

PROBLÉMATIQUE DE LA MAÎTRISE SOCIALE DE LA TECHNOLOGIE

Pierre F. GONOD



Ce texte est un extrait de l'article qui a été
publié dans la revue *Analyse de Systèmes*
volume XVI N°3 septembre 1990

I PROBLEMES ET PROBLEMATIQUE

L'humanité doit faire face à des problèmes planétaires: le surarmement, l'équilibre biologique, le risque de surpopulation, l'éthique de l'ingénierie génétique, la régulation de l'économie mondiale... plus de cinquante "issues" cruciales ont été dégagées dans la revue américaine "The Futurist"(CORNISH). Ces problèmes créent l'obligation de la régulation du système mondial. Celle de la technologie est partie de cet impératif.

L'exigence croissante de la maîtrise sociale de la technologie est la résultante de la conjonction historique de trois forces : 1° la prise de conscience internationale de la nécessité d'une gestion de l'écosphère et de la technosphère, 2° les interrogations sur les futurs du travail et leurs relations avec la diffusion des nouvelles technologies, les rapports de celles-ci avec le cycle économique des pays industriels, 3° les choix cruciaux à faire dans les pays en développement face à la nouvelle révolution industrielle(GONOD 87). Est-il possible pour la société de maîtriser le développement de la technologie qui est sa création et dont la croissance quasi cancérigène menace son existence même en même temps qu'elle crée de prodigieuses opportunités pour l'humanité? C'est sans doute la première fois que cette dernière se pose une telle question. S'il est vrai "qu'elle ne se pose que celles qu'elle peut résoudre", il convient alors d'examiner les solutions.

La technologie est omniprésente. Elle est dans les choses de tous les jours, dans la vie quotidienne de chacun, aussi bien que dans les grandes aventures qui propulsent l'espèce humaine dans le cosmos. Elle est le résultat de grandes décisions de Recherche et Développement qui concernent la communauté internationale, les Etats nationaux, les grandes entreprises, mais aussi de myriades de micro-décisions qui obéissent à la logique du marché. L'impact de celles-ci sur le cours de la technologie est considérable. Les micro-décisions apparaissent comme un ensemble au sein duquel règne sinon le chaos du moins un puissant désordre. C'est de ce désordre, qu'à travers un procès social complexe, émerge un "ordre" qui reflète les lois du marché, les relations de pouvoir et les paradigmes dominants. La question se pose alors de la pertinence et de la possibilité de réguler cet ordre, de le rendre conforme à des attentes, des besoins et des demandes de la société, que "la main invisible" qui guide les myriades de décision anonymes est loin de saisir. Question à contre-courant à une époque où la faillite de la planification centralisée pousse à une apologie sans retenue des seules vertus

du marché. Excluant un dirigisme inopérant et contre-productif, est-il possible d'orienter, comment et par qui, les innombrables micro-décisions afin que le développement technologique soit maîtrisé?

En définitive, qu'il s'agisse de décisions stratégiques de grande portée ou de micro-décisions, une double exigence se manifeste: "comprendre" le système technologique et dégager la problématique de sa maîtrise.

I PROBLEMATIQUE

La question posée est donc celle de la **problématique de la "maîtrise sociale de la technologie"**.

Il s'agit d'avancer vers un entendement de la "maîtrise", de ses relations avec les notions connexes de contrôle et d'appropriation, de ce que signifie le qualificatif "social", de ses rapports avec le politique. Il est clair que les réponses dépendent de la représentation initiale qu'on a de la technique au sein de la société et de sa structure. C'est indissociable.

D'où une première ligne de partage apparente. D'un côté ceux qui postulent l'autonomisation du système technique, mué par sa propre logique, par la révolution scientifique et technique, par le déterminisme technologique qui façonne la société. D'un autre côté, certains sociologues de la technologie, qui montrent que la technologie est façonnée par la société. Opposition brutale qui masque les nuances entre ces positions, mais qui traduit néanmoins le fait essentiel. On notera, tout de suite, qu'un raisonnement plus dialectique, la considération de processus non seulement rétroactifs mais récurifs, dévoilerait le mouvement en spirale, permanent, de génération sociale de la technique, de sa praxis organisationnelle, de ses interactions sur la société, de son rôle d'opérateur social, de re-génération des composantes sociales et des techniques. Mais dans cette conception le point de départ reste la société. En conséquence la "maîtrise sociale de la technologie" n'a d'objet et de sens que pour ceux qui raisonnent dans ce cadre initial.

Etant admis que la technique est une création sociale, le corps social aboutit au constat d'une *"terrible contradiction"* dans les rapports entre la technique et la nature, au heurt entre "le mythe rationaliste et l'apocalypse écologique". Plus, si l'on envisage les conditions d'un contrôle social de la technologie, on est conduit "à percevoir que la volonté de contrôler la technologie débouche *sur le contrôle de la société elle-même* sous l'aspect spécifique où elle met en œuvre des processus méthodiques de production" (ROQUEPLO). Pour aller plus avant que cette conclusion, sans doute juste mais qui n'avance guère si l'on s'en tient là, il faut entrer dans une analyse plus fine qu'on peut esquisser ainsi:

- la technologie, ses logiques, sa structure, ses formes sociales, ses niveaux, ses lois de composition interne, les espaces d'action qu'elles ouvrent mais aussi les limites et contraintes qu'elles tracent;
- les conditions de l'émergence de projets sociétaux et de "niveaux de conscience " de la politique technologique, la formation et transformation des demandes et attentes sociétales par le procès politique, les mécanismes d'évaluation et de décision, la nature et les agents du contrôle et de l'appropriation de la technique, l'identification des forces et mouvements sociaux susceptibles de réorienter le changement technologique, les possibilités de maîtrise dans différents systèmes et régimes politiques;
- la cohésion et les cohérences de l'inintentionnel tenant aux lois de la nature et de la société avec l'intentionnel des projets, les types de connaissances et informations nécessaires pour

instrumentaliser les desseins, l'existence et les conditions de mise en œuvre des instruments de la maîtrise.

La maîtrise sociale, le contrôle et l'appropriation de la technologie, sont considérés ici à l'interface des systèmes technologique et politique. Il convient en conséquence de décrire, d'abord, les éléments de cet ensemble, et, ensuite, leurs interactions.

La figure 1 est une première récapitulation des éléments constitutifs dont il faut comprendre l'agencement, les boucles complexes de leurs interrelations.

Vaste programme de réflexion à la mesure de l'ampleur des enjeux.

APPROPRIATION, CONTROLE, MAITRISE DE LA TECHNOLOGIE

Trois notions à expliciter.

APPROPRIATION

Deux sens principaux. "Rendre propre à un usage, une destination", sens voisin "adéquat"; "faire d'une chose sa propriété", sens voisins "prise, saisie, conquête, usurpation, vol" (le Robert).

Le premier sens est lié à la valeur d'usage de la technologie. C'est celui, durant les années où pointait le projet d'un nouvel ordre économique international, du thème des technologies "appropriées" aux besoins et aux facteurs de production des pays en développement qui a mobilisé les arènes internationales et suscité un courant de recherches. Ce thème a été relayé et amplifié par la crise de l'environnement et la prise de conscience de réguler la technosphère pour éviter la destruction de la biosphère.

Il se retrouve à travers le courant radical de la critique des gaspillages sociaux par la contestation des changements incessants de produits induits par le marketing sans que ceux-ci s'accompagnent de modifications notables de la valeur d'usage. La même considération conduit à la critique du rythme d'obsolescence des équipements sous l'effet de la compétition sauvage qui provoque la mise au rebut d'installations de production dont la valeur d'usage est loin d'être épuisée. A l'inverse, la modernisation technologique est considérée comme la condition de survie, et la seule solution appropriée aux réalités des grands marchés. Pour les pays dont l'appareil de production est obsolète, le retard est considéré aussi comme un gaspillage social, mais pourrait-on dire par défaut. La modernisation de la technologie devant entraîner, dans ce cas, l'amélioration de la valeur d'usage des produits et une meilleure appropriation aux capacités des ressources humaines existantes.

Le second sens est lié à la valeur d'échange de la technologie. Son appropriation prend les formes d'un droit juridique.

L'appropriation commence dès l'innovation, et elle prend toute son importance dans les transferts technologiques qui sont des "échanges composites", c'est-à-dire "un mixte de transferts libres et réciproques d'utilités et de relations de pouvoir" (PERROUX). La technologie n'est pas l'objet d'un "échange pur... portant sur des biens divisibles et dont chaque unité est homogène à l'autre... et selon des conditions connues" Plus "l'espace d'information" du receveur est réduit plus l'échange sera soumis aux distorsions qui l'éloigneront de l'économie de marché.

- La légitimité de la propriété juridique peut être contestée du point de vue de la dynamique de la connaissance. "Le savoir s'accumule, ou plutôt se combine. Il n'y a pas de processus de

destruction créatrice du savoir... (mais) en cherchant à se l'approprier, en le traitant comme un bien ordinaire que l'on stocke et monopolise, par le secret ou avec l'aide la législation, la firme nie son caractère immanent et inépuisable, (et), mue en dernière analyse par le mobile du profit, la firme ne peut considérer autrement le savoir que comme un bien ordinaire dont on attend un rendement et qu'on peut s'approprier exclusivement". La fonction de création de la firme laisse apparaître "une contradiction grave résultant de la nature profondément différente du savoir et des biens matériels" (MAUNOURY). Mais où arrêter l'horizon de la régression des sources de l'innovation, qui très souvent ne requièrent pas des connaissances scientifiques et techniques nouvelles mais une mobilisation et de nouvelles combinaisons de celles existantes? La remise en cause du droit de propriété de la technique a régulièrement échoué, ainsi d'ailleurs plus récemment que l'adoption de "codes de bonne conduite". Alors que plus que jamais la technologie est devenue la variable stratégique des compétitions industrielles, une rente de position sur les marchés, il semble bien qu'il faille s'accommoder pour longtemps des règles du jeu.

Les deux sens de l'appropriation en tant que valeur d'usage et valeur d'échange, s'articulent dialectiquement pour aboutir à la dépossession des savoir-faire. La longue marche de l'incorporation, de la cristallisation du travail vivant dans les machines jalonne le procès séculaire du dépouillement des savoir-faire. L'appropriation des savoir-faire ouvriers, la modification résultante de la valeur d'usage de la force de travail est cause et effet de celle des conditions de la valeur d'échange de la force de travail. Le procès fonctionne selon une boucle réursive. La boucle est aussi téléologique, elle tend vers la réalisation du profit, moteur obligé du capitalisme, le contrôle social qui est rendu possible par le dépouillement des savoir-faire apparaît sinon une finalité mais pour le moins une mission dérivée au sein du système-objectif. Les historiens montrent que le choix des techniques et les mécanismes d'appropriation des savoir-faire préexistent au capitalisme.

Le mouvement historique, bien que marqué par des tendances dominantes, n'est pas unilatéral. Le dépouillement a pour contre-partie l'incessante réappropriation des savoir-faire par la force de travail. L'usage de l'ordinateur individuel n'est pas un phénomène univoque, c'est aussi une appropriation de la machine et du travail mental passé cristallisé dans les logiciels. Le transfert du travail manuel vers le travail mental, l'informatisation de la production, modifient les qualifications, déplacent les rapports de forces professionnelles au sein des entreprises.

Le stage ultime de l'informatisation de la production, sa robotisation, montre aussi l'importance des savoir-faire non formalisés, et peut-être non formalisables, ce qui conduit à la réévaluation des savoirs qui restent appropriés par les ouvriers et à rechercher d'autres formes de leur mobilisation et de participation à la production. Au-delà de cette tendance qui traduit les nécessités de mise en œuvre des nouvelles modalités de l'organisation de la production, de modifier le sens unique de l'information relative au contenu et à l'organisation du travail, c'est-à-dire, du haut en bas, la question se pose de la réappropriation d'un "savoir-faire synthétique, capable d'intégrer dans un tout organique et organisé les différentes opérations de production"³. Est-ce concevable? Compatible avec les nouvelles formes d'organisation, et sinon, comment celles-ci devraient évoluer ou être radicalement modifiées? Est-ce que dans les conditions de notre époque le retour à un savoir-faire synthétique de métier du professionnel et de l'artisan peut-être un projet sociétal? Et comment pourrait-il éventuellement se former?

CONTRÔLE

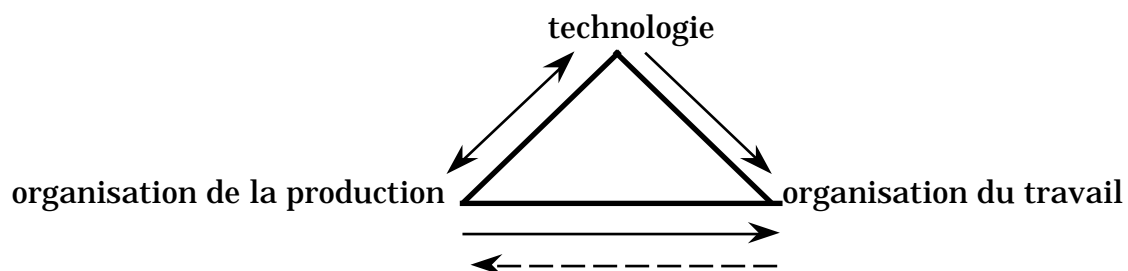
Les définitions courantes ne font guère de différence entre maîtrise et contrôle. " Contrôler c'est avoir la maîtrise de la situation dans un secteur... se contrôler c'est avoir la maîtrise de soi..." (Larousse) . Le contrôle ainsi entendu serait en quelque sorte le résultat de la maîtrise. La définition américaine est plus sociologique: "to exercise restraining or directing influence over". (Webster). Cette définition élargit l'acception au contrôle (social) des sociologues.

Le contrôle social serait "la sanction ou la récompense pour assurer la conformité des conduites aux normes prescrites"

Pour aller plus loin il faut recourir à la notion de contrôle (cybernétique et de gestion) des systémiciens.

La capacité de contrôle (du pilotage) est celle "de contrôler l'évolution d'un autre système, c'est-à-dire de le placer et de le maintenir sur une trajectoire...pour cela il faut réduire son indétermination, donc la variété par l'élaboration de modèles explicatifs, et également en plaçant des générateurs de variété dans le système de pilotage" (MELESE).

Des historiens ont montré comment la technique est le moyen d'un contrôle social de la classe dirigeante sur les exécutants. Comme il a été dit elle se concrétise dans l'organisation de la production et dans celle du travail. C'est donc à ces deux niveaux que se posent les alternatives: peut-on organiser autrement la production? peut-on organiser celle-ci en fonction du primat d'une autre conception et organisation du travail? Questions essentielles qui en appellent une autre, décisive, elle aussi, peut-on concevoir et mettre en œuvre d'autres technologies correspondant à d'autres normes du travail? En termes plus crûs est-il possible aux travailleurs d'élaborer d'autres projets d'organisation du travail, d'assurer un contrôle social sur celui-ci, et partant, sur l'organisation de la production, est-il possible de modifier le mouvement historique de la boucle récursive suivante, afin que l'organisation du travail soit le point de départ d'une boucle nouvelle ? :



Bien entendu la réalité est plus complexe que le schéma. Ainsi la technologie n'existe pas en dehors de l'organisation de la production et du travail. Elle est incorporée, "capitalisée", dans les installations de production, machines et instruments, "incarnée" dans les savoir-faire et qualifications des travailleurs, "mémorisée" dans les règles, instructions, logiciels des procédés techniques. Organisations de la production et du travail se conditionnent mutuellement. Elles sont tirées par la recherche du profit. Les choses étant ce qu'elles sont, cela amène à préciser les questions précédentes: est-il possible sous la contrainte du profit qu'émergent et soient mis en œuvre des projets sociétaux privilégiant d'autres organisations du travail, et partant de la production, est-ce que ceci est compatible avec les techniques disponibles, y compris les "nouvelles technologies", ou est-ce que cela requiert de nouvelles orientations de l'innovation? • Les "nouvelles technologies", et particulièrement l'informatisation de la production, apportent-elles des éléments insolites au schéma habituel, créent-elles des circonstances propices à ce renversement historique? ou bien sont elles susceptibles d'être récupérées dans le cadre d'une organisation, certes modifiée de la production et du travail, mais qui sauvegarde l'essentiel du pouvoir antérieur de contrôle?

Engendrent-elles de nouvelles conduites de conformité, condition et résultat d'un contrôle modifié?

- Les "standards" et les "normes", instruments essentiels de la diffusion et de l'internationalisation de la technologie, peuvent être aussi réducteurs et freins à l'innovation. Dans la guerre économique, le standard est une arme redoutable, un instrument de domination, de vassalisation et d'exclusion, utilisé par les entreprises et les pays à des fins expansionnistes et protectionnistes (voir la bataille autour du standard de la HDTV). Les "nouvelles technologies" ne sont pas en dehors, mais au centre des luttes pour le contrôle des "standards" qui est à son tour la clé d'autres contrôles.
- La notion du contrôle des systémiciens ouvre de nouveaux horizons. Si elle pose aussi la question de la composition du "poste de pilotage", elle soulève celle de la réduction de l'indétermination du système opéré, en l'occurrence le système technique. Dans ce but il faut élaborer des modèles explicatifs. Le projet de "l'Encyclopédie Systémique de la Technologie" répond à cette fin (GONOD 88). La réduction de l'indétermination justifie les approches de la prévision et de la prospective technologiques. La contrepartie de la réduction de la variété du système à opérer est l'augmentation de celle du système opérateur, du pilotage. Ceci rejoint la critique de la composition sociale du pilotage mais y ajoute celle de la critique des connaissances à la disposition de celui-ci. En d'autres termes la démocratisation du contrôle postule la démocratie participative couplée avec l'émergence d'une culture technique de masse par la démocratisation des connaissances et de l'information technologiques, l'orientation vers les formations polytechniques. Le projet de l'E.S.T., simultanément réducteur et diffuseur structurel de la variété, serait un instrument au service du rééquilibrage du contrôle social.

MAÎTRISE

"Domination d'une chose dont on dispose librement" (Larousse). Maîtriser: "soumettre à sa domination, gouverner en maître, faire obéir" (Le Robert)

Questions immédiates: la technologie est-elle une chose?, En dispose-t-on librement? Qui domine la technologie, la gouverne en maître?

Réponses:

- La technologie n'est pas une "chose" entendue comme "le terme le plus général par lequel on désigne tout ce qui existe, en parlant d'êtres concrets ou abstraits, réels ou apparents, connus ou inconnus" (Le Robert). Elle n'est pas une chose quand l'objet technique est "une relation de production" et que celle-ci constitue un "processus méthodique" par lequel se caractérise la technique. Ce processus a une logique de constitution articulant principes technologiques, propriétés et procédés, éléments et d'autres individus techniques, une logique d'usage qui "détermine les spécifications de l'objet technique et finalise le processus de production". Ce n'est pas une chose car sa production et son échange se réalisent dans un système social où valeur d'échange et d'usage "surdéterminent l'ensemble du processus".
- La technologie est une "chose" quand ce terme se dit "des objets matériels susceptibles d'appropriation" (Le Robert). La technologie est toujours incorporée dans quelque chose. C'est pourquoi les notions anglo-saxonnes de technologie "embodied" et "disembodied" sont confuses. La technologie est "capitalisée" dans le capital fixe, "mémorisée" sur des supports matériels, "incarnée" dans le savoir-faire et la mémoire humaine. Elle peut-être "socialisée", libre d'accès ou "aliénée" par la propriété privée (GONOD 74).
- Il s'ensuit que, selon ses formes sociales, on peut ou on ne peut pas "disposer librement" de la technologie. Le droit de propriété en protège l'usage durant une période déterminée. Pour utiliser celle tombée dans le domaine public encore faut-il avoir le savoir-faire correspondant.

Il est clair que les technologies qui génèrent des innovations sont protégées et ne sont accessibles que par une négociation, accords de licences et autres formes, qui sont souvent parties intégrantes des arrangements industriels dont la typologie exprime les rapports de force entre les contractants. Droit de propriété, asymétrie de contrôle par l'émetteur des canaux d'émission des transferts, contreparties nécessaires du récepteur, entravent la liberté d'accès à la technologie.

- Il est clair que des pays et des entreprises en positions dominantes dans un secteur de la production ou des technologies génériques peuvent exercer un contrôle effectif. Mais il y a une marge entre contrôle et maîtrise. Aussi puissantes soient les entités considérées, elles sont soumises à la division internationale du travail, dépendantes de technologies et d'équipements externes qu'elles sont dans la nécessité de se procurer dans d'autres pays et entreprises. Et de les négocier.

- La "liberté" de disposer postule la liberté d'être informé sur ces disponibilités. L'informatisation de l'information scientifique et technologique ouvre de nouvelles possibilités, malgré ceci une analyse attentive montrerait, non seulement la situation "d'information imparfaite", mais les carences de l'information stratégique pour les décideurs qui résultent des faiblesses de la théorie de l'économie industrielle et, particulièrement de celle du changement technologique.

- La "liberté" de disposer postule aussi celle de créer les technologies et d'orienter normativement le développement technique. C'est la liberté-source. C'est de cette source bouillonnante que naît l'innovation, rencontre des intuitions, choc du non-conformisme avec les pressions de conformité. Mais l'innovation naît aussi d'un puissant fleuve organisé, endigué, de la R&D, des grands programmes technologiques civils et militaires, de la création sur commande de nouveaux matériaux. D'un côté le désordre, inéluctable et nécessaire, de l'autre un "ordre" dominé par des puissances dont les relations, aussi bien des pays que des entreprises, sont régies par le conflit-coopération (GONOD 76). Ce qui déplace la question vers l'analyse, d'une part, des centres de pouvoir, de qui décide des grands programmes, d'autre part, des conditions de formation et du rôle du paradigme technico-économique dominant qui oriente l'innombrable multitude des actes des créateurs et des décideurs. Ceci soulève aussi la question du rôle des usagers sur le processus d'innovation, de leur information, de leur moyens d'expression et d'influence. Mais aussi puissant soit-il aucun centre de pouvoir ne peut dominer seul la création technologique, même au niveau sectoriel, et même s'il a contribué à l'émergence d'un nouveau paradigme, celui-ci joue en retour le rôle d'une contrainte à laquelle il n'échappe pas.

- En définitive aucun pays, aucune entreprise ne peuvent prétendre "maîtriser" la technologie car cela supposerait une capacité d'en disposer librement à ses différents niveaux de cohérences: ses relations intrinsèques, l'innovation, la diffusion et le transfert technologiques, l'organisation de la production et du travail. Cette capacité est inégale aux différents niveaux et varie dans l'espace et dans le temps. Elle a été historiquement plus forte dans l'organisation de la production et du travail où se concrétise en définitive le système technique. Mais ses degrés de liberté ne sont pas illimités, la lutte organisée des travailleurs, des détenteurs de la technologie "incarnée", a modifié profondément les rapports avec les "maîtres" de la production. Ce qui ne signifie pas, pour autant que ces derniers aient perdu leur pouvoir de contrôle.

Appropriation, contrôle, maîtrise, trois notions interdépendantes qui s'interpénètrent mais qui ont entre elles une hiérarchie. La maîtrise en est en quelque sorte le stade suprême, "l'intégron englobant".

LES FINALITES DE LA MAITRISE "SOCIALE"

Si l'analyse précédente est correcte il apparaît que la "maîtrise sociale" de la technologie n'a jamais été exercée. Par contre son contrôle et son appropriation sont des réalités constatées. Dès lors y-a-t-il un sens à se fixer comme un objectif la maîtrise "sociale", qu'est-ce que cela veut dire?

Il faut reprendre l'analyse sur le plan des finalités et des niveaux du système technologique.

SOCIAL ET SOCIETE

Les problèmes planétaires concernent l'humanité toute entière. Social = ici , société, humanité. L'obligation de maîtriser la technologie, finalité inaccessible? peut-être, certainement sans précédent .

A cette échelle que signifie "la domination d'une chose dont on dispose librement" quand la "chose" est constituée d'agrégations de problèmes (ex. les pollutions), et d'agrégations d'agrégations -les combinaisons- (ex. les menaces sur l'écosphère) et que sa "libre" disposition, dans le cadre de la compétition sauvage entre pays et entreprises, conduit à des problèmes suicidaires? Quand cette chose est la nature, et le complexe crée avec l'artificialisation, la notion de domination même, illustrée par la philosophie de "l'homme maître et possesseur de la nature", ne doit-elle pas être remise en question, soulever un conflit de valeur et une révision critique de la brutalité de cette possession et de son simplisme en regard de la complexité de l'environnement? Mais ceci remet en question aussi la "liberté de disposer". Comme dans le domaine politique l'interface de la liberté est la responsabilité, la discipline et les contraintes correspondantes. La finalité de la maîtrise sociale de la technologie c'est sa régulation en fonction des besoins de l'humanité. si l'on se place sur le plan global, des divers pays, sociétés, et collectivités , et, en définitive, des individus.

La régulation de la technologie signifie concrètement du double point de vue qualitatif et quantitatif, la libre capacité de créer des technologies, d'activer leur diffusion et transfert, ou au contraire de les freiner ou de les interdire.

Il faut explorer comment cette régulation pourrait se faire, ce qui conduit à essayer de modéliser la problématique de la maîtrise sociale.

II PROPOS D'ETAPE: UN ESSAI DE MODELISATION DE LA PROBLEMATIQUE DE LA MAÎTRISE SOCIALE DE LA TECHNOLOGIE

Une *recherche* est entreprise visant à travers une *modélisation* de la problématique de la maîtrise sociale de la technologie de détecter les nœuds du mega-système sur lesquels doivent s'exercer, et comment, les moyens d'action existants ou à constituer.

On a accepté cette définition de la modélisation comme "*l'action d'élaboration et de construction intentionnelle, par composition de symboles, de modèles susceptibles de rendre intelligible un phénomène rendu complexe, et d'amplifier le raisonnement de l'acteur projetant une intervention délibérée au sein du phénomène; raisonnement visant notamment à anticiper les conséquences de ces projets d'actions possibles*" (LE MOIGNE 90) Définition qui, soit dit entre parenthèses, souligne implicitement le lien entre modélisation et prospective. Il est clair que la modélisation de la maîtrise sociale de la technologie appartient au corps de la "modélisation des systèmes complexes". La complexité étant représentée par

"un enchevêtrement d'interactions en inter-relations". (MORIN 77) On sait qu'un système est un ensemble d'éléments en interactions. Les "interactions sont des actions réciproques modifiant le comportement ou la nature des éléments, corps, objets, phénomènes en présence ou en influence". Ces interactions "deviennent dans certaines conditions des inter-relations (associations, liaisons, combinaisons, communications, etc...) c'est-à-dire donnent naissance à des phénomènes d'organisation". On notera par ailleurs que "l'interaction représente la problématique centrale de la psychologie sociale". (MARC 89)

On distinguera aussi les "descriptions d'état" des "descriptions de processus".... Les premières caractérisent le monde tel que nous le percevons; elles nous donnent un critère pour identifier les objets souvent en modélisant les objets eux-mêmes. Les secondes caractérisent le monde dans lequel nous agissons. Elles nous donnent les moyens pour produire ou pour engendrer des objets ayant des caractéristiques désirées." (SIMON) Le passage d'un type de description à l'autre signifie celui du "monde perçu" au "monde actionné". Or la résolution des problèmes -et celui de la maîtrise sociale de la technologie en est un, gigantesque,- demande "un transfert permanent des descriptions d'état aux descriptions de processus au sein d'une même réalité complexe... nous posons un problème en donnant une description de sa solution. Notre tâche consiste à découvrir une séquence de processus qui produise l'état désiré à partir de l'état initial".

Ces préalables constituent l'axiomatique de la recherche.

Ière ETAPE DE LA MODELISATION

Elle consiste à identifier les éléments des systèmes technologique et politique qui vont conditionner l'appropriation, le contrôle et la maîtrise de la technologie. Elle est traduite par la **figure 1** "éléments de la problématique de la maîtrise sociale de la technologie"

- **Le système global** comprend les niveaux mondial, international, multinational, national, local. Il est le siège des problèmes qui s'agrègent et se combinent aux divers niveaux.

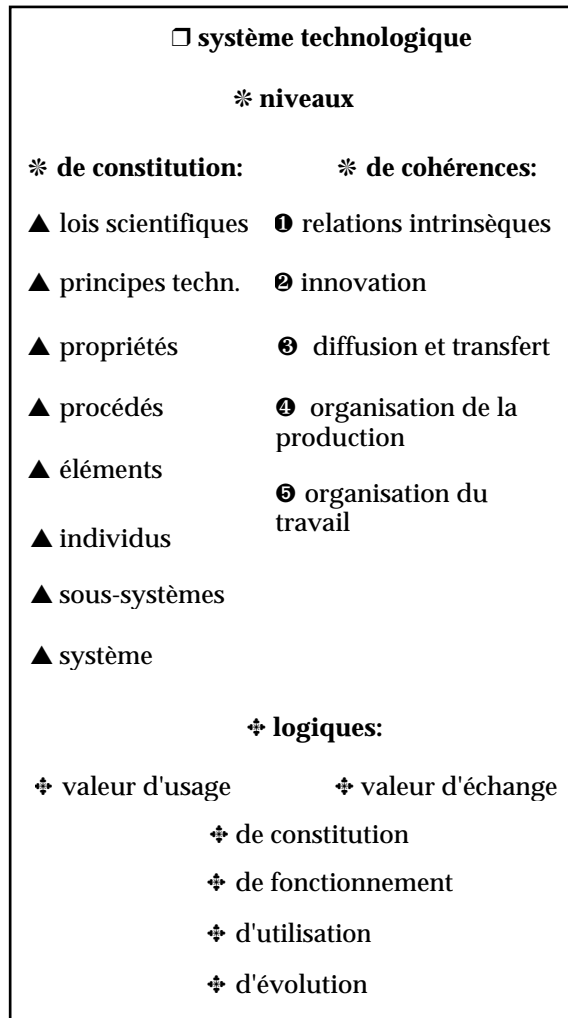
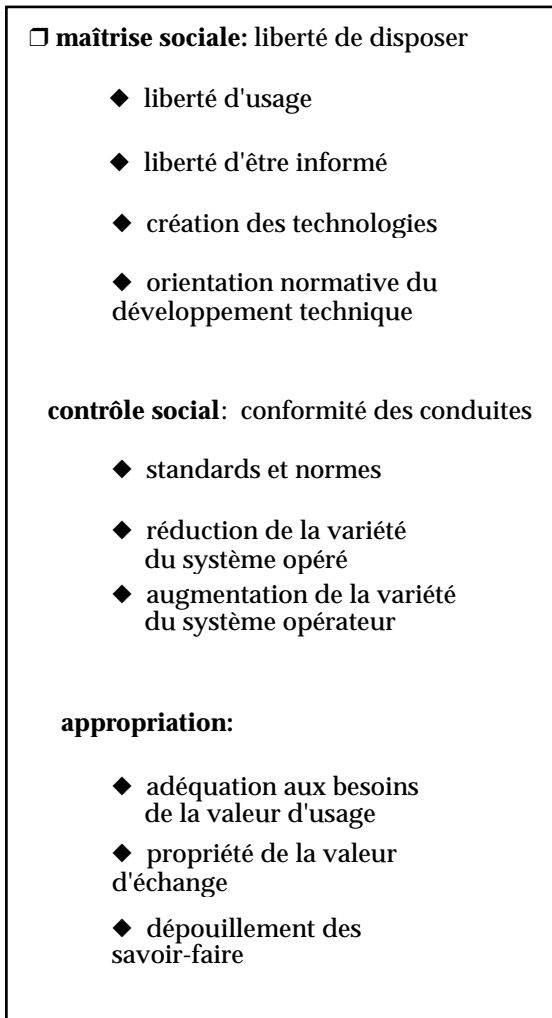
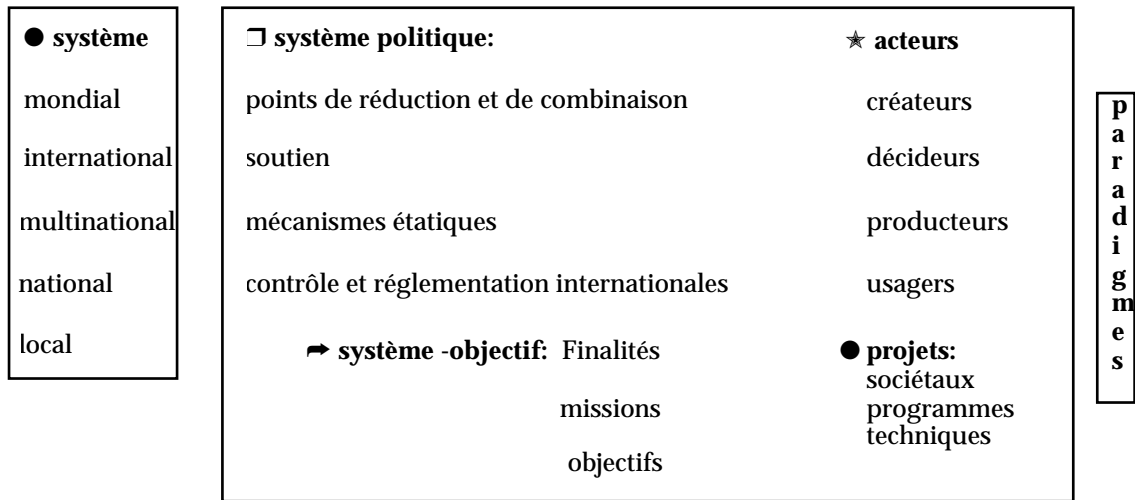
- **La hiérarchie du système mondial.**

Le système mondial est hiérarchisé. Il y a le "mondial", "l'international", le "multinational" (l'espace d'opération des firmes multinationales), le "national" et le "local" (BEAUD 87). La maîtrise sociale de la technologie dépend du niveau de régulation.

- *Au niveau mondial* il est significatif que la conscience croissante des enjeux globaux ouvre un nouveau champ des relations internationales, conduit à "la collaboration des intelligences pour explorer l'espace et l'océan, et l'utilisation du savoir obtenu au profit de l'humanité" (GORBATCHEV 87). La reconnaissance des interdépendances pénètre la pensée politique. C'est un événement considérable. Il ouvre des perspectives pour élaborer et mettre en pratique de nouvelles praxéologies politiques en correspondance avec les problèmes globaux.

- *Au niveau international* des accords régionaux à portée décisionnelle commencent à être conclus, notamment au sein de la CEE, concernant une amorce de la régulation de la technologie par la définition des standards à respecter pour préserver l'environnement. Une stratégie des mouvements sociaux pourrait consister à ouvrir des brèches dans les instances de négociation internationales les plus disposées, et ensuite d'élargir les acquis à des ensembles de plus en plus vastes. Mais ceci implique non seulement une "unité d'action" internationale des mouvements à vocation écologique, mais aussi des organisations de travailleurs et des multiples organisations non gouvernementales qui représentent les besoins et espérances de nombreuses populations.

fig 1 ELEMENTS DE LA PROBLEMATIQUE DE LA MAITRISE SOCIALE DE LA TECHNOLOGIE



- *Le niveau multinational* est celui des firmes multinationales. La technologie est internationalisée à travers le réseau des firmes multinationales, leurs filiales et entreprises sous-traitantes. Le phénomène nouveau est l'apparition de la "production partagée" (sharing production) entre entreprises et pays différents. Cette forme de production est permise par la normalisation des produits et des procédés et correspond à la taille de marchés internationaux dominés par les Firmes Multinationales. L'organisation de la production et de sa distribution échappent alors à l'instance nationale et des rapports compliqués se tissent entre les niveaux multinational, international et national. Généralement la maison-mère monopolise les fonctions de R&D et de production de l'innovation qui est ensuite transférée -ou non - au sein du réseau. Il va de soi que la régulation des flux technologiques multinationaux échappe aux entreprises et pays en état dominé. Et que les projets de "codes de bonne conduite", aujourd'hui abandonnés, ne sont que des barrières de papier. Il en va différemment dans les Etats plus forts et qui sont susceptibles de faire respecter leur législation. Malgré l'emprise de structure qu'elles exercent les FMN ne sont pas insensibles à la force de la pression de l'opinion, surtout quand elle devient internationale. Encadrée par la vigilance de celle-ci elles peuvent être un agent puissamment efficace de diffusion de technologies utiles au développement.

- *Au niveau national* il faut considérer la diversité des situations socio-politiques.

Il va de soi que les questions de la régulation et de la maîtrise technologique ne se posent pas de la même façon dans les pays industriels avancés, les membres du "club technologique" qui disposent d'un portefeuille d'innovations, et les pays de sous-développement profond qui n'ont pas d'infrastructure scientifique et technique ni de fonction de R&D.

Dans ces PVD l'alternative est d'utiliser au maximum l'espace d'action permis par leurs technologies traditionnelles à l'intérieur du système socio-culturel qui les soutient, soit d'essayer de l'élargir par une greffe -quand elle est possible- avec les technologies modernes, soit encore et plus souvent d'effectuer un transfert international de technologie. Il est clair que la maîtrise des transferts dans les conditions d'asymétrie, d'inégalités d'information et de pouvoir de négociation est impossible. Cela n'exclue pas cependant des actions de régulation visant à dégager une capacité de choix, à réduire les coûts et les clauses commerciales restrictives, à éviter la destruction des technologies de village, à libérer un espace de liberté pour la R&D. Malgré les difficultés de l'entreprise il n'est pas impossible, pour les pauvres, face à la "technopolitique" (KISSINGER) des grandes puissances, de pratiquer une "diplomatie technique".

- *Le niveau local* est celui que l'on s'accorde généralement à considérer le plus propice à une régulation de la technologie parce qu'il permet davantage la participation d'intéressés proches de leurs réalités. En fait il n'y a pas obligatoirement une situation spontanément favorable. Les demandes des populations ne trouvent pas toujours une formulation explicite, elles sont plus facilement réactives, par exemple contre l'installation d'une centrale atomique ou la traversée d'une autoroute, qu'exprimant une revendication précise en termes techniques. Il faudrait pour qu'il en soit ainsi qu'existent des conditions permissives comme un minimum de culture technique et un mécanisme local de formulation et transformation de la demande. Ces conditions sont rarement remplies.

Ainsi la formulation de demandes spécifiques n'est pas aussi aisée qu'on le pense généralement. La révolution des médias soumet les populations locales à un pilonnage d'informations qui tend à unifier les comportements et à faire reculer les spécificités culturelles. La diffusion internationale de produits et de techniques standards pousse dans le même sens. Ce qui provoque au demeurant dans de nombreuses régions de vigoureuses réactions de défense pour préserver des identités.

Ainsi les mécanismes politiques de la formulation et de la transformation de la demande peuvent être entravés par les conditions socio-économiques particulières. Le local n'est pas

ipso facto le lieu d'excellence de la démocratie. Il peut être dominé par des féodalités traditionnelles, des puissances économiques locales qui cumulent la richesse, le pouvoir des employeurs et l'autorité politique. Dans ces conditions les "points de réduction et de combinaison" (EASTON 65) sont trop sous bonne garde pour que puissent émerger des "issues" reflétant des demandes restées à l'état virtuel. Le citoyen local peut avoir une liberté partiellement aliénée en tant que consommateur et encore plus en tant que producteur. C'est le cas dans des localités où la vie économique est dépendante d'une seule entreprise, ce qui ne facilite pas pour les travailleurs l'exercice d'un droit critique sur les conditions d'organisation de la production et du travail. C'est le cas également pour les travailleurs des usines d'armement pour lesquels la conservation de l'emploi est une priorité, même si, en tant que citoyens ils aspirent au désarmement. L'expression critique qui est un fondement de la maîtrise sociale de la technologie n'est pas assurée automatiquement au niveau local. Elle n'en est pas moins nécessaire. C'est un combat.

- **Le système politique** en correspondance avec le système global et ses problèmes comprend: le procès politique de réduction et de combinaison de la demande qui transforme celle-ci en "issues" et décisions (EASTON); l'instance du soutien qui donne une assise aux projets et sans lequel les décisions ne peuvent être implantées; les mécanismes étatiques qui dans ce cas concernent la constitution de l'infrastructure scientifique et technique, la stimulation de l'innovation et de la diffusion technologiques, l'éducation technique et la formation professionnelle, la protection de la propriété industrielle, les organes et règles de négociation, etc..., mécanismes qui, généralement, ressortent de la souveraineté des Etats; les règles du jeu internationales et ses instances de contrôle; les acteurs: créateurs, décideurs, producteurs (dans l'actuelle division du travail les exécutants), les usagers; les extrants du système politique, les projets: sociétaux (actuellement absents ou effondrés), les programmes techniques, grands projets internationaux et nationaux, des myriades de micro-décisions.

La **figure 2** "*Représentation systémique du système politique*" montre le processus input-output de la transformation des demandes en "issues" et décisions.

- Une pièce majeure du système politique est le système-objectif. On peut le représenter par trois niveaux hiérarchisés: les finalités (à contenu éthique), les missions (ou buts, qui rendent opératoires les finalités), les objectifs proprement dits (qui sont définis en quantités et en temps requis) (MELESE 68).

- *Les finalités (ou valeurs)* qui s'expriment en termes éthiques sont la dimension généralement oubliée et réduite à celle des stratégies, mais qu'il faut incorporer dès lors que l'on se place au niveau de la maîtrise sociale de la technologie, qui peut être en concurrence, en contradiction antagoniste avec d'autres finalités. En voici, à titre d'exemple une liste non exhaustive, mais qui marque des différences notables d'éthique: survie de l'entreprise dans la compétition, réalisation du profit, accès à la puissance, défense du pays, amélioration du bien-être, prolongation de la vie, possession de la nature, convivialité avec l'environnement, self-accomplissement personnel et création, augmentation de l'emploi, enrichissement du travail et contrôle social.... Finalités qui peuvent ou non se combiner.

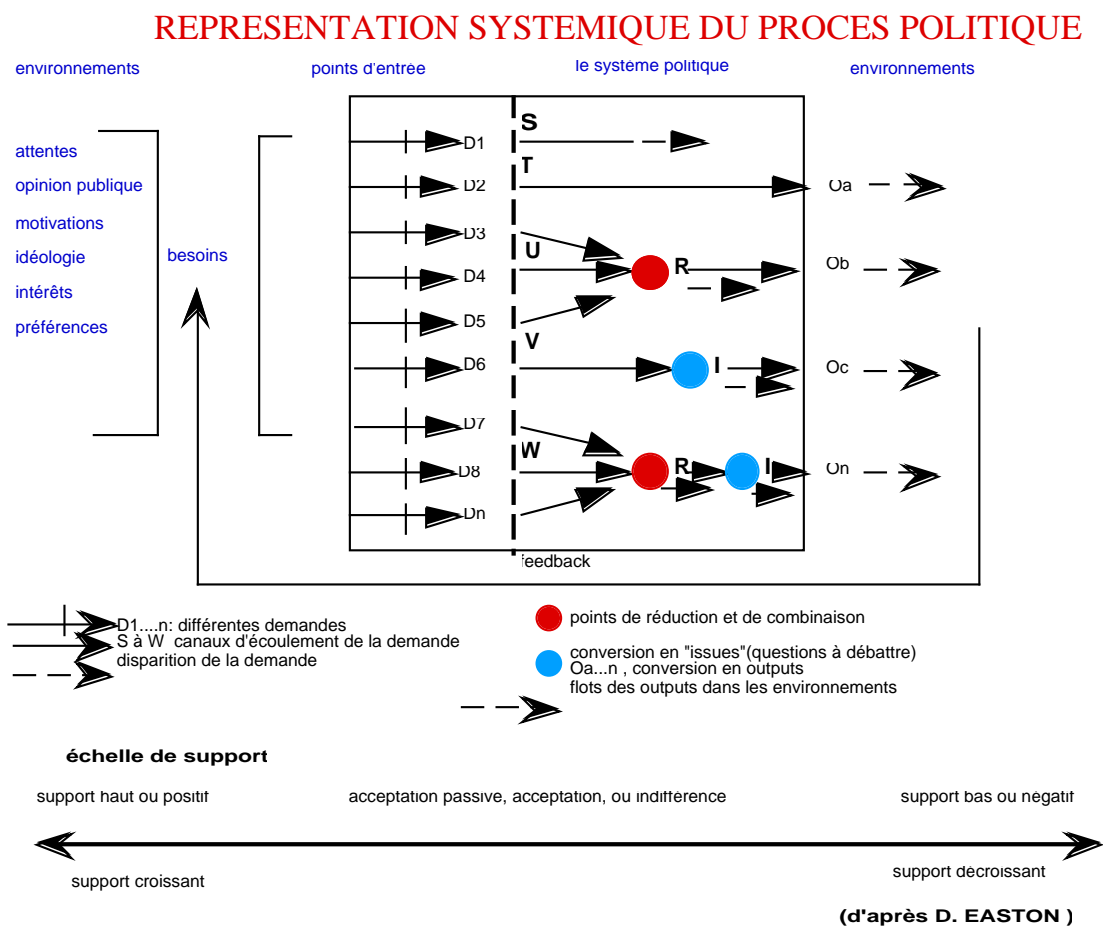
- *Les buts* transforment les finalités en missions opératoires et peuvent être divers et eux aussi de niveaux différents. Par exemple: amélioration du procédé, abaissement des coûts, réduction du personnel, fiabilité, sécurité, facilité d'utilisation, économie d'énergie, élargissement des espaces d'opération, nouveau matériau, nouvel élément technique, nouveaux objets, élimination des travaux dangereux et insalubres, création de technologies génériques ou spécifiques, transferts vertical et horizontal, technologies "propres", missions

stratégiques et tactiques de la défense nationale, diffusion technologique, percée technologique, émergence d'un nouveau secteur d'activité...Ils peuvent aussi être antagonistes entre eux.

- *Les objectifs*, dans cette terminologie, précisent les missions en quantité et durée. Exemple: réduire la taux de pollution du CO2 de 15% en 10 ans.

- Finalités, buts et objectifs peuvent présenter "horizontalement" à leur niveau respectif des compatibilités et complémentarités ou des contradictions antagonistes ou réconciliables. Mais il en est de même "verticalement", d'un niveau à l'autre. C'est pourquoi il est important d'identifier les degrés de cohérences des systèmes -objectifs, d'autant que ceux-ci ne sont pas toujours explicites, ce qui masque leurs incohérences éventuelles.

Fig 2



- *Les systèmes et régimes politiques nationaux* ont un rôle décisif dans les potentialités de maîtrise sociale. Le processus de régulation requiert un double mécanisme. Une armature étatique en charge de l'évaluation des technologies, des négociations internationales, de l'élaboration et de la mise en œuvre des grands projets, qui remplisse la fonction de "policy making", ce qui suppose des langages et méthodologies communes, conditions qui sont loin

d'être remplies, même dans les pays techniquement avancés. L'autre mécanisme est celui du processus politique proprement dit, c'est-à-dire la transformation des besoins en demandes et décisions, qui suppose l'existence de "points de réduction et de combinaison" de la demande qui, dans les pays démocratiques sont, en principe, constitués par les assemblées élues, les partis politiques, les syndicats et autres associations. Cela est loin de donner les résultats espérés, mais s'il n'est pas sûr qu'un pays démocratique, ne serait-ce que par la dérégulation causée par la compétition internationale, puisse maîtriser socialement la technologie, il est certain qu'un pays qui ne l'est pas ne le pourra jamais.

- **Des paradigmes**, issus du monde des idées et des représentations mentales, orientent le comportement des acteurs, et particulièrement des créateurs et des décideurs. Le paradigme concerne le monde des idées, de la représentation mentale et la conduite de conformité sociale qui en découle. Ce sont "des ensembles de nouveaux principes de gouverne qui finissent par devenir le sens commun des dirigeants d'entreprises et des ingénieurs au cours de chaque phase importante d'évolution" (FREEMAN). Ainsi la révolution micro-électronique et informatique constitue un changement important de paradigme. Le paradigme est une sorte de "conscience transversale" qui pénètre tous les stades de la politique technique qu'on peut, par ailleurs, conceptualiser, non seulement par niveaux de développement mais par "niveaux de conscience", dont la maîtrise sociale est le plus élevé. D'où l'intérêt d'étudier les conditions de rupture et d'émergence des paradigmes.

- **Le système technologique**

L'entendement du système technologique est fondé sur trois hypothèses connectées. Celles de l'existence de niveaux de constitution et de niveaux de cohérences qui s'articulent sur les logiques de la valeur d'usage et d'échange et dont la combinaison conduit à des logiques de constitution, d'utilisation, de fonctionnement et d'évolution.

- **Les logiques**

La valeur d'usage et la valeur d'échange, catégories les plus générales de l'économie politique, ont des logiques qui sont à la base de la constitution, du transfert, de la reproduction, de l'évolution de la technologie.

- *La valeur d'usage* est définie par des propriétés physiques, chimiques, biologiques, des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles. Elle incorpore des contenus pratiques (les activités, l'expérience de production et d'utilisation, des savoir-faire, des savoirs incorporés dans les moyens de production et objets de travail), et des contenus théoriques, abstraits, (la connaissance, le savoir comme organisation méthodique des connaissances, la production de savoir). Dans une société marchande, la valeur d'usage est l'ensemble des propriétés spécifiques d'une marchandise qui la rend apte à satisfaire un besoin social déterminé. Il y a une double relation entre besoins et valeurs d'usage. Nos besoins, et partant nos satisfactions et insatisfactions, se déterminent par référence aux valeurs d'usage disponibles dans la société, tandis que les besoins, à travers les mécanismes de réduction, de combinaison, de transformation de la demande en décisions, puis en activités, orientent l'évolution des valeurs d'usage. La technologie confère ses qualités d'usage aux produits et concerne la manière de les produire. La réflexion sur sa maîtrise sociale intègre nécessairement la dimension du débat entre l'opposition offre des produits orientation des besoins, orientation des valeurs d'usage des produits expression des besoins.

- *La valeur d'échange* est l'autre terme de l'unité dialectique qui caractérise la marchandise. C'est le rapport quantitatif déterminé qui s'établit dans l'échange entre valeurs d'usage d'espèce différentes et qui est du ressort de l'économie politique.

L'échange composite qui régit les transferts technologiques est "un mixte de transferts libres et réciproques d'utilités et de relations de pouvoirs qui exprime logiquement la relation économique qui est, essentiellement, un conflit-coopération, une lutte-concours" (PERROUX).

Les logiques des valeurs d'usage et d'échange subordonnent les activités des agents sociaux qui créent, développent, reproduisent, transfèrent, diffusent ou gardent captives les technologies. Ces agents sociaux opèrent en tant qu'unités actives capables d'agir sur leurs partenaires et de transformer leur milieu. Les unités actives disposent d'un espace de décision, créent un espace d'opération et sont limitées par les intersections d'espaces d'autres opérateurs à un espace d'opération maximum. Elles exercent une influence inégale sur les valeurs d'usage et d'échange. Cette action d'influence peut se transformer dans certains cas en emprise de structure qui se manifeste, notamment, dans le contrôle des technologies.

- *La logique de constitution* concerne le croisement de la socio-économie de la technologie et sa structure "physique", sa cohésion et ses cohérences, la complexité et la variété du système. Elle contient donc des relations intentionnelles, les projets des acteurs, et des relations inintentionnelles, les lois de la nature, les invariants et contraintes physiques.

- *La logique d'utilisation* concerne les normes d'utilisation, de facilité d'usage, de coûts, de fiabilité, de précision, de vitesse, de maintenance. Elle est soumise aux variables du marché. Elle opère et est opérée par les organisations de la production et du travail, les intérêts des producteurs, les contenus et configurations des métiers, la sociologie des relations professionnelles. Elle contient aussi des relations intentionnelles, les demandes et réactions des utilisateurs. Celles-ci ne sont pas une acceptation passive de l'objet technique qui peut être rejeté ou détourné de l'usage prévu par les techniciens. L'offre technologique et les usagers peuvent se trouver dans un champ conflictuel. L'usage est souvent une négociation entre "l'homme porteur de son projet et l'appareil porteur de sa destinée première". La logique d'utilisation est évidemment soumise aussi à des relations inintentionnelles, aux lois "physiques" et celles de la société.

- *La logique de fonctionnement* concerne l'organisation intrinsèque du système technologique, l'autonomisation relative de sous-systèmes, l'auto-organisation et l'ouverture versus la fermeture des composants du système, les niveaux d'organisation des objets techniques. Elle contient une partie inintentionnelle liée aux contraintes physiques du système mais qui est opérée par le contrôle social et le procès de décision, mixte de relations intentionnelles et de lois de la société.

- *La logique d'évolution* est le produit des logiques précédentes. Elle exprime des continuités et des ruptures. Elle contient une partie intentionnelle, les projets pour modeler l'avenir, une partie inintentionnelle, les héritages, les "tendances lourdes", les pesanteurs sociologiques et les contraintes de toute nature. La prospective doit prendre en compte les relations entre la structure à opérer et les projets, l'anti-fatalité de ceux-ci et les degrés de liberté disponibles dans un horizon de temps donné. On notera que des projets issus de nouveaux paradigmes créent une boucle récursive, l'avenir projeté est susceptible, dans des limites et sous contraintes inéliminables, d'opérer les logiques de constitution, d'utilisation et de fonctionnement. C'est l'enjeu de la maîtrise sociale de la technologie. Dès lors se posent les questions: comment rendre effectives les relations intentionnelles ? est-il possible d'éliminer,

de transformer des relations inintentionnelles, de maîtriser des contraintes, ce qui reviendrait en définitive à modifier la structure du système?

On notera aussi les inter-relations entre les logiques dont la séparation est évidemment de caractère analytique.

- **Les niveaux de constitution** de "l'arche technologique" sont : les lois scientifiques, les principes technologiques, les propriétés, les procédés, les éléments, les individus, les sous-systèmes, le système technologique. La combinatoire de l'ensemble est immense. Il existe actuellement 6 millions de termes technologiques. Les éléments ne sont pas en nombre fini comme dans la table de Mendeleef, ils peuvent être créés, ce qui accroît leur capacité combinatoire. Cela signifie que le nombre des "espèces" artificielles est désormais du même ordre de grandeur (10⁶) que celui des espèces végétales, animales et minérales. La technosphère est ce phénomène massif et croissant capable maintenant d'opérer la biosphère. Il convient d'en comprendre les "lois" physiques de constitution et d'établir sa taxinomie.

- **Les niveaux de cohérences** sont ceux des relations intrinsèques des technologies, de l'innovation, de sa diffusion, de l'insertion des technologies dans l'organisation de la production, de l'insertion sociale des techniques par la médiation des savoir-faire et donc du travail humain. Dans cette conception les cohérences lient des parties compatibles, des programmes disponibles dans les "processeurs" et qui se différencient. Elles autorisent des différenciations, donc des adaptations et évolution du système. La modification des flux technologiques, mis en action par les champs de force socio-politiques et culturels, peut conduire à des ruptures de stabilité.

Ces hypothèses de cohésion et de cohérences permettent de saisir la dialectique de la stabilité et de l'évolution du système technologique. Un système technique ne peut se constituer et se maintenir que quand il a une cohésion qui requiert l'existence de forces cohésives au niveau des valeurs et des systèmes socio-politiques. Il ne peut évoluer, muter et donner naissance à un autre système que s'il manifeste des cohérences aux niveaux du système technique lui-même et de ses articulations avec l'organisation de la production et du travail.

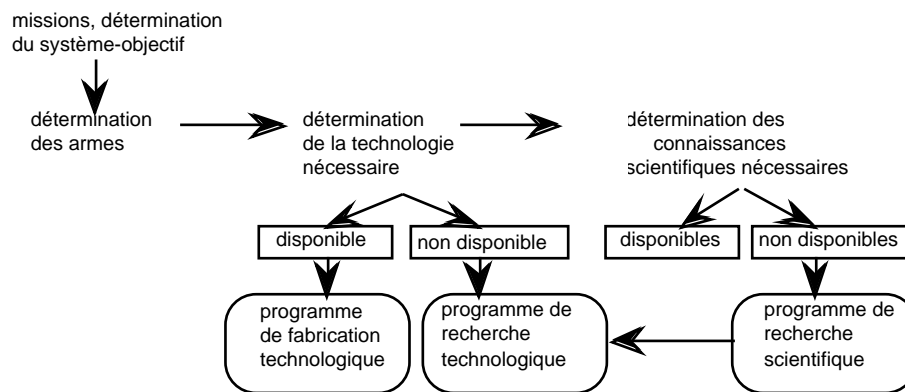
Dans une hypothèse cinq niveaux de cohérence ont été considérés: les relations intrinsèques de la technologie, l'innovation, la diffusion et le transfert technologiques, l'organisation de la production, l'organisation du travail. (GONOD 88) Bien évidemment d'autres représentations sont concevables.

- *Le premier niveau* est celui des lois scientifiques et principes technologiques qui s'imposent comme réalités objectives. Il est opéré par les programmes de recherche. Le système scientifique, bien qu'auto-organisé, n'a pas de plan. La découverte aujourd'hui est un mixte de hasard et de mécanismes organisés. Les problèmes de la société orientent une part de l'activité scientifique. L'organisation de la recherche scientifique militaire suggère des méthodologies encore peu utilisées à des fins civiles. Les matrices successives de transformation "missions-disponibilités technologiques- recherche scientifique" permettent partant d'un but de s'assurer si une technologie existe. Si ce n'est pas le cas on établit un projet, les connaissances scientifiques pour le réaliser sont ou non disponibles. Dans le cas négatif on déclenche une recherche. Le mouvement est donc:

identification de la mission et des objectifs → technologie → science.

La figure 3 "matrices de transformation mission-technologie-science" résume le mécanisme organisationnel.

fig. 3 METHODOLOGIE MILITAIRE DE TRANSFORMATION DES MATRICES MISSION-TECHNOLOGIE-SCIENCE



Le même mécanisme orienté est possible en dehors du militaire. La difficulté essentielle est la fixation des objectifs. Les finalités sont généralement d'ordre éthique, pour qu'elles deviennent opérationnelles il faut qu'elles soient transformées en missions et objectifs. Il appartient au système politique d'effectuer cette transformation des "inputs" exprimant besoins et espérances en "outputs" décisionnels par l'intermédiaire des mécanismes de réduction des demandes en "issues". Ce qui nécessite des "points de réduction et de combinaison" où négocient les partenaires sociaux.

Un "projet sociétal", pour aussi indispensable soit-il au niveau des finalités ne dispenserait pas pour autant de cette fonction essentielle du système politique. A ce propos on remarquera que dans nos sociétés complexes, un projet ne peut plus se nourrir seulement de l'idéologie et du prophétisme. Encore moins être octroyé par une instance politique. Il appartient par contre au système politique d'en préparer l'éclosion, de fixer des hypothèses, des cadres de réflexion, et des objectifs temporaires, de prendre des décisions qui permettent des cheminements flexibles. Car un projet de société (civile) ne peut être déterminé que par un processus itératif. Il suppose une intégration, des multiplications et réductions de projets, des re-combinaisons exprimant les inter-relations des groupes et des individus, un sentiment d'identification progressive et d'adhésion à un système de valeur en reconstitution. La réorientation de la science et de la technologie, maintes fois proclamée sans succès, n'a de chance de se faire que par sous la double condition de la mise en œuvre de mécanismes politiques adéquats soutenus par un puissant mouvement de la société elle-même. Autre condition permissive: un niveau minimum de culture technique des masses participantes.

On évoquera ici seulement pour mémoire les autres niveaux.

- *Le second niveau* est celui de l'innovation. Les entrées dans le système technologique sont d'une prodigieuse multiplicité et donnent l'impression d'un puissant désordre. Au niveau de l'innovation la nécessité introduit un ordre. Le processus de l'innovation est soumis à des cohérences intrinsèques et extrinsèques, aux champs de force de la créativité, mais aussi aux

pressions de conformité, aux auto-censures préalables induites par l'état des marchés, à la "résonance du marché" qui est un attracteur mais qui joue aussi un effet-filtre, aux orientations et aux blocages de la logique des coûts de la production et de la rentabilité, des relations hiérarchiques dans les entreprises.

Peut-on modifier cet ordre qui concerne des myriades d'innovations isolées afin qu'il permette contradictoirement la multiplication des innovations considérées utiles et facilite l'avortement de celles qui sont nuisibles, voire dangereuses? Si l'on se souvient que l'innovation est par définition "la première application d'un produit ou d'un procédé nouveau avec un succès commercial", pour qu'elle existe il faut, en principe, qu'elle soit cohérente avec la logique de l'environnement socio-économique. Une censure renforcée apparaît donc une idée naïve, irréalisable et, dans une certaine mesure, dangereuse. Il faudrait plutôt limiter le rôle des filtres qui empêcheraient l'apparition d'innovations qui correspondraient à des changements voulus de la logique socio-économique. Si un "niveau de conscience" élevé comme l'exigence de la "maîtrise sociale" de la technologie parvenait à se développer suffisamment, il exercerait à son tour une pression de conformité qui induirait les comportements des créateurs et des décideurs de l'innovation. La production de "technologies propres", en particulier relève sans doute plus de la pression de l'opinion que de la législation, au demeurant nécessaire. S'il ne faut pas entraver l'innovation on peut cependant créer les conditions propices à l'éclosion de technologies désirées.

Une *activité normative* importante est celle des grands programmes scientifico-technologiques, tels ceux engagés au sein de la CEE, le programme Eureka par exemple. Qu'il s'agisse de l'espace, des télécommunications, de la biotechnique, de la HDTV ou de l'informatique, ces programmes sont la manifestation de l'âpreté de la concurrence et de la tentative d'échapper à la domination japonaise et américaine. S'ils témoignent d'une volonté défensive et réactive, et pourquoi pas, par la suite d'une ambition offensive, ils sont moins auto-déterminés que conditionnés par les projets adverses, qu'ils conditionneront peut-être à leur tour ultérieurement. Les programmes de fabrication "sur mesure" des matériaux composites sont un exemple d'une maîtrise auto-déterminée par les possibilités intrinsèques de la chimie et par le volontarisme.

- *Le troisième niveau* est celui de la diffusion et du transfert technologiques. les systèmes technologiques ne se constituent qu'au terme de la diffusion d'innovations technologiques dans les systèmes productifs. C'est avec les mécanismes des transferts que le système technologique se concrétise et est puissamment opéré par les systèmes économiques et politiques, par la logique de l'échange composite, du conflit-coopération et des rapports de force entre partenaires, émetteurs et receveurs de la technologie. Tout transfert technologique implique deux conditions: un projet commun négocié entre récepteur, l'existence d'au moins une asymétrie entre les partenaires: l'un désire acquérir une technologie qu'il n'a pas et qui est possédée par l'autre. Comme il a été dit, la libre disponibilité n'existe pas pour les technologies protégées et transférées. La socialisation de la technologie franchit ici une étape supplémentaire, où jouent à plein le contrôle et l'appropriation. Le respect, obligé, des règles du jeu de la propriété industrielle et intellectuelle est compatible avec les incitations à diffuser les technologies évaluées socialement positives et à freiner, voire interdire, celles qui présentent des dangers. Les moyens d'action sont multiples. Ce niveau est sans doute un carrefour pour la régulation du système technologique, il permet une action préventive sans pour autant stériliser le flot de l'innovation. Il ne faut pas cependant en dissimuler les difficultés. La question de l'évaluation sociale n'est résolue, ni théoriquement ni pratiquement. La sanction du marché reste le primat des critères. L'évaluation ex-ante des conséquences d'une innovation peut s'avérer infaisable tant qu'elle n'a pas un certain degré de

diffusion. Enfin il s'avère souvent impossible d'envisager les applications futures d'une technologie (ex. le laser). Il est plus facile d'encourager l'adoption mimétique que de provoquer des changements d'applications (transferts "horizontaux") qui amorcent de nouvelles innovations.

- *Le quatrième niveau* est celui de l'organisation de la production. Il y a un rapport de constitution entre les technologies et les systèmes de production, puisque les premières font partie des seconds. Là aussi se manifeste une boucle récursive. Les technologies incorporées, "capitalisées" et "incarnées", en bref les moyens de production, sont composants des systèmes industriels, agricoles, ou de services, mais ceux-ci jouent un rôle orientateur et régulateur de l'innovation et du transfert technologiques. Il y a probablement un rapport, par exemple, entre la saturation des économies d'échelles dans certaines industries et le mouvement de "scaling-up innovation". La question se pose si le mouvement constaté de "scaling-down innovation", la miniaturisation micro-informatique notamment, est une condition permissive de nouveaux développements industriels. Il entraîne des phénomènes ambigus: d'une part, le raccourcissement des séries de production et la diversification des fabrications, ce qui a conduit à parler de "démassification", d'autre part, il n'exclue pas la production de masse et le "hardware" informatique est lui-même un de ses produits. La décentralisation des unités de production et la réduction de leur taille ne sont pas incompatibles avec la concentration de la propriété. Dès lors l'autonomie de décision des unités intégrées est le plus souvent limitée par la stratégie de la grande entreprise. C'est ce qui rend difficile la régulation technologique à la base. Dans une autre logique socio-économique il n'est toutefois pas impensable d'envisager que la taille des installations, le type de technologie en correspondance, puissent faire l'objet d'un débat avant les décisions d'investissement entre les partenaires sociaux, opérateurs des entreprises bien sûr, mais aussi avec la population locale.

- *Le cinquième niveau* est celui de l'organisation du travail. Le développement du capitalisme et des sociétés étatiques montre qu'il a eu d'autres finalités que l'organisation du travail, ce sont le profit, l'accumulation du capital, la puissance... En caricaturant on peut dire que l'organisation du travail a été considérée par les décideurs comme un facteur résiduel ou une variable d'ajustement. Le retournement historique à opérer est qu'elle devienne une donnée, qu'elle s'autonomise davantage en fonction d'autres fins, qu'elle opère par une rétroaction "remontante", les autres niveaux de cohérences: les systèmes de production, les transferts et l'innovation technique, et en définitive le système technique dans son ensemble. Ce mouvement se dessine dans certains pays capitalistes les plus développés. Les chocs sur les marchés de l'emploi, l'exigence d'une meilleure formation professionnelle, d'un intérêt dans le travail, la réduction des horaires, la prise de conscience des possibilités de bifurcations des systèmes de production liées à leur complexification, des potentialités de changements introduites par les nouvelles technologies, la puissance grandissante des besoins d'épanouissement en dehors du travail, créent une convergence pour d'autres perceptions de l'organisation du travail.

- Mais ce processus de transformation ne peut pas se produire spontanément ni rapidement. En effet au sein de la grande boucle récursive technologie-travail, qui comprend des "processeurs" actifs à rythmes différents: l'information, l'innovation, les transferts technologiques, la production des machines, l'organisation de la production, le rythme d'évolution des systèmes du travail est le plus lent. Il peut être activé ou freiné par les rapports de classe existants, les projets compatibles ou antagonistes des acteurs sociaux.

- Le centre de gravité de la mutation à opérer est celui où ont lieu les négociations professionnelles. C'est là où doivent être discutées et négociées les nouveaux "patterns" de l'organisation de la production et du travail. Des faits annonciateurs et sans doute "porteurs d'avenir" sont les exemples de négociations salariales ex-ante qui se substituent aux relations

professionnelles ex-post, où il s'agit d'aménager les conséquences des organisations décidées, mises en place unilatéralement, et qui ont donc un contenu exclusivement défensif.

• **La maîtrise sociale, le contrôle social et l'appropriation de la technologie** sont dans le modèle à l'interface du système technologique et du système politique.

- La maîtrise sociale, comme "liberté de disposer" comprend la liberté d'usage, la liberté d'être informé, la création des technologies, l'orientation normative de la technologie.
- Le contrôle social, comme "conformité des conduites", comprend les standards et les normes, la réduction de la variété du système opéré, et l'augmentation de la variété du système opérateur.
- L'appropriation comprend l'adéquation aux besoins de la valeur d'usage, la propriété privée de la valeur d'échange, le dépouillement des savoir-faire.

La figure 4 "*mapping des articulations principales des éléments*" établit une carte primaire des relations entre les composants du modèle. Cette représentation est simplifiée. Une vue moins incomplète incorporerait, d'une part, les sens positifs et négatifs des processus, d'autre part, découplerait celles-ci en relations intentionnelles et inintentionnelles.

La figure 5 "*instrumentation pour la maîtrise sociale de la technologie*" marque la seconde étape de la recherche, celle de l'analyse des instruments et des moyens d'action au service de la maîtrise.

fig. 4

"MAPPING" DES ARTICULATIONS PRINCIPALES DES ELEMENTS

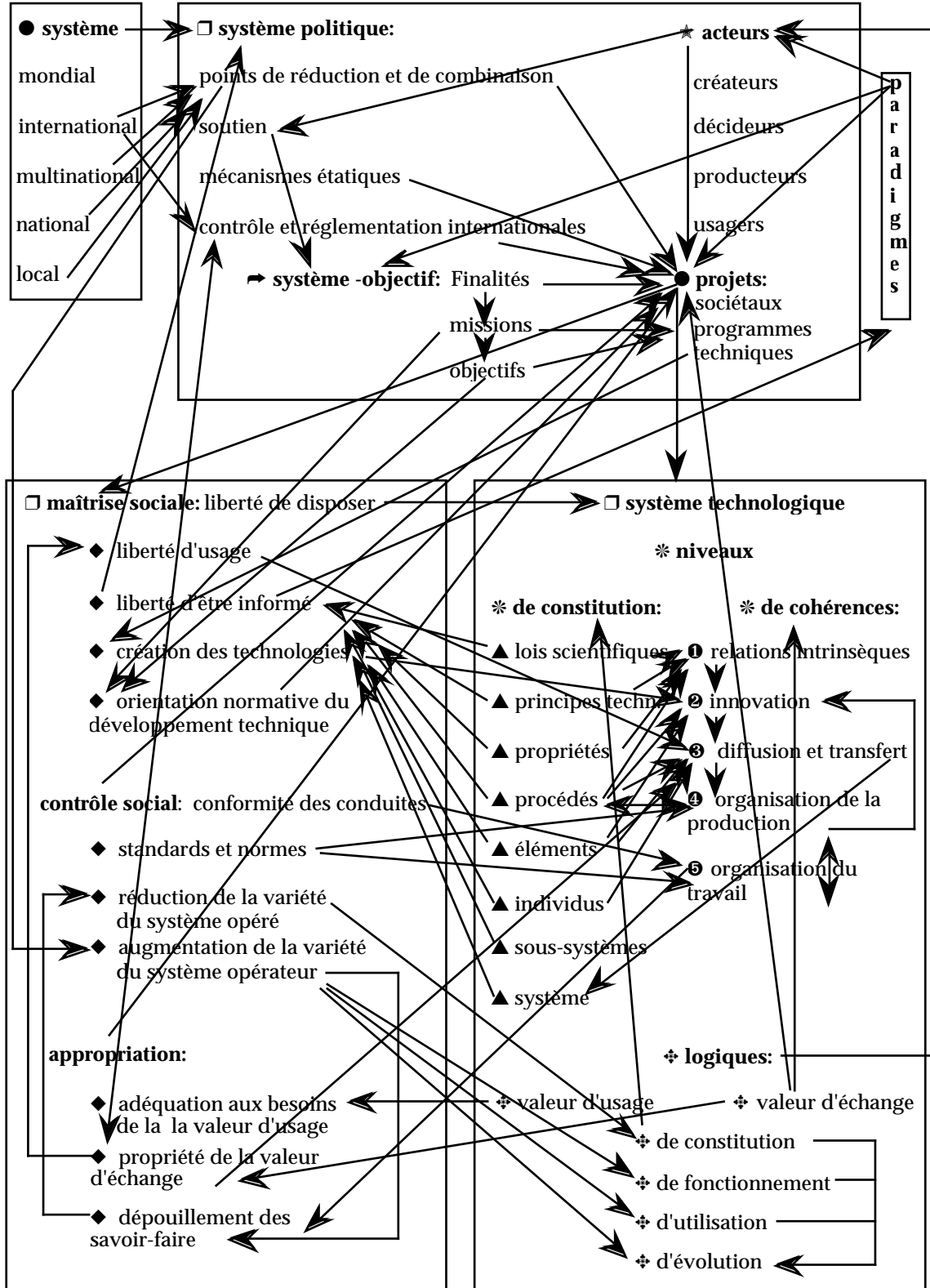
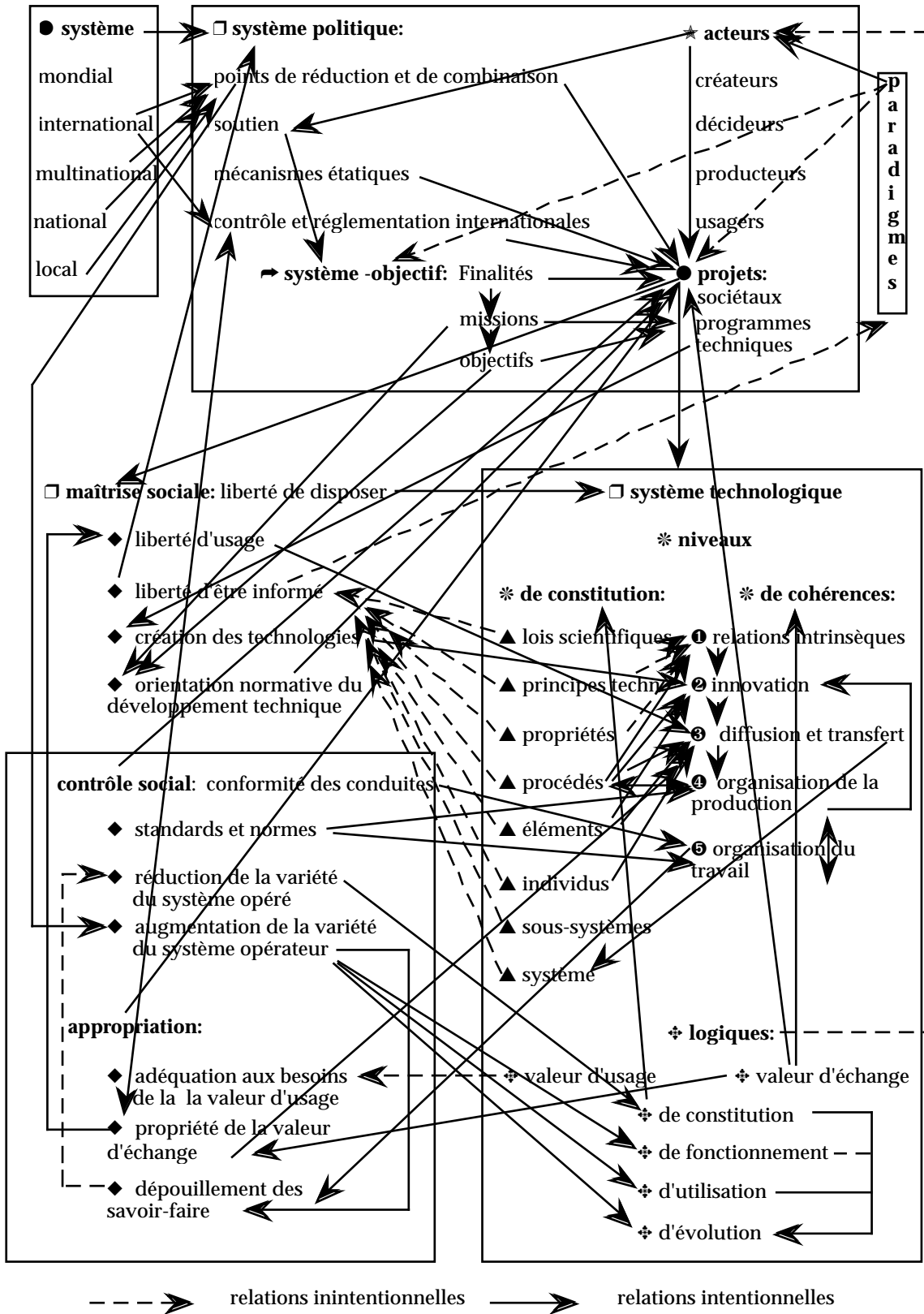


fig 5

RELATIONS INTENTIONNELLES ET ININTENTIONNELLES



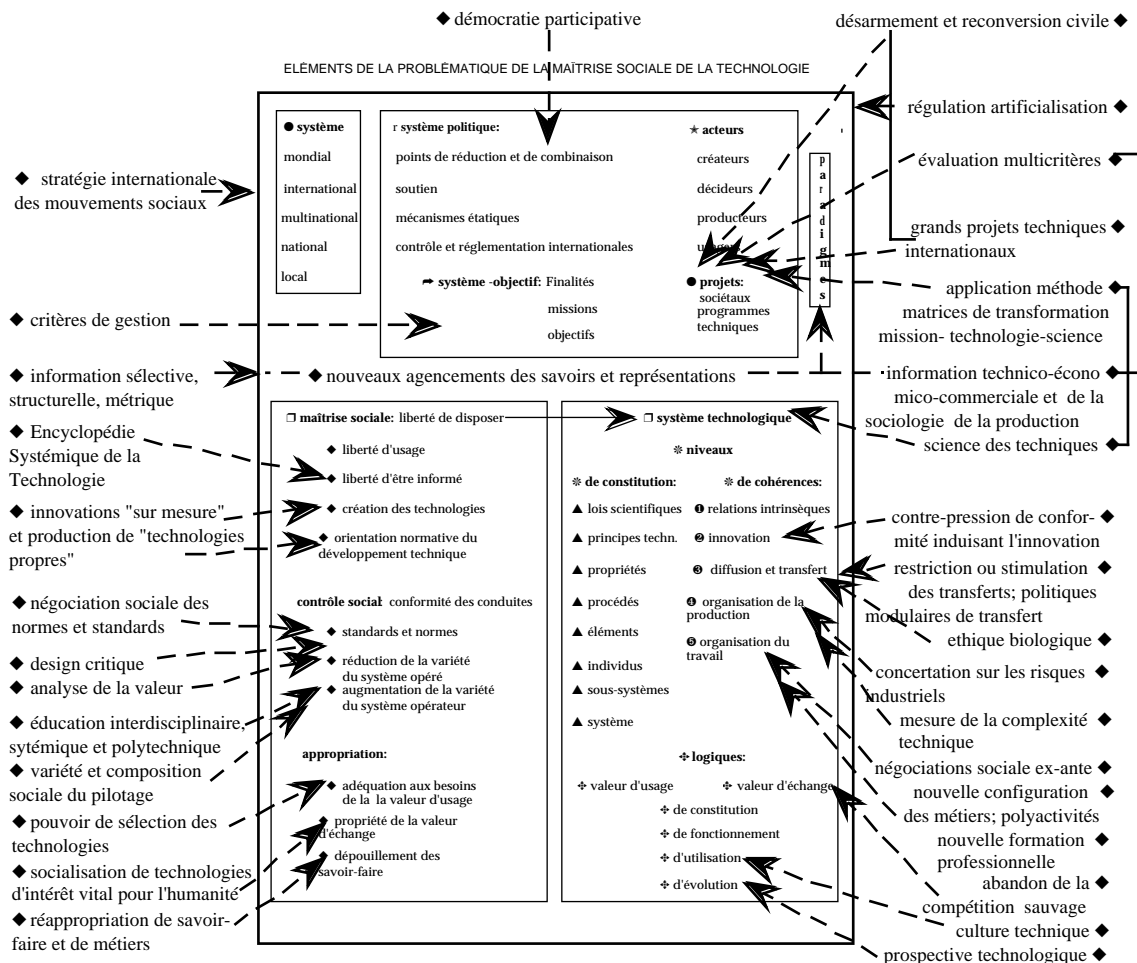
II EME ETAPE DE LA MODELISATION: LES INSTRUMENTS

Les bonnes intentions, les espérances populaires, voire les politiques bien élaborées dans leur principe ne suffisent pas. Généralement entre les politiques et leur implantation il n'y a rien. C'est ce vide qu'il faut combler.

Il y a une autre considération. Si l'on se représente la maîtrise sociale comme résultat de la combinaison de multiples boucles récursives, celles-ci comprennent toute une série de moyens d'action. Ces instruments doivent être créés quand ils n'existent pas, articulés, orchestrés dans une partition complexe par l'instance politique et le soutien des peuples. C'est cette orchestration nécessaire des instruments qui justifie l'épithète "d'instrumentation". On trouvera ci-dessous une première identification des outils qui correspondent au "niveau de conscience" de la maîtrise sociale de la technologie.

La figure 6 "Instrumentation pour la maîtrise sociale de la technologie" marque la seconde étape de la recherche, celle de l'analyse des instruments et des moyens d'action au service de la maîtrise.

fig 6 INSTRUMENTATION POUR LA MAITRISE SOCIALE DE LA TECHNOLOGIE



•Niveaux d'opération des instruments

- Les instruments considérés susceptibles d'être utilisés au niveau du système politique sont: la démocratie participative, la stratégie internationale des mouvements sociaux, la régulation de l'artificialisation, le désarmement et la reconversion civile, les grands projets techniques internationaux, l'évaluation multicritères des projets, l'application de la méthode des matrices de transformation mission-technologie-science.
- La constitution d'une information sélective, structurelle et métrique (MACKAY 69) est une des conditions de nouveaux agencements des savoirs et représentations appelés à opérer au niveau des paradigmes.
- A la hauteur du système technologique , l'instrument principal est la technologie, définie comme la science des techniques, et dont la fonction est de comprendre le système et de l'orienter. A l'intérieur de celui-ci et au niveau des logiques, l'abandon de la compétition sauvage, c'est-à-dire une régulation économique internationale, est l'instrument pour opérer la valeur d'échange. L'élaboration et la diffusion de masse d'une culture technique sont les outils permettant d'agir sur la logique d'utilisation et de constitution, la prospective technologique sur la logique d'évolution.

Au niveau des cohérences des contre-pressions de conformité sont susceptibles d'induire l'innovation. La diffusion et les transferts technologiques peuvent être influencés par des politiques stimulantes ou restrictives, en matière industrielle la maîtrise par les PVD des transferts internationaux peut être facilitée par une politique d'apprentissage de transferts modulaires. L'éthique biologique est le nouvel et puissant régulateur de la diffusion des innovations scientifiques et techniques de l'ingénierie génétique. La prise en considération dans la conception et le design des installations industrielles des risques pour l'environnement et la santé peuvent réduire ceux-ci. La mesure de la complexité technologique est un outil pour les décisions stratégiques d'investissement et leur adéquation avec les contenus et la pédagogie de la formation professionnelle. La détermination de nouvelles configurations des métiers, l'orientation vers des polyactivités, les négociations professionnelles ex-ante, sont des instruments pour modifier les organisations de la production et du travail.

- Le niveau de l'association maîtrise sociale-contrôle-appropriation de la technologie est à la fois opéré et opérateur. Il résulte des logiques associées qui conduisent au contrôle et à l'appropriation par des acteurs sociaux, des objectifs et stratégies de ceux-ci. A leur tour contrôle et appropriation opèrent le système technologique. Si au niveau politique la maîtrise sociale est la mission assignée au système-objectif, il faut mettre en œuvre des instruments qui opéreront l'association maîtrise-contrôle-appropriation. Les boucles du processus correspondant peuvent être schématisées ainsi:

Logiques des lois de la nature et de la société →	logiques du système technologique →
stratégie des acteurs →	contrôle-appropriation →
technologique →	mission de la maîtrise sociale au niveau du système-objectif du système
politique →	instruments →
niveaux de constitution et de cohérences du système technologique →	etc....

Les principaux instruments envisageables sont: **l'Encyclopédie Systémique de la Technologie**, vaste projet pour le XXIème siècle, destiné à procurer la "liberté d'être informé" et à agir sur la création des technologies, à procurer des informations sélectives et structurées pour les procès d'évaluation et de décision ainsi que pour l'éducation technologique et de nouvelles configurations des métiers; les projets d'innovation "sur mesure", de matériaux à la commande, de "technologies propres", et, plus généralement, tous les programmes d'orientation normative du progrès technique; l'éducation interdisciplinaire, systémique et polytechnique augmentant la variété du système opérateur; cette dernière peut être obtenue aussi par des modifications sociologiques telles que la démocratisation de la composition des équipes de pilotage; le mouvement opposé, la réduction de la variété du système opéré peut être déclenché par le design critique et l'application de l'analyse de la valeur permettant d'éliminer des gaspillages sociaux, d'établir des concordances avec les besoins sociaux, de concevoir des objets dont les matières puissent être recyclées ou récupérées; les standards et les normes, dispositifs essentiels du contrôle, devraient faire l'objet d'un mécanisme organisé de négociations sociales aux différents niveaux du système global, de l'entreprise au plan international; la "liberté de disposer" de technologies en adéquation aux besoins spécifiques, locaux ou nationaux, requiert un pouvoir de sélection qui, à son tour, nécessite une information structurée et des mécanismes organisés d'évaluation et de décision du transfert et de l'innovation technologiques; la socialisation de technologies d'intérêt vital pour l'humanité - par exemple celles contribuant à la destruction de la couche d'ozone- est un régulateur de l'appropriation privée de la valeur d'usage; l'enrayement du mouvement séculaire des savoir-faire et de leur algorithmisation dans le capital fixe et l'information incorporée dans leur fonctionnement, appelle une réappropriation des savoir-faire dans les nouvelles conditions de cohérences du système technologique.

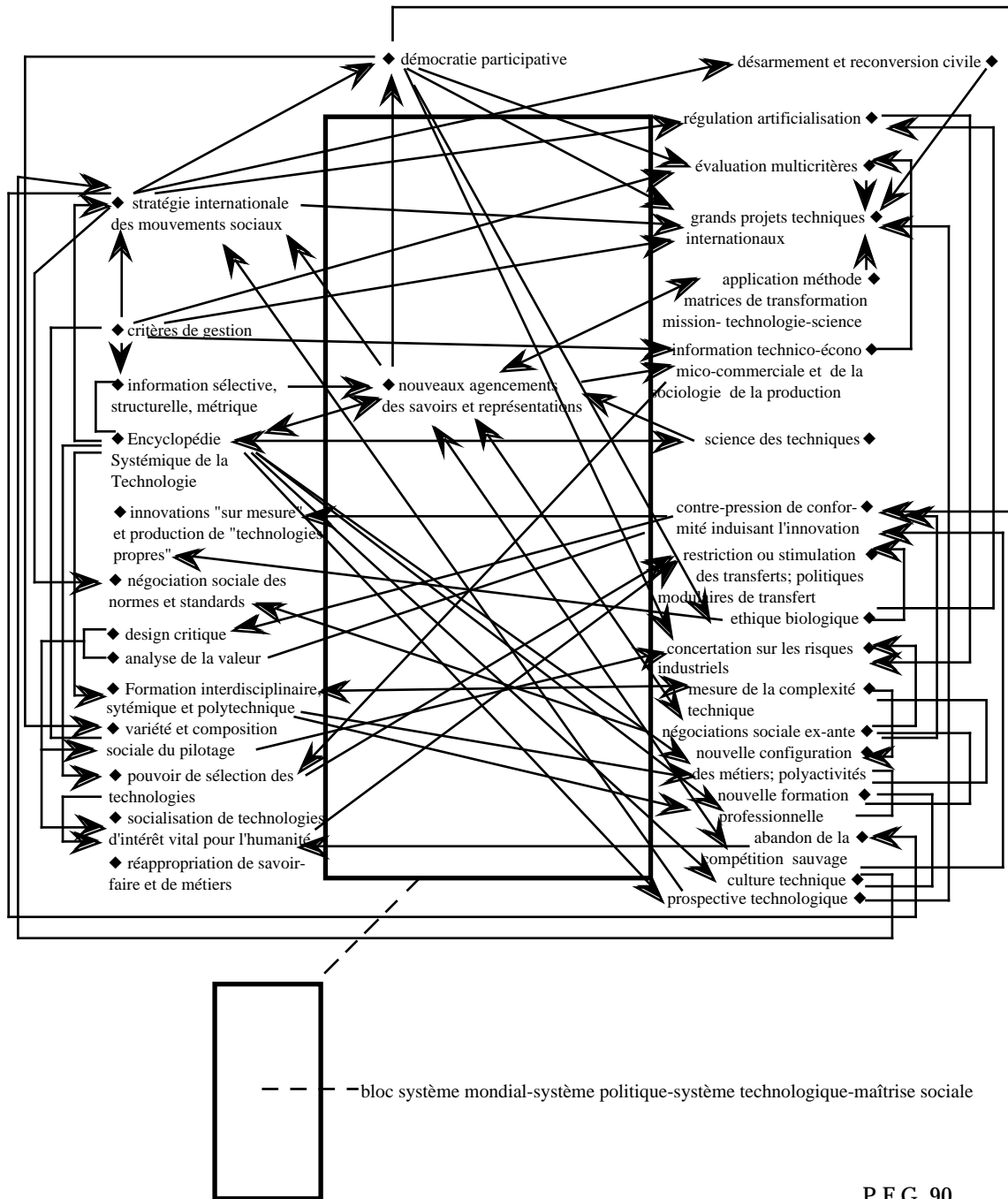
Ainsi on aboutit à une première représentation des points d'action des instruments sur les niveaux et éléments du bloc système global-système politique- système technologique-maîtrise sociale.

- **La figure 7** "*articulations principales des instruments*" retrace les relations existantes entre les instruments. En effet la plupart d'entre eux ne sont pas indépendants et ont des liaisons organiques ou/et fonctionnelles, des rapports d'ordre simultanés ou séquentiels. Ils forment une arborescence complexe, hiérarchisée, où se manifestent des relations causales, circulaires, téléologiques, des "feed-backs vrais, des boucles récursives qui s'articulent sur celles des éléments de la problématique de la maîtrise sociale. C'est cet écheveau qu'il faut démêler pour définir et mettre en œuvre des politiques ayant la variété requise et la durée nécessaire pour dominer l'ensemble des systèmes en interaction.

- On notera que la combinatoire des instruments élève la variété instrumentale. Le résultat de leur arrangement est l'émergence d'association d'outils complexes, condition sine qua non de la maîtrise, s'il est vrai que "seuls des outils complexes sont capables de dominer la complexité de la réalité" (SAINT-GEOURS 87). La connaissance de leur agencement devrait constituer la base d'organisation de praxéologies politiques nouvelles. On observera aussi que la prise en considération des temps des processus amène à considérer non seulement la variété globale nécessaire, mais le "taux de variété" (VAN COURT HARE 72), c'est-à-dire la variété libérable dans un temps donné. Un système à variété globale inférieure à un autre peut ainsi, tactiquement, mettre en œuvre des variétés ponctuelles et locales supérieures, et, finalement, arriver à contrôler l'autre.

fig 7

ARTICULATIONS PRINCIPALES DES INSTRUMENTS



Les "Ordres" des instruments

• La trentaine d'instruments correspondant au "niveau de conscience" de la maîtrise inscrits dans la figure "articulations principales des éléments" est une première identification grossière. La liste des outils est hétérogène et leur importance est diverse. Ainsi "l'abandon de la compétition sauvage", c'est-à-dire la régulation de l'économie capitaliste, la "régulation de l'artificialisation" ne sont pas du même ordre hiérarchique que des outils méthodologiques, pour aussi importants soient-ils, que l'évaluation multicritères, la mesure de la complexité technologique, l'application de matrices de transformation mission-technologie-science. Des instruments sont eux mêmes le résultat d'un processus social complexe: "la contre-pression de conformité induisant l'innovation" résulterait du mélange de la culture technique, du design critique, de l'analyse de la valeur, de la pratique de négociations ex-ante, etc...La culture technique ne peut être que le produit d'une démocratie participative, d'une disponibilité d'informations technologiques adaptées aux différents usagers au cours de leur existence, de changements de comportements de la machinerie institutionnelle de l'éducation et de réformes des curricula de l'enseignement technique. La technologie comme science de la technique est à faire, c'est l'intelligence des lois de constitution, des cohérences, de l'évolution des techniques et cette intelligence requiert, comme toutes les disciplines scientifiques, un langage pertinent de description qui reste à créer. Le projet de l'E.S.T. est une pièce maîtresse de l'entreprise. La prospective technologique dont le rôle devrait être primordial pour orienter le développement de la technologie est subordonnée à la percée conceptuelle et méthodologique à effectuer pour passer de la prospective courante à celle de la "seconde génération" (SCOTT).

L'éducation systémique, interdisciplinaire, polytechnique, la préparation à des activités polyvalentes, la réorientation de la "puissance lourde" de l'éducation au service de finalités sociétales redéfinies, sont des opérations-systèmes de niveau d'agrégation élevé, qui associent quantité de variables, moyens et acteurs.

La figure 8 "*Ordres des instruments*" est une tentative de représentation des hiérarchies de ceux-ci.

•Le niveau 1 est celui des "outils", c'est-à-dire les moyens de faire des ouvrages simples ou relativement simples. Il s'agit ici non pas d'un classement absolu mais relatif. Ainsi, par exemple, l'évaluation multicritères ou la mesure de la complexité technologique ne sont pas en soi des activités simples, mais elles sont relativement d'un ordre moins élevé que celles qui figurent en dessus dans la figure.

•Le niveau 2 est celui des "agrégations d'outils et de négociations sociales". Les activités correspondantes résultent d'agrégations d'outils dont l'utilisation implique des processus de négociation sociale. Ces processus ne sont pas absents au niveau précédent, mais ici les négociations sociales sont la condition permissive de l'utilisation des outils. Plus le niveau de "l'ordre" s'élèvera, plus les processus de négociations deviendront importants.

• Le niveau 3 est celui des "combinaisons d'agrégations et de méthodes". Les méthodes sont entendues comme les approches des problèmes. Ainsi la méthode scientifique est généralement formulée en terme de séquence: problème-définition-collecte des données-hypothèse-vérification. L'Encyclopédie Systémique de la Technologie serait le résultat de l'utilisation de différents outils de description de l'édifice technologique, selon des méthodes, actuellement objet de recherches, aussi bien pour son élaboration que pour son usage.

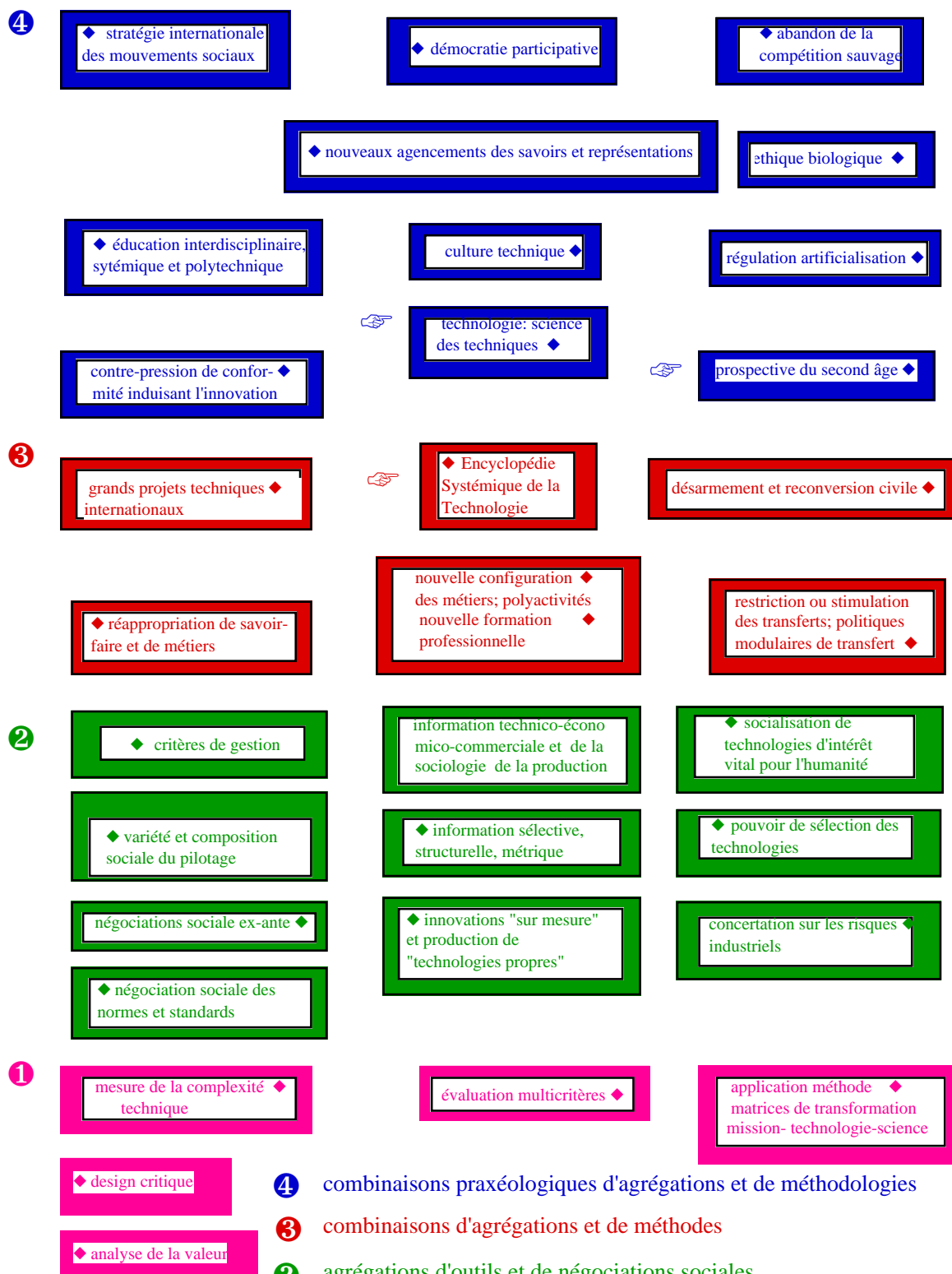
- Le niveau 4 est celui des "combinaisons praxéologiques d'agrégations et de méthodologies" (SCOTT). Les combinaisons sont plus denses, elles diffèrent du niveau précédent parce que les méthodologies contiennent plus que les méthodes, la philosophie et les opinions théoriques qui soustendent et conduisent à la construction de modèles. Ici aussi la frontière avec le niveau précédent n'est pas absolue, les méthodes peuvent avoir de tels fondements, les différences sont plus de nature relative. Mais les opérations sont si imposantes, de "variété" si gigantesque, que leur réalisation requiert des méthodologies politiques, des praxéologies qui sont d'un ordre supérieur.

La "technologie", comme science des techniques, appartient à ce niveau supérieur. Il en est de même de la prospective du second âge, car c'est une agrégation d'outils utilisés selon des méthodes qui correspondent à diverses approches des problèmes inhérents à la compréhension du système technologique et à un appareil conceptuel renouvelé, partie de la pensée complexe en voie d'émergence.(GONOD 90)

Les quatre niveaux considérés sont des multiples les uns des autres, non des additions d'éléments et de variables, mais des combinaisons. Ils forment une sorte "d'intégron" (JACOB), où le niveau supérieur englobe le niveau précédent, mais où celui-ci est un étage nécessaire de l'instrumentation de la maîtrise. On remarquera que le qualificatif "d'instruments" n'a pas été utilisé dans cet essai de classification des "ordres". Les instruments, en comparaison des outils, désignent les moyens pour faire des opérations d'un ordre relativement supérieur. On a considéré l'ensemble des outils, méthodes, méthodologies, dans leur mouvement de complexification, comme les instruments qu'il appartient à la praxéologie politique d'orchestrer.

- Ces exemples d'instruments, qui sont des agrégations de variables et quelquefois de combinaisons systémiques d'agrégats, signifient que partant d'une première représentation il faut "ouvrir" chacun des sous-systèmes composants. A ce jeu on peut objecter qu'une telle récurrence est sans fin. En fait les limites pratiques à cette analyse pourraient être, d'une part, la découverte de variables "sources", générateurs de variété, ne paraissant pas avoir d'amont, d'autre part, la constatation de l'insertion des boucles des processus de second ordre détectés sur les boucles principales antérieurement mises en évidence. Il ne faut pas se dissimuler que constamment il faut trouver une ligne moyenne entre la représentation simpliste et le vertige de l'hypercomplexité.

"ORDRES" DES INSTRUMENTS



La technologie comme science des techniques

Dans la figure "*Ordres des instruments*", l'instrument "technologie, science des techniques" est situé au niveau supérieur et il apparaît comme un nœud dans l'articulation des instruments et l'opération des éléments de la problématique de la maîtrise sociale. Cela incite à lui consacrer une analyse particulière.

La figure 9 "*La technologie comme science des techniques*" résume une conception de celle-ci. La technologie y apparaît comme l'ensemble articulé des éléments constitutifs de la figure.

La partie supérieure du modèle relate sa méthodologie générale:

- appartenance à la philosophie de la complexité, paradigmes prégnants, interdépendances, agrégations et combinaisons;
- position de la technologie dans le méga-système constitué, avec elle-même, de la science, de l'éducation, de la culture, de l'environnement, de l'économie, de la production, du travail, de la politique,
- mécanismes, acteurs et projets du système politique opérant le domaine de l'intentionnel;
- dialectique de l'inintentionnel et de l'intentionnel, des lois de la nature et de la société avec la demande sociale, les conflits de valeurs et les fonctions assignées à la technologie;
- Les logiques de constitution, de fonctionnement, d'utilisation et d'évolution dérivées des rapports intentionnels et inintentionnels;
- les problèmes sociétaux et sociaux résultants induisant finalement le construit social de la technologie.

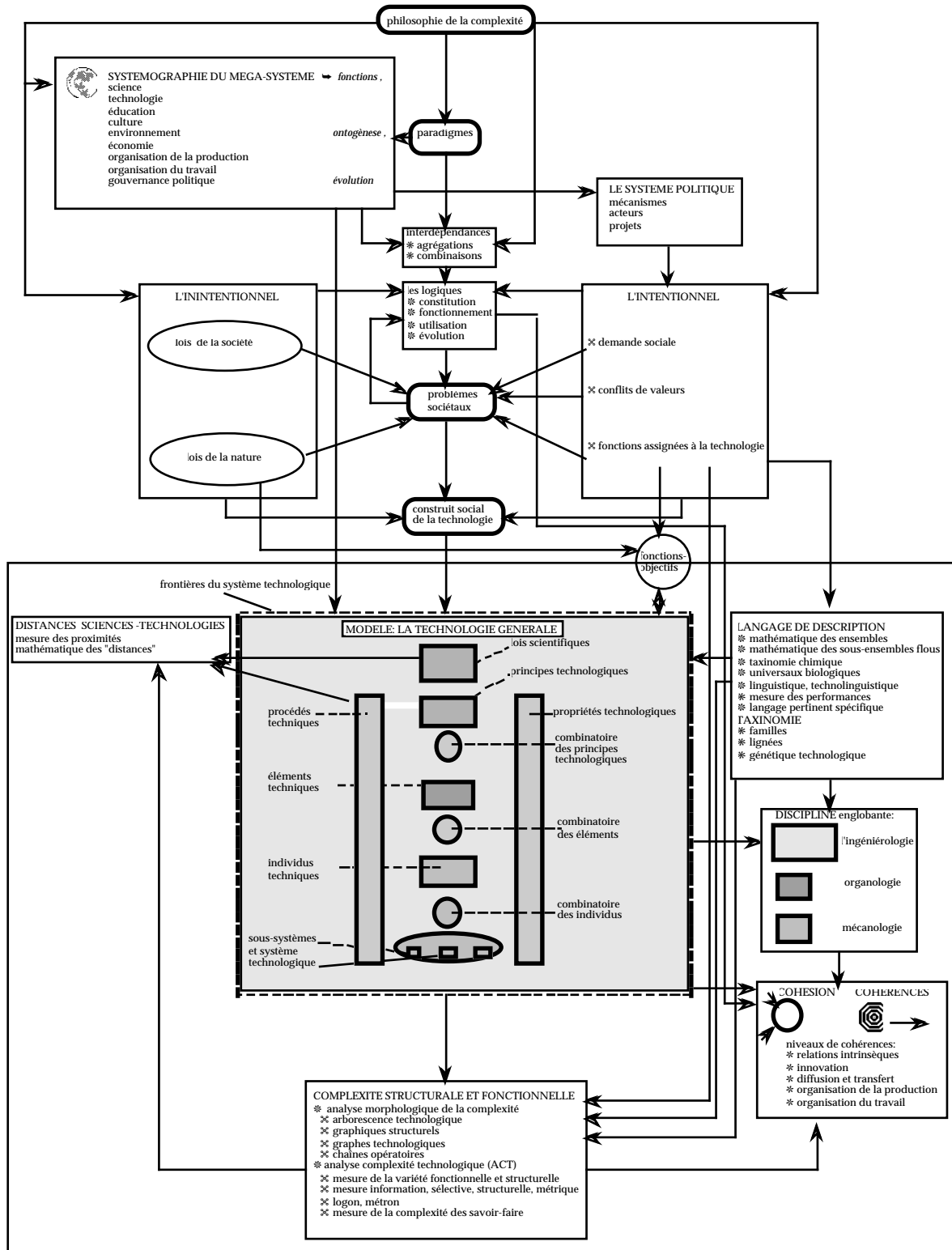
La partie inférieure du modèle relate les méthodes et outils d'analyse spécifiques du système technologique : le cœur de la représentation de la technologie générale, c'est-à-dire les composants de l'édifice technologique, les distances entre les sciences et les technologies, le langage de description et la taxinomie de la technologie à établir en testant différents outils, la complexité structurale comprenant sa morphologie et sa mesure, l'ingéniérogologie comme discipline correspondante, englobant les sous-ensembles de l'organologie, discipline spécifique de l'étude des éléments et la mécanologie celle des individus techniques, la cohésion et les cohérences du système.

A l'intersection des deux ensembles, les fonctions-objectifs, concept synthétique à développer les applications, qui articule les lois de la nature et les fonctions sociales de la technologie, et qui pourrait bien être une des clés pour établir une taxinomie de la technologie (AYRES).

Paradoxalement c'est la partie inférieure de la figure et l'intersection qui sont relativement les moins étudiées. C'est pourquoi leur analyse et l'expérimentation d'outils opérationnels constituent le noyau dur du projet d'établissement de l'Encyclopédie Systémique de la Technologie.

fig. 9

LA TECHNOLOGIE COMME SCIENCE DES TECHNIQUES

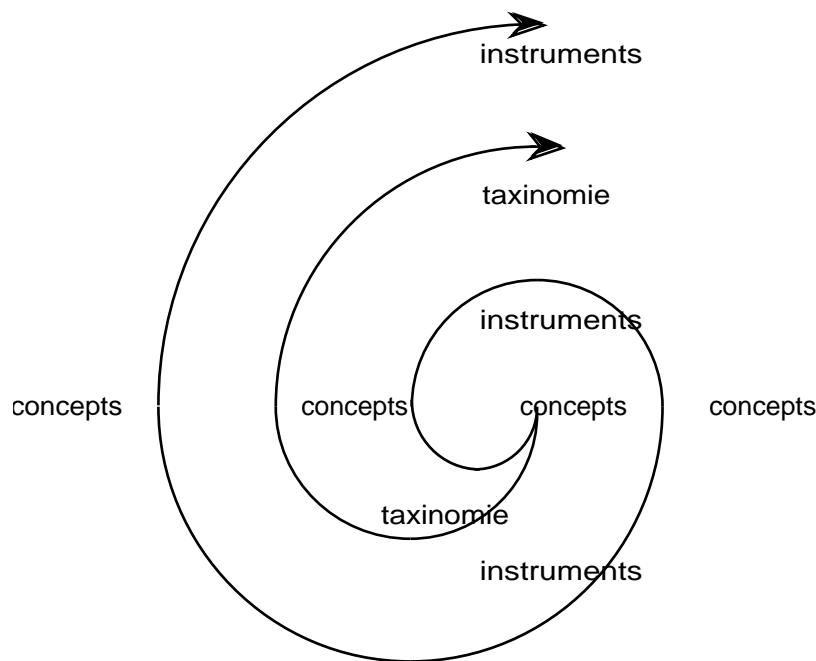


La construction d'une science des techniques a d'illustres références. La Grande Encyclopédie Diderot-d'Alembert en est une. Les tentatives avortées du XIX ème siècle en sont d'autres. Maintenant que la commande sociale existe de créer un puissant instrument moderne, informatisé, qui ne soit pas seulement descriptif, mais systémique, explicatif et à possibilité prospectiviste, les difficultés à surmonter pour ce grand œuvre sont conceptuelles, méthodologiques et pratiques.

Il faut passer du nécessaire discours sociologisant à la formulation scientifique, à la modélisation, à la théorisation. Il faut s'attaquer au "noyau dur" de la représentation: le modèle de la technologie générale, qui reste, paradoxalement la partie la moins étudiée, à la compréhension "physique" de l'édifice technologique. Il faut à cet effet partir de concepts comme des hypothèses de travail, tester les instruments des langages de description et de la mesure de la complexité technologique, faire retour sur les concepts, les transférer dans des tentatives taxinomiques, et procéder par itérations jusqu'à des résultats jugés satisfaisants.

La figure 10 "*Spirale Concepts-Instruments-Taxinomie-Concepts*" schématise la dialectique du développement.

fig 10 SPIRALE CONCEPTS-INSTRUMENTS-TAXINOMIE-CONCEPTS



Cette dialectique ne concerne pas seulement la Technologie "Science des Techniques", mais a fortiori sa maîtrise sociale. Modélisation et Instrumentation sont les arcs successifs, alternants, se générant mutuellement, de la connaissance et de l'expérimentation, pour former la spirale des forces susceptibles d'opérer dans les directions souhaitées le système technologique.

EN GUISE DE CONCLUSION:

LA IIIeme ETAPE DE LA MODELISATION

Dans les grands problèmes mondiaux (les "issues" dans le vocable anglo-saxon), la technologie est conditionnante ou/et conditionnée.

On peut recenser une cinquantaine "d'issues" pour le futur (FUTURISTE). L'analyse reste à faire de la position qui occupe la technologie et du niveau de leurs interdépendances. Ce n'est pas facile à faire, mais c'est faisable. Si l'on considère que les interdépendances constituent le fait majeur de l'évolution du monde depuis la seconde guerre mondiale, on ne peut aborder ces problèmes avec les concepts et le mode de pensée d'un monde pré-interdépendant. La multidimensionnalité résultante requiert le recours à une interdisciplinarité effective. Exigences qui sont désormais aussi celles de la prospective et de la praxéologie politique.

Mais au préalable il convient de se poser des questions insolites : *"Qu'est-ce qu'un problème et quelle est la typologie des problèmes?"*

PROBLEMATIQUE DES PROBLEMES

En introduction on a traité des "problèmes et de la problématique", on boucle l'analyse en renversant la proposition par "la problématique des problèmes".

- Qu'est-ce qu'un problème? On a pu le définir comme "un état de tension entre les fins poursuivies par un sujet et son image de l'environnement" (COTTA , LAURINI). En raisonnant à partir de cette définition on peut distinguer 7 types de problèmes:

- 1 Le cas général est celui où l'équation est, problème= but + empêchement de l'atteindre.

Exemple: on veut diminuer la pollution dans les pays de l'Est européen, mais la mise au rebut d'installations industrielles désuetes créerait un chômage socialement et politiquement inacceptable.

- 2 Le problème est l'absence de buts ou missions.

Exemple: l'absence d'un modèle pédagogique de l'éducation.

- 3 Le problème est l'absence de finalités, ou de contradictions entre elles. Exemples: l'inexistence ou la non arrivée à maturité de projets sociétaux témoigne de l'absence de consensus sociétal et laisse le champ libre à de multiples conflits de valeurs tels que la philosophie de l'homme maître et possesseur de la nature vs la culture relationnelle avec la nature, uniformité vs pluralisme culturels, consommation vs participation culturelles, travail fondement des civilisations vs désacralisation du travail, matérialisme vs spiritualisme, sécularisation culturelle vs refus du rationnel, idéologie de la volonté de puissance et de la réussite vs convivialité et solidarité humaine, intégration nationale et homogénéisation sociale vs droits à la différence et à ceux des minorités, etc...

On remarquera que ces conflits de valeurs sont centrés sur la culture. On pressent que la dimension culturelle est essentielle, mais elle se présente généralement comme une nébuleuse. C'est pourquoi il est utile d'assimiler la culture en tant que mécanisme de pensée et d'action "à un système de traitement de l'information constitué par trois composantes en interactions: une série de références morales et éthiques, généralement appelée système de valeurs, qui agit comme une base de données fondamentales; une série de modèles de représentation qui constituent les sous-programmes disponibles pour le traitement; un système opérationnel de traitement dans lequel entre la perception que nous avons des événements ou des situations dans leur environnement et qui fait appel, sous l'influence de notre logique cérébrale et de nos

pulsions, dans l'ordre qui lui paraît convenable, aux données de notre système de valeurs et aux sous-programmes de nos modèles de représentation" (DANZIN)

- 4 Le problème est l'existence de contradictions entre les finalités et les buts. Exemple: le profit comme finalité et moteur de l'économie peut être en contradiction avec les missions assignées de préserver les ressources naturelles non renouvelables. Il y a donc conflit au sein du système-objectif. Il peut aussi y avoir conflit entre les missions fixées et les objectifs quantitatifs et temporels assignés, mais la contradiction est ici moins fondamentale, elle ressort de la technique de programmation.

- 5 le problème est la contradiction entre la perception de la situation et le monde réel.

Exemples: la faillite de la prospective courante à apprécier la situation en URSS et dans les pays de l'Est européen, la myopie du corps politique en France à percevoir l'apparition d'une couche sociale de nouveaux pauvres, la coupure des dirigeants de la plupart des pays africains avec la réalité de la situation et des aspirations de la majorité de la population, etc...Ce qui sont en cause ici sont le modèle de représentation et le système de traitement de l'information.

On remarquera que le modèle de représentation peut varier selon les générations et les espaces géopolitiques.

- 6 Le problème est l'absence ou l'insuffisance de moyens.

Exemples: le Pacte Andin avait dans les années 70 conçu et promulgué une nouvelle politique de transfert technologique, modifié les règles du jeu international, créant ainsi un événement important. Mais en l'absence de l'information technico-économico-commerciale qui permet "d'ouvrir le paquet technologique" et de méthodes d'évaluation des alternatives technologiques, il a dû réduire son action au contrôle et à l'élimination des pratiques commerciales restrictives, et être dans l'incapacité d'accomplir l'essentiel: le libre choix des technologies transférées. Le projet de l'Encyclopédie Systémique de la Technologie a pour objet de fournir un instrument dimensionné aux problèmes et défis liés à la technologie du 21^{ème} siècle.

- 7 Le problème est l'existence de contradictions entre les moyens.

Exemple: des spécialisations professionnelles de plus en plus étroites sont en contradiction avec les nouvelles formes d'organisation de la production.

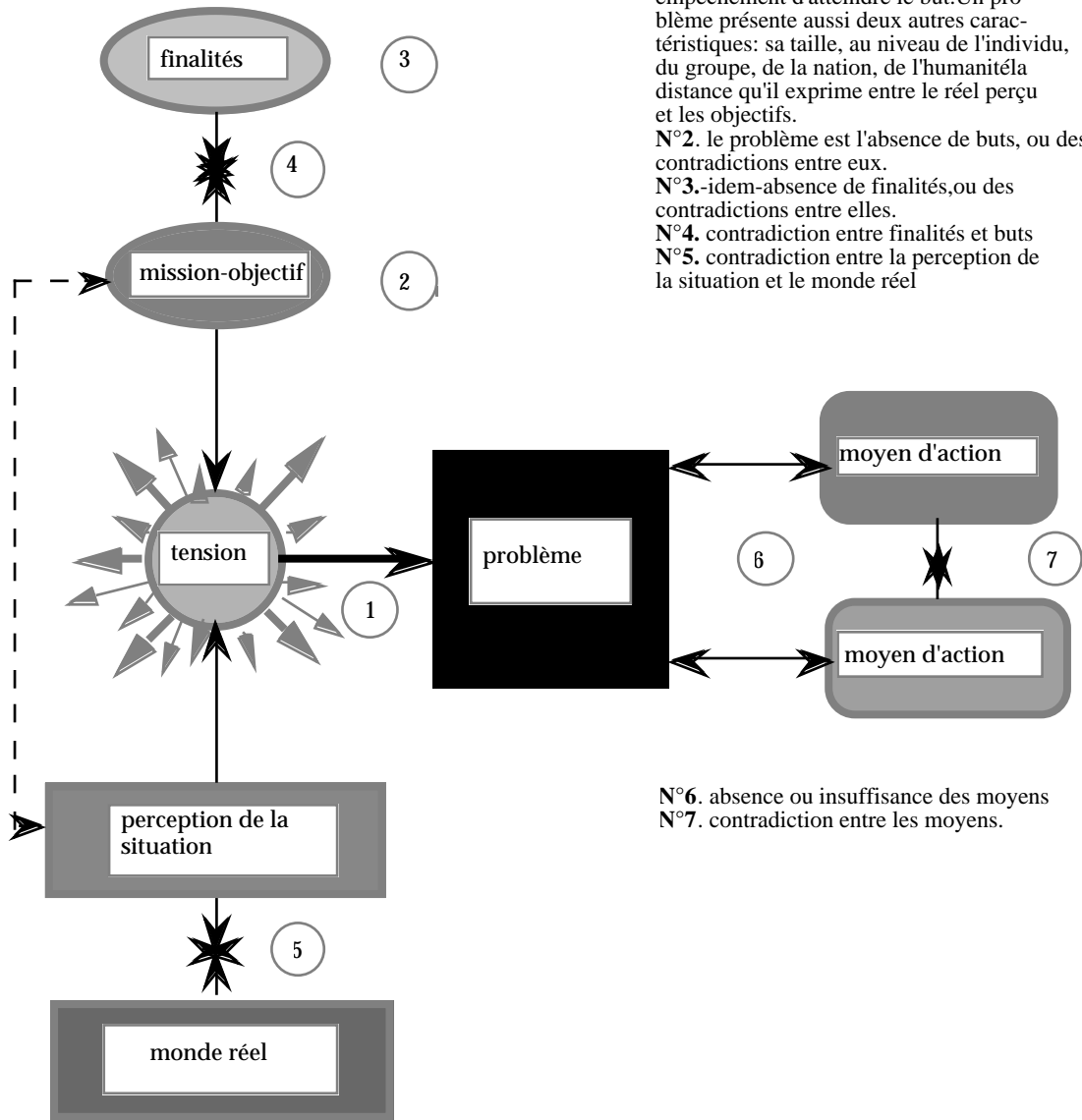
- A ces 7 cas typiques de problèmes il faut ajouter deux autres remarques. La première est le niveau, ou si l'on préfère la taille du problème, qui va de l'individu au groupe, à la nation, à l'humanité. Les problèmes peuvent être spécifiques d'un niveau ou englober verticalement plusieurs ou tous les niveaux. La seconde concerne la distance entre le réel perçu et les objectifs. Ainsi une grande distance entre la réalité de la situation à opérer et les objectifs de transformation peut conduire à une baisse de la tension du problème, par l'impression de l'impossibilité d'arriver à modifier la situation. Au contraire une distance plus courte incite à l'action et substitue au changement radical une politique de réformes.

La FIGURE 11 "*typologie des problèmes*" symbolise les cas envisagés.

- On ajoutera une dernière note méthodologique. Une modélisation de la problématique de la maîtrise a été développée précédemment, une de ses formes en était un "mapping" primaire (voir figure 4), qui est la carte des constituants du système considéré et de leurs interactions. Ce procédé d'analyse, qui est la forme graphique première d'une matrice structurelle courante, peut aussi bien être appliqué aux problèmes qui résultent des inter-relations des éléments. Une méthodologie commence à se dégager (EDÉN, BRYANT) qui pourrait se conjuguer avec la prise en compte des contradictions et l'établissement de matrices structurelles Négatives-Positives-Neutres

fig. 11

TYPOLOGIE DES PROBLEMES



problème= état de tension entre les fins poursuivies par un sujet et son image de l'environnement.

N°1. son équation est : problème =but+ empêchement d'atteindre le but. Un problème présente aussi deux autres caractéristiques: sa taille, au niveau de l'individu, du groupe, de la nation, de l'humanité la distance qu'il exprime entre le réel perçu et les objectifs.

N°2. le problème est l'absence de buts, ou des contradictions entre eux.

N°3.-idem-absence de finalités,ou des contradictions entre elles.

N°4. contradiction entre finalités et buts
N°5. contradiction entre la perception de la situation et le monde réel

N°6. absence ou insuffisance des moyens
N°7. contradiction entre les moyens.

LA MAÎTRISE SOCIALE DE LA TECHNOLOGIE COMME "PROBLÈME"

La typologie élémentaire précédente permet cependant d'esquisser *"le problème de la maîtrise sociale de la technologie"*

Il n'y a "problème" que pour ceux qui ont la conscience de la nécessité de la maîtrise, c'est-à-dire qui constatent ou vivent un état de tension entre la finalité à laquelle ils aspirent et le constat de la situation de leur environnement, qui peut aller du local au mondial.

- Le premier problème de la maîtrise est la fixation des finalités du système-objectif (No 3 des problèmes précédents), c'est-à-dire la conscience de la nécessité. L'émergence, en cours, de cette conscience est un processus culturel et politique complexe.
- Le second problème est la transformation des finalités en missions opératoires et objectifs proprement dits (No 2). Processus de transformation des aspirations et des besoins en demandes et en commandes sociétales formulées en termes opératoires. Ce qui requiert à la fois un mécanisme politique, une information organisée et une culture technologiques, des mécanismes d'évaluation et de décision participatifs.

Le troisième problème est celui de la perception, de la compréhension même du système technique, de sa modélisation isomorphe avec sa réalité. C'est le "hot core" de la technologie comme science des techniques (No 5). En raison de la dialectique signalée entre la perception de la situation et la fixation des missions-objectifs, la représentation du système technologique induit la détermination des objectifs. L'énorme variété du système technologique, la part de l'imprévisible et de l'inintentionnel dans son évolution, peuvent conduire à la conclusion que le système est si complexe qu'il est inopérable et que sa maîtrise est une chimère à laquelle il faut renoncer. Au contraire l'estimation de la variété aux différents niveaux de l'édifice technologique, le repérage des entrées dans celui-ci où le système peut être opéré, peuvent amener à une autre vision de l'avenir. C'est sans doute le problème principal. Car dès que l'opinion se forge d'une non fatalité et qu'existe une conscience sociale sur l'obligation de la maîtrise, on se donnera les moyens nécessaires. La "folie" du projet de l'E.S.T. est fondée sur ce pari.

BIBLIOGRAPHIE

- AYRES R. "Empirical measures of technological change at the sectoral levels " in Technological forecasting and social change, N° 27, 1985.
- BAUDRILLARD Jean "Le système des objets ", Denoël Gauthier, 1968.
- BEAUD M. "le système national mondial hiérarchisé ", A Galma la découverte, 1987.
- CASPAR P. "Problèmes, méthodes et stratégies de résolution " Les éditions d'organisation, 1982.
- CHADWICK B; " Systems view of planning "Oxford Pergamon Press, 1978.
- CORNISH E. "Issues of the '90s " The Futurist, Jan.Feb. 1990.
- COTTA A."Eléments pour une théorie des conflits , colloque IRIA,1976.
- DANZIN A. "La société façonnée par la technologie ", Revue des Sciences morales et politiques, 0751-5804/ 1983.
- DASGUPTA S. " A hierarchical taxonomic system for computer architectures " Computer IEEE, march 1990.
- DEFORGE Yves "Technologie et génétique de l'objet industriel ", Maloine , 1985.
- D'HAUDRICOURT A. "La technologie science humaine ", la Pensée N°254,nlov-dec. 1986.
- EASTON D. "A system analysis of political life ", John Willey and sons, New York, 1965.
- EDEN Colin and Jim RADFORD, "Tackling strategic problems" Sage publications, 1990.
- FORAY D. et GARROUSTE P. " Le dispositif d'observation; analyse morphologique et arborescence technologique" dans Analyse de systèmes, volume XIII, N° 3, sep. 1987.
- FREEMAN Christopher, "Technologies nouvelles, cycles économiques longs et avenir de l'emploi " dans SALOMON J.J. et SCHMEDER G. "Les enjeux du changement technologique", Economica, 1986.
- GEISTDOERFER A. "Histoire et ethnologie, l'apport d'André Leroi-Gourhan", La Pensée, N°258, juil-août 1987.
- GONOD P. F. " Clés pour le Transfert Technologique ", Institut de Développement Economique, Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement, Washington, août 1974.
- "Conflit-coopération dans le transfert technologique ", Mondes en développement N° 14, 1976.
 - "L'émergence de la commande sociale de la maîtrise sociale de la technologie ", Economie et humanisme, N°296 Juillet-août 1987.
 - " Le système technologique ", dans le "Traité d'Economie Industrielle ", sous la direction de Richard ARENA, Laurent BENZONI, Jacques De BANDT, Paul-Marie ROMANI, Economica, 1988.
 - " La Technologie Générale: Projet d'Encyclopédie Systémique de la Technologie ", Analyse de Systèmes, volume XIV, N° 4, dec. 1988.
 - " Prolégomènes à la prospective technologique ", Analyse de systèmes, Volume XV, N° 2 juin 1989.
 - "Dynamique de la prospective ", Aditec-CPE, mai 1990.
- GORBATCHEV M. "Perestroïka , vues neuves sur notre pays et le monde", Flammarion, 1987.
- JACOB François "la logique du vivant, une histoire de l'hérédité ", Gallimard, 1981.
- KAUFMANN A. "Introduction à la théorie des sous-ensembles flous " Masson 1975.
- KOCOUREK R. "La langue française de la technique et de la science ", la documentation française, 1982.

LAURINI R; "Contributions systémiques et informatiques au multipilotage des villes " thèse d'Etat, Université Lyon II, 1980.

LE GUYADER H. "Objectivité et taxinomie des systèmes et méthodes de la classification naturelle " dans "l'ordre et la diversité du vivant ", Fondation Diderot, Fayard, 1986.

LE MOIGNE J. L. " La modélisation des systèmes complexes ", Dunod, 1990.

LEROY-GOURHAN A. "Le geste et la parole. La mémoire et les rythmes ", Albin-Michel 1965.

MACKAY D. "Information mechanisms and meaning", M.I.T. press, Cambridge, 1969.

MANOUGUIAN Edward "Towards a common language for the technologies" in HOLLIDAY Leslie "The integration of technologies " Hutchinson, London 1966.

MARC E. et PICARD D. "L'interaction sociale ", PUF-le psychologue,1989.

MAUNOURY J.L. "La genèse des innovations " PUF, 1968.

MELESE J. "La gestion par les systèmes ", Hommes et Techniques, 1968.

- "L'analyse modulaire des systèmes ", Hommes et techniques, 1972.

MOLES A. "La théorie des objets ", Paris Ed. Universitaires, 1972

MORIN E. "La Méthode, tome 1, la nature de la nature ", Seuil, 1977.

NOGUCHI T. " Technologie de pointe et stratégies industrielles au Japon " Travail et société, oct-nov. 1983, BIT, Genève.

PERROUX F. "Pouvoir et économie ", Bordas 1973.

ROQUEPLO P. "penser la technique, pour une démocratie concrète "Seuil 1983.

ROUVRAY D. "Activités chimiques et typologie " dans pour la Science N° 109, nov. 1986.

SAINT-GEOURS R. "Eloge de la complexité ", Economica , 1987.

SCOTT Andrew M. "The dynamics of interdependence " The University of North Carolina Press,1982.

SIMON H. A. " La science des systèmes, science de l'artificiel " Epi, 1974.

SIMONDON G. "Du mode d'existence des objets techniques ", Aubiès Montagne,1969.

VAN COURT HARE Jr. "L'analyse des systèmes: outil moderne de gestion ", Dunod 1972.

VIDOSSICH F. "Système expert biens d'équipementt " ONUDI 1988 .

ZWICKY F. "Morphology and nomenclature of jets engines " Aeronautical Engineering review, 1947.

