef à la réception au lieu de l'emporter Dieu sait où. L'énoncé à l'impératif « Rapportez vos clefs à la réception SVP » écrit sur un panonceau ne semble pas suffisant pour imposer aux clients un comportement conforme aux souhaits du locuteur. Les clients, volages, semblent avoir d'autres soucis. Les clefs se perdent dans la nature. Mais si l'innovateur, appelé à la rescousse, *déplace* l'énoncé pour le remplacer par une grosse pomme de fonte, l'hôtelier n'a plus à compter sur le sens moral ou sur la discipline de ses clients car ceux-ci ne pensent plus qu'à se débarrasser de cette masse qui gonfle les poches de leur veste ou alourdit leur sac à main et ils viennent d'eux-mêmes à la réception pour s'en délivrer. Ce que le panonceau, l'énoncé, l'impératif, la discipline ou la morale ne pouvaient imposer, l'hôtelier, l'innovateur et la pomme de fonte le réalisent. Pourtant, ce conformisme a son prix : il a fallu que l'hôtelier fasse alliance avec un innovateur et que l'innovateur fasse alliance avec divers poids et procédés de fabrication.

Cette innovation mineure illustre bien le principe fondamental de toutes les études sur les sciences et les techniques : *la force* (3) avec laquelle un locuteur envoie un énoncé n'est jamais suffisante, au début, pour prédire le parcours de cet énoncé, puisque ce parcours dépend de ce que les allocutaires successifs vont en faire. Si l'allocutaire – ici le

(3) Le mot force est emprunté à AUSTIN (1970) mais ne suppose encore aucune distinction entre force locutoire, illocutoire ou perlocutoire.

client de l'hôtel – oublie l'ordre inscrit sur le panneau ou s'il ignore le français, l'énoncé se trouve réduit à de la peinture sur du carton ; si le client scrupuleux obéit à l'ordre il accomplit l'impératif et lui ajoute de la réalité. La force de l'énoncé dépend donc en partie de ce qui est inscrit sur le panneau et en partie de ce que chacun des allocutaires fait de l'inscription. Mille clients différents feront exécuter au même ordre mille parcours distincts. Pour rendre prévisible le parcours il faut soit rendre les clients tous semblables – qu'ils sachent tous lire le français et qu'ils sachent tous qu'aller à l'hôtel suppose que l'on ait une chambre fermée dont il faut rendre la clef en sortant – soit *charger* l'énoncé de telle sorte qu'il impose aux différents clients le même comportement, quelle que soient leur langue et leur habitude des hôtels. L'impératif de la grammaire française est une première charge – « Rapportez vos clefs » - ; l'inscription sur le panneau en est une seconde ; la formule de politesse « SVP » ajoutée à l'impératif pour essayer de se concilier les bonnes grâces du lecteur en est une troisième ; le poids de la fonte en est une quatrième. Le nombre de charges qu'il faut attacher à l'énoncé dépend à la fois de la résistance, de l'insouciance, de la sauvagerie, de la mauvaise humeur des clients, de la volonté de l'hôtelier pour les contrôler et, enfin, des astuces de l'innovateur. Les *programmes* du locuteur se compliquent en réponse aux anti-programmes de l'allocutaire. Si un client mal luné peut briser l'anneau qui attache la clef légère et le poids – ce qui compose pour l'hôtelier un *anti-programme* –, il faut que l'innovateur ajoute un anneau soudé qui rende impossible cette rupture – il s'agit alors d'un anti-anti-programme. Si un hôtelier paranoïaque veut éviter toute perte de clef, il peut par exemple ajouter à chaque porte un garde qui fouille toutes les poches et tous les sacs – mais aura-t-il encore des clients ? C'est seulement lorsque la plupart des anti-programmes seront contrés que le parcours de l'énoncé deviendra *prévisible*. L'ordre sera obéi par les clients – à quelques clefs perdues près que l'hôtelier acceptera de passer par pertes et profits.

Mais l'ordre qui est obéi *n'est plus le même ordre* que celui du départ. Il a été traduit et non transmis. En le suivant, nous ne suivons pas une phrase à travers son contexte d'application, nous ne passons pas de la linguistique à la pragmatique. Le programme « rapporter les clefs à la réception » qui est maintenant exécuté scrupuleusement par la plupart des clients n'est plus celui dont nous étions partis. En le transportant, on

l'a transformé. Les clients ne rapportent plus la clef de leur chambre ; ils se défont d'un truc encombrant qui déforme leur poche. S'ils obéissent aux désirs de l'hôtelier ce n'est pas qu'ils aient lu le panneau ou qu'ils soient particulièrement bien élevés. Ils ne peuvent plus faire autrement. Ils n'y pensent même pas. Ce n'est plus le même énoncé, ce ne sont plus les mêmes clients, ce n'est plus la même clef, et ce n'est plus tout à fait le même hôtel (4).

Ce petit exemple illustre le « premier principe » de toute étude des innovations : le sort d'un énoncé est dans la main des autres (5) et toute méthode de suivi d'une innovation n'a pas d'autre but que de reconstituer à la fois la succession des mains qui *transportent* l'énoncé et la succession des *transformations* qu'il subit. Impossible d'avoir l'un sans l'autre. Le mot énoncé lui-même doit être précisé pour tenir compte de ces transformations successives. Nous entendons par énoncé conformément à l'étymologie tout ce qui est lancé, envoyé, délégué, par l'énonciateur (6). Le sens du mot peut donc varier au cours du parcours en fonction du « chargement » opéré par l'énonciateur ; il peut donc désigner tantôt un mot, tantôt, une phrase, tantôt un objet, tantôt un dispositif, tantôt une institution. Dans notre exemple l'énoncé peut renvoyer à une phrase prononcée par l'hôtelier, mais aussi à un dispositif matériel complexe qui force les clients à rapporter leurs clefs. Le mot énoncé renvoie donc non pas à la linguistique mais au gradient qui va des mots aux choses et des choses aux mots (7).

Même avec un exemple aussi simple nous comprenons déjà que dans les études sur les sciences et les techniques nous n'avons jamais à suivre un énoncé donné *à travers un contexte*. Nous avons à suivre la production simultanée d'un « texte » et d'un « contexte ». Autrement dit,

- (4) Pour la description c'est-à-dire la paraphrase verbale des dispositifs techniques voir : (AKRICH, 1988, 1990a), (AKRICH et LATOUR, 1990b) ainsi que (LATOUR, 1979b).
- (5) Sur ce premier principe et son importance pour étudier la science et la technique, voir (LATOUR, 1987).
- (6) Le sens est différent de celui des linguistes ou des pragmaticiens – voir les travaux de Récanati, Ducrot, Kerbrat en France.
- (7) Sur ce gradient et cette continuité voir (LATOUR, 1990).

la distinction entre la société d'un côté et les contenus scientifiques ou techniques de l'autre est une division arbitraire. La seule division qui ne soit pas arbitraire c'est la succession des distinctions successives entre des énoncés « nus » et des énoncés chargés. Ce sont ces distinctions et ces successions et elles seules qui composent notre monde – ce sont elles qu'il nous faut apprendre à documenter et à enregistrer et elles seules.

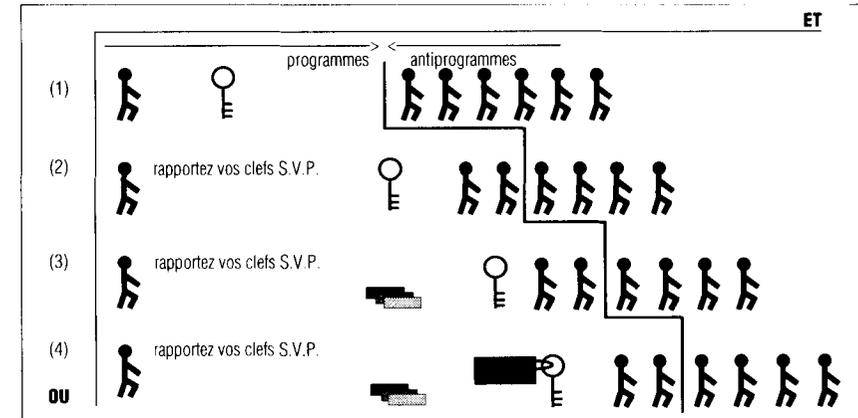
Essayons maintenant de proposer une cartographie de notre petit exemple. Nous voulons être capables de suivre, d'une part, l'*enchaînement* des locuteurs et de leurs énoncés, et, d'autre part, la *transformation* des locuteurs et de leurs énoncés. Nous définirons deux dimensions, l'association (qui ressemble au syntagme des linguistes) et la substitution (le paradigme) ou plus simplement encore la dimension ET – qui jouera le rôle de la latitude – et la dimension OU – qui sera notre longitude. Toute innovation est repérable d'une part grâce à sa situation le long des dimensions ET et OU et, d'autre part, grâce à son historique, c'est-à-dire à l'enregistrement des positions ET et OU qui l'ont successivement définie. Si nous remplaçons les acteurs différents par des lettres différentes nous pouvons toujours tracer un parcours d'innovation par une forme du type :

A  
ABC  
BCDEFG  
BCDEFGH  
FG  
G

dans laquelle la dimension verticale correspond à l'exploration des substitutions et la dimension horizontale à l'attachement d'un nombre plus ou moins grand et plus ou moins durable d'acteurs.

Pour construire notre diagramme nous choisirons comme origine le point de vue de l'hôtelier – c'est lui le locuteur ou l'énonciateur c'est-à-dire étymologiquement celui qui envoie l'énoncé – ; appelons *programme d'action* ce que l'hôtelier souhaite voir accomplir aux clients – les allocutaires ; nous numérotions par des chiffres entre parenthèses les versions successives du programme d'action – sans changer de point de vue. Convenons de placer toujours à gauche les programmes et toujours à droite les anti-programmes -relativement au point de vue choisi.

Figure 1.1



*Légende* : L'hôtelier ajoute successivement des clés, des avis oraux, des avis par écrit, et enfin des poids de fonte ; à chaque fois il modifie l'attitude d'une partie du groupe « clients d'hôtel ».

Dans la version n° 4 l'hôtelier et presque tous ses clients sont d'accord alors que dans la version n° 1 l'hôtelier est tout seul à souhaiter le retour de ses clés volages. Le syntagme ou l'association ou la dimension ET – du point de vue bien sûr de l'hôtelier – se sont durablement étendus : les hôteliers et leurs clients s'entendent. Mais cette extension vers la droite a un prix. Il a fallu descendre le long de la dimension OU en enrichissant le programme d'action par une série de subtiles traductions : aux souhaits se sont ajoutés des propos à l'impératif, puis des panonceaux écrits, puis des poids de fonte. Les clients ont été grignotés peu à peu – ils ont abandonné l'anti-programme pour se « rendre » au programme – mais les finances, l'énergie, l'intelligence de l'hôtelier ont été grignotées peu à peu ! Au début le souhait était nu, à la fin – fin toujours provisoire puisque d'autres anti-programmes peuvent toujours se manifester – il est habillé ou chargé. Au début il était irréal ; à la fin il a gagné en réalité.

Un tel diagramme ne retrace pas le déplacement d'un énoncé – immuable – à travers un contexte d'usage ou d'application ; il ne retrace pas non plus le déplacement d'un objet technique – ici la clef lestée de plomb – à travers un contexte d'usage ou d'application. Il retrace un mouvement qui n'est ni linguistique, ni social, ni technique, ni pragmatique. Il garde trace des modifications successives des clients, des clefs, des hôtels et des hôteliers en enregistrant comment un déplacement dans les associations (syntagmatique) est « payé par » un déplacement dans les substitutions (paradigmatique). Ce qui est impossible dans un tel diagramme c'est d'aller vers la droite sans aller vers le bas – par convention il est impossible de remonter dans la dimension OU qui enregistre simplement les versions successives d'un programme.

Enlevons maintenant les figures de l'hôtelier et de ses clients ainsi que les signes concrets des objets qu'ils mobilisent dans leurs controverses. Donnons provisoirement à chaque acteur une case et un nom. Les degrés d'attachement d'un actant à un programme d'action varient de version en version. Les mots « actants » et « degrés d'attachement » sont symétriques, c'est-à-dire qu'ils s'appliquent indifféremment aux humains et aux non-humains ; la clef est fortement attachée au poids par un anneau de même que l'hôtelier est très attaché à ses clefs. Peu importe ici que le premier lien soit dit « physique » et l'autre « affectif » ou « financier » puisque le problème est justement pour l'hôtelier d'attacher durablement les clefs au tableau de la réception quand les clients sont sortis, en attachant les clients à la réception de façon plus durable et solide, que les clefs à la poche ou au sac à main de ses clients ! Convenons également de numéroter par des chiffres sans parenthèses les segments des programmes d'action. Convenons enfin de tracer par un trait en gras la ligne de partage entre les programmes et les anti-programmes – ce qui correspond donc au front de la minuscule *controverse* que nous suivons ici.

Nous nous apercevons que le groupe social des clients de l'hôtel se trouve peu à peu transformé ; l'accumulation des éléments – la volonté de l'hôtelier, la dureté de ses propos, la multiplicité de ses panneaux, le poids de ses clefs- tout cela finit par lasser la patience de certains clients qui acceptent de conspirer avec l'hôtelier et de rendre fidèlement leur clef. Le groupe de clients (noté « Client IV- ») qui n'est pas enrôlé par

Figure 1.2

	1	2	3	4	5	6	ET
(1)	Hôtelier ++	Clients ≠ -	Clefs ≠				
(2)	Hôtelier ++	Impératif +	Clients I +	Clients II ≠	Clefs ≠		
(3)	Hôtelier ++	Impératif +	Panneaux +	Clients I, II +	Clients III + ≠	Clefs ≠	
(4)	Hôtelier ++	Impératif +	Panneaux +	Poids ++	Clefs ++	Clients I, II, III +	Clients IV -
OU							

Légende : aux actants on ajoute ici les degrés d'attachement marqués par les signes ++, +, -, —, ≠ (pour indifférent) et ? (pour ne sait pas) (8)

la version n° 4 est constitué, d'après l'hôtelier, d'irréductibles mauvais coucheurs ou de savants Cosinus particulièrement distraits. Mais cette transformation progressive n'est pas vraie pour le seul groupe social « clients d'hôtel », elle s'applique aussi aux clefs. Voilà que les clefs indifférentes et indifférenciées deviennent « clefs d'hôtel », objets très spécifiques qu'il faut maintenant distinguer et isoler aussi soigneusement que les « clients mauvais coucheurs » ou « distraits ». C'est là tout l'intérêt de suivre les innovations. Elles nous montrent que l'on ne travaille jamais dans un monde rempli d'acteurs à contours fixes. Non seulement leur degré d'attachement à un énoncé varie, mais leur compétence, leur définition peut être également transformée. Ces transformations d'acteurs sont d'une importance capitale pour le suivi des innovations puisqu'elles révèlent que l'acteur unifié – ici le client-d'hôtel-qui-

- (8) Le caractère rudimentaire de ces notations est sans importance puisque, dans l'implémentation informatique des cartes, il est toujours possible de cliquer sur la case correspondante pour avoir les détails et les documents correspondant aux abréviations. La force de l'association est obtenue soit par les documents, soit, lorsqu'il s'agit de masses importantes de documents, par un traitement de type Leximappe™, CANDIDE™ ou Machine de Hume. Toutes les cartes qui suivent prennent pour acquise qu'une méthode informatique ou narrative quelconque leur fournit le nom des acteurs et leur degré d'attachements.

oublie-ses-clefs – est lui-même une association dont les éléments peuvent être redistribués. C'est l'ouverture et la fermeture de ces *boîtes noires* qui ont rendu jusqu'ici le suivi d'innovations tellement délicat.

Notons que dans le cas de figure présenté ici le succès de l'innovation -c'est-à-dire l'extension vers la droite et d'après le point de vue de l'hôtelier- n'est rendu possible que par le maintien de tous les moyens essayés successivement. C'est seulement parce que l'hôtelier continue de vouloir ses clefs, de rappeler les consignes à haute voix, de rédiger des panneaux et de lester ses clefs, qu'il obtient en fin de compte un peu de discipline. C'est cette accumulation qui donne l'impression dans la figure 1.2, que nous gagnons en réalité. Mais un autre cas de figure est possible :

Figure 1.3

	1	2	3	4	5	6	ET
(1)	Hôtelier ++	Clients -	Clients ≠				
(2)	Hôtelier ++	Impératif +	Clients I +	Clients ≠			
(3)	Hôtelier ++	Panneaux +	Clients I +	ClientsII ≠	Clients ≠		
(4)	Hôtelier ++	Poids ++	Clefs ++	Clients I, II +	Clients III ≠		
(5)	Poids ++	Clefs ++	Clients ≠				

OU

Légende : on assiste ici à la déréalisation de l'association malgré la mobilisation des poids de fonte pour attacher les clefs

L'hôtelier demande bien à ses clients de rapporter leurs clefs, mais lorsqu'il se met à rédiger des panneaux il pense que cela suffit et qu'il n'a plus rien à dire ; du coup, ses clients sont toujours aussi nombreux à ne pas suivre soit les consignes orales soit les consignes écrites. Devenu technicien dans l'âme, notre brave homme délègue alors tout à l'objet et leste ses clefs de fonte sans plus mettre aucun panneau ni rappeler aucune consigne. Quelques clients de plus conspirent avec ses désirs,

mais bientôt c'est lui qui, dégoûté, abandonne son programme. Que reste-t-il à la version n° 5 ? Des clefs et des poids fortement attachés par un bel anneau, et des clients qui emportent l'ensemble clefs-poids n'importe où. Quant à l'hôtelier nul ne sait plus ce qu'il veut. L'énoncé n° 5 est *moins réel*, c'est-à-dire qu'il associe moins d'éléments du point de vue du locuteur de départ, que le n° 4. Mais pour nous qui souhaitons observer l'innovation la seule réalité intéressante est *la forme* de la ligne de front – en gras –. Alors que toutes les études sur l'innovation sont dominées par l'asymétrie entre ce qui est réalisable et ce qui ne l'est pas, réel ou rêvé, réaliste ou utopique, notre cartographie ne reconnaît que des *variétés de réalisation et de déréalisation* progressive. C'est cette courbe en effet qui enregistre les compatibilités et les incompatibilités des humains et des non-humains, c'est-à-dire la socio-logique des mondes dans lesquels nous vivons.

On voit la philosophie empirique qui inspire une telle visualisation. Au lieu d'imposer des hypothèses fortes aux associations interdites ou permises aux acteurs, nous laissons les réseaux déployer leurs associations aussi particulières, aussi contingentes, aussi régulières que les acteurs le voudront. Ce n'est pas que nous croyions à un enregistrement passif du parcours et de la volonté des acteurs mais nous avons simplement fait glisser le point d'application de la force des hypothèses. Nous faisons peser maintenant toute la force sur la construction du cadre vide où les données doivent être recueillies. De même qu'un cartographe fera des hypothèses fortes sur le calcul de la longitude, la projection de Mercator, la définition des angles, mais aucune sur le tracé des côtes que lui rapportent les navigateurs, de même nous ne faisons aucune hypothèse sur la forme d'un réseau particulier, mais beaucoup d'hypothèses sur l'espace intellectuel et graphique qui permet de les enregistrer. Cette stratégie est exactement l'inverse de beaucoup de sciences humaines s'appliquant à l'étude de l'innovation : elles imposent aux données des formes normatives très contraignantes sur ce que devraient faire les ingénieurs, les industriels et les savants, mais sont du plus grand laxisme dès qu'il s'agit de faire la théorie de l'innovation.

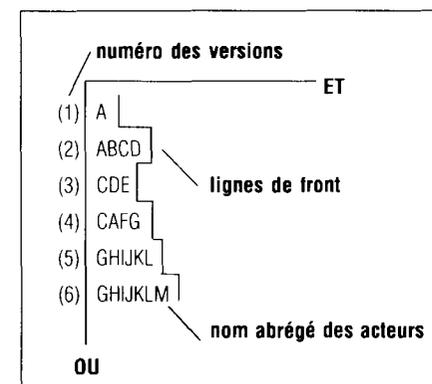
## 2. LE GRAPHE SOCIO-TECHNIQUE ET SES INDICATEURS

Une cartographie ne se justifie que si elle permet d'utiliser la distribution géométrique des points sur le papier de telle sorte que chaque point veuille dire quelque chose. C'est ce qui différencie les diagrammes ou les schémas, dont la lecture est toujours subjective, des cartes lesquelles, une fois connues les conventions de lecture, établissent des relations stables entre la forme graphique et le sens. Un coup d'oeil à la littérature sur les innovations révèle une extrême multiplicité de dessins et de desseins. En dehors des diagrammes quantitatifs qui lient ensemble deux variables quantitatives ou plus mais qui disent très peu de choses sur les contingences particulières d'une innovation, sur le réseau spécifique et circonstanciel qui seul nous intéresse, aucun des graphiques ne plonge l'innovation dans un espace géométriquement cohérent. Pourtant cette cohérence est facile à obtenir si nous poussons jusqu'au bout le traitement des deux dimensions ET et OU que nous venons de définir.

### 2.1 Le graphe socio-technique

La table des acteurs, de leurs associations (ET) et de leurs substitutions (OU) peut être en effet utilisée, à un degré supérieur de simplification et d'agrégation, pour donner des informations encore plus synthétiques et plus chiffrées sur le parcours d'une innovation. Remplaçons le nom des acteurs par des lettres de l'alphabet ; éliminons, pour simplifier, les acteurs qui font partie des anti-programmes. Le diagramme de base devient de la forme :

Figure 2.1



Légende : Diagramme « ET-OU » sur un exemple fictif

Sur un tel diagramme il est maintenant possible de calculer un certain nombre d'indicateurs qui sont autant de signatures particulières d'un parcours d'énoncé. Quels sont les indicateurs les plus intéressants pour le suivi d'une innovation ? Le premier est évidemment l'indicateur T pour *Taille* qui donne pour chaque version successive le nombre d'éléments associés ; le deuxième indicateur est celui qui compare le nombre d'éléments qui sont *maintenus* d'une version à la suivante ; nous appellerons cet indicateur A pour *Alliés* ; les acteurs nouveaux recrutés lors du passage d'une version à l'autre seront appelés N pour *Nouveaux acteurs*. Pour chaque version -notée petit n- nous aurons donc :

$$T(n)=A(n)+N(n).$$

Notons que l'« ancienneté » et la « nouveauté » des acteurs sont pour l'instant uniquement relatives aux transformations de version à version -de ce fait un acteur « perdu » qui se trouverait à nouveau recruté compte comme un nouvel acteur.

Grâce à ces premiers indicateurs nous pouvons définir un *Indice de Négociation IN* :

$$IN(n)=N(n)/T(n)$$

Plus cet indice est petit moins l'innovateur doit négocier son projet pour le maintenir en existence. Inversement, une valeur élevée de cet indice signifie que le projet est en grande partie renégocié. Dans le cas fictif que nous avons choisi nous obtenons les chiffres suivants :

Figure 2.2

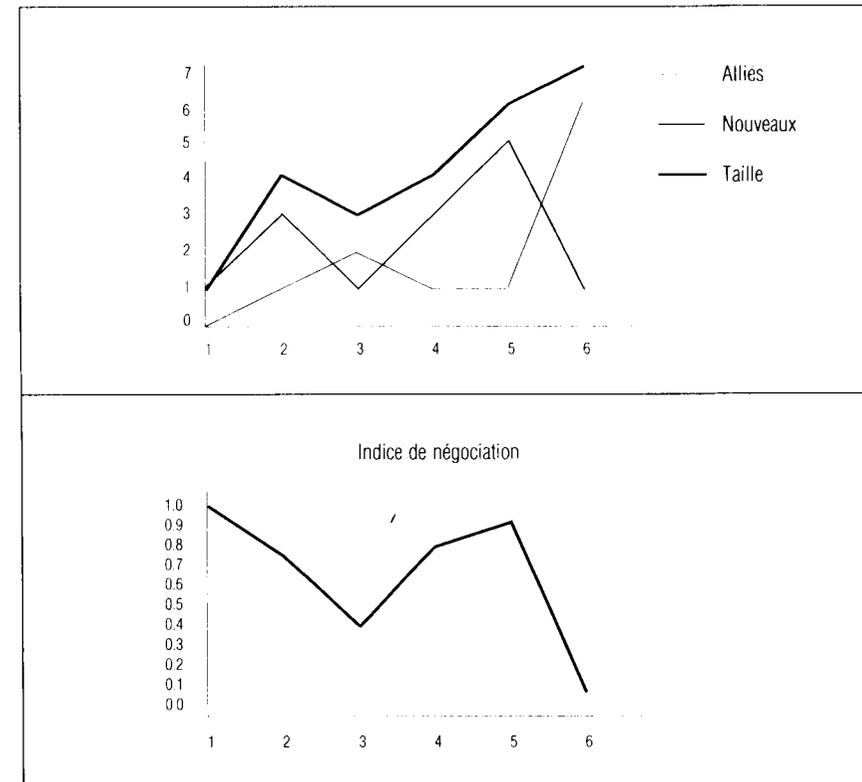
	T	A	N	IN		ET
(1)	1	-	-	-	A	
(2)	4	1	3	0,75	ABCD	
(3)	3	2	1	0,33	CDE	
(4)	4	1	3	0,75	CAFG	
(5)	6	1	5	0,83	GHIJKL	
(6)	7	6	1	0,14	GHIJKLM	

**OU**

Légende : calcul sur l'exemple fictif de l'indicateur de négociation IN

Si nous dessinons maintenant le graphe des trois premiers indicateurs nous obtenons une courbe qui est spécifique à l'innovation étudiée :

Figure 2.3



Légende : Taille, Alliés, Nouveaux et Indice de négociation de l'exemple fictif ci-dessus

En utilisant maintenant l'indice IN de négociation et l'indice T de taille ou d'association, nous pouvons maintenant dresser la carte complète du parcours d'une innovation, carte que nous appellerons le graphe socio-technique d'une innovation et nous réserverons cette expression pour cette forme de visualisation :

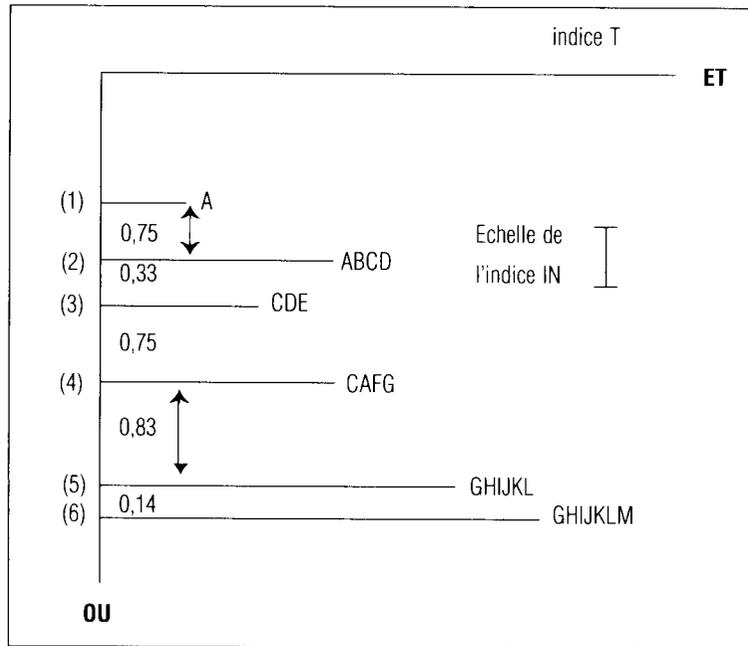


Figure 2.4

Légende : Principe d'écriture du graphe socio-technique d'une innovation

L'avantage d'une telle représentation est d'être à la fois géométriquement cohérente, tout en restant très proche de graphismes plus subjectifs et plus intuitifs tels que ceux que l'on a pu développer pour le suivi des controverses scientifiques (9). Mais l'avantage principal d'une telle réduction c'est d'offrir un sommaire aux documents rassemblés dans une étude, sommaire qui permet de comparer des cas d'origine complètement différents. Le graphe socio-technique est à la fois un

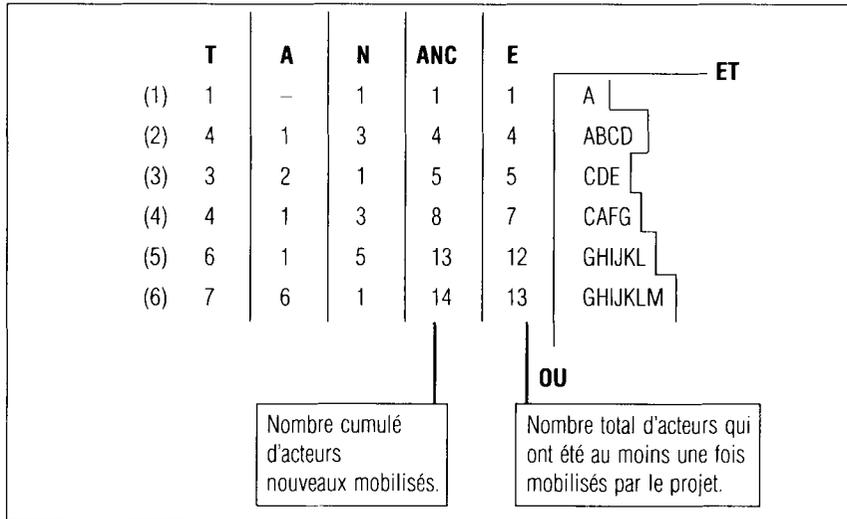
survol de l'innovation, une caractérisation chiffrée de ses succès et de ses échecs, et une plaque tournante permettant ensuite de naviguer à travers les statistiques, les archives, les entretiens, les plans, les récits, etc.

## 2.2 Autres tests et autres indicateurs permettant de comparer des innovations différentes

En plus du graphe socio-technique, il est possible, en allant plus loin dans la définition des indicateurs, de caractériser de façon synthétique des parcours d'innovation. Jusqu'ici nous n'avons fait que comparer une par une les versions. Toutefois il est clair que des acteurs nouveaux peuvent être mobilisés par une version (n) qui l'ont été déjà lors de versions antérieures. Le cumul sur une période donnée des nouveaux acteurs pris de version en version peut donc être différent de l'ensemble des acteurs qui ont associés au projet pendant cette même période. Nous distinguons donc les *Acteurs Nouveaux Cumulés*, ANC, et l'*exploration E* du projet. ANC signale la variabilité du degré d'attachement des acteurs, alors que E indique la dimension de la population d'acteurs mobilisés par le projet. Dans les exemples choisis on obtient E en considérant le rang des lettres dans l'ordre alphabétique. E est un indicateur synthétique qui permet de distinguer les innovations qui explorent un grand nombre d'acteurs nouveaux, de celles qui recombinent dans des configurations variées un petit nombre d'alliés potentiels. Soit pour l'exemple choisi :

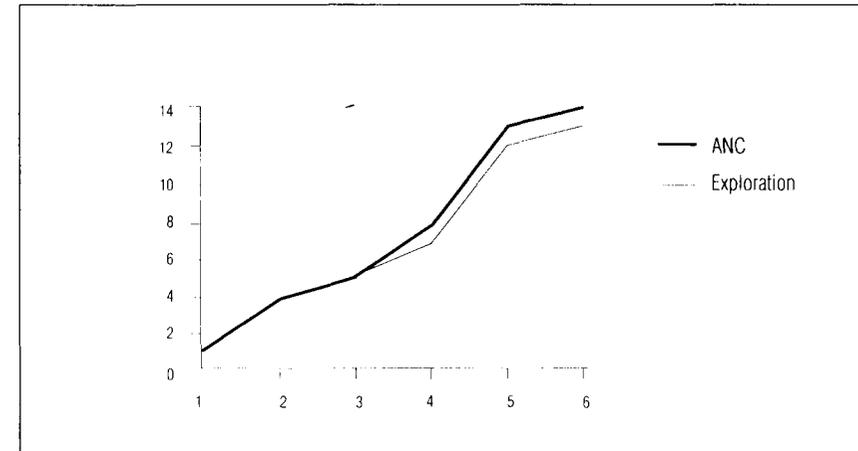
(9) Voir les suivis de modalisation dans (LATOUR, 1979b, 1987).

Figure 2.5



Légende : Acteurs Nouveaux Cumulés et Exploration du projet

Figure 2.6



Légende : Différence entre le cumul des acteurs nouveaux (ANC) et l'exploration (E)

Certains projets sont fortement attracteurs, tous les nouveaux acteurs qui ont un jour participé au projet dans une version (n) se sont retrouvés associés dans la version suivante (n+1). Ces acteurs constituent les nouveaux acteurs agrégés ; ce sont ceux qui passent de la catégorie N(n) à la catégorie A(n+1). A l'inverse, certains de ces nouveaux acteurs ont disparu dans la version (n-1), ce sont les nouveaux acteurs perdus. Pour prendre la mesure de notre innovation, nous calculons son *Indice de Rendement*. Cet indice est calculé en divisant [(le nombre cumulé de nouveaux acteurs agrégés) – (le nombre cumulé des nouveaux acteurs perdus)] par l'exploration du monde. Nous obtenons ainsi un indicateur qui mesure la capacité du projet à s'attacher la plupart des nouveaux acteurs qu'il mobilise ou au contraire à visiter un grand nombre de nouveaux acteurs sans jamais se fixer.

$$IR(n) = (\sum NAA) - (\sum NAP) / E(n)$$

avec NAA = nouveaux acteurs agrégés

et NAP = nouveaux acteurs perdus

Cet indice est compris entre « 1 » et « -1 » et ses variations seront caractérisées plus bas par deux cas extrêmes.

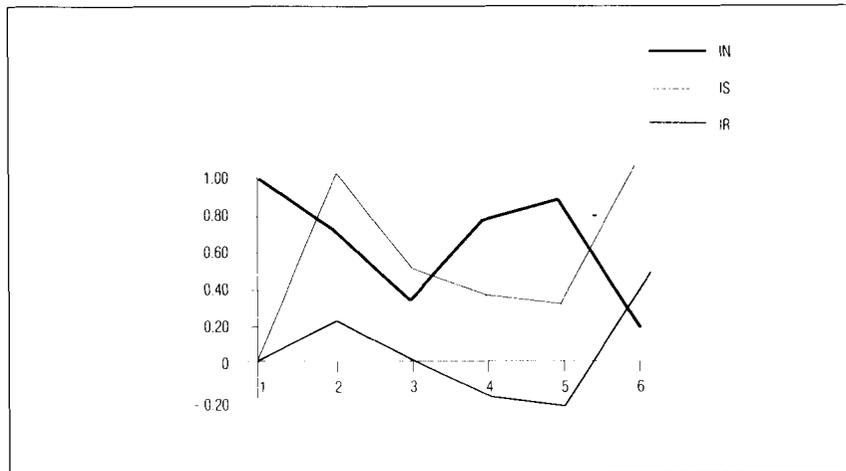
Un dernier indice synthétique est obtenu en divisant le nombre d'éléments associés A qui demeurent stables à une version (n) par la taille T de la version précédente (n-1). Cet indice que nous appelons S définit la « solidité » du projet, sa « résistance » nécessaire pour passer d'une version à l'autre sans remettre en cause les acquis précédents :

$$IS(n) = A(n)/T(n-1)$$

Tous ses indicateurs permettent de comparer des trajectoires dont l'ampleur et le contenu sont complètement dissemblables.

Pour trois indicateurs de négociation, IN, de solidité, IS et de rendement, IR, nous obtenons les profils suivants :

Figure 2.7



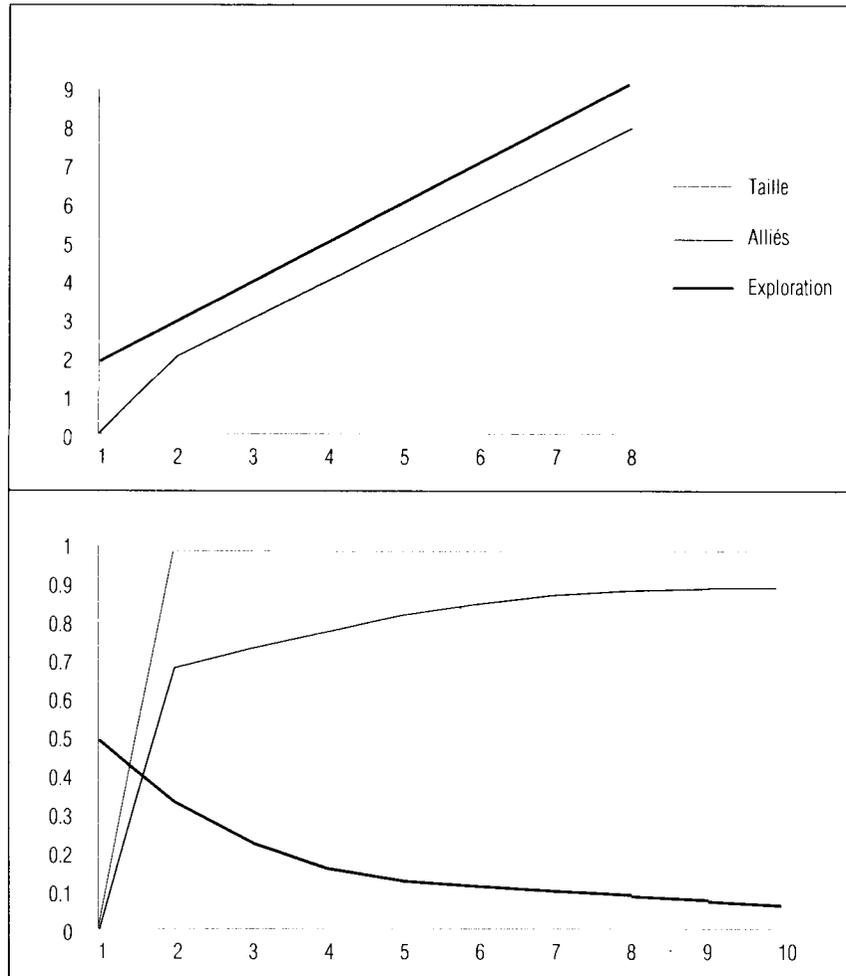
Légende : Indices de Négociation (IN), de Solidité (IS) et de Rendement (IR) pour l'exemple fictif.

Prenons maintenant deux exemples extrêmes afin de voir comment les différents indicateurs permettent de calibrer une innovation. Soit le cas suivant :

	T	A	ANC									
(1)	2	-	2	A	B							
(2)	3	2	3	A	B	C						
(3)	4	3	4	A	B	C	D					
(4)	5	4	5	A	B	C	D	E				
(5)	6	5	6	A	B	C	D	E	F			
(6)	7	6	7	A	B	C	D	E	F	G		
(7)	8	7	8	A	B	C	D	E	F	G	H	
(8)	9	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I

Dans ce tableau, à chaque fois qu'un acteur nouveau est recruté il demeure fidèlement à l'intérieur du syntagme et n'exige la disparition ou le renvoi d'aucun autre. Pour ces valeurs nous obtiendrons donc les signatures suivantes :

Figure 2.8



Légende : Cas extrême 1, Indices de Solidité, de Rendement et de Négociation

Nous obtenons avec un tel diagramme la claire signature d'un point de passage obligé : tout acteur passant dans le voisinage de l'innovation se trouve recruté.

Ce cas extrême nous permet de comprendre comment synthétiser l'irréversibilité ou la mise en boîte noire d'un syntagme. La stabilité de l'association A-G par exemple est telle qu'il est possible dorénavant de la considérer comme *un seul élément* dont le nom sera, par exemple, A, devenu alors un macro-terme. Mais pour rappeler qu'il s'agit d'une boîte noire, c'est à dire d'un ensemble d'acteurs qui ont été des médiateurs indépendants avant de devenir des intermédiaires fidèles à l'intérieur d'un syntagme, nous noterons l'acteur en gras en indiquant en exposant le « nombre » d'acteurs qu'il représente et en indice le numéro de code de la carte qui contient sa construction – ou sa déconstruction – ce qui donne par exemple sur ce cas fictif A7xx. Cette information est capitale puisque toute renégociation d'un énoncé passe par la réouverture ou la redistribution des boîtes noires qui forment pour ainsi dire la réserve de toutes les innovations (10).

Carte XX												
	T	A	ANC									
(1)	2	0	2	A	B							
(2)	3	2	3	A	B	C						
(3)	4	3	4	A	B	C	D					
(4)	5	4	5	A	B	C	D	E				
(5)	6	5	6	A	B	C	D	E	F			
(6)	7	6	7	A	B	C	D	E	F	G		
(7)	8	7	8	A	B	C	D	E	F	G	H	
(8)	9	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Carte X1												
	ET	OU	ANC									
(1)	9	0	9	A7xx	P	Q						

Prenons maintenant l'autre extrême dans lequel le même acteur renégocie chaque version successive sans jamais pouvoir durablement recruter aucun allié et encore moins constituer une boîte noire :

- (10) La désignation du nom de l'acteur qui résume une boîte noire et du nombre d'acteurs qui lui est associé est maintenant obtenue automatiquement par l'analyse Leximappe des clustères. La différence entre un médiateur et un intermédiaire est également définie automatiquement en regardant le profil d'association -de fidélité- d'un acteur. Voir (TEIL, 1989 ; MICHELET, 1988).

- (1) A B C D  
 (2) A E F G  
 (3) A H I J  
 (4) A K L M  
 (5) A N O P  
 (6) A Q R S  
 (7) A T U V  
 (8) A W X Y

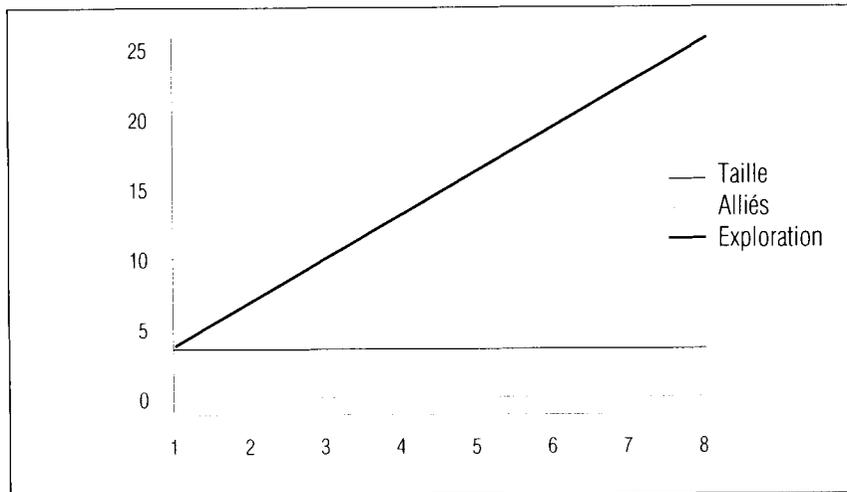
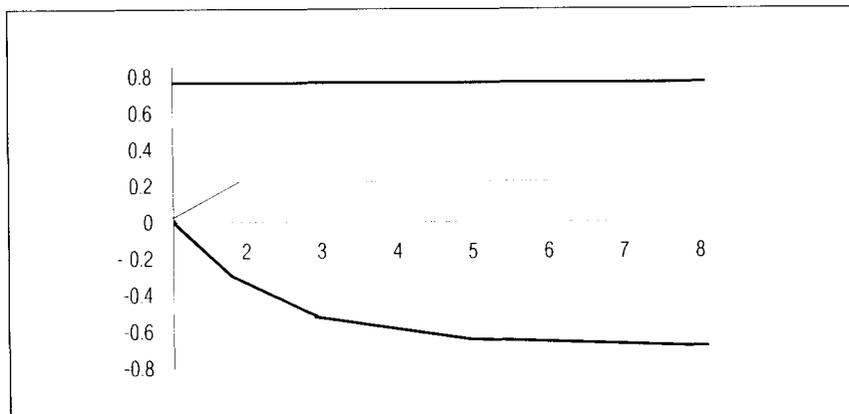
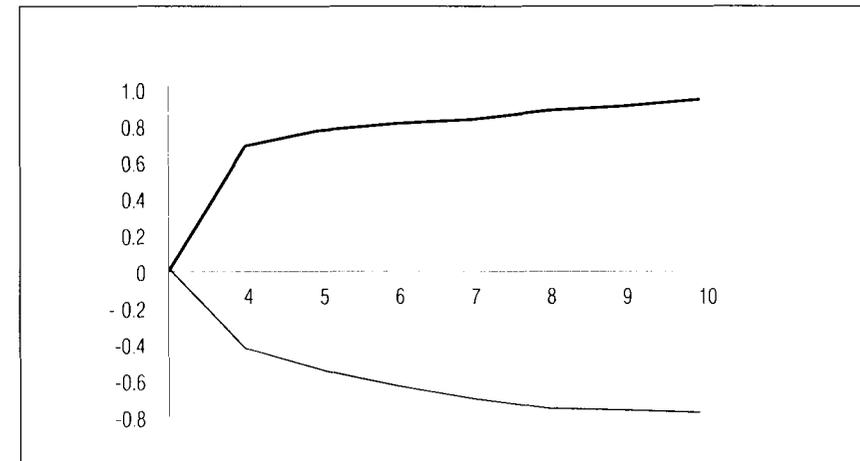


Figure 2.8



Légende : Cas extrême 2, Indices de Solidité, de Rendement et de Négociation

Dans ce cas nous avons un IR très faible qui nous indique en un seul chiffre que nous avons affaire à une exploration importante de l'univers socio-technique pour un rendement final très faible.



Légende : Comparaison entre les Indices de Rendement des deux cas extrêmes 1 et 2

On remarquera que cette signature d'un point de passage « complètement facultatif » donne deux courbes qui sont superposables à l'exemple précédent mais inverses puisqu'ils échangent leurs positions. On comprend que les innovations réelles que nous allons maintenant cartographier se répartiront entre ces deux extrêmes et seront caractérisées de façon synthétiques à la fois par leur graphe socio-technique et par leurs indicateurs. (11)

- (11) Dans l'implémentation Hypercard™ en cours il est possible de rester toujours prêt des données de base en cliquant sur le nom de l'acteur correspondant. C'est la possibilité de disposer des hypertextes qui permet de résoudre des problèmes de cartographie insolubles avant eux puisque l'hypertexte permet à la fois d'agréger et de désagréger les données. On peut considérer un graphe socio-technique comme la carte « home » d'un Hypercard™ ou comme le tableau central de dispatching d'un centre de contrôle.

### 3. APPLICATION SUR UN CAS RÉEL, LE KODAK D'EASTMAN

Maintenant que nous avons défini sur des exemples simples ou fictifs les principes de notre cartographie, il convient de l'essayer sur des exemples plus riches et plus réalistes. Nous allons le faire progressivement en éclaircissant quelques unes des difficultés philosophiques qui ont jusqu'ici limité les études sur l'innovation scientifique ou technique. En effet, ces difficultés étaient liées pour une large part à l'impossibilité où nous étions de visualiser ces parcours de projet.

Soit le récit que fait Jenkins de l'invention simultanée du boîtier Kodak et du marché de masse pour la photographie amateur (12). Abrégeons ce récit en distinguant à chaque fois les programmes et les anti-programmes et en enregistrant successivement tous les acteurs nouveaux, humains ou non-humains, singuliers ou collectifs.

(12) Nous partons évidemment de ce texte (JENKINS, 1983) sans nous demander s'il est lui-même soutenu par des archives et des documents.

#### Script abrégé d'un parcours socio-technique (13)

- (1) professionnel-amateur (A) /daguerrotypage (B)
- (2) professionnel amateur (A) / collodion humide (C) 1850/fabrication papier (D)-/- tout faire soi même au moment même
- (3) professionnel amateur (A) /fabrication papier (D) /plaques **sèches** collodion faites d'avance (E) 1860-1870 -/-
- (4) professionnel amateur/fabrication papier/plaques sèches **gélatine** plus sensibles 1870-1880 /compagnies fabricants plaques d'avance-/-
- (5) professionnel amateur/fabrication papier/plaques sèches gélatine /compagnies fabricants plaques d'avance/machine de couchage en continu des plaques/ Eastman-/-
- (6) (5)/capitales Strong /EASTMAN DRY PLATE Co 1881-1883 -/-prix d'entrée bas/concurrences faciles
- (7)(6) Consortium des fabricants de plaques -/- marché toujours réduit/plaques fragiles
- (8) film **Walker** souple- /Walker's Pocket Camera 1884-/-
- (9) pellicule en rouleau et non plus en plaques/ appareil utilisant les films-/- aucun appareil n'existe sur le marché en dehors des lourds boîtiers à plaques
- (10) appareil utilisant les films/ prototype en 1870 de Warnerke en Angleterre bobine non brevetée/ porte bobine/ deux rouleaux papier enduit de collodion-/- trop cher/déchargement difficile/repères incertains/déformation entraînant photo floue floue/peu fiable/ toujours pour professionnel

./..

- (13) La fidélité du script à la narration de Jenkins n'est pas en question ici. Nous savons en effet que le script peut nous être fourni par le traitement CANDIDE™ de texte plein. Seule la cartographie nous importe pour l'instant, que le script soit fourni automatiquement ou manuellement. Les dates sont marquées en italiques ; leur emplacement, leur proximité et leur succession est variable ; seul compte l'ordre des versions numérotées (1) à (n) ; sur le problème du temps voir la fin de cette partie. Le signe -/- indique que le texte qui suit décrit le ou les anti-programmes ; lorsque l'anti-programme n'est pas connu le signe est maintenu pour indiquer l'existence nécessaire d'un front de controverse. Afin de simplifier et d'alléger l'écriture toute version qui se trouve reprise dans son intégralité à l'intérieur de la suivante est résumée par son numéro. C'est une boîte noire. Il va de soi que le comptage final pour les indicateurs tient compte de la valeur de la version développée. L'arithmétique particulière des boîtes noires est ainsi respectée : elles valent tantôt un dans le syntagme qui les incorpore, tantôt le nombre d'acteurs qui les composent.

..../

- (11) Eastman/walker/compagnie réputée/réseau commercial/porte bobine/pellicule souple rouleaux/machine à fabriquer en continu-//
- (12) (11) 1884 gélatine couches plus collodion -//-fragiles
- (13) (12) papier /collodion-// fragiles
- (14) (13) papier/gélatine-//-fragiles
- (15) (14) papier/gélatine soluble/ gélatine photosensible moins soluble « film pelliculable »-// -déformation
- (16) (15)/ gélatine au dos pour éviter déformation/ épaisse couche de gélatine-//
- (17) (16)/chassis porte bobines/ressort contre déformation/amovibles contre charger et décharger/ tambour de mesure /déclat pour avancement film/pointeur repère exact-//
- (18) (17) /début 1884 machine à papier continue pour tirage en série-//
- (19) (18)/ brevets-// -1885 empiètement brevets de Houston inventant poinçon dans le film pelliculaire pour repère exact évitant surimpression
- (20) (19)/ Houston printemps 89 vend le brevet-//-brevet très cher
- (21) (20) nouvelle société commerciale EASTMAN DRY PLATE AND FILM C° / Strong/Walker/ 8 actionnaires//sous-traitant fabrique porte bobines-//-film craque
- (22) (21)/ fin 85 film disponible en longues bandes-//
- (23) (22) /séduit leaders photographie/ mondiale récompense juin 85 Londres-//
- (24) (23) /Warnerke dit « c'est meilleur que le mien et différent à cause de fabrication en série-// -film trop délicat à tirer/ ne plaît pas aux professionnels qualité moindre que plaques
- (25) papier Eastman à tirer très bon/ marché professionnel intéressé/société Eastman fait fixage et tirage en série/1887 6000 tirages jour-//-marché toujours limité à tirage
- (26) film pas bon pour professionnel **bon pour amateurs**-//-abandon des amateurs professionnels [ouverture de boîte noire (2) à (6)]
- (27) bon pour amateur/marché de masse -//-pas d'appareil de prise de vue été 87
- (28) marché de masse/film souple (16) /boîtiers existants/tirage fixage par la C° Eastman-// -amateurs pas intéressés parce que boîtiers existants difficiles à utiliser
- (29) marché de masse/film souple/ tirage fixage par C) Eastman/rien à faire pour l'utilisateur-// -tout le travail est pour la compagnie Eastman
- (30) marché de masse/**boîtier Eastman**/film souple/1887 nom **Kodak** / 25 dollars/100 poses/ réseau commercial Eastman/notice d'explication/publicité-//
- (31) (30) accueil triomphal-//-film toujours fragile
- (32) (31) puis remplacement support papier nitrocellulose déplacement des rouleaux à l'avant et non plus à l'arrière du plan focal-//

..../

..../

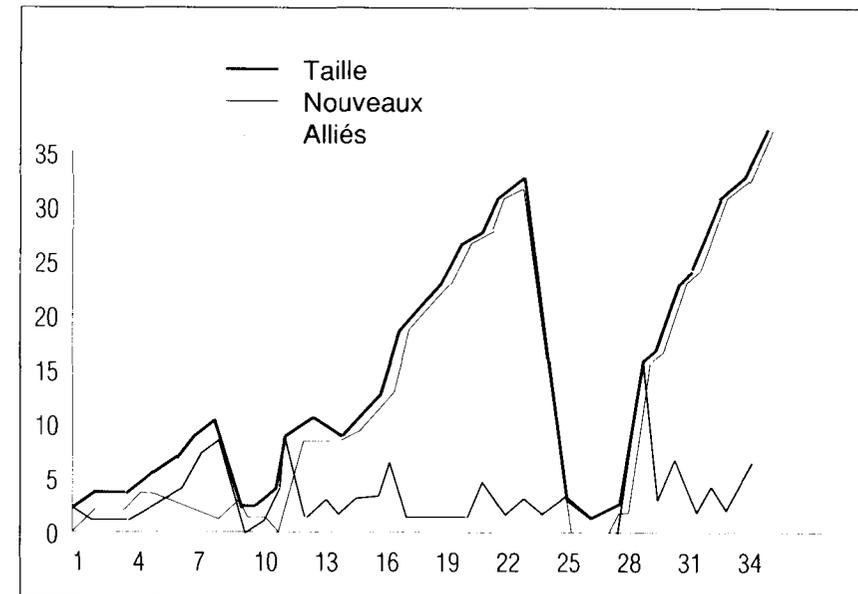
- (33) (32)monde entier/récompenses/marché de masse vérifié-//-difficultés celluloides ventes baissent 1892 1893
- (34) (33)/nouveau support film/marché s'envole-// - concurrents potentiels et brevets
- (35) (34)/ rachète tous les brevets -//
- (36) (35)/ 1899 grande industrie/ fabrication en série/marché de masse élargi aux amateurs de 7 à 77 ans/centaines de milliers d'appareils vendus-//

Codons maintenant ce récit en négligeant les anti-programmes et en donnant un nom abrégé à chaque acteur nouveau -c'est à dire une lettre d'alphabet dont la position correspond à l'ordre d'entrée en scène des acteurs. Dans cet essai nous n'essayons évidemment pas de peser le poids respectif des acteurs mais seulement le nombre d'acteurs nouveaux arrivant et partant du récit ou y revenant.

- (1) AB
- (2) ACD
- (3) ADE
- (4) ADEFG
- (5) ADGHIJ
- (6) ADGHIJKL
- (7) ADGHIJKLM
- (8) NO
- (9) OQ
- (10) QRST
- (11) JOLUVPI
- (12) JOLUVPIW
- (13) JOLUVPIX
- (14) JOLUVPIZ
- (15) JOLUVPIZ AA AB
- (16) JOLUVPIZ AA AB AC AD
- (17) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
- (18) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK
- (19) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
- (20) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM
- (21) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
- (22) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR
- (23) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT
- (24) JOLUVPIZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT R++
- (25) AU A++ AV AW
- (26) AX
- (27) AX AY
- (28) AY [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW
- (29) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA
- (30) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG
- (31) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG BH
- (32) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ
- (33) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ BK BL BM
- (34) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ BK BL BM BN BO
- (35) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ BK BL BM BN BO BP
- (36) AO [JOLUVPIZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ BK BL BM BO BP BQ BR BS BT

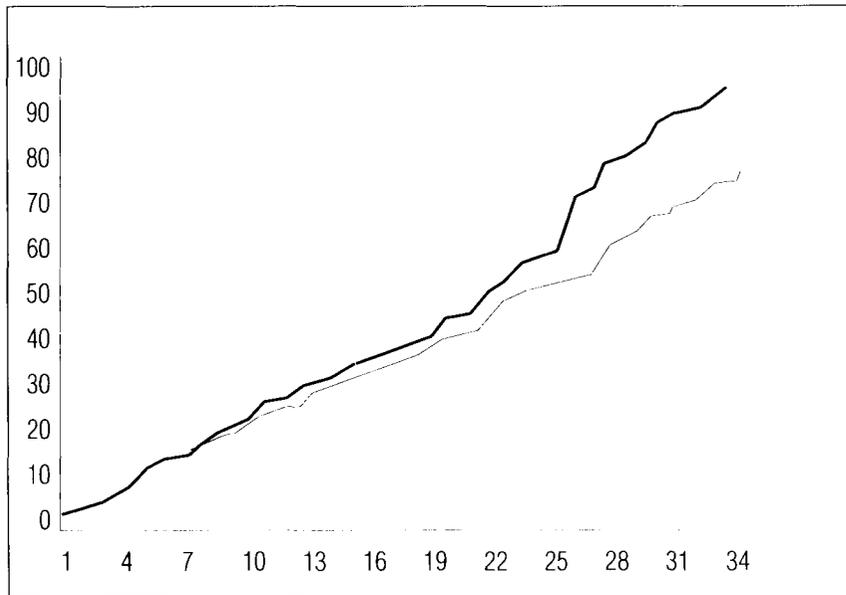
Ce codage nous permet de dresser les deux diagrammes d'indicateurs qui nous intéressent.

Figure 3.1



Légende : Taille, Alliés et Nouveaux de l'exemple « Kodak »

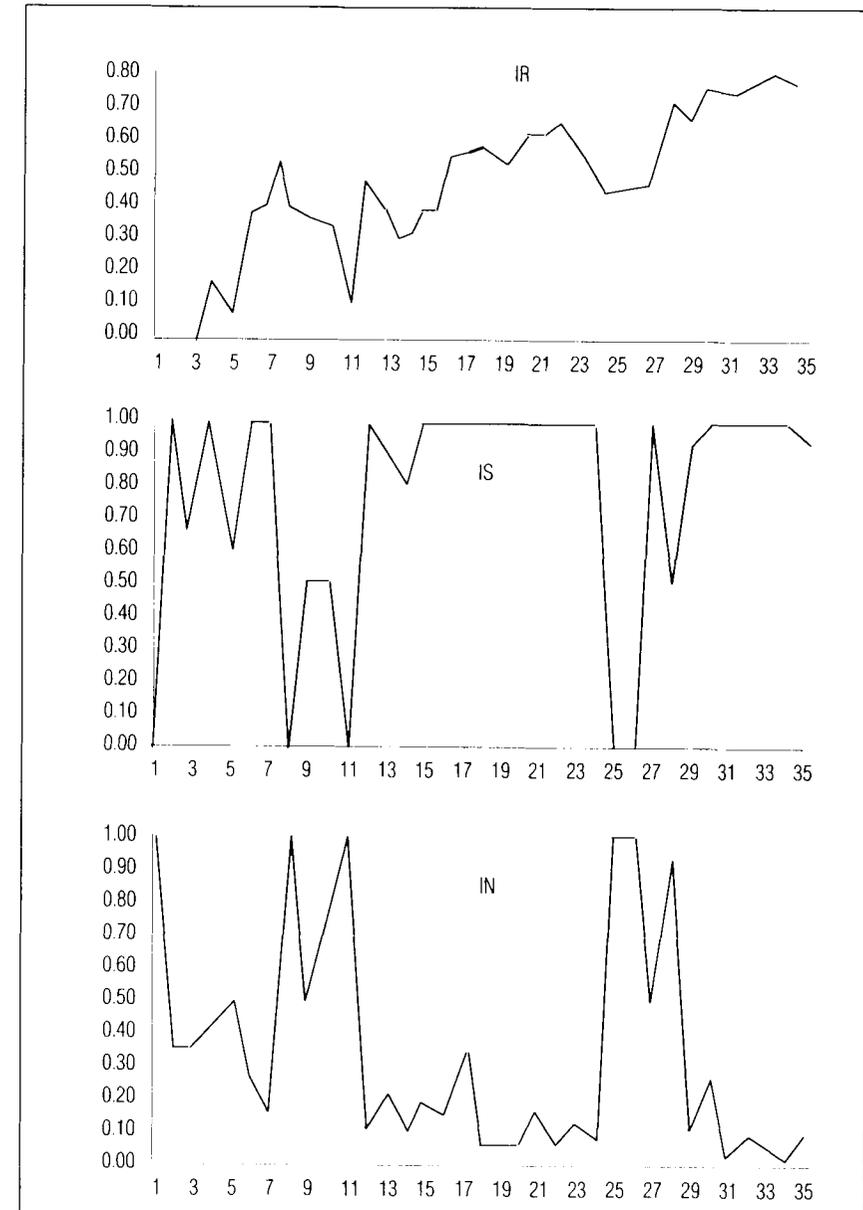
Figure 3.2



Légende : Exemple du « Kodak », ANC et Exploration

On reconnaît clairement dans le diagramme les trois traductions différentes qui correspondent à la fois à des objets et à des intérêts distincts. Les variations de la traduction sont plus claires encore dans le diagramme des trois indicateurs synthétiques.

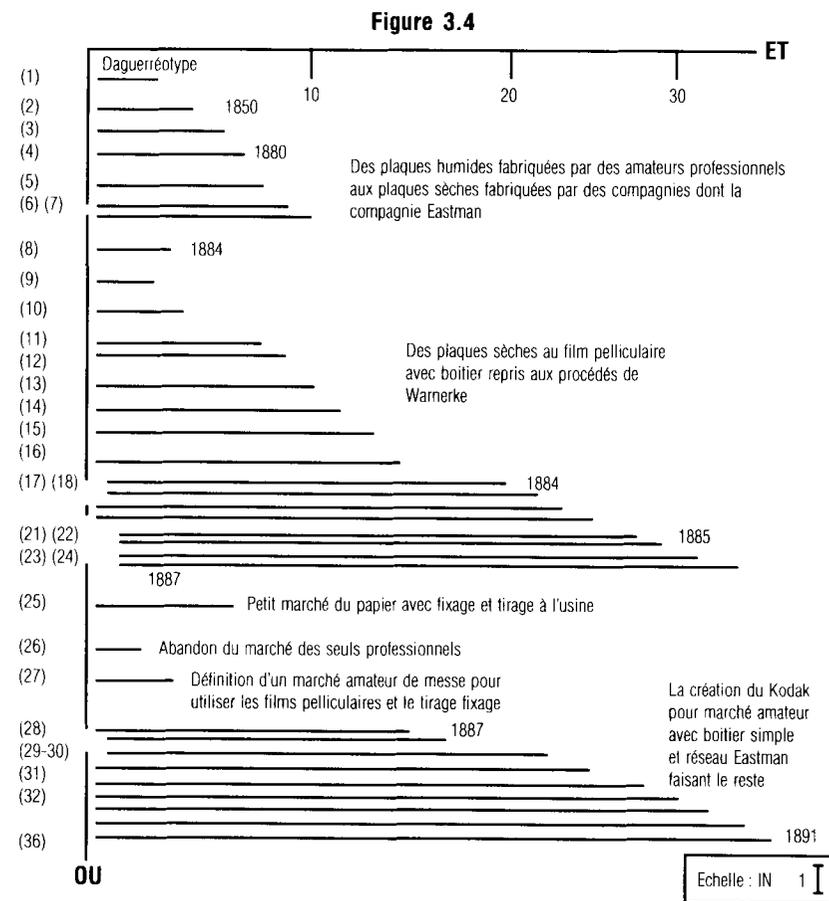
Figure 3.3



Légende : Exemple du « Kodak », Indices de Solidité, Rendement et Négociation

Que deviennent les indicateurs et tout particulièrement l'Indice de Rendement quand le « Kodak arrive sur le marché » ? Souvenons-nous que, dans la codification, l'acteur « marché de 100.000 personnes » compte pour un, au même titre que l'acteur « collodion » ou « 8 actionnaires ». Pour partie il s'agit là d'un artefact de la codification, mais pour partie, il s'agit là justement de la différence entre la cartographie et les *outils économiques*. Qu'est-ce en effet qu'une vente sur un marché en expansion ? C'est, pour notre cartographie, l'addition d'un nombre très grand d'acteurs qui ne demandent pas la renégociation de l'objet lui-même dans tous ses détails. En d'autres termes c'est un déplacement ET qui n'est payé que par un déplacement OU infinitésimal. Le déplacement OU n'est jamais égal à 0 car l'achat, la livraison, l'usage d'un appareil Kodak sont encore des traductions mais qui ne réagencent plus la position des bobines, le grain des sels d'argent, ou l'obturateur. Dès que l'on enregistre de telles pentes, il est inutile de recourir à la cartographie des innovations puisque les statistiques sur les parts de marché, les taux de profit, les stocks suffisent amplement. Le graphe socio-technique passe le relais aux outils économiques dès que le réseau est devenu assez stable pour produire des masses de chiffres à partir de valorimètres étalonnés. Mais il reprend l'avantage dès que le marché s'effondre et qu'il faut recruter un à un des acteurs nouveaux en redessinant profondément l'objet chargé de tenir son monde. La preuve qu'il est difficile d'avoir les deux en même temps nous serait fournie si nous remplacions dans les versions (21) à (23) et (33) à (36) les acteurs comptant pour un par les chiffres de vente fournis par Jenkins. Les négociations et le travail de la traduction seraient complètement écrasés par le marché stabilisé. Les outils de suivi de réseau et ceux de l'économie sont donc à la fois complémentaires et incompatibles. Les seconds commencent à être utilisables quand les premiers sont inapplicables.

Nous pouvons maintenant tracer le graphe socio-technique du récit de Jenkins sur Eastman :



Légende : Graphe socio-technique du « Kodak » d'après le récit de Jenkins

En supposant que ce sommaire de l'histoire de Jenkins soit la carte mère d'un Hypertexte et que l'on peut cliquer à tout endroit du diagramme pour obtenir des informations visuelles sur la forme de l'appareil photo, le nom des acteurs, des interviews, des statistiques sur les parts de marché ou des séquences de récit, on obtient une réduction satisfaisante de l'historique tout en conservant les contingences, les

circonstances et les renversements d'alliance propres à toute innovation. Grâce aux nouveaux programmes d'ordinateurs, il n'est plus nécessaire pour une quantification de réduire irréversiblement les données. Il suffit qu'elles permettent la navigation à travers des données maintenues dans des états de codage, d'agrégation et d'abstraction qui peuvent rester aussi souples que l'on voudra.

#### 4. AUTRE CARTOGRAPHIE, AUTRE PHILOSOPHIE DE L'INNOVATION

Nous allons maintenant nous servir de cet exemple d'Eastman et de Jenkins pour résoudre un certain nombre d'énigmes sur le suivi des innovations, énigmes qui perturbent à la fois la compréhension des mécanismes d'innovation et, par suite, leur gestion.

##### 4.1 Trajectoire ou traduction ?

La première de ces énigmes est la notion de *trajectoire*. Par exemple, sous prétexte que la dureté des boîtiers d'appareil photo leur permet de se conserver, la tentation est grande, pour un conservateur de musée technique, de relier entre elle dans une vitrine les versions successives des appareils photos. L'existence du « reste », c'est-à-dire de tout ce qui entourait les boîtiers, de tous les photographes, de tous les sujets, de tous les marchés, de toutes les industries, n'est certes pas nié par le conservateur de musée mais est transformé en un *contexte à l'intérieur* duquel l'objet technique a circulé, a grandi, s'est transformé ou compliqué. Or, si nous comparons par exemple l'invention de Warnerke et celle du premier boîtier d'Eastman, nous nous apercevons qu'elles sont exactement aussi dissemblables que la version (10) de Warnerke l'est de la version (24) – épisode au cours duquel Warnerke, fort courtoisement, reconnaît lui-même l'originalité d'Eastman.

(10) QRST

...

(24) JOLUVPZ AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT R++

Du point de vue de la trajectoire d'un objet de bois et de verre circulant à travers la société, elles n'ont aucun rapport et ne doivent pas plus être liées dans une vitrine de musée de la photographie qu'une machine à coudre et une table d'opération. La notion de trajectoire, en coupant à travers les traductions, invente des « cadavres exquis ». En revanche, du point de vue de la coulée des associations et des substitutions, il y a bien un rapport établi par Eastman et par Warnerke eux-mêmes, mais ce rapport n'a plus le bois, les bobines, et le verre pour support. Aucun non-humain n'est commun aux deux, sinon rétrospectivement. Seul le *travail d'exploration* d'Eastman établit un lien ténu entre le porte-bobine conçu pour les amateurs professionnels en Angleterre et le boîtier pour film produit en série en Amérique. Ou bien ce travail est rendu présent et alors le lien n'est pas fortuit, ou il ne l'est pas et le lien entre les deux inventions n'est qu'un artefact de l'histoire technique des techniques.

##### 4.2 Questions de forme ou questions de fond ?

Ce que le graphe socio-technique permet de suivre c'est le degré de ressemblance ou de dissemblance socio-technique. Au lieu de confondre le mécanisme secondaire d'attribution et le mécanisme primaire de mobilisation, elle s'en tient au second. Pour elle, une innovation est une ligne syntagmatique (ET) qui tient autant d'humains et autant de non-humains qu'il a fallu en recruter pour contrer les anti-programmes. Si un seul segment est différent d'une version à l'autre ce n'est tout simplement *pas la même* innovation dont il s'agit, et si tous les segments sauf un seul sont distincts il n'y a aucune raison de les accoupler dans la même vitrine. Nous avons toujours la mauvaise habitude diffusioniste (14) de

(14) Le modèle diffusioniste est le contraire du modèle de traduction lequel prend au sérieux le premier principe défini plus haut : le sort des énoncés est dans la main

considérer un segment parmi d'autres d'un programme d'action comme étant l'essence d'une innovation et à considérer les autres comme étant du contexte, de l'emballage, de l'histoire, du développement. Le schéma nous force à prendre *l'existence* totale d'un projet comme sa seule *essence*. Si l'on veut parler philosophie, c'est de l'existentialisme étendu aux choses mêmes...

Cet existentialisme et sa visualisation permettent de donner un contenu précis à la distinction entre les questions d'emballage et les questions de fonds. On a beaucoup reproché aux analyses en termes de réseau de transformer les scientifiques en « vendeurs de savonnets » toujours occupés à soigner la rhétorique de leurs enrôlements et fort peu le contenu des découvertes qu'ils faisaient. Or, une telle objection est doublement injuste. Elle l'est d'abord pour les vendeurs de savonnets qui doivent être autrement subtils qu'on ne le croit généralement (HENNION, 1988), mais elle l'est aussi pour les innovateurs. L'invention du mot Kodak est-elle importante ou non ? Suffit-elle à décider de la construction du marché ? Est-elle superflue ? Est-ce un simple problème de marketing ? Toutes ces questions prennent maintenant de la forme : l'acteur « nom Kodak » entraîne-t-il une modification dans la durabilité du syntagme et de combien est cette modification ? Dans le récit de Jenkins l'acteur BB dans la version (30) est un acteur parmi 23 autres et ne permet le recrutement que d'un seul acteur nouveau à la version (31). Voilà exactement, dans ce cas précis, le poids de l'emballage rhétorique.

(30) AO [JOLUVPZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG

(31) AO [JOLUVPZ AA AB AC AD] AZ AW BA BB BC BD BE BF BG BH

En revanche lorsque dans *Le Petit Prince* de Saint-Exupéry l'astronome turc démontre la présence de l'astéroïde XC 5890 en costume national, et n'est accueilli que par des ricanements, et qu'il refait « la même » démonstration le lendemain en costume trois-pièces et qu'il est

→ des autres. Sur ce point comme sur la différence entre mécanisme primaire et mécanisme secondaire voir (LATOUR, 1987).

cru par ses collègues, la seule différence étant l'emballage de l'astronome, nous avons bien là un cas où le poids de la seule rhétorique est essentiel. Qu'il manque à sa démonstration une cravate n'est source de ridicule que pour un diffusionniste, un essentialiste, un épistémologue. Ceux qui suivent les innovations savent bien qu'une cravate peut faire la différence et que rien ne permet de dire que le syntagme « démonstration+costume turc+rire des collègues » est le même que le syntagme « démonstration+costume trois-pièces+certitude des collègues ». Mais nous n'avons pas nécessairement à tirer la conclusion que le poids des cravates et des costumes trois-pièces est essentiel en mathématiques. Le poids de ce qui compte et de ce qui ne compte pas, de ce qui est rhétorique et de ce qui est essentiel, de ce qui dépend du nez de Cléopâtre et de ce qui résiste à toute contingence, ne doit pas être décidé à l'avance par l'analyste. Le poids des facteurs doit être lu dans le diagramme en fonction du mouvement des syntagmes.

#### 4.3 Contexte social ou contenu technique?

L'illusion de la trajectoire qui traverserait un contexte à son symétrique dans l'illusion d'un contexte qui serait traversé par des innovations. Le graphe socio-technique permet aussi de dissoudre cet autre fantôme sociologique.

Peut-on dire que les amateurs-professionnels du début de la photographie se sont fermés au progrès technique à partir de 1886 et que le grand public s'est ouvert au progrès à partir de 1892 ? Peut-on expliquer la diffusion de la photographie en regardant la nature des groupes sociaux chargés de s'y intéresser ? Non, puisque les groupes sociaux sont eux-mêmes profondément transformés par les innovations. Les amateurs-professionnels s'intéressent aux plaques sèches d'Eastman – version (5) et (6) –, sont extrêmement déçus par le film pelliculaire – version (24) – dont la qualité est très inférieure aux plaques, sont intéressés par le tirage et fixation sur papier photographique Eastman (25) et se désintéressent tout à fait du Kodak. Ils trient fort activement les innovations proposées, mais ils changent également, modifiant leurs laboratoires, déléguant aux compagnies industrielles la tâche de préparer leurs

plaques puis leur papier. Ce que nous observons c'est un groupe à géométrie variable entrant en relation avec un objet à géométrie variable. Les deux se transforment. Il y a traduction et non-accueil, refus, résistance ou acceptation.

Il en est de même pour les amateurs. L'amateur de la version (36) qui n'a plus rien à faire qu'à cliquer sur le boîtier Kodak, qui imite des millions d'autres amateurs, et qui n'a besoin d'aucun laboratoire puisqu'il envoie le boîtier avec les films à développer aux usines d'Eastman, n'est pas le même que celui qui achetait à la version (24) des boîtiers intimidants dont le film cloquait donnant des photos floues. Le marché amateur a été exploré, extrait, construit, à partir de groupes sociaux hétérogènes qui ne préexistaient pas à Eastman. Les nouveaux amateurs et le boîtier d'Eastman se *co-produisent*. Il n'y a là ni résistance, ni ouverture, ni acceptation, ni refus du progrès technique. Nous avons devant nous des millions de gens tenus par une innovation qu'ils tiennent. Et Eastman ? Est-il un acteur fixe ? Pas du tout. Le contour de ce que veut et de ce que peut Eastman, l'ampleur et le dessin de sa compagnie varient également au cours de cette histoire – même si le point de vue de ce graphe socio-technique prend toujours Eastman pour point de départ (15). Contrairement à ce que prétendent ceux qui veulent maintenir fixe soit l'état des techniques soit l'état de la société, il est possible de considérer le parcours d'une innovation dans lequel *tous les acteurs* co-évoluent. L'unité de l'innovation n'est pas donnée par quelque chose qui se maintiendrait à travers le temps mais par la traduction mouvante de ce que nous appelons avec Serres un *quasi-objet*.

#### 4.4 Réaliste ou irréaliste ?

En dissolvant la différence entre ce qui se meut et le milieu à l'intérieur duquel l'innovation se meut, notre principe de cartographie dissipe une autre difficulté, celle de *l'assymétrie* de principe entre le réalisable et l'irréalisable.

(15) On verra dans la partie suivante comment transformer le point d'origine des diagrammes et comparer donc le degré de convergences des récits d'acteurs différents.

En lisant le graphe socio-technique d'Eastman nous comprenons bien que la version (36) n'est pas la « réalisation » de la version (1) de départ puisque aucun actant du début ne se trouve à la fin – provisoire- de la controverse. Pourtant, il s'agit bien d'une histoire progressive de construction de la réalité. La continuité de cette histoire n'est pas celle d'une idée un peu folle qui se réalise enfin, mais celle d'une traduction qui *transforme* complètement ce qui est *transporté*. Le réel n'est pas différent du possible, de l'irréaliste, du réalisable, du souhaitable, de l'utopique, de l'absurde, du raisonnable, du coûteux. Tous ces adjectifs ne sont que des façons de qualifier des positions successives de la courbe. La version (24) n'apparaît comme irréalisable que *par comparaison* avec l'événement violent de la version (26) ; la version (10) n'est pas l'incarnation de la version (9) puisqu'elle n'a qu'un seul élément commun avec celle-ci. Le diagramme permet donc de traiter *avec les mêmes outils* toutes les étapes successives sans jamais avoir à juger le caractère « intrinsèquement » réaliste ou irréaliste d'une association. La seule réalité qu'il enregistre est socio/logique (16) : si Q s'allie à O dans la version (9) alors O se retire à la version (10) ; si Z est recruté à la version (14) alors AA et AB s'allient durablement.

Conséquence capitale de cette façon d'enregistrer les socio-logiques : « la réalité » n'est pas un état final et définitif qui ne demanderait plus aucun effort. Est *plus réelle* toute chaîne d'association *plus longue* que la précédente – toujours du point de vue de l'énonciateur choisi comme point de départ. Le maintien en réalité se paie donc par une extension continue du syntagme (ET). Grâce à ce diagramme, « la force d'inertie » des innovations – ce fameux état où elles seraient irréversibles et courraient de leur propre force « à travers » le social- est tout simplement dissoute, ainsi que son symétrique « la force d'inertie » des groupes incapables « d'accepter » une innovation. On ne passe jamais à la réalité au point de ne pas avoir un réseau à entretenir. La seule chose possible est de diminuer la marge de négociation nécessaire (l'indice de négociation IN) ou de transformer en boîte noire les alliés

(16) Le mot socio-logique n'a rien à voir avec les mots de logique ou de sociologie : il déploie seulement l'ensemble des associations permises et interdites entre humains et entre non-humains.

les plus fidèles (l'indice de Réalité IR). La seule chose absolument impossible est de vouloir diminuer le nombre d'acteurs associés et de prétendre en même temps à la continuation d'une existence plus « réelle ».

#### 4.5 Local ou global ?

Notre diagramme explique un autre petit mystère : celui du passage progressif de l'échelle microscopique, à l'échelle macroscopique. On a beaucoup reproché aux études de réseaux et aux travaux de terrain de donner des illustrations intéressantes des contingences locales mais de ne pas être capables de prendre en compte les « structures sociales » qui influencent le développement des histoires locales. Or comme l'a montré Hughes dans un travail remarquable sur les réseaux électriques (HUGHES, 1983b), la macro-structure sociale n'est pas faite d'un bois différent de la microstructure, surtout lorsqu'il s'agit d'innovations qui commencent dans un garage et finissent comme un monde dans lequel se trouvent inclus tous les garages – ou inversement de systèmes techniques qui commencent comme un monde et finissent dans un dépotoir. Le changement d'échelle du *micro au macro* et du *macro au micro* est précisément ce que permet de suivre et de documenter le graphe socio-technique.. Soit une chaîne :

Figure 4.1

- |                   |
|-------------------|
| (1) ABCDEFGH      |
| (2) A7 IFJKLMNO   |
| (3) A7 F8 PQRSTUV |
| (4) A7 F8 U7 WXYZ |
| (5) A7 U7 IFJKL   |
| (6) U7 IF ABCD    |
| (7) PRIBC         |
| (8) IC            |

*Légende* : dès qu'un syntagme est stable il peut être résumé par une boîte noire – il compte donc pour un – mais on indique par un chiffre en indice le nombre d'acteurs qui composaient l'association avant la mise en boîte noire.

Si dans la version (4) nous avons bien un changement progressif d'échelle du micro au macro avec l'inclusion d'un nombre de plus en plus grand de boîtes noires dont chacune compte « pour un », nous pouvons aussi documenter, sans changer d'instrument, la réouverture progressive, puis la dispersion et enfin la débandade des acteurs qui passent du macro au micro. Le monde socio-technique n'a pas d'échelle donnée une fois pour toutes et ce n'est pas à l'observateur d'y remédier. La même innovation peut nous conduire d'un laboratoire à un monde et d'un monde à un laboratoire. Respecter les variations d'échelle effectuées par les acteurs eux-mêmes est aussi important que de respecter le déplacement de la traduction. Vouloir donner une dimension aux acteurs aussi bien qu'une forme fixe n'est pas simplement dangereux c'est tout simplement superflu dès que nous disposons d'outils adaptés au suivi du réseau.

#### 4.6 Lent ou rapide ?

Une dernière conséquence de cette substitution de la socio-logique aux notions asymétriques de réel et de possible vaut d'être notée. Le passage du temps devient la *conséquence* des alliances et non plus le cadre ferme et régulier à l'intérieur duquel l'observateur doit plonger ses récits. Pas plus qu'il n'a besoin d'acteurs à contour fixe et d'échelle prédéterminée, l'observateur n'a besoin d'un temps réglé. Comme le relativiste en physique, le relativiste (ou relationniste) en socio-technique se satisfait de ce qu'Einstein appelle du beau mot de « mollusque de référence ». De même que nous laissons les acteurs créer leurs relations, leurs transformations et leur tailles respectives, nous les laissons scander leur temporalité et même décider de ce qui est avant et après.

C'est que la dimension OU enregistre l'ordre de *succession* des versions (17) – selon le point de vue de l'observateur choisi comme point de départ – mais elle ne mesure pas régulièrement le temps. Dans

(17) Cette succession peut n'être pas temporelle, il peut s'agir par exemple des versions offertes du même projet par des interviewés successifs. Voir plus loin.

l'exemple d'Eastman trente années séparent la version (1) de la version (5) alors qu'il ne faut que quelques mois pour passer de la (25) à la (30). Dira-t-on que l'innovation « traîne pendant trente ans » et « s'accélère brusquement » en 87 ? On peut le dire, certes, mais ces mots comme ceux de réalisable, d'utopique, et de réel, ou comme ceux de groupes ouverts ou rétifs, ne font que flotter à la surface des mouvements de traduction sans rien expliquer. La quantité d'événements, la vitesse ou la lenteur, dépendent entièrement du mouvement d'alliance et de rupture des actants : si vous pouvez reconstituer ces mouvements vous obtenez par surcroît la temporalité, si vous ne pouvez la reconstituer le passage régulier du temps ne vous apporte aucune information. Ce que le graphe socio-technique reconstruit c'est l'*historicité* des innovations toujours dépendantes de la socio-logique des actants. Conséquence importante de ce déplacement du temps pour la lecture des cartes : si aucun acteur nouveau n'est recruté il ne se passe littéralement rien et, par conséquent, le syntagme, attaqué par les anti-programmes va probablement se défaire. Le temps comme tout le reste doit se construire et se produire. Il n'est pas donné. Pour l'innovateur il n'y a jamais de septième jour.

## 5. DE LA DESCRIPTION À L'EXPLICATION

En admettant que nous soyons maintenant capables de déployer les variations fines d'une exploration socio-technique, en quoi cela nous avance-t-il pour *expliquer* la forme contingente que prend telle ou telle trajectoire ? Les trois Grâces de la Vérité, de l'Efficacité et de la Rentabilité, qui servent en science, en technique et en économie à offrir des causes, sont évidemment inutilisables, puisqu'elles sont la conséquence et non la cause de ces déploiements (18). Le boîtier d'Eastman dans les versions (8) à (29) du graphe socio-technique n'est ni rentable ni efficace. Il le deviendra, aux alentours de la version (36). Il est donc impossible d'utiliser la fin de l'histoire pour expliquer son début et son déroulement. Pas plus que le Darwinisme, l'étude des innovations n'est

(18) Sur ce renversement des causes et des conséquences, renversement qui fonde la sociologie des sciences et des techniques, voir (LATOUR, 1987).

téléologique. Mais il n'est pas question non plus de substituer aux trois Grâces, l'intérêt sociologique comme moteur de l'histoire. L'intérêt, comme l'efficacité et comme la rentabilité, a besoin d'instruments de mesures et de réseaux stabilisés, pour commencer à dire quelque chose de prévisible. Les amateurs ne savent pas qu'ils ont besoin de photographie avant la version (36) ; les actionnaires d'Eastman attendent une vingtaine d'années avant de savoir si leur intérêt est mieux servi par les plaques, par les films ou par les appareils Kodak ; quant à Eastman, il dessine peu à peu ses intérêts en fonction du tâtonnement de ses recherches. La sociologie stable de même que l'économie arrivent après les moments décisifs de la bataille, c'est-à-dire après les moments où de grandes variations ET sont payées par de grands déplacements OU, pour s'occuper principalement des états où de grandes accumulations ET ne sont plus payées que par de minuscules déplacements OU (19).

Une explication du parcours d'une innovation ne pouvant être rétrospective, elle ne peut donc être tirée, de moment en moment, que de la socio-logique des programmes et des anti-programmes. Les acteurs des anti-programmes peuvent-ils être soit recrutés, soit ignorés, soit repoussés ? Les acteurs des programmes peuvent-ils être maintenus associés si tel ou tel acteur nouveau est recruté, ignoré ou repoussé ? A tout moment le front de la controverse en cours pose des questions de ce type. C'est la réponse à ces questions particulières qui fait ou défait l'innovation. Or, toutes ces réponses dépendent de la résistance des acteurs à l'épreuve proposée : si j'ajoute l'acteur D dans le syntagme ABC, que va faire A ? que vont faire B et C ? Pour comprendre le parcours d'une innovation il faut maintenant apprécier la résistance des acteurs successifs qu'elle mobilise ou rejette. On voit que l'explication ne succède pas à la description, mais qu'elle est une description poussée plus loin. Nous ne considérons pas la description stabilisée pour ensuite en proposer une explication, nous allons au contraire utiliser la cartographie des innovations pour explorer maintenant les acteurs et c'est d'eux

(19) La raison de ce partage des tâches n'est pas une faiblesse de l'économie ou de la sociologie, mais elle est tout simplement liée au problème du contrôle des grands nombres : la capacité à recruter en grand -masses ou marchés- et de façon prévisible dépend de la stabilité de l'objet et de son réseau.

et d'eux seuls que nous tirerons toutes les « causes » dont nous aurons besoin.

### 5.1 Définition des acteurs par la liste de leurs épreuves

Un acteur ou un actant n'est défini pour nous que par son sens étymologique. Si une innovation se définit par un diagramme dans lequel son essence est co-extensive à son existence, c'est-à-dire à l'ensemble – toujours provisoire – de ses versions et de leurs transformations, ces versions et ces transformations sont, à leur tour, complètement définies par les actants qui les composent. Mais ces actants eux-mêmes d'où les sortons nous ? D'où vient le client d'hôtel, l'hôtelier, la clef, le panneau, etc. ? A quoi servirait-il de déployer sans réduction les innovations si nous nous servions d'une définition elle-même réductrice des actants ? Heureusement pour nous le diagramme nous fait voir qu'un actant se définit exactement comme une innovation ; il suffit de basculer le point de vue et de prendre comme point de départ du diagramme non plus une innovation qui passe d'acteur en acteur, mais *l'un de ces acteurs dans « les mains » duquel passent des successions d'innovation*. La métaphore linguistique peut nous aider là encore. Pour un linguiste il est possible d'étudier soit un syntagme, c'est-à-dire l'ensemble des éléments qui s'associent dans une phrase dotée de sens, soit l'élément lui-même en considérant toutes les phrases dotées de sens dans lesquelles il intervient. C'est passer de :

	Le pêcheur	/va	/à	/la	/pêche	/au	/phoque
	Le boucher	/		/la	/chasse	/au	/snark
	Le peintre	/		/la	/		
à	Le peintre/	peint	/ des	/tableaux			
	Le peintre/	peint	/des	/maisons			
	Le peintre/	est	/ un	/ substantif			
	Le peintre/	est	/	/hyperréaliste.			

Ce qui change c'est le point que l'on choisit de garder fixe. Dans un cas c'est la longueur du syntagme que l'on prend pour objet, ainsi que

l'ensemble des paradigmes qui peuvent se substituer en chaque articulation, dans l'autre c'est une articulation particulière que l'on prend pour objet et c'est l'ensemble des syntagmes où elle intervient que l'on souhaite reconstituer. Que nous définissions l'essence des innovations par l'existence de leurs actants successifs et simultanés, et que nous définissions en retour ces mêmes actants par l'existence des innovations successives dans lesquelles ils entrent, n'est pas plus circulaire ou contradictoire ici qu'en linguistique.

Comment visualiser un actant ? Comme une liste de réponses à des épreuves, liste qui, une fois stabilisée, est accrochée à un nom de chose et à un substrat auquel on va confier le rôle de sujet de tous les prédicats, c'est-à-dire d'origine des actions (20). L'hôtelier de notre histoire de clef, comment le définir ? Il « est » certes le locuteur obstiné qui rappelle aux clients de rapporter leurs clefs, mais il n'est pas que cela. Il « est » aussi celui qui fait payer les clients, qui commande les draps propres, qui se paye une publicité dans l'annuaire, qui convoque les peintres, etc. La clef, elle aussi, peut se définir non plus par son intervention dans notre histoire d'innovation mais par la liste de ce qu'on lui fait subir dans toutes les histoires d'innovation où elle intervient. Elle ne fait pas que revenir à la réception, elle ouvre aussi les serrures, elle se brise dans les verrous aux mains des clients ivres, elle s'imite par un passe-partout, etc. Quant à la fonte elle n'intervient pas que dans ce rôle modeste de clef d'hôtel ; elle subit bien d'autres épreuves qui la définissent plus complètement, elle fond à 1800° dans les hauts fourneaux, elle est composée de fer et de carbone, elle incorpore du silicium jusqu'à 4%, elle devient grise ou blanche à la cassure, etc.

Comment définir cette liste d'actions à partir des cartographies d'innovation ? Prenons l'exemple fictif suivant.

(20) Cette attribution de rôle peut être elle-même objet d'une dispute, certains autres acteurs déniaient le nom d'actants à d'autres. Sur ce point voir (CALLON, 1989) et la fin de cette partie.

Figure 5.1

	1	2	3	4	5
N° 2 (1)	A+	B+			
N° 5 (6)		A-	C+		
N° 8 (12)	A≠	D+	F+		
N° 12 (2)	A++	K+	L-		
N° 15 (7)	A--	U≠	Z+		
N° 9 (18)	A3	X			
N° 9 (19)	A≠	L+	M--	X	

Légende : on compare ici toute les versions de toute la base de données où apparaît un acteur particulier. Cette liste est la définition de son activité et partant de son être.

Pour construire ce tableau nous allons chercher dans tous les tableaux de la base de données – numéros en gras – celui où intervient l'actant que nous avons choisi de suivre – ici A – et nous écrivons la version – numéros maigres entre parenthèses – qui correspond à ce qu'il y fait – par convention nous le déplaçons afin qu'il occupe toujours le premier segment. Quelle est l'essence de A d'après cette liste ? C'est un actant allié à B dans la version (1) de la carte N°6 ; qui est opposé à C dans la version (6) de la carte N°18 ; qui est indifférent à l'association DF dans la version (2) la carte N°4, qui entraîne l'attachement de K et le détachement de L dans la version (7) de la carte N°8, et qui est fortement opposé à Z et qui rend U indifférent, dans la version (4) de la carte N°22. Nous apprenons de plus que dans les versions (18) et (19) de la carte N°9, l'acteur A subit une épreuve assez forte pour le faire éclater en trois éléments dont le sort est distinct. Plus la liste verticale est longue plus l'acteur est actif – à l'intérieur de la base de données – plus il y a de variations entre les actants auxquels il est successivement lié, plus il est polymorphe. Plus il apparaît de versions en versions comme composé d'éléments différents moins son essence est stable. Inversement, moins la liste est longue, moins l'acteur est important.

Moins il y a de diversité dans les acteurs qu'il rencontre ou plus il est difficile d'ouvrir la boîte noire qui le compose, plus il est cohérent et ferme. La liste des épreuves d'un acteur donné définit son historicité, de la même façon qu'un graphe socio-technique définit l'historicité d'une innovation.

De même qu'une innovation peut devenir de plus en plus stable en mettant en boîte noire des chaînes de plus en plus longues, de même un acteur peut gagner en cohérence au point de devenir presque *prévisible*. Si A est toujours associé à B ou toujours dissocié de D dans la succession des cartes, la présomption est forte que, lorsque A entrera de nouveau en relation avec B dans une nouvelle carte, il s'alliera à B et se déliera de D. Des *performances* de l'acteur, commence à se déduire des *compétences*. De son existence une essence commencent à émerger -qui peut se dissoudre plus tard. Son histoire devient une nature, avant, peut-être, de redevenir une histoire. De Nom d'Action l'acteur devient Nom d'Objet (21). L'historique conjoint des innovations et des acteurs permet, en dressant les listes, de faire varier continûment l'isotopie, c'est-à-dire la stabilité à travers le temps, d'un acteur. Son comportement devient de plus en plus ou de moins en moins prévisible et la liste nous permet d'aller de la très faible certitude à la nécessité, ou de la nécessité à l'incertitude. La force de l'habitude – ou de l'habitus – s'exercera ou non en fonction de l'historique de l'acteur dont la liste gardera trace.

## 5.2 Suivi des variations relativistes des opérations de traduction

Nous sommes maintenant capables de décrire une innovation par l'ensemble des acteurs qui s'y agrègent ou s'en séparent – graphe socio-technique –, et de prendre connaissance à tous moments de la « nature » des acteurs ainsi agrégés ou substitués – liste des épreuves. Reste que nous sommes encore loin d'une explication puisque nous ne pouvons

(21) Cette distinction est capitale pour comprendre l'émergence des nouveaux objets : de liste de réponses à des épreuves, l'objet devient chose qui subit des épreuves. Sur ce point voir (LATOUR, 1987) ch.II.

prévoir si l'association va durer ou non lorsqu'une innovation saisit un acteur ou qu'un acteur se saisit d'une innovation. Plus exactement nous ne pouvons prévoir de telles réactions que dans les cas qui nous intéressent moins, c'est-à-dire ceux où l'innovation est déjà une boîte noire et où les acteurs commencent à avoir une histoire si stable qu'elle est presque devenue une seconde nature. Comment parvenir à anticiper les réactions dans les autres cas ? Pour cela nous devons apprivoiser une troisième source de variations.

Puisque nous sommes capables d'entre-définir, sans plus aucun essentialisme, les actants et les innovations, nous pouvons cartographier l'opération essentielle de la *traduction*, opération qui permet l'établissement – toujours local et provisoire – du lien social. Au lieu de partir d'actants à bord fixes et à intérêts assignables, la traduction permet de suivre l'attribution de bords fixes à un actant A par un actant B, l'assignation des intérêts ou des buts de A par B, la définition de bords et de buts communs à A et à B, enfin la répartition des responsabilités de A et de B dans l'action commune (22). Dans un univers d'innovations définies uniquement par l'association et la substitution d'actants, et d'actants définis uniquement par la multiplicité des innovations dans lesquelles ils conspirent, l'opération de traduction devient *le principe essentiel* de composition, de liaison, de recrutement ou d'enrôlement. Mais pour établir l'échec ou le succès de l'opération, il faut être capable de faire glisser le point de vue de l'observation.

(22) Terme de Michel Serres introduit en sociologie par Michel Callon. Pour une présentation canonique voir (LATOURE, 1987).

Soit un exemple particulièrement élégant d'une opération de traduction :

« Au ministre de l'Instruction Publique

Paris le 1<sup>er</sup> août 1864

Monsieur le Ministre

Le vin constitue l'une des plus grandes richesses agricoles de la France. La valeur de ce produit de notre sol s'est accrue par le traité de commerce avec l'Angleterre. Aussi de toutes parts dans les contrées viticoles on se préoccupe d'améliorations ultérieures dans l'espoir d'augmenter le nombre et la qualité des vins qui peuvent être exportés avec profit.

Malheureusement, nos connaissances en ce qui concerne cette précieuse boisson laissent beaucoup à désirer. Les études sur sa composition sont tellement incomplètes que deux de ses principes essentiels, la glycérine et l'acide succinique, sont connus depuis deux ans seulement. Malgré les progrès de la chimie moderne on ne saurait indiquer un traité sur les vins plus savant et plus exact que celui que nous devons à Chaptal, lequel a paru il y a plus de soixante ans. C'est dire assez tout ce qui reste à faire.

Je me livre depuis cinq ans à des études sur les fermentations. La fermentation alcoolique sur laquelle repose toute la fabrication des vins m'a occupé particulièrement. Or le progrès même de mes recherches me conduit à désirer de les poursuivre par l'examen sur place, et dans les contrées classiques de la production des vins les plus estimés de la France, des procédés de la fermentation et notamment du végétal microscopique qui est l'unique cause de ce grand et mystérieux phénomène.

J'ai l'intention de consacrer à ce travail mes prochaines vacances. Ce serait six semaines environ de voyages et d'études, avec un aide et quelques appareils et produits chimiques indispensables. J'en évalue la dépense à 2500F.

Le but de cette lettre est de soumettre à votre Excellence l'appréciation de l'utilité de mon projet ainsi que la demande d'une allocation qui couvrirait les frais de son exécution. Je ne me bornerais pas à cette première série de travaux. Je les poursuivrais les années suivantes, aux mêmes époques, dans la même direction.

Du reste je suis le premier à ne pas avoir d'illusion sur les conséquences immédiates de mes études. L'application aux arts industriels des résultats de la science est toujours lente à se produire. Mes prétentions actuelles sont très modestes. Je veux arriver à mieux connaître la plante cryptogamique qui seule est la cause de la fermentation du jus de raisin. » (Correspondance, tome II, p.88).

Des couches successives d'actants le Ministre, la chimie, mes recherches, mon voyage en Arbois, se voient attribués des bords et des buts. Chacune de ces couches se caractérise par un vocabulaire incom-

patible : 2500 F, le traité de commerce avec l'Angleterre, l'acide succinique, la plante cryptogamique. A chacun de ces programmes d'action se trouve attribué un anti-programme : on voudrait bien vendre du vin à l'Angleterre, mais ils ont des maladies ; on voudrait bien savoir l'origine de ces maladies, mais la chimie du vin a 60 ans d'âge ; je voudrais bien poursuivre mes recherches mais il me manque de l'argent et des aides. L'opération de traduction consiste d'une part à définir les couches successives de vocabulaire, à attribuer des buts, à définir des impossibilités, et d'autre part à traduire – d'où son nom – les programmes d'action les uns dans les autres. Le mouvement global de la traduction est défini par un *détour* et par un *retour*. Le Ministre en donnant 2500 F à Pasteur redresse, en fin de compte, la balance des paiements et réalise donc son but.

Mais l'opération de traduction est toujours risquée. Rien ne prouve en effet que le détour sera payé, en fin de compte, d'un retour. Pasteur, fine mouche, l'indique d'ailleurs fort bien dans son dernier paragraphe : le seul but à atteindre est celui de la connaissance pure de la plante cryptogamique car les applications, c'est-à-dire le retour, est toujours problématique. On peut imaginer bien d'autres « fuites » : Le Ministre se désintéresse du commerce des vins, les maladies des vins ne sont dues qu'à des phénomènes chimiques, les 2500 F n'arrivent jamais, Pasteur change de projets de recherche. Ce que l'opération de traduction composait et liait peut se disperser comme une volée de moineaux. C'est justement cette possibilité qu'il faut prévoir. Et comment le faire sans *éprouver* la version que Pasteur donne des buts et des désirs de tous les acteurs humains et non-humains *en les comparant aux buts et désirs* qu'ils se donnent ou qu'ils attribuent à Pasteur ? Rien ne prouve en effet que l'opération proposée par Pasteur corresponde à la version qu'en ont les actants nommés Ministre, chimie, plante cryptogamique, Angleterre ou ferment. Pour mesurer l'échec ou le succès possible des opérations de traduction – toujours relativement à un énonciateur et à un observateur – il est nécessaire de vérifier s'ils occupent ou non la position que Pasteur attend d'eux.

Figure 5.2

	1	2	3	4	5	6	ET
X 1 (4)	Ministre	Commerce	Maladies	Chimie	Fermentation	2500F et aide	
X 2 (6)	Ministre	Soie	Commerce	Japon			
X 1 (4)	Ministre	Commerce	Maladies	Chimie	Fermentation	2500F et aide	
X 3 (2)	Maladies	Chimie	Vitalisme	Pasteur			
X 1 (4)	Ministre	Commerce	Maladies	Chimie	Fermentation	2500F et aide	
X 8 (7)	Ferment	Culture	Air	Mort			
OU							

*Légende* : on compare ici la version qu'un acteur se fait de ceux qu'il enrôle avec l'idée que les acteurs enrôlés se font d'eux-mêmes et de lui.

Dans la figure 5.2 par exemple, la version offerte par Pasteur est comparée à la version (6) de la carte du Ministre, (2) des chimistes et (7) des ferments (l'exemple est partiellement fictif). Nous nous apercevons que le Ministre, interrogé, ne pense nullement que le problème de la balance des paiements soit le vin et ses maladies. Son problème est celui de la soie dont le commerce se trouve gêné par le Japon. Quant aux chimistes, ils n'occupent pas du tout la position prévue pour eux par la version (4). Leur drame ne semble nullement l'archaïsme de leur discipline mais au contraire le retour en force du vitalisme qui ralentit les progrès de la chimie. Ils ont, eux, dans leurs anti-programmes Pasteur et ses ferments ! Quant aux ferments, ils commencent à mourir en l'absence d'air annihilant les efforts de Pasteur pour les cultiver. On conçoit facilement, en jetant un coup d'oeil au tableau, que Pasteur va avoir quelques difficultés à obtenir ses fonds puisque ceux qu'il mobilise dans sa version *n'occupent pas* – du moins pas encore – la position qu'il leur a prescrite. Un tel diagramme donne une idée de l'état d'alignement ou de dispersion des actants et permet de prévoir la complexité des négociations à venir.

Cet exemple nous montre que ce ne sont pas seulement les énoncés qui varient en fonction des acteurs et les acteurs en fonction des inno-

ventions ; les deux varient également *en fonction du point de vue* de l'observateur ou de l'informant.

Jusqu'ici nous avons maintenu stable le point de départ de tous nos récits, diagrammes ou graphes socio-techniques. Nous avons relaté l'histoire des clefs d'hôtel du point de vue de l'hôtelier, et celui du Kodak du point de vue d'Eastman et de Jenkins. Or, la capacité d'un programme à contrer un anti-programme dépend évidemment de la correspondance entre l'idée que se fait un acteur des autres et l'idée que les autres ont d'eux-mêmes ou de l'acteur qui se fait des idées à son sujet. Si cette convergence est faible l'acteur va peupler son monde d'autres êtres, mais ces êtres vont se comporter de façon imprévisible, s'attachant ou se détachant de version en version. Si cette convergence est forte, au contraire, l'acteur commence à prévoir ou, en tous cas, à garantir un comportement continu aux êtres qui constituent son monde.

Or nous pouvons utiliser nos diagrammes et nos graphes socio-techniques, non plus pour suivre la succession des événements d'une innovation mais pour *comparer les versions* différentes que *des informateurs successifs* donnent du « même » syntagme. Plus précisément, nous pouvons utiliser la succession de la dimension OU pour comparer le degré d'accord ou de désaccord des informateurs interrogés par la base de données sur ce qui est le même et sur ce qui est différent dans un énoncé particulier. Les diagrammes sont construits exactement comme ceux de la première et deuxième partie à ceci près qu'ils *éprouvent* maintenant le *degré de cohérence* d'un énoncé avec l'ensemble des énoncés produits par les acteurs dont il parle. Il suffit de remplacer la série des versions successives par la succession des épreuves que des informateurs variés -notés de X1 à Xn – font subir à la même version – ici (1) en italique. Voyons d'abord sur un exemple canonique comment nous pouvons procéder.

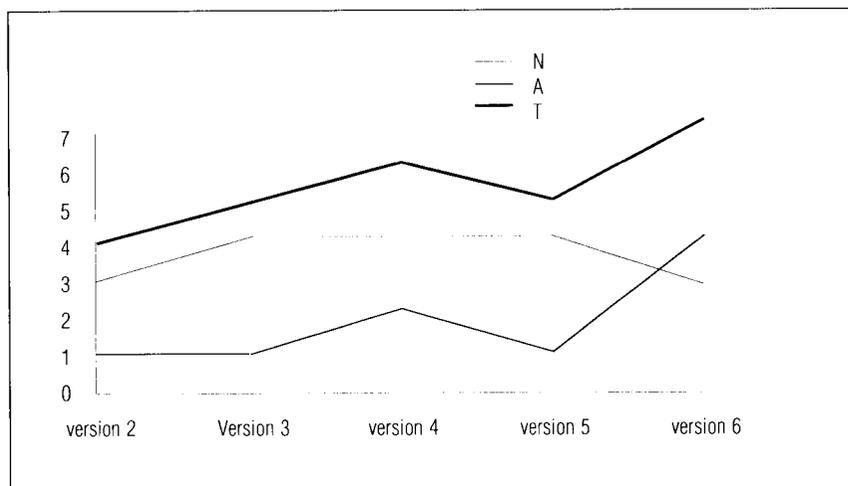
Soit la phrase aimée des linguistes : « l'actuel roi de France est chauve », phrase qui a déclenché les grandes orgues de la philosophie du langage car elle est à la fois bien formée et dénuée de signification puisqu'il n'y a pas d'état de choses lui « correspondant ». Elle a un signifié, dit-on, mais pas de référent. Or, si nous construisons notre diagramme de convergence, nous pouvons donner un contenu graphique

précis à la signification et à l'absence de sens de cet énoncé -sans pour autant bien sûr recourir à la notion de « référent » (23).

(1)	ACTUEL	ROI	FRANCE	CHAUVE			
(2)X1	CHARLES	CHAUVE	ROI	HISTOIRE	FRANCE		
(1)	ACTUEL	ROI	FRANCE	CHAUVE			
(3)X2	CHAUVE	LOTION	COIFFEUR	CUIR	POMMADES		
(1)	ACTUEL	ROI	FRANCE	CHAUVE			
(4)X3	ACTUEL	BERLIN	THATCHER	ROI	SIHANOUK	LIBAN	
(1)	ACTUEL	ROI	FRANCE	CHAUVE			
(5)X4	FRANCE	PRESIDENT	MITTERAND	CHAPEAU	NIEVRE		
(1)	ACTUEL	ROI	FRANCE	CHAUVE			
(6)X5	ACTUEL	ROI	FRANCE	CHAUVE	RUSSELL	STRAWSON	LINGUISTES

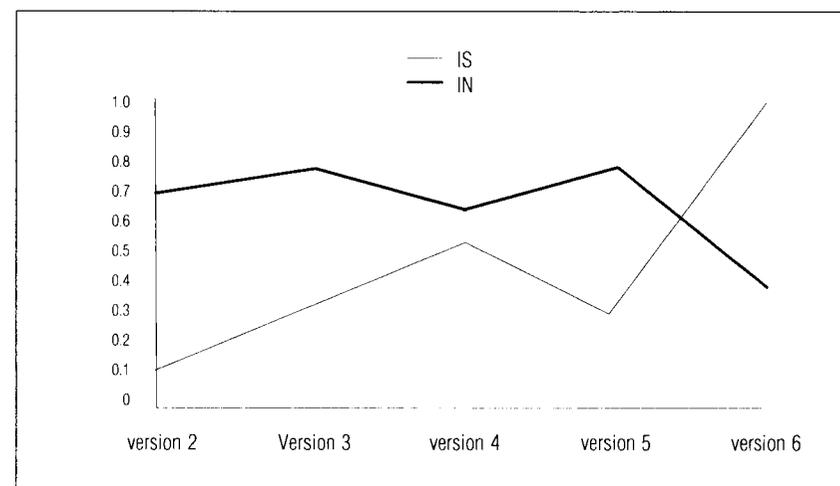
Les historiens connaissent Charles le Chauve mais pas d'actuel roi de France ; les coiffeurs connaissent des chauves, mais pas du tout de rois, et encore moins de roi de France, bien qu'ils aient à cœur les pommades, les lotions et le cuir chevelu ; ils se passe actuellement beaucoup de choses, à Berlin et au Cambodge, mais aucune ne concerne le roi de France ; il y a bien en France des gens qui la dirigent mais ils se disent Président et non roi et portent des chapeaux dans la Nièvre. Le seul endroit où la phrase est prise en considération, c'est chez les linguistes et les philosophes du langage qui l'utilisent comme un lieu commun ! Sur ce script nous pouvons calculer nos indicateurs habituels qui vont maintenant signifier le degré de convergence ou de divergence entre les acteurs mobilisés par la version (1) et *ce que les acteurs interrogés disent d'eux-mêmes*.

(23) La correspondance avec un état de chose joue le même rôle d'obstacle épistémologique en science que l'efficacité ou la rentabilité en technique. Les mêmes diagrammes et cartographies s'appliquent d'ailleurs aux controverses scientifiques comme aux controverses techniques. La seule différence entre sciences et techniques, mais elle est capitale, est à rechercher dans la façon de stabiliser les boîtes noires.



Légende : Taille, Nouveaux et Alliés pour chaque version comparée à la version 1

C'est le degré de convergence que signale ce diagramme. Dans le cas présent aucun des acteurs mobilisés ne peut reprendre l'énoncé sans en ajouter d'autres qui n'ont rien à voir. Il y a donc très peu d'alliés et beaucoup de nouveaux, sauf dans la dernière version. Car la seule version qui reprend la version (1) est celle des linguistes qui le stabilisent sous la forme d'une énigme classique de philosophie du langage. Si nous tournons vers les deux indices de Négociation et de Solidité, nous retrouvons la même signature frappante :



Légende : Indices de Négociation et de Solidité de chaque version en référence à la version 1

L'indice de solidité ne vaut « 1 » que dans la dernière version, ce qui indique que les linguistes sont les seuls à reprendre pleinement cet énoncé. Dans la dernière version, l'indice de négociation est assez faible mais ne vaut pas « 0 » car on ne trouve jamais l'énoncé « le roi de France est chauve » complètement isolé. En dehors du milieu des linguistes chaque informateur démembré l'énoncé en n'en gardant qu'un ou deux éléments et l'indice de négociation IN reste voisin de 0,75.

## 6. CONCLUSION

Ces diagrammes de convergence et cet exemple canonique nous permettent de boucler sur elle-même l'analyse de réseaux. Il n'y a jamais à sortir des réseaux même lorsqu'il s'agit de définir la vérité, l'exactitude, la cohérence, l'absurdité, ou la réalité d'un énoncé. Le jugement de vérité est *immanent* aux parcours de l'énoncé et non pas transcendant. Pour le dire à l'envers, s'interdire de sortir des réseaux n'est pas s'interdire de juger ; nous pouvons, dans cet exemple, juger exactement du degré de vérité de l'énoncé « l'actuel roi de France est chauve » sans faire appel à aucun moment à la notion de référent, notion qui est la seule

chose mythique dans cette histoire de roi chauve. Tous les énoncés en effet ont une réalité, cette réalité peut être évaluée précisément en comparant à chaque fois ce qu'un acteur dit d'un autre avec ce que cet autre dit de lui-même. Cette comparaison trace un réseau qui est à la fois l'existence et l'essence de l'énoncé. Les licornes, les rois de France chauves, les trous noirs, les soucoupes volantes, les apparitions de la Ste Vierge, les chromosomes, les atomes, Roger Rabitt, Hamlet, les projets techniques utopiques, possèdent, sans excès ni résidu, le degré de réalisme que tracent les réseaux. Ce point n'est pas relativiste en ce sens que tous les énoncés se vaudraient. Il est *relationiste* en ce sens que la mise en relation des points de vue des acteurs mobilisés et des acteurs mobilisants redonne une précision aussi fine que l'on voudra à des jugements que la philosophie du langage, des sciences ou des techniques ne sait pas reconstruire ou calculer finement, se contentant de jugements à l'emporte-pièce sur l'absurdité manifeste ou la vérité nécessaire de tels ou tels énoncés ou projets (24).

Quelles que soient les conventions choisies pour dresser de tels diagrammes, et quelles que soient les réalisations informatiques de ces outils de suivi de réseaux, la conclusion provisoire que nous pouvons en tirer sera d'ordre méthodologique.

On oppose souvent la *description* de réseaux socio-techniques à l'*explication* qu'il faudrait ensuite en donner. A entendre de nombreux critiques de la sociologie des sciences et des techniques jamais une description d'une étude de cas aussi méticuleuse que l'on voudra ne suffira à fournir une explication de son développement. Une telle critique emprunte à l'épistémologie la différence entre l'empirique et le théorique, entre le comment et le pourquoi, entre la collection de timbres-postes – méprisable – et la recherche de causalité – seule digne d'attention. Or, rien ne prouve que cette ressource intellectuelle soit nécessaire. Si l'on déploie un réseau socio-technique -nous entendons par ce mot à la fois les innovations, leurs actants et les opérations de traduction, c'est-à-dire les trois types de diagrammes définis jusqu'ici – il n'y a pas de cause supplémentaire à rechercher. L'explication est donnée avec la

(24) On lira dans Thomas PAVEL (1986) *Univers de la Fiction*, Le Seuil, Paris, le meilleur exposé sur les variétés ontologiques des êtres de fiction.

saturation de la description. On peut certes continuer à suivre des actants, des innovations et des opérations de traduction à travers d'autres réseaux, mais jamais on ne quittera la tâche de description pour passer à celle d'explication. L'impression que l'on peut parfois offrir une explication en sciences exactes comme en sciences humaines, est due à la stabilisation même des réseaux, stabilisation que la notion d'explication « n'explique » justement pas ! L'explication, entre nos mains, retrouve ainsi son sens étymologique de « dépliement ». Il ne s'agit plus d'aller rechercher en dehors des réseaux des causes mystérieuses et globales qui manqueraient à leur développement. S'il manque quelque chose c'est que la description n'est pas complète. Point. Inversement, si l'on est capable d'expliquer des effets par des causes c'est qu'un réseau stabilisé est maintenant en place. Nous espérons que la cartographie des réseaux socio-techniques permettra d'aider à cette description, à ce dépliement, à cette explication qui nous font, pour l'instant, si cruellement défaut.

La deuxième conclusion porte sur le relativisme et l'hétérogénéité des réseaux. Les critiques des études de controverses insistent sur le caractère local, mou, inconsistant des résultats. Ils ont l'impression que l'analyse des réseaux recrée « cette nuit où toutes les vaches sont grises » que ridiculisait Hegel. Or, la tendance des analyses de réseaux est exactement inverse. Une fois éliminés les grands partages entre science/société, technique/science, micro/macro, économie/recherche, humains/non-humains, rationnel/irrationnel, nous ne plongeons pas dans le relativisme et l'indifférenciation. Les réseaux ne sont pas amorphes. Ils sont hautement différenciés, mais ces différences sont fines, circonstanciées, petites et elles requièrent donc afin de les repérer et de les analyser, des outils nouveaux. Au lieu de « sombrer dans le relativisme » on peut flotter sur lui.

Enfin, une accusation d'immoralisme, d'apolitisme, de relativisme moral, demeure toujours portée contre la description socio-technique. Cette accusation n'a pas plus de sens que les deux autres. Dire qu'on s'interdit d'expliquer la clôture des controverses par ses conséquences n'est pas dire qu'on est indifférent au jugement mais seulement qu'on refuse un jugement transcendant à la situation. Pas plus que l'analyse de réseau n'empêche de différencier elle n'empêche de juger. L'efficacité, la vérité, la rentabilité, l'intérêt, sont simplement des propriétés des

réseaux, pas des énoncés. De façon à poser un diagnostic ou à décider de l'absurdité, du danger, de l'irréalisme d'une innovation, il faut d'abord décrire le réseau et ne s'appuyer que sur cette description pour en repérer les contradictions socio-logiques. En pratiquant cette exercice on s'apercevra que la capacité de jugement, si elle perd ses vains appels à la transcendance, ne perd rien de son acuité.

## **RESSOURCES ET EXPÉRIENCES**

### **Les stratégies d'alliance : une voie nouvelle d'accès à la technologie**

Nicolas KANDEL et Thomas DURAND

### **Le métier de directeur de recherche**

Bruno LATOUR

### **La gestion d'un laboratoire de recherche universitaire**

JOSÉ REMACLE

---

COLLECTION MANAGEMENT

# Gestion de la recherche

Nouveaux problèmes, nouveaux outils

Sous la coordination de  
Dominique Vinck



Professional Publishing

---

## INTRODUCTION

---

Dominique VINCK

La pratique scientifique change. Sa gestion et les politiques qui la mettent en œuvre sont confrontées à de nouvelles questions. La liaison entre production de connaissance et progrès économique et social est devenue, depuis longtemps déjà, problématique. Elle demande à être pensée autrement.

Après quelques années de remises en question, en gros les années '70, et de craintes quant aux « impacts » des technologies sur la société, les sciences et les techniques font l'objet, depuis une dizaine d'années, d'un intérêt renouvelé ; elles devraient sortir nos sociétés occidentales de la crise, assurer la relance économique ou, au moins, aider à survivre dans la course au développement technico-économique. La Recherche scientifique et le Développement technologique se font aujourd'hui les véhicules d'un nouvel espoir.

Mais cet espoir est mitigé. La relance ne va pas de soi. Les innovations technologiques ne prolongent pas nécessairement les recherches scientifiques. Les mutations des sociétés et des techniques ne sont pas que bénéfiques. Et les nouveaux marchés ne se déduisent pas des rêves techniques. Bref, les sciences et les techniques alimentent autant de craintes que d'espoirs. Elles cristallisent à la fois nos ambitions, nos volontarismes et nos tâtonnements.

---

© De Boeck-Wesmael s.a., 1991  
203 Avenue Louise, B-1050 Bruxelles - Tél. (02)640 72 72

Toute reproduction d'un extrait quelconque de ce livre, par quelque procédé que ce soit, et notamment par photocopie ou microfilm, est strictement interdite.

### Diffusion

Suisse : GM Diffusion  
Chemin du Grand Mont 27, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne  
Zaïre : Afrique-Éditions  
Avenue du Colonel Ebeya 606, Kinshasa/Gombe

Printed in Belgium

D 1991/0074/12

ISBN 2-8041-1434-1

---

## Table des matières

---

<b>Introduction</b>	5
1. <i>Nouvelles pratiques</i>	6
2. <i>Nouveaux problèmes</i>	7
3. <i>Nouveaux gestionnaires et nouveaux outils</i>	8
4. <i>Petite histoire de la sociologie des sciences et des techniques</i>	11
5. <i>Vers une socio-économie de l'innovation</i>	18
6. <i>De la sociologie des sciences à la gestion de l'innovation</i>	21
7. <i>Plusieurs lectures possibles</i>	22

### **Première partie A QUOI TIENT LE SUCCÈS DES INNOVATIONS ?**

<b>1.1 L'art de l'intéressement</b>	27
1. <i>Un méli-mélo de décisions en tous genres et qui ne peuvent attendre</i>	33
2. <i>Des décisions difficiles à prendre</i>	37
2.1 <i>Des coûts évanescents</i>	37
2.2 <i>Une demande fluctuante</i>	40
2.3 <i>Des clients à géométrie variable</i>	44
2.4 <i>Des techniques controversées</i>	45
3. <i>L'art de l'intéressement</i>	46
<b>1.2 L'art de choisir les bons porte parole</b>	53
1. <i>L'adopter, c'est l'adopter</i>	53
2. <i>Négociation et communication</i>	56

---

3.	<i>La transformation socio-technique</i>	60
3.1	L'exemple du Macintosh	60
3.2	Le modèle tourbillonnaire	62
3.	<i>Le difficile choix des porte-parole</i>	64
4.	<i>La leçon d'Edison</i>	67
5.	<i>Microcosme – Macrocosome</i>	70
5.1	Négociier	70
5.2	Une analyse socio-technique	71
5.3	Gestion de l'innovation ou gestion des procès d'accusation ?	73
5.4	La confiance et la suspicion	74
5.5.	Confronter les discours d'accusation	75

## Deuxième partie LES MOMENTS DE LA GESTION

<b>2.1</b>	<b>Préparer : la démarche d'analyse stratégique et sa mise en œuvre</b>	79
1.	<i>La stratégie</i>	80
2.	<i>La démarche stratégique</i>	81
2.1	S'ouvrir sur l'extérieur	82
2.2	Créer un consensus	83
2.3	Des choix visibles	84
2.4	Fixer ses objectifs et définir des politiques générales	85
2.5	Un processus interactif	88
3.	<i>Système d'information stratégique</i>	88
3.1	Les critères de l'information pertinente	88
3.2	La qualité des systèmes d'information	89
3.3	La « mise en scène » de l'information	91
4.	<i>Les principales méthodes en stratégie d'entreprise...</i>	92
4.1	Les méthodes de diagnostic	92
4.2	Les méthodes de positionnement stratégique	93

4.3	Les méthodes de l'économie industrielle	99
4.4	Les méthodes de l'analyse prospective	100
4.5	La méthode d'analyse des grappes technologiques	104
4.6	...et leurs limites	104
5.	<i>Pour une démarche spécifique à la recherche et développement : l'analyse stratégique prospective</i>	107
5.1	Etude des enjeux économiques et sociétaux	108
5.2	Prospective scientifique et technologique	108
5.3	Analyse du potentiel mobilisable	109
5.4	Analyse des stratégies des principaux concurrents	112
6.	<i>Conclusion</i>	113
<b>2.2</b>	<b>Décider : la sélection des projets de R&amp;D</b>	115
1.	<i>La sélection à l'épreuve</i>	116
2.	<i>Principes et méthodes de la sélection</i>	119
2.1	Pourquoi ?	120
2.2	Quand ?	
2.3	Avec quels critères ?	122
2.4	Par qui ?	124
2.5	Avec quelles méthodes ?	125
3.	<i>Pratiques</i>	132
3.1	La sélection, corollaire de l'incitation	133
3.2	La sélection « ex ante » en trois étapes	135
3.3	Vers une sélection « en continu »	136
4.	<i>Conclusion : l'éloge du suivi</i> Annexes : fiches d'évaluation de projet :	141
<b>2.3</b>	<b>Suivre : outils et gestion des mises à l'épreuve</b>	147
1.	<i>Le suivi : de quoi parle-t-on ?</i>	147
2.	<i>Les outils du suivi...</i>	154
3.	<i>...et la gestion des mises à l'épreuve</i>	158

<b>2.4 Evaluer : médiation et préparation des actions futures</b>	163
1. <i>Des évaluations chaque fois spécifiques</i>	164
2. <i>La gestion publique comme sphère d'expériences</i>	165
3. <i>Concepts et démarches d'évaluation</i>	169
3.1 L'évaluation comme médiation	169
3.2 L'évaluation pour l'action	173
4. <i>Le contenu de l'évaluation</i>	174
5. <i>La mise en œuvre des évaluations</i>	176
5.1 Assurer la crédibilité de l'évaluation	177
5.2 « Outiller » les évaluations	178
5.3 L'évaluation de la qualité scientifique et technique	180
5.4 L'évaluation de la pertinence	181
5.5 L'évaluation de la performance	182
<b>2.5 Transférer : circulation du savoir et réseaux de collaboration</b>	185
1. <i>L'économie du transfert</i>	186
1.1 L'évaluation du rôle de la R&D dans la naissance et le développement des innovations	186
1.2 Les corrélations entre R&D et productivité	191
1.3 Des études qui portent non plus sur la R&D « en général », mais sur l'un de ses aspects	192
2. <i>Le transfert de technologie entre université et industrie</i>	196
2.1 Les formes de collaboration entre recherche et industrie	196
2.2 Les débats	201
3. <i>Conclusion</i>	203

<b>Troisième partie NOUVEAUX OUTILS</b>	
<b>3.1 La méthode Leximappe : un outil pour l'analyse stratégique du développement scientifique et technique</b>	207
1. <i>Introduction</i>	207
2. <i>Questions de méthodes</i>	210
2.1 Décrire les documents pour retrouver les réseaux	210
2.2 Quels fichiers de documents utiliser ?	216
2.3 L'indexation des documents	219
2.4 Définition des indices et visualisation des réseaux	222
2.5 L'analyse de la transformation des réseaux et de leurs interactions	230
2.6 Associer les experts	237
3. <i>Les résultats</i>	240
3.1 La structuration d'un domaine	240
3.2 Les diagrammes : acteurs et stratégies	241
3.3 Les cycles de vie des thèmes de recherche et leurs interactions	247
3.3 Trajectoires et analyse prospective	255
3.4 L'invention technologique	259
3.5 Les mouvements de longue période	266
4. <i>Conclusion</i>	274
<b>3.2 Gestion des programmes publics et réseaux technico-économiques</b>	279
1. <i>Introduction</i>	279
2. <i>Les réseaux technico-économiques</i>	280
3. <i>Réseaux lagunaires ou chaînés ; réseaux convergents ou dispersés ; réseaux courts ou longs</i>	286
4. <i>Mises en réseau : le rôle des pouvoirs publics et de leurs programmes technologiques</i>	291

5. <i>Les résultats intermédiaires</i>	298
6. <i>Un outil de suivi et de programmation des interventions</i>	303
7. <i>Conclusion</i>	306
<b>3.3 Nouveaux outils, nouvelles pratiques : le cas de l'AFME</b>	309
1. <i>Diversité technologique – variété des partenaires de recherche</i>	310
2. <i>Gérer la diversité : le recours à des méthodes d'évaluation avancées</i>	311
3. <i>La programmation et la gestion de la recherche</i>	315
3.1 <i>La gestion en continu des projets</i>	317
3.2 <i>La base de données de recherche</i>	317
4. <i>Conclusion</i>	319
<i>Annexe</i>	
<i>Une base de données pour la préparation stratégique et le suivi des intervention de recherche</i>	321
<b>3.4 L'analyse socio-technique</b>	339
1. <i>L'analyse socio-technique dans le processus d'innovation</i>	339
2. <i>Problèmes de description</i>	344
2.1 <i>En suivant l'innovateur</i>	344
2.2 <i>De l'innovation à l'utilisateur</i>	346
2.3 <i>Suivre l'objet : la méthode socio-technique</i>	347
3. <i>Éléments d'analyse socio-technique</i>	350
<b>3.5 Pour une description des liens entre science et technique : des brevets aux articles scientifiques</b>	355
1. <i>Introduction</i>	355
2. <i>Les scientomètres à la rencontre des articles et des brevets</i>	357
2.1 <i>Les articles et les brevets comme indicateurs de résultats et de structuration de la R&amp;D</i>	357

2.2 <i>Les bases de données d'articles et de brevets : l'art de montrer et d'ordonner</i>	360
3. <i>Lorsque « science » et « technique » s'emmêlent : le cas du domaine des piles à combustibles en France</i>	364
3.1 <i>Le « test scientométrique » : des brevets...</i>	365
3.2 <i>...à la « science » qu'ils désignent</i>	366
3.3 <i>Que chiffrent et racontent les brevets de B ?</i>	367
3.4 <i>Les articles cités en « front page » par B : il existe une recherche sur les piles à combustibles</i>	369
3.5 <i>A propos des citations affichées par WPI(L)</i>	370
3.6 <i>Test sur les brevets-piles-à-combustibles</i>	371
3.7 <i>Les articles publiés par les inventeurs : une programmation simultanée à la science et de la technique</i>	372
3.8 <i>Avant 76-77 : une recherche technique sur les piles à combustibles</i>	374
3.9 <i>Après 1977 : un certain retour à la recherche en électrochimie</i>	378
3.10 <i>Pour résumer</i>	381
4. <i>Conclusion</i>	381
<b>3.6 CANDIDE™ : un outil de veille technologique basé sur l'analyse des réseaux</b>	387
1. <i>Les outils traditionnels de gestion de la recherche</i>	387
1.1 <i>Des outils d'analyse économique</i>	389
1.2 <i>Une seconde génération : le management de la recherche, Delphi, le scoring</i>	393
2. <i>Changer de problématique avec l'analyse des réseaux</i>	397
2.1 <i>Les listes successives de critères établies par les acteurs du projet</i>	400
2.2 <i>Des niveaux d'indicateurs de suivi : notre capacité à mesurer dépend de l'état du réseau</i>	400
2.3 <i>L'exemple EDF</i>	401
3. <i>Conclusion</i>	416

<b>3.7 Une méthode nouvelle de suivi socio-technique des innovations : le graphe socio-technique</b>	419
1. <i>D'une narration à son enregistrement socio-technique</i>	421
2. <i>Le graphe socio-technique et ses indicateurs</i>	430
2.1 <i>Le graphe socio-technique</i>	430
2.2 <i>Autres tests et autres indicateurs permettant de comparer des innovations différentes</i>	435
3. <i>Application sur un cas réel, le kodak d'Eastman</i>	444
4. <i>Autre cartographie, autre philosophie de l'innovation</i>	454
4.1 <i>Trajectoire ou traduction ?</i>	454
4.2 <i>Questions de forme ou questions de fond ?</i>	455
4.3 <i>Contexte social ou contenu technique ?</i>	457
4.4 <i>Réaliste ou irréaliste ?</i>	458
4.5 <i>Local ou global</i>	460
4.6 <i>Lent ou rapide ?</i>	
5. <i>De la description à l'explication</i>	462
5.1 <i>Définition des acteurs par la liste de leurs épreuves</i>	464
5.2 <i>Suivi des variations relativistes des opérations de traduction</i>	467
6. <i>Conclusion</i>	475
<b>Quatrième partie RESSOURCES ET EXPÉRIENCES</b>	
<b>4.1 Les stratégies d'alliance : une voie nouvelle d'accès à la technologie</b>	481
1. <i>Introduction</i>	481
2. <i>Les stratégies d'alliance dans le management de la technologie</i>	382
3. <i>Les stratégies génériques d'accès à la technologie</i>	485
3.1 <i>Typologie</i>	485
3.2 <i>La pratique des entreprises</i>	485

4. <i>Le choix d'une stratégie adaptée d'accès à la technologie</i>	487
4.1 <i>Les motivations invoquées par les entreprises pour recourir à l'extérieur</i>	487
4.2 <i>Les caractéristiques des différentes stratégies</i>	491
4.3 <i>L'implémentation des stratégies d'alliance</i>	496
5. <i>Conclusion</i>	497
<b>4.2 Le métier de directeur de recherche</b>	499
1. <i>Métier qui n'en est pas un</i>	500
2. <i>Du tonneau des danaïdes à la stratégie de l'entreprise</i>	502
3. <i>Les différents savoir-faire du directeur de recherche</i>	507
3.1 <i>Le démographe</i>	508
3.2 <i>L'évaluateur</i>	510
3.3 <i>Le marieur</i>	515
4. <i>La mutation du métier de directeur de recherche</i>	518
<b>4.3 La gestion d'un laboratoire de recherche universitaire</b>	521
1. <i>La gestion d'une équipe</i>	522
2. <i>La notion d'efficacité</i>	524
3. <i>La gestion financière et matérielle</i>	526
4. <i>Développer des nouvelles recherches</i>	528
5. <i>L'organisation des recherches</i>	529
6. <i>Les options fondamentales</i>	530
<b>Présentation des auteurs</b>	533
<b>Bibliographie</b>	535
<b>Index</b>	554
<b>Table des matières</b>	559