

**INTERNATIONAL SYMPOSIUM
ON THE FUTURE
OF SCIENTIFICS, TECHNOLOGICAL AND
INDUSTRIAL INFORMATION SERVICES**

***"information stratégique pour le policy-making industriel
dans les pays en développement"***

Pierre F. GONOD

Conseiller International

28-31 MAY 1990

LENINGRAD, USSR

table des matières

POLICY MAKING ET INFORMATION	page 1
La nature de l'information décisionnelle.....	1
caractéristiques ontologiques.....	3
encart: contenus sélectif, structurel et métrique de l'information	
caractéristiques fonctionnelles.....	4
Le marché de l'information industrielle.....	5
Les politiques de l'information industrielle.....	6
L'INFORMATION DE STRUCTURE.....	7
encart: schéma information de structure pour l'industrie	
L'information sur la typologie des systèmes productifs.....	7
L'information technologique.....	8
L'information économique.....	10
L'information sociale.....	13
L'information prospective.....	16
L'INFORMATION ET LA COOPERATION INTERNATIONALE.....	18
NOTES.....	21

policy-making et information

□ La pratique montre que nombre de choix cruciaux d'industrialisation dans les pays en développement ont été effectués dans des conditions d'information très partielles. Il est vrai que la plupart du temps, en tout lieu, les décideurs opèrent dans des conditions d'information incomplète. Mais il y a des degrés d'acceptation de l'ignorance relative. Au stade des décisions stratégiques une information insuffisante peut avoir des conséquences catastrophiques. On rappellera que la fonction de *"policy-making"* a été définie comme "le procès par lequel l'information générée/ou utilisée dans un contexte est réévaluée dans un contexte différent avec le but de formuler et/ou d'exécuter une politique de décisions alternatives"¹. Il s'ensuit: 1° que l'information industrielle doit se présenter sous une forme où elle puisse permettre une réévaluation, 2° qu'elle doit ouvrir des alternatives décisionnelles.

L'information est le tissu conjonctif de tout mécanisme organisé, qu'il s'agisse de transfert technologique, de stimulation de l'innovation ou d'intégration industrielle. Si la qualité du *"policy-making"* est fonction de la qualité de l'information utilisée, réciproquement la circulation et l'évaluation de celle-ci sont des éléments constitutifs du *"policy-making"* aussi bien sur le plan national, du secteur d'activité ou de l'entreprise. En effet l'évaluation de l'information circulante entre les parties intéressées implique la définition de critères communs et une négociation. Cette dernière aboutit -ou vise à aboutir- à un consensus dégageant des finalités et buts communs dont l'ensemble constitue un "niveau de conscience" politique.² A leur tour le système d'objectif adopté et les critères d'évaluation orientent la recherche de l'information.

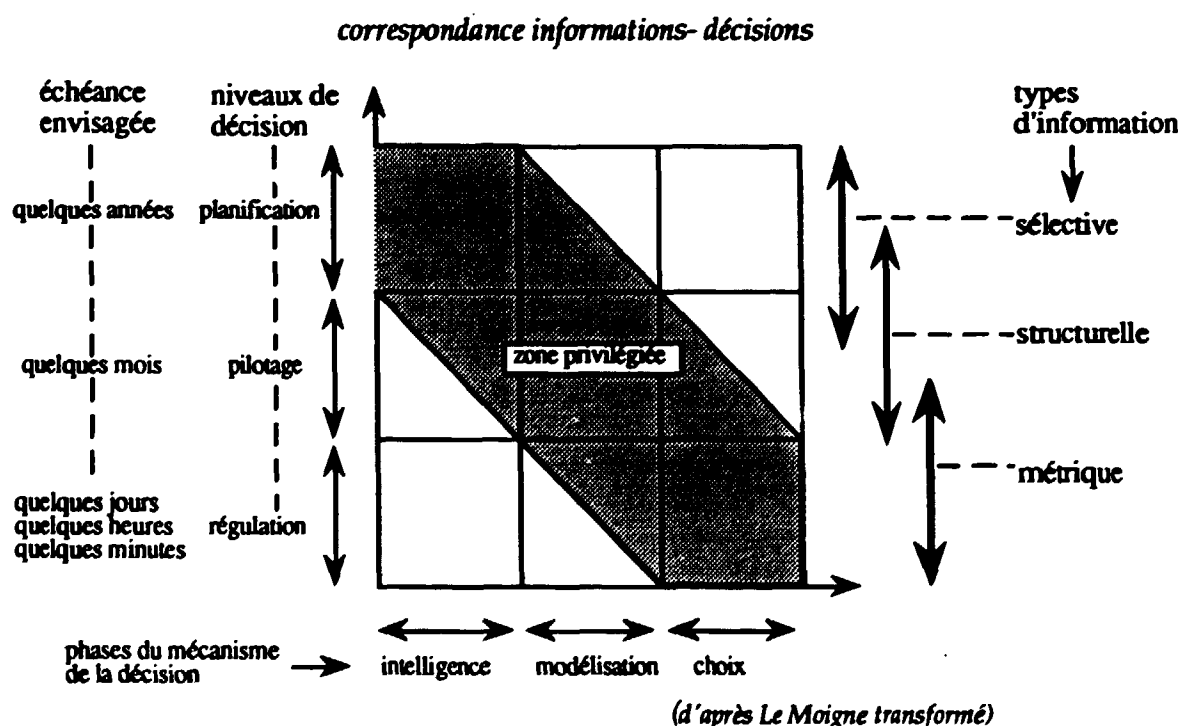
□ La nature de l'information nécessaire varie selon le type de décisions à prendre et les phases du mécanisme de la décision. Le schéma suivant illustre cette correspondance³.

Les niveaux considérés sont ceux de la *"planification"*, du *"pilotage"* et de la *"régulation"*. • Par *"planification"* on entend avec le Pr Ackoff "la conception d'un futur désiré ainsi que les moyens réels d'y parvenir". Il s'agit de décisions à échéance lointaine et /ou de champs de vaste envergure. La planification a en conséquence un contenu stratégique et prospectif. La nécessité d'une vision stratégique dans les conditions de l'incertitude de l'environnement pousse actuellement les entreprises à mettre en œuvre des méthodes de *"planification stratégique"*⁴.

• Par *"pilotage"* on entend l'ensemble des décisions de management qui recouvre la programmation tactique (tactical planning). Les décisions de pilotage consistent à ajuster, par rapport à des objectifs explicites ou implicites, les transactions entre l'organisation et son environnement, et à surveiller les activités relevant des divers niveaux de décision. Le système de pilotage est à l'interface de la gestion stratégique et des décisions de régulation⁵.

• Par *"régulation"* ou *"exploitation"* on entend les décisions opérationnelles. Cette distinction est fondée sur l'homogénéité de champ et d'échéance du domaine couvert par la décision. Ainsi les décisions stratégiques -les "grandes" décisions- ont pour horizon plusieurs années, voire des décennies, les décisions

de "pilotage" ont pour échéance l'unité de compte des mois, les décisions "d'exploitation" sont au rythme du jour, de l'heure, et désormais avec l'informatisation de l'information dans les procès flexibles de production, de la minute ou même dans le cas de régulation automatique, la décision devient instantanée. Les phases du mécanisme de la décision sont dérivées du modèle de Herbert A. Simon⁶. Ce mécanisme comprend: - "*l'intelligence*" dans le sens militaire anglo-saxon- qui consiste à explorer l'environnement pour identifier les situations appelant décision, la "*conception*" ou "*modélisation*" ou "*design*" qui consiste à inventer, développer, analyser diverses actions envisageables, le "*choix*" qui consiste à sélectionner une action parmi celles qui sont recensées. Ainsi qu'il ressort du schéma ci-dessous niveaux de décisions et phases sont en correspondance. Les décisions régulatrices privilégient la phase choix, la planification la phase d'intelligence, le pilotage fait appel aux trois phases mais privilégie la modélisation.



• Le schéma montre une autre dimension: la **correspondance** entre les types d'information requises et les niveaux et les phases des décisions.

Ici a été introduite une classification dérivée de la découverte de D. MacKay⁷ mettant en lumière les contenus "*sélectif*", "*structurel*" et "*métrique*" de l'information. Notions peu connues (contrairement à celles résultantes des travaux de C.E. Shannon) mais qui ont une grande importance pour la compréhension et l'utilisation de l'information.

Il faut au préalable rappeler que l'information est ce qui forme ou transforme une représentation. Une pré-représentation, même rudimentaire, se complexifie, se modifie par des transformations successives: $R+I=R'$, $R'+I'=R''$, $R''+I''=R'''$ etc

La transformation peut être faite par *sélection* ou par *construction*. Dans le champ des messages reçus certains sont sélectionnés, la probabilité de la sélection est proportionnelle à leur imprévisibilité et improbabilité. L'information sélectionnée qui s'ajoute à la représentation a une signification négentropique (l'inverse de l'entropie). Mais la sélection peut se faire aussi par construction, par description. Ce qui conduit à d'autres caractéristiques fondamentales de l'information: son pouvoir descriptif et les composantes de celui-ci. Elles sont de deux natures et deux seulement:

◊ Le contenu structurel de l'information exprimé par des catégories, ou des dimensions, des nombres de groupes indépendants, des degrés de liberté.

◊ Le contenu métrique de l'information exprimé par le nombre d'éléments dans une catégorie donnée, par la précision.

L'encart suivant donne une illustration de ces notions. L'image reproduit le tableau de Jefferson peint par R. Peal. L'original a ensuite été traité par le procédé technique combiné scanner-computer pour quantifier la quantité d'information contenue dans le portrait. L'image résultante est constituée de 228 carrés. Le "blocpix" portrait ainsi constitué permet de reconnaître Jefferson. Les millions de points de l'information élémentaire ont été réduits à des carrés dont la valeur des gris correspond à la brillance des surfaces. L'image obtenue a un contenu structurel suffisamment descriptif pour être signifiant.⁸ Une partie, agrandie, montre que chaque carré du "blocpix" contient une charge d'information qui apporte de la précision.⁹

Même si la mesure de ces contenus n'est pas opérationnelle, les notions sont aisément transposables qualitativement dans les politiques d'information, en général, et dans la pratique de l'information industrielle, en particulier.

◊ Ainsi le "policy making" industriel a besoin d'informations à haut contenu sélectif. Ce sont, par exemple, l'annonce d'un nouveau produit, d'une nouvelle machine, d'une percée technologique, les données du "technological forecasting", celles des perspectives des changements des stratégies industrielles des firmes multinationales, etc... Informations relativement peu nombreuses, ressortant dans les entreprises à management avancé du "business intelligence system" (BIS). Le BIS comporte un "scanning system", c'est-à-dire un radar qui reçoit sur 360 degrés les signaux les plus faibles. Il comporte aussi un "monitoring system" qui n'est pas un système de veille systématique, mais un effort continu pour traquer tous les signaux faibles dans un domaine d'intérêt donné du pays ou de l'entreprise, par exemple les matériaux, la robotique, le génie génétique, etc...¹⁰

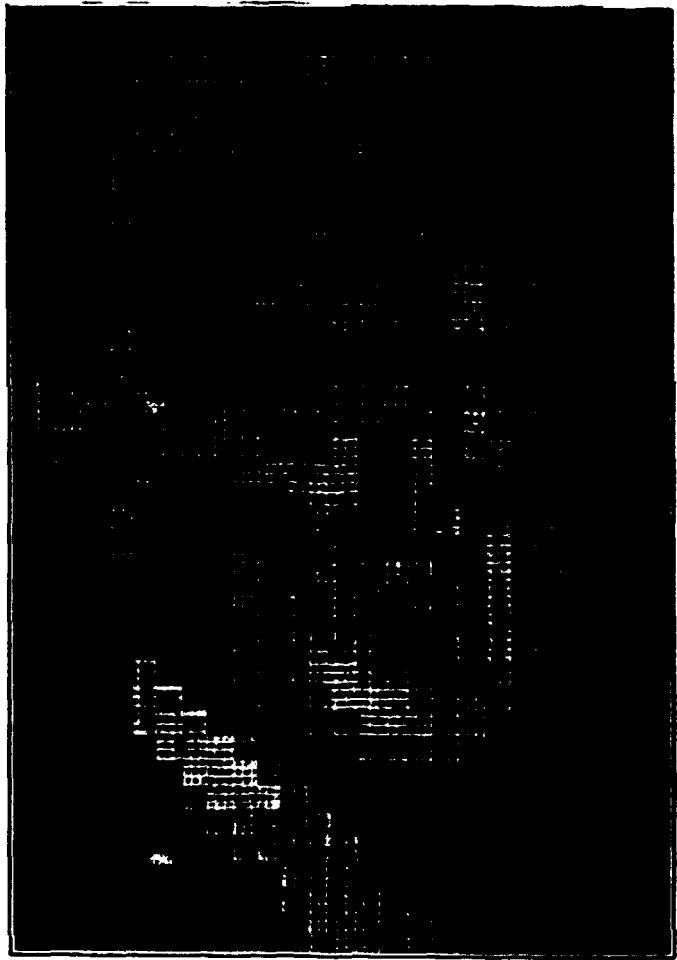
◊ Les informations à contenu structurel élevé sont, par exemple, les relations entre la typologie des systèmes de production industrielle et la pénétration de l'informatisation de la production, celles sur les alternatives des procédés technologiques, les données correspondantes permettant de dissocier les quantités et les prix des inputs et des outputs, les liaisons existantes entre les possesseurs des procédés et les sociétés d'ingénierie, les risques économiques, écologiques, la vulnérabilité sociale des divers systèmes et procédés de production, l'algorithmisation des durées des processus de changements de l'organisation de la production et du travail, etc....Elles concernent principalement des faits liés à la structure des systèmes considérés, aux relations typologiques et ontologiques.

contenus de l'information

l'original: Jefferson peint par R. Peal

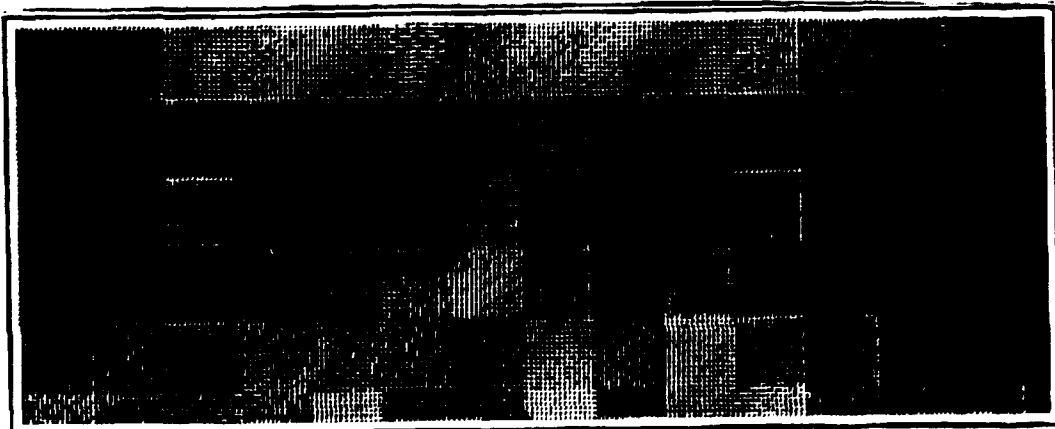


le "blocpix" est constitué de 228 carrés, l'image obtenue a un contenu structurel suffisamment descriptif pour être signifiant



"blocpix" réalisé en 1978

chaque carré du "blocpix" a une charge d'information qui est son contenu métrique



◊ Les informations à contenu métrique ont la fréquence la plus nombreuse. Ce sont dans une entreprise, par exemple, les commandes, les chèques, les barèmes des prix pratiqués, les instructions détaillées des procédés de fabrication, en général toutes les informations directement opérationnelles. Dans le cas de process automatisés ce sont toutes les données algorithmisées traitées par les moyens informatiques.

Selon la nature des décisions à prendre les responsables industriels auront besoin de "packages" d'informations à contenu variable où dominera tantôt l'information à contenu sélectif, structurel ou métrique.

- Des *caractéristiques fonctionnelles* s'associent aux caractéristiques ontologiques précédentes des contenus de l'information. Ainsi les informations peuvent être "générales" ou "spécifiques", "brutes" ou "élaborées", durables" ou "périssables". Les messages qu'elles portent peuvent être "motivant", "pédagogique ou cognitif", "opérationnel".

- * L'information "générale" peut, par exemple, être un "state of the art" de la situation économique et technologique d'une industrie; l'information "spécifique", les renseignements sur un procédé de fabrication.

- * L'information "brute" est faite de données primaires et sans interprétation; l'information "élaborée" suppose un traitement, un arrangement, une mise en correspondance des données. Quand le récepteur dispose d'une grande capacité d'interprétation, c'est-à-dire au départ d'un niveau élevé de représentation, l'information "brute" passe. S'il n'en est pas ainsi elle reste un "bruit". D'autre part, certaines décisions stratégiques, par exemple, entrer ou non dans une activité, faire ou non un transfert technologique, conclure ou non un arrangement industriel, requièrent une association agencée de diverses informations. Ainsi l'information fournie dans la chimie par le Stanford Research Institute ("Chemical Economic Handbook", "Process Economics Program"), est une information "élaborée"¹¹. L'expérience latino-américaine des transferts technologiques a montré la nécessité pour maîtriser les choix stratégiques de constituer une information "élaborée", technico-économico-commerciale qui n'existe pas spontanément dans la littérature libre¹².

- * L'information "périssable" dans l'industrie est évidemment celle où l'information est conjoncturelle, prix des matières premières et des produits, ou de l'information technique dans les secteurs où l'innovation est très rapide, l'informatique par exemple. L'information "durable" a trait aux phénomènes de structure, aux typologies, à certains secteurs où la rotation technique est lente (par exemple certains biens d'équipements se sont renouvelés deux fois seulement en un siècle alors que la vitesse de rotation technologique d'autres est de deux ans). Ces différences s'observent aussi pour l'information "cognitive": les apports de P. Drucker, du Pr Ackoff ou de J. Melese constituent des informations durables....il n'en est pas toujours de même des écrits de nombre de chefs d'entreprises en fin de carrière qui encombrant la littérature d'inutilités.

- * L'information "motivante"¹³ peut être d'une importance fondamentale dans la première phase du processus de décision. Ainsi la révélation des pratiques commerciales restrictives dans les transferts technologiques (surfacturation des prix de cession, fixation des prix intérieurs par le licencié, interdiction d'exporter les produits sous licence, etc...) a produit à l'époque un choc majeur sur le

"policy-making" du Pacte Andin et conduit à une riposte d'envergure sous la forme de la Résolution N° 24 de 1970 qui établissait de nouvelles règles du jeu en la matière.

♦ En définitive la *prédominance* des informations nécessaires à la phase de "l'intelligence" et du niveau de la "planification" est à contenu "sélectif" et de fonctions "motivantes", "cognitives" et "durables". A la phase de la modélisation et du pilotage, la prédominance est à contenu "structurel" et de fonctions "élaborées", "cognitives" et "durables". A la phase du "choix" et de la "régulation", la prédominance est à contenu "métrique", et de fonctions "brutes" et "opérationnelles". Bien entendu toute classification a une rigidité apparente excessive alors qu'il y a dans la pratique des chevauchements de catégories. Ainsi le procès de décision peut être itératif: des informations cognitives au niveau de la modélisation peuvent inciter à revenir sur l'intelligence de la situation et sur les options initiales au niveau de la planification. Sous cette réserve la catégorisation est utile pour comprendre les besoins d'information industrielle et pour l'organiser en conséquence.

On traitera dans la suite de ce document de "*l'information stratégique*" qui englobe celle de "l'intelligence" et de la "modélisation" et exclue le niveau des décisions de régulation.

- L'analyse précédente traite de la valeur d'usage de l'information, considérée comme *valeur d'échange* elle se réduit à deux formes sociales: l'information "*socialisée*" et l'information "*aliénée*".

□ Il y a un marché de l'information. L'information se vend et s'achète. L'information scientifique, abstraction de celle relative aux recherches militaires, est largement socialisée. Son prix est très inférieur à sa valeur, c'est-à-dire à l'accumulation du travail humain présent et passé qu'elle incorpore. Le savoir s'accumule, ou plutôt se combine indéfiniment. Il n'y a pas de destruction du savoir par le savoir. La dynamique de la connaissance est une dynamique de la complémentarité. Mais ce bien, échappant de par sa nature à l'échange est traité par la firme comme un bien ordinaire que l'on stocke et monopolise, par le secret ou avec l'aide de la législation, la firme nie son caractère immanent et inépuisable. Cependant, mue en dernière analyse par le mobile du profit, la firme ne peut considérer autrement le savoir que comme un bien ordinaire et qu'on peut s'appropriier exclusivement. C'est en traversant le réseau des interrelations sociales que l'information scientifique est incorporée, fixée, avec la technologie, c'est là qu'elle perd son caractère socialisé, et qu'une partie prend la forme appropriée, aliénée. Ainsi l'information technique est, généralement, enfermée par au moins deux serrures successives: celle de la propriété de l'information sur les procédés, celle de la transmission du savoir-faire¹⁴.

Au cours des années 70 un grand débat international Nord-Sud a eu lieu sur les conditions du transfert technologique et l'accès à l'information essentielle pour les décideurs des pays en développement. La dérive des projets du "Nouvel Ordre International", la crise économique, l'endettement des PVD et l'ameusement corrélatif des programmes d'industrialisation ont déplacé les centres d'intérêts mutuels. Il n'en demeure pas moins que malgré les progrès de l'assistance internationale dans ce domaine, les problèmes demeurent. La "socialisation" de la partie qui peut l'être dans les conditions de l'économie de marché,

appartient plus aux tâches du futur que du passé.

□ Il entre donc dans le domaine de la coopération internationale d'aider les décideurs des PVD à disposer des informations pertinentes. Pour cela il ne suffit pas de les rassembler ou de les créer, il faut aussi les transmettre de façon où elles puissent atteindre les intéressés. Ce qui soulève la question de leur **mode de transmission**.

Une typologie sommaire¹⁴ montre que le *mode de transmission* de l'information est le produit de ses genres et de ses types. Les genres (ou canaux) sont ceux "de la mémoire", ceux "mémorisés", ou "mixtes", tels les media forum et la mémoire collective. Les types sont "directs" ou "indirects", "occasionnels" ou "continus", "passifs" ou "actifs".

□ Les politiques de l'information industrielle résultent de la combinaison des typologies des valeurs d'usage et d'échange, et des modes de transmission de l'information. Elles peuvent se résumer par la formule:

$$PI = VU \times VE \times MT$$

où PI= politique d'information, VU= valeur d'usage (types, caractéristiques de contenu et de fonction), VE= valeur d'échange (socialisée et aliénée), MT= mode de transmission (genres et types).

En regard de la combinatoire des composants, une partie seulement des possibilités est utilisée dans la pratique. Il y a donc pour le futur des recherches à faire pour mettre en œuvre des combinaisons nouvelles en fonction des besoins des différents niveaux et phases de la décision.

Deux remarques s'imposent dans le contexte du "policy-making" industriel des PVD. La première, déjà signalée, est que la proportion entre la politique d'information directe et celle de l'assistance technique est fonction des capacités d'assimilation de l'information, et en conséquence, n'est pas indifférente à la forme de celle-ci. La seconde est que plus le pays est sous-développé moins l'information est diffusée. Accessoirement pour des raisons techniques, principalement pour des raisons psychosociologiques. L'information est pouvoir. Et c'est un pouvoir considérable dans des pays où l'information et les emplois sont rares. L'information est retenue par son destinataire. Comme le "turn over" et l'insécurité de l'emploi sont élevés dans ces pays, avec la disparition du destinataire disparaît aussi très souvent l'information. Et tout est à recommencer. C'est pourquoi la "mémorisation" sous des formes communes, accessibles, de l'information reçue, est un des problèmes majeurs de l'organisation de l'information industrielle des PVD, aussi bien dans le secteur public que privé.

L'information de structure

□ Le policy-making industriel des pays en développement a besoin d'un ensemble *organisé* d'informations qui sont de nature "motivante", "cognitive" ou "opérationnelle". S'agissant de prise de *décisions stratégiques*, le besoin se porte principalement sur la disponibilité d'*information de structure*.

Le schéma suivant est une sélection des informations de structure nécessaires pour l'industrie.

Les informations disponibles sont marquées par le carré □, celles partiellement disponibles ■, celles manquantes ■.

Les informations de structure concernent: *la typologie des systèmes productifs, les informations technologiques, économiques, sociales, et de prospective.*

On passe rapidement en revue ces diverses informations, leurs significations pour le "policy-making" industriel, et leurs degrés de disponibilité.

L'INFORMATION SUR LA TYPOLOGIE DES SYSTEMES PRODUCTIFS.

La compréhension des systèmes productifs, information hautement cognitive, est un élément important pour le management industriel, depuis la conception des usines à leur montée en production et leur pleine exploitation.

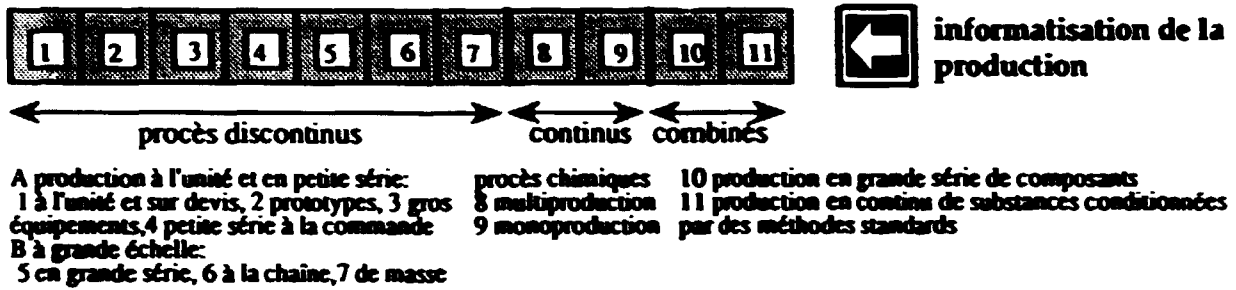
Les *processus de production* peuvent, grossièrement, être classés en deux catégories: les processus continus et discontinus. Dans les premiers on trouve, par exemple, la production d'électricité, le raffinage du pétrole, la plupart des grands intermédiaires de la chimie, la coulée sidérurgique. Dans les seconds, on trouve les industries mécaniques et la plupart des autres industries.

L'analyse a détecté 11 "*systèmes de production*" qui se répartissent en 3 grandes classes: production à l'unité ou sur devis, production de masse, production en continu.¹⁵

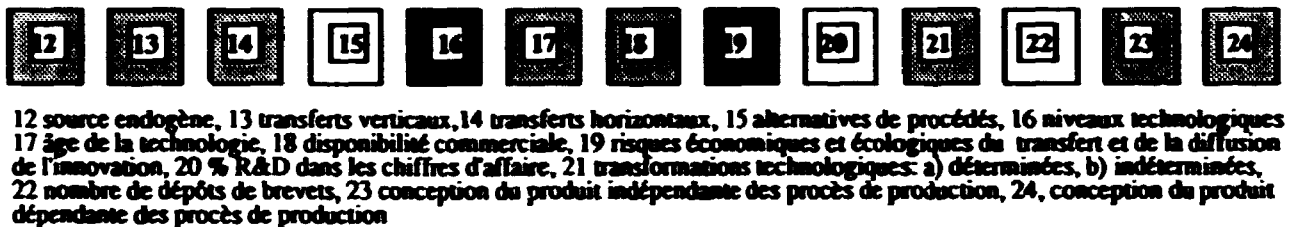
On sait que dans la production en série la complexité technologique est intégrée principalement dans la chaîne de production, et, secondairement dans le travail vivant. A l'autre pôle, celui-ci est prédominant dans les fabrications spéciales à l'unité. Les degrés du savoir-faire nécessaire sont élevés pour opérer une machine universelle, décroissent avec la machine polyvalente, et encore plus avec la machine spécialisée utilisée dans les fabrications de grande série. On sait aussi qu'il n'y a pas de déterminisme technologique de l'organisation du travail, cependant il paraît y avoir des rapports de correspondance entre les systèmes technico-économique de production, l'articulation des fonctions principales de l'entreprise - fabrication, marketing, recherche -, l'importance respective et la fréquence des *décisions stratégiques et tactiques*, et en conséquence, avec les *informations à disposer*. Ainsi la production sur devis ou à l'unité demande des décisions stratégiques et tactiques nombreuses et souvent au jour le jour, ce qui nécessite un flux d'informations à la fois continues et spécifiques. La production de masse, type automobile, connaît relativement peu de décisions stratégiques mais plus que la production chimique. Dans cette dernière les décisions stratégiques sont prises alors même que les installations de production sont dessinées, elles sont décidées avec le "lay-out". Les articulations des fonctions de marketing et de R&D se présentent également différemment.

Une importante question est d'évaluer dans quelle mesure l'informatisation de

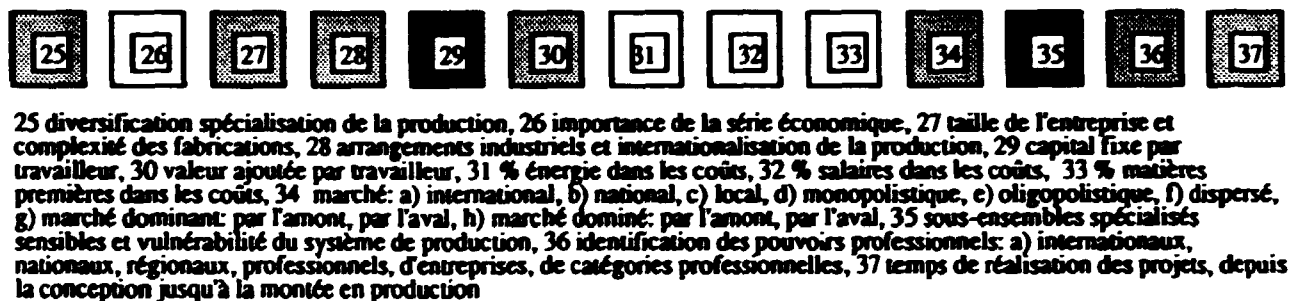
typologie des systèmes productifs



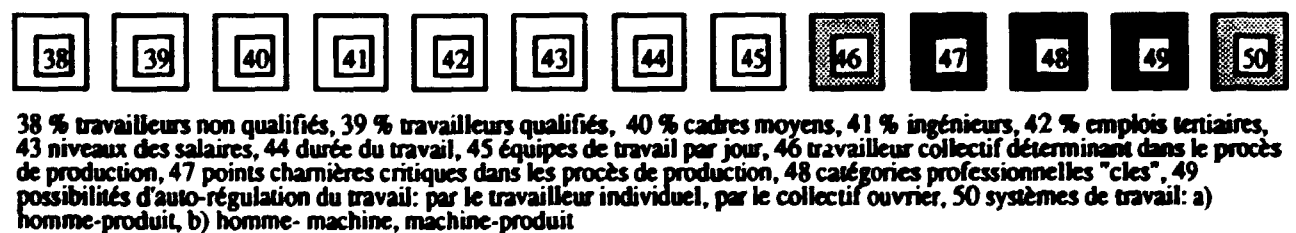
information technologique



information économique



information sociale



51 caractéristiques du savoir-faire: a) exhaustif (métier), b) base empirique, c) base analytique, d) types de formation professionnelle requis: a) durée, b) école professionnelle, c) sur le tas, d) en alternance, 52 stock éducationnel, 53 types d'accords contractuels: a) plan international, b) plan national, c) plan professionnel, d) plan de l'entreprise, e) plan de l'atelier, 54 niveaux de démocratie industrielle, 55 temps des changements socio-économiques, inertie des structures

information prospective



56 prévision technologique, 57 prospective sectorielle, 58 prospective industrie nationale, 59 prospective nationale, 60 prospective générale



information disponible



information partielle



information manquante

l'information modifie les caractéristiques typologiques de ces systèmes de production. L'invasion informatique peut transformer des procès discontinus de fabrication en procès continus, au contraire elle peut contribuer à "démassifier" l'organisation de la production de certains secteurs par une plus grande diversification des fabrications. Les nouvelles capacités de conception assistées sur ordinateur peuvent contribuer à développer les fabrications sur devis et à l'unité, inciter à incorporer davantage de décisions stratégiques au stage de dessin de l'usine... Il faut dire que les réponses à ces questions sont loin d'être tranchées, de même que l'émergence d'un nouveau système du travail succédant au système Taylor-Fordien. L'organisation de l'information industrielle est ici subordonnée aux avancées de l'économie et de la sociologie industrielles.

L'INFORMATION TECHNOLOGIQUE

On a classé les informations nécessaires selon leurs degrés de disponibilité: existants, partiels, manquants.

☐ Les informations existantes:

- *Les alternatives technologiques.* Généralement l'information existe à travers toute la littérature technique spécialisée sur les procédés techniques alternatifs. Mais elle n'est pas systématiquement organisée. Pourtant ceci serait de la plus haute importance. D'abord pour le "policy-making" des PVD: elle constitue le point de départ d'une information "élaborée" technico-économico-commerciale qui devrait permettre un choix véritable entre les alternatives. Ensuite dans les relations professionnelles entre patronats et syndicats du Nord, la discussion des choix technologiques faisant partie de plus en plus de négociations *ex-ante*.

- *R&D industriel.* L'importance respective de la R&D dans les diverses industries est connue, et souvent l'effort fait au niveau des grandes firmes. Mais il faudrait diffuser plus systématiquement ces données et fournir des indications sur les dispersions observées.

- *Le dépôt des brevets.* Sans doute l'information la plus organisée et de dimension si importante qu'il a fallu dans bien des Offices des brevets à renoncer à la saisie informatique rétrospective des documents. L'information sur les brevets est évidemment directement opérationnelle. Elle a aussi un intérêt cognitif. Bien que la mesure du nombre des brevets ne soit pas forcément une mesure du progrès technique, elle donne néanmoins des indications intéressantes sur la concentration de la R&D technologique, les forces et faiblesses des partenaires et concurrents. Il serait utile d'avoir des indications sur la proportion des technologies "dormantes", et des "brevets-barrages". Mais ces informations sont difficiles à réunir.

☒ Les informations partiellement disponibles:

- *Les sources technologiques endogènes.* Le progrès technologique d'un secteur industriel est la résultante de ses propres apports et des transferts verticaux provenant d'autres activités extérieures. L'identification de la dynamique de l'innovation technologique intrinsèque et de sa contribution au changement est intéressante pour la prévision technologique, la programmation et l'orientation de la R&D du secteur ou de la profession. Les informations à ce sujet sont très

partielles et sont rarement regroupées.

- *Les transferts technologiques verticaux.* Cette information est corollaire de la précédente. Il s'agit, au contraire, de saisir l'importance des sources technologiques exogènes. Un peu à l'image des entreprises NIH (not invented here), il existe des secteurs qui sont plus que d'autres sous la dépendance de l'innovation externe. Cette information est, elle aussi importante du point de vue de l'appréciation des rapports de force industriels et de la prospective. Elle donne des indications sur le degré de pénétration technologique du secteur, de sa dépendance dans un tableau des échanges technologiques interindustriels et permet de raisonner la probabilité de la pénétration de nouvelles technologies. Même observation que précédemment concernant la disponibilité.

- *Les transferts technologiques horizontaux.* Le secteur, ou l'entreprise, est émetteur ou récepteur d'innovations technologiques qui changent de direction dans la diffusion et sont utilisées à de tous autres usages que ceux pour lesquels elles ont été créées (exemples: le transfert du nylon dans l'industrie des pneumatiques, les procédés d'extrusion des industries alimentaires transférés aux industries petro-chimiques et à d'autres). La connaissance de ces types de transferts, qui sont eux mêmes souvent le point de départ de nouvelles innovations, est une source d'idées analogiques dont on connaît le rôle décisif dans les mécanismes mentaux de l'invention et de l'innovation. Là aussi il y a des informations éparses, mais il ne semble pas qu'un catalogue un peu systématique ait été fait.

- *L'âge de la technologie.* Les courbes de vie des technologies sont d'une importance première pour la stratégie industrielle, qu'il s'agisse d'innover ou de transférer. La connaissance du stade de la diffusion de l'innovation et du temps écoulé entre la première apparition d'une technologie et des produits correspondants, sa large diffusion, sa maturité et son déclin, est une information primordiale qui entre comme une des composantes des méthodes modernes de la "planification stratégique de l'entreprise". Ces informations sont constituées de toute évidence pour leurs besoins internes par les grandes entreprises. Mais, sans constituer pour autant un véritable secret, elle ne sont peu diffusées. Les travaux universitaires constituent une autre source partielle de renseignements. L'information à la disposition des "policy-makers" des PVD est très réduite.

- *Les disponibilités commerciales.* L'accès commercial à la technologie va du domaine public à la non disponibilité en raison d'un usage exclusif par le propriétaire du procédé, en passant par différentes modalités d'octroi de licences. L'information sur les technologies tombées dans le domaine public est d'un intérêt particulier pour les pays du Sud, qui trop souvent dans le passé ont payé, par ignorance, des redevances indues. Une information proche est l'identification des accords et intégrations entre les propriétaires des procédés et les sociétés d'ingénierie. On sait aussi que la méconnaissance de ces relations a conduit souvent, dans les PVD, par la désignation de la société d'ingénierie au cours des études de faisabilité d'un projet au choix implicite du procédé de fabrication.

- *Etat des transformations technologiques.* Les procès technologique peuvent donner lieu à des transformations parfaitement déterminées ou à des transformations indéterminées ou partiellement déterminées au sein de la "boîte noire" technologique.

• *Dépendance et indépendance entre la conception du produit et les procès de production*. Il est important de comprendre si la conception des produits est indépendante ou non des procès de production, si un changement de procédé entraîne ipso-facto une nouvelle conception des produits ou, au contraire, si la même ligne stable de procédé permet une diversification dans la conception des produits. Il est aussi intéressant de saisir si celle-ci est antérieure à l'édification des installations de production, ou si des dernières permettent ultérieurement une flexibilité dans le design. Cette information est importante pour apprécier la rigidité de l'appareil de production dans la perspective de sa restructuration.

■ Les informations manquantes

• *Niveaux technologiques*. La mesure de la complexité technologique des fonctions de production et des produits est pratiquement inexistante. Elle est pourtant d'une importance décisive pour les décisions stratégiques. La non considération des réalités de l'échelle des complexités industrielles peuvent conduire à des politiques volontaristes illusoire et les "grands bonds en avant" au recul. Inversement la méconnaissance du degré de maîtrise de la complexité acquis et de celle requise pour la fabrication de nouveaux produits peut entraîner une auto-limitation des possibilités industrielles. Le remarquable outil informatisé mis au point à l'ONUDI dans le secteur des biens d'équipement est l'exception qui confirma la règle et montre l'utilité de ce prototype d'information de structure pour le "policy-making"¹⁶.

• *Risques économiques et écologiques du transfert et de la diffusion de l'innovation*. Les risques économiques du transfert de l'innovation sont évidemment inversement proportionnels à leur disponibilité commerciale. une technologie tombée dans le domaine public ne présente plus aucun risque alors que son premier transfert, au contraire, présente des risques élevés, mais confère un avantage commercial. Il y a donc une double échelle de correspondance: la courbe des phases de la diffusion de l'innovation et celle de l'intensité des risques pris par l'adoption de l'innovation. Cette information ne fait pas l'objet d'une élaboration systématique.

L'information sur les risques industriels et écologiques liés aux alternatives technologiques est plus ou moins dans la même situation que celle sur les risques économiques. Il va de soi que les temps ont changé où le mot d'ordre de l'industrialisation -dans des PVD, et d'autres...- était "polluons d'abord, ensuite on verra !". La déontologie industrielle devrait être maintenant pour les possesseurs des procédés de procurer systématiquement l'information sur les risques écologiques des techniques.

L'INFORMATION ECONOMIQUE

□ Les informations existantes:

• *Importance de la série économique*. Les séries économiques de production sont le résultat à la fois de l'état de la technique, de l'organisation de la production et de l'intensité de la concurrence. Ce sont de véritables standards qui sont susceptibles d'être déstabilisés par l'informatisation de la production, qui en couplant les robots et les ordinateurs, permet le raccourcissement et la diver-

sification des séries de fabrication. La spécialisation de petites et moyennes entreprises permet des séries économiques de production compétitives.

- *Proportions des inputs dans les coûts.* Les pourcentages de l'énergie, des matières premières, des salaires, dans les coûts des diverses activités industrielles sont généralement des informations disponibles.

Les informations partiellement disponibles:

- *Diversification, spécialisation de la production, obsolescence et recyclage des produits.* L'information est très inégale selon les secteurs. Pourtant la connaissance du nombre de types et de modèles de fabrication n'est pas sans intérêt pour juger les gammes de produits intermédiaires ou finaux disponibles, l'économicité et la rationalisation de leur diversification. Il apparaît souvent qu'une fraction des nuances qualitatives des produits est réellement utilisée. Les modifications marginales des modèles ne modifient guère leur utilité. La diversification extrême de ceux-ci amène à une réflexion critique sur la valeur d'usage des produits. Il en est de même de la durée de vie des produits qui soulève celle du gaspillage de ressources rares et de leur récupération et recyclage.

- *Liaison entre la taille de l'entreprise et la complexité industrielle.* Malgré l'importance de la littérature consacrée aux petites et moyennes entreprises des informations essentielles font souvent défaut. Ainsi il y a une correspondance entre l'apparition ou la complexification des fonctions de l'entreprise, fabrication, gestion, marketing, R&D, et l'élévation de la taille de l'entreprise.¹⁷ Mais elle n'a pas fait l'objet d'analyses systématiques, et en conséquence l'information est pauvre dans ce domaine. Elle est pourtant essentielle pour les pays du Sud, tant pour le choix d'entreprises à constituer que pour les conditions associées de management et de formation professionnelle à mettre en œuvre initialement, et, par la suite, en fonction des changements de taille des entreprises.

- *Valeur ajoutée par travailleur dans les divers secteurs industriels.* De nombreuses données éparses existent mais non une information comparative, intersectorielle, internationale et régulièrement actualisée. La valeur ajoutée par travailleur est une indication qu'on peut déduire de la comptabilité économique, du compte d'exploitation du secteur. Elle dépend de nombreux facteurs: les prix respectifs de l'output de la production et des inputs matériels, de la productivité du travail, de la part des amortissements (si on calcule la valeur ajoutée nette, et donc des prix d'acquisition et des conditions d'utilisation du capital), des taux de change, etc.... La valorisation de la force de travail et du capital est un critère décisionnel primordial. Il importe donc de connaître non seulement les résultats mais leurs composants, c'est-à-dire de disposer non pas une information comptable agrégée de "moment" un, mais d'une information de structure, élaborée de "moment" n.

- *Structure des marchés industriels.* L'immensité de l'information "métrique" à ce sujet fait oublier les lacunes de l'information de structure. Celle-ci concerne principalement trois questions: les types de marché, leur nature, leurs positions respectives.

Les types de marché sont de caractères: a) international, b) national, c) local. Les marchés sont par nature: monopolistique, oligopolistique, dispersés. Ils ont une position dominante ou dominée, par l'amont ou par l'aval, dans le tableau des

relations interindustrielles¹⁸. Ces relations peuvent varier dans le temps ainsi que les termes de leurs prix d'échanges. Malheureusement une grande partie de ces informations n'est pas disponible.

- *Arrangements industriels et internationalisation de la production.* Les jeux industriels sont des conflits-coopérations.¹⁹ Partant de l'axiomatique de l'échange composite, des "unités actives", des luttes-concours,²⁰ il est possible de dresser une typologie des arrangements industriels²¹. Celle-ci prend en compte les espaces d'opération (espace de clientèle, d'investissement et d'information) et de décision (capacités de financement, de management, d'assimilation, d'innovation technologiques, des moyens de production- machines et main d'œuvre), les pouvoirs technologiques des unités considérées. Ainsi se dessine une logique des multiples formes des accords: a) dans le cas de disjonction des espaces d'opération, troc technologique et "cross licensing", accord de licence et/ ou d'assistance technique et de management pour des produits destinés à des marchés intérieurs non pénétrables; b) dans le cas d'intersection des espaces d'opération, , accords de concession de brevets avec ou sans "tying clause", d'assistance technique et/ou de management, contrats en régie, contrats "clés en main" avec ou sans "buy back"; c) dans le cas d'union des espaces d'opération, accords de coproduction, joint-ventures, programmes communs de R&D, accords de compensation, sous-traitance internationale des firmes multinationales à des filiales, sous-traitance internationale entre filiales, sous-traitance des filiales et des entreprises locales, etc... Les rapports de force trouvent leur expression financière et juridique dans les prises de participation dans le capital, l'absorption ou les fusions d'entreprises. Le pôle du conflit ou celui de la coopération peut marquer la dominante de l'opération. L'énorme littérature accumulée sur ces questions, chargée souvent de détails non sans intérêt, est de type "métrique". Il lui manque cependant une structure qui en permettrait l'interprétation. La constitution d'une information "élaborée" et "structurelle" est fonction des grilles de traitement fournies par l'économie industrielle théorique. Il en est de même pour la division internationale des activités entre firmes multi-nationales et filiales qui conduit à la pratique du "travail partagé" (sharing-production)²²

- *Identification des pouvoirs professionnels.* L'industrie est un réseau de pouvoirs articulés et hiérarchisés. Les pouvoirs de différents niveaux se conditionnent réciproquement et inégalement. L'espace de décision d'une entité, une entreprise par exemple, est fonction de différents constituants de pouvoir.²³ Ses espaces de décision et d'opération peuvent être limités de l'extérieur par les pouvoirs de l'organisation professionnelle, et de l'intérieur par des pouvoirs corporatifs et socio-professionnels. Sans aucun doute il est difficile de constituer ce type d'informations sur les rapports de force industriels, qui, quand il existe au sein des grandes firmes, est le plus souvent de nature confidentielle.

- *Temps de réalisation des projets.* Depuis la conception des projets jusqu'à leur réalisation et montée en production, les temps nécessaires sont très variables selon les industries. Les retards constatés dans de nombreuses industries lourdes de pays en développement ont un coût économique considérable, le manque à gagner de la production peut avoir une valeur égale ou supérieure au montant des investissements. Une information systématique, une véritable algorithmisation des temps standards de réalisation serait d'une grande utilité.

■ Les informations manquantes:

- *Données sur le capital fixe par travailleur.* Aussi étrange qu'il paraisse cette information apparemment facile à réunir n'est pratiquement pas disponible pour les décideurs des PVD. Il n'existe pas de tables générales et révisées périodiquement en fonction de l'évolution de la technique qui permettent de comparer les coûts de création des emplois dans les diverses activités, et, réciproquement, de répondre à de simples questions: où est-il possible de créer des emplois avec 100, 1000, 10000, 100000 \$ par poste de travail ?
- *Sensibilité et vulnérabilité des systèmes de production.* A l'intérieur des processus de production discontinus, mais aussi dans certains cas de processus continus, existent des sous-ensembles spécialisés qui peuvent avoir une importance stratégique, car il suffit d'un arrêt technique ou d'une grève pour bloquer l'ensemble du processus. L'accroissement de la complexité des grands systèmes industriels accroît aussi généralement leur fragilité. Cette information est corollaire de celle sur les risques économiques et écologiques des alternatives technologiques. Selon leur agencement les systèmes productifs industriels sont plus ou moins vulnérables. Il faut le savoir.

L'INFORMATION SOCIALE

□ Les informations existantes:

- *Les proportions dans les diverses activités des travailleurs qualifiés et non qualifiés, des cadres moyens et des ingénieurs et cadres, des emplois tertiaires, les niveaux des salaires, les durées du travail, le nombre journalier des équipes de travail,* sont des informations disponibles. On notera cependant la nécessité d'améliorer l'information structurelle sur l'accroissement des "travailleurs cérébraux" et sur les phénomènes, soit de développement dans des entreprises de haute technologie des tâches mentales, soit de traitement à l'extérieur des entreprises de services spécialisés de gestion, de conception ou de reproduction.

■ Les informations partiellement disponibles:

- *Travailleur collectif déterminant dans les processus de production.* Dans un certain nombre de processus ou sous-ensembles de production, l'exécution des tâches requiert une parfaite coordination au niveau de l'équipe. Son absence est à l'origine de graves difficultés dans les pays en développement. C'est moins la qualité du travail individuel qui est en cause que celle de l'équipe. Or la formation est centrée sur la formation individuelle et non sur celle des collectifs de travail. L'information sur les processus qui demandent une coordination au sein du collectif a un caractère préparatoire pour l'organisation du travail et préventif pour l'orientation des formations professionnelles.
- *Identification des catégories professionnelles clés.* Des catégories de salariés occupent des positions stratégiques, ils ont le pouvoir de bloquer l'ensemble des activités, ou ils détiennent le savoir des points critiques des procès, ou ils sont essentiels pour la maintenance et la réparation des installations de production. Cette information est complémentaire de celle sur les risques industriels et sur la vulnérabilité des systèmes de production.

• *Typologie des systèmes de travail.* On distingue trois systèmes de travail: Homme-Produit, Homme-Machine, Machine-Produit.

Le système Homme-Produit peut être défini par le processus matière-outil-produit. Il structure trois processus de travail: la production artisanale; la production unitaire d'atelier, la production manufacturière simple.

Le système Homme-Machine répond à la liaison suivante: matière-machine-matière transformée. L'ouvrier y perd la connaissance du produit mais il conserve la maîtrise du segment de transformation de la matière. Deux cas peuvent se présenter: le savoir-faire plus complet de l'ouvrier qui subit la cadence de la machine, ou le savoir-faire plus complet, analytique de l'ouvrier qui commande la machine. Ces deux modalités se retrouvent respectivement dans la production centralisée de masse et dans la production mécanique d'atelier.

Le système Machine-Produit répond à la liaison matière-appareil de production-matière transformée. La liaison concerne l'objet et les moyens de travail. Les appareils de production peuvent être des installations de transformations chimiques ou des moyens de production automatisés, et non plus seulement mécanisés comme dans le système précédent.

Les choix des systèmes de production sont aussi des choix implicites des systèmes de travail. On a pas suffisamment conscience des changements qualitatifs qu'implique le passage d'un système à l'autre, des ruptures sociales que suppose l'évolution vers d'autres types de travail. L'information de structure devrait aider à cette prise de conscience, d'autant plus importante pour les pays qui optent pour leur entrée dans la nouvelle révolution industrielle.

• *Les caractéristiques du savoir-faire.* Les savoir-faire varient évidemment en fonction des systèmes de travail. Dans le système Homme-Produit le savoir-faire porte sur la matière et la maîtrise de sa transformation. Dans le système Homme-Machine, il porte sur le fonctionnement de la machine. Dans le système Machine-Produit le savoir-faire porte sur les transformations que les systèmes de machines et appareils font subir à la matière, et en conséquence sur le couple machine-matière. Une typologie opérationnelle des savoir-faire reste à établir. On pressent l'existence de catégories de savoir-faire exhaustifs, liés aux métiers, de savoir-faire partiels, acquis sur une base empirique ou analytique. Le prolongement de cette information est la *typologie des formations professionnelles*. La nature profonde des systèmes de production, l'algorithmisation plus ou moins poussée des savoir-faire dans les machines, influent profondément sur la nature de l'éducation professionnelle nécessaire, sa durée, les proportions des savoirs théoriques et pratiques, de la formation à l'école et sur le tas dans l'entreprise, de la formation en alternance, etc... Il s'agit là d'une information de structure dont la portée stratégique et opérationnelle est considérable.

• *Types d'accords contractuels.* Les relations professionnelles sont influencées par des facteurs historiques et traditions sociales nationales qui privilégient, par exemple, les accords entre employeurs et employés au niveau national ou à celui du secteur ou de l'entreprise. Dans la mesure où il est de plus en plus manifeste que les relations sociales sont un facteur décisif du succès des projets d'industrialisation, l'information sur les accords typiques est un élément d'éclairage des partenaires sociaux. Dans cet esprit la diffusion des accords "ex-ante" des

projets d'investissements où sont discutés avant la réalisation des projets leurs conséquences sur l'emploi, les qualifications, la formation des travailleurs, est particulièrement importante.

■ Les informations manquantes:

- *Les points critiques des procès de production.* Si une information partielle existe sur le rôle déterminant du travailleur collectif, par contre, l'information plus précise, "métrique", sur les points charnières critiques, physiques, des procès, est encore plus rare. Il est important pour les décideurs de les connaître. Si on ne peut les éviter il faut se préparer à y faire face. Si cela s'avère impossible il faut soit renoncer au procès soit négocier avec les détenteurs du procès pour tenter de supprimer les points critiques.
- *Les possibilités d'auto-régulation du travail.* Selon les systèmes de production les travailleurs ont la possibilité, soit individuellement, soit collectivement, d'auto-régulariser le rythme du travail. Dans le travail à la chaîne le rythme de celle-ci régule celui du travail, ce qui rend inopérant les incitations du salaire aux pièces. Dans d'autres procès de fabrication il n'en est pas de même et des espaces de liberté, plus ou moins grands, rendent possibles l'auto-régulation individuelle ou collective. Il va de soi, mais par méconnaissance de ces réalités structurelles il n'en est pas toujours ainsi, qu'il y a un rapport de correspondance à observer entre les systèmes de rémunération incitative et les possibilités d'auto-régulation du travail. Il ne paraît pas exister une information "élaborée" dans ce domaine.
- *Le stock éducationnel.* Les secteurs industriels sont aussi hiérarchisés selon l'importance du "capital humain". La formation reçue par les travailleurs représente une accumulation. Les secteurs et les entreprises nécessitent et disposent de stocks éducationnels. Ces stocks sont en relation avec le montant du capital fixe, vont dans le même sens ou en sens opposé. Par exemple le secteur des biens d'équipement requiert des investissements fixes relativement bas mais un niveau élevé de "capital humain". La valeur de ce stock peut être calculée par le temps d'éducation ou par les coûts des enseignements respectifs des différentes catégories professionnelles, ou en temps pondéré par les coûts. On mesure l'importance de cette question dans le cas de "fuite des cerveaux" ou d'exode massif de travailleurs qualifiés.
- *Les niveaux de la démocratie industrielle.* Les formules appliquées dans les divers pays varient selon leur culture socio-politique, les rapports et les projets respectifs des partenaires sociaux. Une large gamme d'expériences existe depuis la gestion autoritaire ou paternaliste, l'intégration plus ou moins totale du personnel à l'entreprise, la cogestion ou la participation selon de nombreuses modalités... L'évolution des techniques, les impératifs de systèmes flexibles de production, les impasses constatées du Taylor-Fordisme, conduisent aujourd'hui à rechercher d'autres solutions: "l'entreprise du 3^{ème} type", "l'entreprise à complexité humaine"... A chacun de ces niveaux de la démocratie industrielle correspond une organisation spécifique de l'information des partenaires sociaux, des degrés de transparence de l'entreprise et de son environnement. Il faudrait établir des guides de référence en la matière.
- *Les temps des changements socio-économiques.* Les structures physiques

présentent, à un moment de l'état des techniques et de l'organisation, des temps élémentaires dont il est difficile et dangereux de faire abstraction. Les structures socio-économiques ont elles aussi des inerties, encore plus mal identifiées. Leur évolution est le plus souvent de rythme lent, c'est le cas particulièrement du système du travail. Le système Taylor-Fordiste perdure depuis 70 ans et il n'a pas complètement épuisé malgré sa crise sa capacité de récupération de l'informatisation de la production.²⁴ Un choix technologique et d'investissement est aussi un choix sociologique, implicite ou conscient, contraint ou volontaire. Le temps en est la variable la moins dominée. L'algorithmisation des durées des processus sociaux est sans doute une des plus grandes lacunes de l'économie politique et de la sociologie.

L'INFORMATION PROSPECTIVE

Il est important pour le "policy-making" industriel d'avoir une connaissance des perspectives d'évolution des technologies, des secteurs industriels, de l'économie et de la société nationales, de l'environnement international. Ainsi la décision de créer une industrie coûteuse des engrais azotés peut être différée ou modulée si les perspectives agronomiques laissent entrevoir dans un temps déterminé la mise à disposition de nouvelles variétés végétales assimilant directement l'azote atmosphérique. On a vu les conséquences des insuffisances de la prospective internationale dans le domaine de l'énergie, où une politique concertée des producteurs de pétrole n'avait pas été envisagée, et réciproquement après les chocs pétroliers, le sur-dimensionnement dans certains pays de projets énergétiques en regard des besoins en baisse du fait de la crise économique, mais aussi de la politique d'économie d'énergie qui a été la riposte des pays occidentaux à la politique de l'OPEP.

Les informations partiellement disponibles:

- *La prévision technologique.* Elle a pour fonctions d'éclairer les choix stratégiques des investissements et d'envisager les développements concurrentiels dans la compétition économique internationale. Elle s'opère à différents niveaux d'agrégation de l'édifice technologique, à différents stades de l'innovation, de la diffusion et du développement technologiques. La "veille", "l'évaluation", la "prospective" technologiques font partie d'une même approche qui se complexifie progressivement et se différencie par leurs méthodes. Le bilan laisse sur une impression d'insatisfaction²⁵. On peut démontrer que le progrès de la prévision technologique est étroitement lié à celui des méthodes de la prospective, en général. Pour maîtriser la complexité croissante il faut des outils complexes²⁶.
- *La prospective sectorielle.* A l'époque des interdépendances généralisées et de l'internationalisation de la production, la plupart des prospectives sectorielles demandent la vision mondiale. Mais elles demandent à être resituées, interprétées dans le cadre des *prospectives nationales*. Celles-ci sont rares. Il faut noter que la crise économique a été aussi la crise de la prévision classique et qu'il s'en est suivi une désaffection qui n'a pas épargné la prospective. Pour remplir sa mission qui apparaît de plus en plus essentielle au fur et à mesure que

croissent les incertitudes, les dangers à un niveau planétaire où l'industrialisation représentent le vecteur principal de changements non maîtrisés, il faut mettre en œuvre une "prospective du second âge"²⁷.



En définitive les informations disponibles représentent environ 25% du nombre des informations de structure considérées importantes pour le "policy-making" industriel, les informations partiellement disponibles 55%, et les informations manquantes 20%. Il ne s'agit là que d'un comptage qui ne tient pas compte des différences de qualité et de nécessité. Si l'on observe que la classification en "informations partiellement disponibles" est sans doute parfois optimiste, on a une mesure des lacunes et des ignorances de l'information industrielle. En réalité les carences de celle-ci sont celles de l'économie et de la sociologie industrielles. La théorie retarde sur les faits, mais la constitution des données dépend de la représentation qu'on a de l'industrie. La rétroaction théorique est maintenant le vecteur dynamique d'une nouvelle étape, structurelle, de l'information industrielle. Il convient d'en tirer les implications pratiques.

L'information et la coopération internationale

Une grande quantité d'informations industrielles sont disponibles, mais éparses et peu utilisables en l'état par les décideurs. Il conviendrait de les organiser. Cette tâche peut être faite par des organisations internationales, des universités ou des institutions privées. Il en va de même des compléments à apporter à celles qui ne sont que partiellement disponibles. Quant à celles qui sont manquantes, certaines sont relativement faciles à réunir, il suffirait d'y penser. D'autres, généralement à caractère typologique sont le plus souvent insuffisantes, leur constitution est subordonnée aux résultats des études de l'économie et de la sociologie industrielles.²⁸ C'est pourquoi il faudrait établir un **programme international de la socio-économie de l'information industrielle** et établir un **réseau d'institutions** se partageant les recherches et les tâches d'élaboration et d'organisation des informations. Il devient de plus en plus urgent de répondre à des demandes d'information de structure qui iront en croissant.

L'analyse précédente montre que les lacunes concernent tous les champs de l'information industrielle: typologique, technologique, économique, sociale, prospective. Les défaillances sont particulièrement graves pour l'information sociale, et, à un moindre titre pour la typologie et la technologie.

□ Un grand projet est en cours d'expérimentation en France: **l'Encyclopédie Systémique de la Technologie**.

Le projet est né d'un constat: nous vivons désormais dans la technosphère qui a la capacité de détruire la biosphère, de cette situation nouvelle on a pas tiré toutes les implications. La technologie est le métalangage d'aujourd'hui. Alors que nous utilisons 2000 mots dans le langage courant, 4000 dans les œuvres marquantes de la littérature, la technologie est un vocabulaire de 6 millions de mots. Sa "variété" est supérieure à celle des espèces végétales et animales classifiées. En regard de ce fait majeur on constate qu'il n'existe pas de taxinomie de la technologie. L'idée centrale du projet est d'entrer dans le 21ème siècle avec un "génom" de la technologie. Il faut comprendre les lois de constitution et de changement de la technologie pour l'orienter en fonction des besoins de la société. C'est une des conditions instrumentales pour sa maîtrise sociale.

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 la grande période de transition en cours, où les créations technologiques bouleversent l'économie et rendent incertains les futurs du travail, 3° les choix cruciaux à faire dans les pays en développement en regard de la nouvelle révolution industrielle.

Face à ces problèmes majeurs, la maîtrise de la technologie ne peut être réduite à des recettes. Elle se situe dans le cadre du management de l'hyper-complexité. Elle suppose une praxéologie et une puissante instrumentalité à défaut desquelles les projets sociétaux ne peuvent se constituer, et, à fortiori, être opératoires.

L'enjeu est immense: il s'agit cette fois de ne pas manquer la maîtrise de la nouvelle révolution industrielle. Il s'agit, dans ce but, de créer avec l'E.S.T., un puissant instrument opérationnel pour:

- l'éducation et la culture technologiques, le polytechnicisme; l'éducation

professionnelle repensée dans le sens de polyactivités, de nouvelles combinaisons pour l'acquisition des savoirs théoriques et pratiques; l'établissement de nouvelles configurations des métiers; la stimulation de l'innovation technologique par le transfert des idées et des images, l'analogie, les matrices de découvertes, l'analyse morphologique des proximités technologiques; l'évaluation des alternatives et les choix des politiques technologiques et stratégies industrielles des entreprises et des décideurs publics; la prospective technologique et les négociations sociales ex-ante à l'introduction de nouvelles technologies.

La complexité de la tâche est en proportion. Pour maîtriser la complexité il faut forger des outils complexes, de nouvelles praxéologies politiques. C'est dans ce contexte nouveau que se situe le projet de l'E.S.T.

La difficulté principale est d'ordre conceptuel. Il faut disposer de descripteurs pour dégager les lois de composition et créer le langage pertinent permettant de structurer l'énorme masse de données sur la technologie.

- L'E.S.T. aurait un double impératif: être *systémique* et *informatisée*.

Il ne s'agit pas de refaire une Encyclopédie descriptive, il y a déjà des quantités de publications techniques qui en font office, mais d'élaborer en fait une théorie générale de la technologie comme "science des fonctions et des structures fondamentales d'objets techniques et de leurs procès de production ainsi que de leurs effets socio-economiques".

- ♦ C'est une *technologie générale* qui fournira la compréhension de l'énorme accumulation des descriptions techniques.

Il faut "comprendre" les principes, voire les "lois" qui régissent l'agencement du système technique et son évolution. Ce qui conduit à rechercher simultanément un modèle de description des techniques et un instrument théorique d'intégration. Ce modèle comprend un édifice de formes physiques et abstraites constitué de cinq niveaux: les lois scientifiques, les principes technologiques, les éléments, les individus techniques, les sous-systèmes et le système technologique. Les propriétés et procédés techniques sont en transaction avec les autres niveaux technologiques. Principes, éléments, individus se combinent en raison de leurs compatibilités et cohérences dans des ensembles de complexité croissante. Le passage d'un niveau à l'autre s'opère par le changement des propriétés et l'évolution ou la mutation des procédés.

L'étude des "lois" physiques de composition, d'intégration, de passage d'un niveau à l'autre, des propriétés et procédés techniques pourrait constituer un corps de connaissances structurées: l'ingéniérologie, (ou *technologie générale*), de contenu interdisciplinaire, science de la constitution et du changement de la technosphère engloberait, notamment, l'organologie, (ou étude des éléments) et la mécanologie, (ou étude des individus techniques).²⁹

- ♦ L'E.S.T. doit être *systémique* parce que la gigantesque mutation en cours de l'organisation de la production et du travail est un changement de système. Et il faut pour en dominer la complexité avoir recours aux méthodes d'analyse des systèmes.

- ♦ Elle doit être *informatisée* parce que l'entreprise n'est possible qu'avec la puissance de l'outil informatique, l'organisation d'un travail en réseaux et l'utilisation de tous les supports multimédias.³⁰ Ainsi conçue l'E.S.T. serait une œuvre

permanente, à information croissante et à dimension internationale .

Un **programme expérimental** est en cours en France pour établir sur quelques exemples significatifs des prototypes d'information technologique systémique et informatisée. Si les résultats conduisent à la conclusion que l'entreprise est faisable, l'idée serait de promouvoir la création d'une *Fondation Internationale*.

□ **La pratique de la coopération internationale** montre une évolution sensible de la *demande des pays en développement* ayant réussi un certain décollage. Evolution qui préfigure le sens que suivront vraisemblablement par la suite les autres. Désormais la demande de ces pays se porte sur des formes supérieures de la coopération: l'assistance méthodologique et le recours à de nouveaux instruments du développement au rang desquels *l'information* vient à la première place. En d'autres termes il y a une dialectique de l'assistance technique classique et de l'information: plus le niveau du récepteur s'élève plus la part de l'assistance classique diminue et celle de l'information augmente. Des voies d'avenir se dessinent. Les "**systèmes experts**" sont une d'entre elles. Ils "**mémorisent**" une quantité d'information et une structuration de celle-ci bien supérieures à l'expertise individuelle. Le système expert " d'analyse de la complexité technologique" (ACT) pour les biens d'équipement, élaboré au sein de l'ONUDI, est un prototype de nouveau produit d'information structuré et opérationnel pour les décisions stratégiques du policy-making des PVD¹⁶.

La constitution d'une information de structure pour l'industrie est un terrain majeur de coopération entre pays en développement et pays industrialisés. Le bénéfice en serait au demeurant réciproque: nombre des informations constituées seraient aussi utiles pour le "**policy-making**" des pays industriels, particulièrement pour les petites et moyennes entreprises, elles pourraient, par ailleurs, constituer des éléments nouveaux de communication dans le processus de progression de la démocratie industrielle.

NOTES

- 1 BAR ZAKAY Samuel *"policy-making and technology transfer, the need for national thinking laboratories"* Rand Corporation, december 1970.
 - 2 GONOD P. F. *"Clés pour le transfert technologique"*, Institut de Développement Economique, Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement, Washington, USA, août 1974. Ainsi dans le domaine de la politique technologique, 9 "niveaux de conscience" ont été considérés allant du "laisser-faire" à la "maîtrise sociale de la technologie"
 - 3 Ce schéma est inspiré des travaux de Jean-Louis LE MOIGNE *"Les systèmes d'information dans les organisations"* PUF, 1973 et *"Les systèmes de décision dans les organisations"* PUF, 1974.
 - 4 GODET Michel *"Prospective et planification stratégique"*, CPE-Economica, 1985.
 - 5 MELEZE J. *"L'analyse modulaire des systèmes de gestion"*, Editions hommes et techniques, 1972.
 - 6 SIMON Herbert A. *"The new science of management decision"*, Harper & Row, New York and Evanston, 1960.
 - 7 MACKAY David M. *"Information, mechanism and meaning"* The M.I.T. press, Cambridge, Mass, 1969.
 - 8 Cette image fut un des premiers "blocpix" portraits réalisés et a été extraite de la revue *"Computer"*, éditée par *"the Institute of Electrical and Electronics Engineers"* des USA, July 1976.
 - 9 L'idée avait été lancée de mesurer le contenu structurel de l'information par le nombre de ses dimensions (unité le "logon"), et le contenu de l'information métrique par le nombre d'événements élémentaires qui ont été condensés pour constituer l'information (unité le "métron"). Mais il ne semble pas que les recherches dans ce domaine aient été poursuivies. Peut-être le prodigieux essor de l'informatique a contribué, paradoxalement, à délaissier provisoirement l'approfondissement de la théorie de l'information. Il est probable que le développement de l'intelligence artificielle conduira à un retour en force vers ces recherches.
 - 10 ACHIER Georges et SERIEZ Hervé *"L'entreprise du 3^e type"* Seuil, 1984.
 - 11 L'information "élaborée" de SRI n'est pas une information provenant directement des entreprises mais "reconstituée" par le réseau de ses correspondants.
 - 12 FRAMIGNAN German, GONOD Pierre, MARINEZ-VIDAL Carlos, *"Informacion para la transferencia de tecnologia"*, Comercio Exterior, Banco nacional, Mexico, octobre de 1976.
 - 13 selon l'expression d'un rapport du groupe de travail sur l'information gouvernementale du Canada: *"! & ?, Communiquer"*, Ottawa, 1969.
 - 14 GONOD Pierre F. *"les transferts technologiques (pratique et théorie)"*, Association française de science économique, colloque *"Recherche et progrès technique"*, Villeneuve d'Asq, 30 sept.-2 oct. 1974.
 - 15 WOODWARD Joan *"Industrial organization, theory and practice"* Oxford University Press, Oxford, 1965.
- Les travaux de M^rJ. WOODWARD ont été, pour l'essentiel, confirmés par des études plus récentes. Cependant il faut remarquer que l'économie industrielle théorique n'a pas attaché suffisamment d'importance à la compréhension des structures productives profondes existantes, au-delà des structures apparentes des activités. Une meilleure compréhension de celles-ci aiderait à juger des possibilités réelles d'informatisation de la production des divers systèmes.
- 16 L'analyse de la complexité technologique des produits électro-mécaniques constitue un système expert qui comprend actuellement 600 groupes de biens d'équipement, analysés chacun selon 128 facteurs pouvant comprendre 6 niveaux de complexité. La base de connaissance comprend 732000 informations. Il est envisagé de la porter à 5000000. La description structurelle qui est faite pour chaque machine ou instruments permet la comparaison de leur complexité ainsi que de celle de leurs constituants. Ceci permet ainsi d'établir des lois de composition et d'évolution et de disposer d'information de structure utilisables par le "policy-making" des PVD. Vidossich Franco *"Le système expert ACT (analyse de la complexité technologique des produits électro-mécaniques)"* ONUDI, Vienne, avril 1987.

17 La méthode ACT (voir référence 16), en mesurant les complexités technologiques dans les secteurs des biens d'équipement a permis aussi de sortir de la nébuleuse qui concerne les PMI. En considérant 40 fonctions essentielles au sein de l'entreprise ayant chacune 6 niveaux de complexité, il a été possible d'identifier les fonctions qui apparaissaient et celles qui se complexifiaient avec la croissance de la taille des entreprises.

18 exemple de ces modifications de position: l'industrie sidérurgique qui, historiquement, a eu une situation dominante, imposant ses standards à ses clients, est maintenant soumise aux exigences qualitatives des utilisateurs en aval.

19 GONOD Pierre "Conflit-coopération dans le transfert technologique" Mondes en développement N°14, 1976.

20 PERROUX François "Pouvoir et économie" Bordas, 1973

21 GONOD Pierre "transfer of technology and international conflict and cooperation" Table-ronde Franco-Hongroise, Lyon, 25 janvier 1988.

22 selon l'expression de Peter DRÜCKER qui estime qu'il n'existe pas de théorie pour un des phénomènes majeurs de notre époque.

23 pour une application de l'analyse des pouvoirs, voir GONOD Pierre "Nouvelles représentations des transferts technologiques", Mondes en développement, N° 20 1977.

24 GONOD Pierre "l'informatisation de la production dans l'industrie et le tertiaire", Bulletin d'informations sociales N°1/85, BIT, Genève.

25 SCHNAARS Steven P; "Megamistakes, forecasting and the myth of rapid technological change" The free press, New York, 1989.

26 sur l'amélioration des méthodes de la prévision technologique voir GONOD Pierre "Prolégomènes à la prospective technologique", Analyse de systèmes, volume XV, N° 2 juin 1989.

27 GONOD Pierre "Dynamique de la prospective", Aditech-CPE, Paris, Mai 1990.

28 Le "traité d'économie industrielle", sous la direction de Richard ARENA, Jacques De BANDT, Laurent BENZONI, Paul-Marie ROMANI, Economica 1988, qui est un "state of the art" de la discipline est aussi un révélateur des carences théoriques.

29 le projet de l'E.S.T. a été exposé dans l'article de P.GONOD "La technologie générale: projet d'Encyclopédie Systémique de la Technologie", Analyse de systèmes, Volume XIV, N°4, décembre 1988.

30 un exemple de nouveau produit informatisé, multimédia est la réalisation de Stephen LUBAR "Engines of change", National Museum of American History. Smithsonian Institution, Washington, 1989. réalisé sur Macintosh et Hypercard qui retrace l'histoire de la révolution industrielle aux USA.