

Un pas vers la maîtrise du transfert des connaissances : la création de sociétés d'ingénierie dans les pays en voie d'industrialisation

Perrin J.

Transferts de technologie

Paris : CIHEAM
Options Méditerranéennes; n. 27

1975
pages 57-65

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI01.0603>

To cite this article / Pour citer cet article

Perrin J. **Un pas vers la maîtrise du transfert des connaissances : la création de sociétés d'ingénierie dans les pays en voie d'industrialisation**. *Transferts de technologie*. Paris : CIHEAM, 1975. p. 57-65 (Options Méditerranéennes; n. 27)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

J. PERRIN

Département " Industrialisation
et Développement "
I.R.E.P.
Université des Sciences Sociales
Grenoble

Un pas vers la maîtrise du transfert de connaissances : la création de sociétés d'ingénierie dans les pays en voie d'industrialisation

Au cours de ces dernières années, par suite de la taille des ensembles industriels à mettre en œuvre, de la complexité croissante des techniques à maîtriser, la conception et la réalisation d'unités de productions industrielles cohérentes et efficaces ont cessé d'être à la mesure d'un artisan de génie ou d'un constructeur de talent. La fonction de conception et de réalisation a dû se distinguer de la fonction de production. Son autonomie s'est tout d'abord affirmée, sous forme de bureaux d'études et de services travaux neufs, par la création de cabinets libéraux de conseil (ingénieurs conseils) puis par la création de sociétés d'ingénierie spécialisées ou polyvalentes.

ROLE ÉCONOMIQUE DE L'INGÉNIÉRIE

L'ingénierie en tant que fonction autonome de conception et de réalisation des investissements se doit d'établir des relations étroites avec d'autres activités industrielles : recherche, développement, production, construction d'équipements, institutions financières. Ces relations sont nécessaires à l'ingénierie pour réaliser les différentes phases de conception et de réalisation d'un projet : étude préliminaire, étude d'avant projet, étude détaillée de projet, étude d'exécution, achat et inspection, montage, mise en route.

La pratique de l'ingénierie que nous avons analysé dans différentes études montre que les relations de l'ingénierie avec les autres activités industrielles ne sont pas unilatérales. L'ingénierie a besoin des résultats de la recherche-développement qui lui fournit les données sur les procédés. Mais grâce à son expérience de la mise en œuvre des produits de la recherche-développement, l'ingénierie est capable de repérer les problèmes auxquels cette mise en œuvre se heurte : il devient agent d'identification des problèmes à soumettre à la recherche. D'autre part, grâce à sa soumission permanente aux exigences de la production, l'ingénierie apporte à la recherche développement sa capacité d'interprétation des résultats de la recherche et de traduction des résultats techniques en termes économiques. L'ingénierie, pour remplir sa fonction se doit de repérer et d'intégrer l'expérience

industrielle des praticiens de la production pour repérer les perfectionnements à apporter aux procédés, aux machines, à l'organisation de la production. L'ingénierie permet à cette expérience industrielle de production de s'accumuler, de se rationaliser, de remonter jusqu'à la *recherche développement* et de s'intégrer finalement dans la conception de nouvelles unités de production. L'ingénierie est à la fois l'agent de l'accumulation et de la diffusion de l'expérience industrielle. Enfin l'ingénierie permet de passer (des données d'un process) d'un schéma de procédé de production à la spécification des équipements et à la commande des travaux à réaliser. Du fait de l'accumulation de son expérience de conception et de réalisation de nombreux investissements, l'ingénierie est capable d'intervenir comme conseil auprès des constructeurs d'équipements et des entreprises de travaux. Il faut souligner que la phase d'étude de projet nécessite l'instauration de liens étroits entre l'ingénierie et les constructeurs d'équipements. Il en résulte que chaque ingénierie entretient des liens préférentiels avec certains constructeurs. On peut apprécier dans ce contexte, l'importance de la nationalité de l'ingénierie. L'ingénierie étranger est normalement lié aux constructeurs de biens d'équipements étrangers ; il ignore a priori les constructeurs de biens d'équipements nationaux et il ne se préoccupe guère de leur promotion.

Ce bref rappel sur les relations de l'ingénierie avec les autres activités industrielles permet à la fois de préciser la fonction d'ingénierie et de souligner le rôle central qu'il joue dans le développement de l'industrialisation. La fonction de l'ingénierie est liée à la maîtrise dans leur complexité et leur interdépendance des informations nécessaires au dessin et à l'ordonnement d'un capital opérationnel, depuis les plans préliminaires jusqu'au montage et à la mise en route. Ces informations proviennent à la fois de la *recherche développement*, de la production et de la construction d'équipements. L'ingénierie reçoit ces informations, à la limite, il suscite leur production ; de toute façon, il les accumule et les intègre (les mémorise) pour des utilisations nouvelles. En ce sens, l'ingénierie est au carrefour, un carrefour qui conduit et diffuse vers l'étranger s'il est étranger ; le transfert de technologie se solde alors par une

(1) Nous avons proposé de définir l'ingénierie comme l'ensemble des méthodes et des structures d'organisation qui permet de maîtriser les informations scientifiques, techniques, économiques nécessaires à la conception et à la réalisation optimale du capital en un ensemble productif cohérent.

(2) « Jusqu'à la seconde guerre mondiale, le rythme d'inclusion de la science dans la production était lent. En pratique, cette responsabilité incombait essentiellement aux ingénieurs et techniciens employés par les entreprises. Divers organismes privés existaient cependant sous la forme élémentaire d'entreprises d'ingénieurs conseils ; mais leur activité se limitait à quelques branches de la production. Tout a changé après la guerre où le phénomène d'intégration scientifique massif est apparu en illustration de la puissance américaine. A partir de ce moment le bond de développement scientifique et technologique a été extraordinaire et une foule d'entreprises et de services se sont créés pour satisfaire les besoins nouveaux exprimés par les entreprises, tant au niveau des techniques de production que de techniques de recherche, d'organisation, de gestion, etc... Ce besoin a pris son caractère nouveau du fait surtout de l'importance de la demande qui n'a, au surplus, jamais cessé de croître depuis. » LAMMERS. — La France et ses services. *Revue Energie*, 8 mai 1970.

(3) « En l'état actuel des choses, si les pays industriels offrent, à titre onéreux une très large gamme de technologies, ils ne sont pas réellement en mesure de transférer efficacement ce qui est d'abord conçu et réalisé en fonction de leurs propres besoins. L'effort essentiel dépend des pays en voie de développement ; un effort de sélection, de reproduction, d'adaptation des technologies. Les technologies ne sont utilement transférées d'un milieu ou d'un univers donné dans un autre qu'à condition d'être assimilées et, d'une manière ou d'une autre « naturalisées » à l'environnement technico-économique nouveau. Le problème de transfert des technologies est avant tout un problème de maîtrise des technologies par les pays qui ont décidé de s'industrialiser ». JUDET-PERRIN. — *A propos de transfert des technologies, pour un programme intégré de développement industriel*. ONUDI, juin 1971.

(4) Cahiers de l'ISEA, n° 84.

perte de substance, un carrefour qui oriente et répercute à l'intérieur de l'économie nationale les connaissances acquises à l'étranger aussi bien que l'expérience nationale s'il devient lui-même national.

Dans notre approche de la fonction d'ingénierie nous avons souligné le rôle important joué par l'information (1). Si l'on considère l'information scientifique et technique et, plus généralement, les connaissances scientifiques et techniques comme forces productives, on peut expliquer le phénomène de l'autonomie de l'ingénierie comme le résultat d'une nouvelle division du travail due au développement de cette nouvelle force productive qu'est l'information et la connaissance scientifique et technique

(2). D'une manière plus générale l'information caractérise le développement de la seconde révolution industrielle, tandis que la loi de transformation de l'énergie sous-tendait la première révolution industrielle, la seconde est liée à l'apparition de machines conçues pour transformer non de l'énergie mais de l'information. D'autre part, on peut observer que l'industrie moderne, marquée par la mécanisation puis par l'automatisation, réclame l'intervention grandissante de connaissances au stade de la conception des unités de production ; par contre, elle devient moins exigeante au stade de la production. Ce mouvement affecte diversement les branches industrielles. Il est plus important dans les industries à processus continu : chimie, pétrochimie, cimenterie... Dans ces industries, le stade de la production perd de son importance au profit de la conception et de la mise au point (mais aussi de la maintenance).

C'est dans un tel cadre qu'il est nécessaire d'aborder le problème des transferts de technologies ou plutôt de la maîtrise des technologies (3). Et les problèmes rencontrés pour la mise en œuvre de tels transferts reflètent nécessairement l'importance et le rôle stratégique de l'information, des connaissances scientifiques et techniques, d'une part ; l'importance grandissante du stade de la conception par rapport au stade de la production, d'autre part.

Dans les pays en voie d'industrialisation, on observe que, la plupart du temps, les investissements sont réalisés par des sociétés d'ingénierie ou des contractors étrangers suivant la formule contractuelle du clé en main ou du pro-

duit en main. Néanmoins dans un certain nombre de ces pays, des structures d'ingénierie nationales ont été créées. Mais les difficultés rencontrées par ces structures d'ingénierie pour « briser » la formule clé en main et pour recueillir et maîtriser les informations de conception dont elles ont besoin, confirment l'importance prise par l'information, et plus particulièrement l'information de conception. On assiste ainsi à une remontée de la dépendance des pays en voie d'industrialisation du stade de la production au stade de la conception.

Pour maîtriser les technologies, les pays en voie d'industrialisation doivent donc maîtriser l'activité d'ingénierie. L'objectif de ce texte est d'analyser les voies de création de structures d'ingénierie dans les pays en voie d'industrialisation. La fonction de l'ingénierie ayant pour objectif de maîtriser dans leur complexité et leur interdépendance des informations nécessaires aux études de conception d'unité de production, il est nécessaire de préciser les différents types d'informations qu'une société d'ingénierie doit recueillir et traiter pour accomplir sa tâche de conception. S'agissant non pas seulement d'un transfert automatique d'informations mais de maîtrise de ces informations, il nous faut préciser, auparavant, les liens entre informations et connaissance.

INFORMATION - KNOW HOW

Nous prendrons comme base de réflexion la définition de l'information donnée par Russo et Urbes dans leur article « Traitement et propagation de l'information scientifique et technique » (4) : « L'information est à la fois un ensemble d'activités et un ensemble de connaissances détenues par des sujets. Elle est un ensemble d'activités dans le trajet qui va de l'informateur à l'informé, activités déployées par l'informateur comme par l'informé. Mais, détenue par l'informé, elle devient un ensemble de connaissances. L'information, en ce sens est un objet de connaissances s'intégrant au plan, c'est-à-dire à la représentation orientée des activités d'un agent ».

L'information est donc un flux de connaissances, de significations qui circule de l'informateur à l'informé par le moyen d'un support qui peut être : écrit, sonore ou gestuel.

Mais il est important de souligner que :

— la connaissance peut être acquise sans être le résultat uniquement d'une information transmise par un émetteur. C'est le cas pour une découverte, une invention, une intuition, mais c'est le cas plus généralement pour la connaissance acquise par l'expérience pratique, au contact étroit avec la réalité à étudier :

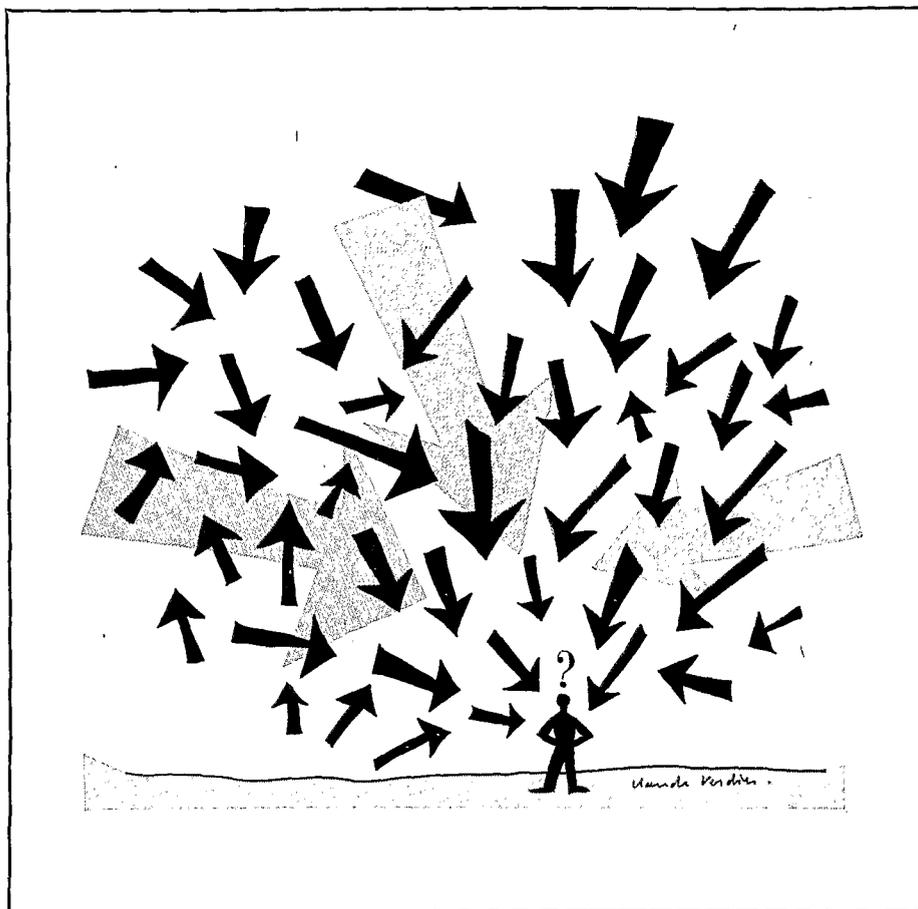
— le traitement de l'information permet de produire de nouvelles informations, ces dernières sont généralement plus élaborées et plus opérationnelles. C'est le cas de tous les travaux d'informatique qui sont utilisés dans les différents domaines de la science et de la gestion, mais c'est le cas aussi de l'ingénierie. En effet, à partir d'informations économiques, scientifiques, techniques, l'ingénierie produit d'autres informations plus élaborées : plans, spécifications, cahiers des charges destinés aux constructeurs d'équipements et aux entrepreneurs.

La définition de l'information, présentée ci-dessus, a un double intérêt pour le sujet que nous traitons :

— elle souligne qu'une information ne peut être transformée en connaissance nouvelle pour un agent que si ce dernier possède déjà un système de connaissance préalable ;

— elle note que l'information est un ensemble d'activités, déployé à la fois par l'informateur et l'informé.

Concernant ce deuxième point, il est nécessaire de souligner que toutes les connaissances ne peuvent être codifiées sur un support simple, pour être transformées en information. Un certain nombre de connaissances que nous appellerons « know how » — « savoir-faire » ne peuvent être acquises que par l'expérience, le contact étroit avec la réalité à étudier. Dans ce cas, l'information ne peut être transmise par l'informateur à l'informé qu'à travers l'exécution de série de travaux concrets exécutés en commun et intéressant directement la réalité à connaître.



Les informations nécessaires à une activité d'ingénierie

Une société d'ingénierie est amenée à recueillir et à traiter différentes informations que l'on peut classer en catégories principales :

— Les informations scientifiques et techniques relatives au process. Ces informations sont généralement rassemblées dans un document de process book vendu par le détenteur de procédé. Le travail qui consiste de passer du process book au lay out (schéma de procédé) de l'ensemble unité de production déterminée est généralement fait par une équipe, groupe procédé ou groupe lay out. Un tel groupe rassemble selon les cas, divers spécialistes ayant une maîtrise des différentes connaissances ; thermo-dynamique, chimie, physique, mécanique des fluides, mécanique, know de production.

En France, les sociétés d'ingénierie pétrochimiques les plus importantes sont encore obligées dans certains cas, de faire appel à des ingénieurs de process américains pour passer du process book au lay out, pour des réalisations d'unités pétrochimiques utilisant des procédés américains. En outre, lorsqu'une société d'ingénierie est amenée à faire les travaux de conception d'une unité de production dont le processus de production est difficile à connaître, elle s'adjoit, pour un temps donné, les services d'un ou plusieurs ingénieurs conseils de production qui lui apporte le know how de production. Ces quelques observations soulignent que les process ne sont pas

uniquement du domaine des connaissances scientifiques et techniques mais appartiennent aussi à la catégorie « know how » que nous avons défini précédemment.

— Les informations de production. Avec l'introduction des connaissances scientifiques et techniques de plus en plus importantes dans la production et le développement des processus continus que ces connaissances permettent, l'énergie et la circulation des fluides et des matières ne sont plus les seuls éléments à maîtriser pour faire fonctionner une unité de production. Il est de plus en plus nécessaire de capter et de traiter les informations disponibles au sein du processus de production. La part de plus en plus importante d'équipements de contrôle, de régulation, de systèmes automatisés avec ou sans ordinateurs dans les investissements de production est la conséquence de l'apparition de ce nouveau facteur à maîtriser dans la production qu'est l'information (5).

Comme précédemment, les moyens pour maîtriser l'information de production sont constitués par la formation d'un groupe de spécialistes composés d'ingénieurs de process, et d'ingénieurs de système de contrôle et régulation:

Les informations concernant l'environnement géographique concernent le lien géographique de l'investissement à concevoir l'ingénierie donc recueillir les informations sur :

- le plan du terrain disponible muni des indications topographiques et des renseignements concernant les accès,
- le sous-sol et les conditions climatiques.

D'autres contraintes de l'environnement géographique doivent aussi être prises en compte :

- conditions et fourniture des fluides et de l'énergie
- moyens de transport,
- non pollution de l'atmosphère et des nappes d'eau,
- les informations concernant l'environnement économique: un certain nombre de points intervenant dans le prix doivent aussi être pris en compte par l'ingénierie :
 - taxe,
 - dédouanement,
 - conditions de financement et de paiement,
 - planning et détails de livraison,

- pénalités,
- transports,
- garanties,
- conditions de réception,
- fourniture en main-d'œuvre,
- logements,
- conditions de mise en route,
- stockage, magasinage, divers,
- pièces de rechange.
- les informations de conception.

Pour passer des données concernant le lay out d'une part et le site d'autre part aux documents qui permettent de passer les commandes aux entrepreneurs et aux constructeurs d'équipements, de nombreuses informations doivent être encore recueillies pour être traitées. Ces informations sont généralement relatives aux techniques de construction: génie civil, bâtiment, charpente, mécanique des sols, tuyauterie, électricité, électronique, eau, vapeur, construction mécanique.

Ces informations font généralement partie du domaine de connaissances d'ingénieurs, de projeteurs, de dessinateurs, spécialisés dans une ou plusieurs techniques de construction (6). Il faut néanmoins souligner que l'expérience acquise lors des études de conception est un précieux acquis pour le personnel pour résoudre à la fois des travaux de routine ou des travaux plus complexes.

— Les informations sur les équipements et les constructeurs d'équipements.

Parmi les équipements qui constituent un investissement, une part importante est commandée sur catalogue par l'ingénierie aux constructeurs. Pour pouvoir intégrer la diversité des équipements en un ensemble cohérent, l'ingénierie doit disposer d'un certain nombre d'informations techniques sur ces équipements. Mais au préalable, l'ingénierie devra pour un même équipement avoir les données techniques et économiques de plusieurs fournisseurs pour établir son choix. D'autre part, l'ingénierie ayant la responsabilité de l'ensemble de l'investissement doit être capable de contrôler ces équipements à la livraison mais parfois aussi en cours de leur construction. Pour remplir ces différentes tâches l'ingénierie essaie, autant que cela est possible, d'embaucher du personnel ayant travaillé auprès des constructeurs d'équipements. De telles embauches permettent à l'ingénierie d'acquiescer ainsi le « know how » des équipements et de leur construction.

(5) Nous avons souligné dans notre article *Automation et Engineering* (génie industriel, mai 1971) que l'automatisation d'un processus de production exige de bien connaître le process, que l'automatisation a souvent pour conséquence d'entraîner des modifications de ce processus et que d'autre part, l'automatisation augmente l'interdépendance des facteurs à prendre en compte au moment de la conception d'une unité de production.

(6) Ces différents spécialistes sont rassemblés dans une même structure: le bureau d'études de l'ingénierie.

Le know how interne de l'ingénierie

Nous avons déjà souligné précédemment différents know how (relatifs au process, aux équipements et à la conception) que l'ingénierie devait acquérir pour effectuer les études de conception d'une unité de production. Il faut aussi souligner un autre type de know how qui est celui-ci plus lié au caractère collectif du travail de l'ingénierie. En effet une des caractéristiques importantes du travail de l'ingénierie est l'intervention de nombreux spécialistes tout au long des phases de conception d'un projet. Ces différentes phases sont caractérisées par l'élaboration successive de différents documents : schéma, plan guide, plan d'exécution, spécifications d'équipements et de travaux, rédaction de cahiers des charges. Pour établir ces documents, des documents standardisés sont échangés entre le bureau d'études et le groupe layout d'une part et entre les différents secteurs spécialisés du bureau d'études d'autre part. D'autres documents standardisés sont aussi établis pour permettre au chef de projet de contrôler le déroulement du projet afin de respecter les délais.

Des méthodes d'ordonnement, et plus généralement des méthodes de travail rigoureuses ont été mises au point pour permettre aux différents spécialistes de travailler sur un même projet. Mais il faut souligner qu'une des forces d'une société d'ingénierie est de disposer d'un personnel ayant acquis cette expérience d'un travail en commun. Le nouveau personnel recruté par une société d'ingénierie acquiert ce know how en étant intégré à une équipe de travail déjà existante (7). Lors de la création d'une nouvelle société d'ingénierie, l'acquisition de ce know how ne peut se faire que progressivement lors d'étude de conception de plus en plus complexe.

CRÉATION DE SOCIÉTÉ D'INGÉNIÉRIE DANS LES PAYS EN VOIE D'INDUSTRIALISATION ANALYSE ET CRITIQUE D'EXPÉRIENCE D'ASSOCIATION

Parmi les informations qu'une société d'ingénierie doit recueillir pour accomplir la conception d'une unité de production, certaines sont du domaine des connaissances codifiables en information et d'autres appartiennent plus à la catégorie de know how, du savoir faire. Les pays en voie d'industrialisation qui désirent se doter rapidement de structures d'ingénierie se trouvent devant le problème du transfert des connaissances et de know how détenus par les pays industrialisés. Si l'acquisition de connaissances peut être réalisée par une politique dynamique d'enseignement et de formation et une politique d'achat de licence, par contre l'acquisition de know how est plus complexe. C'est sur cette acquisition de know how que nous orienterons la suite de notre étude.

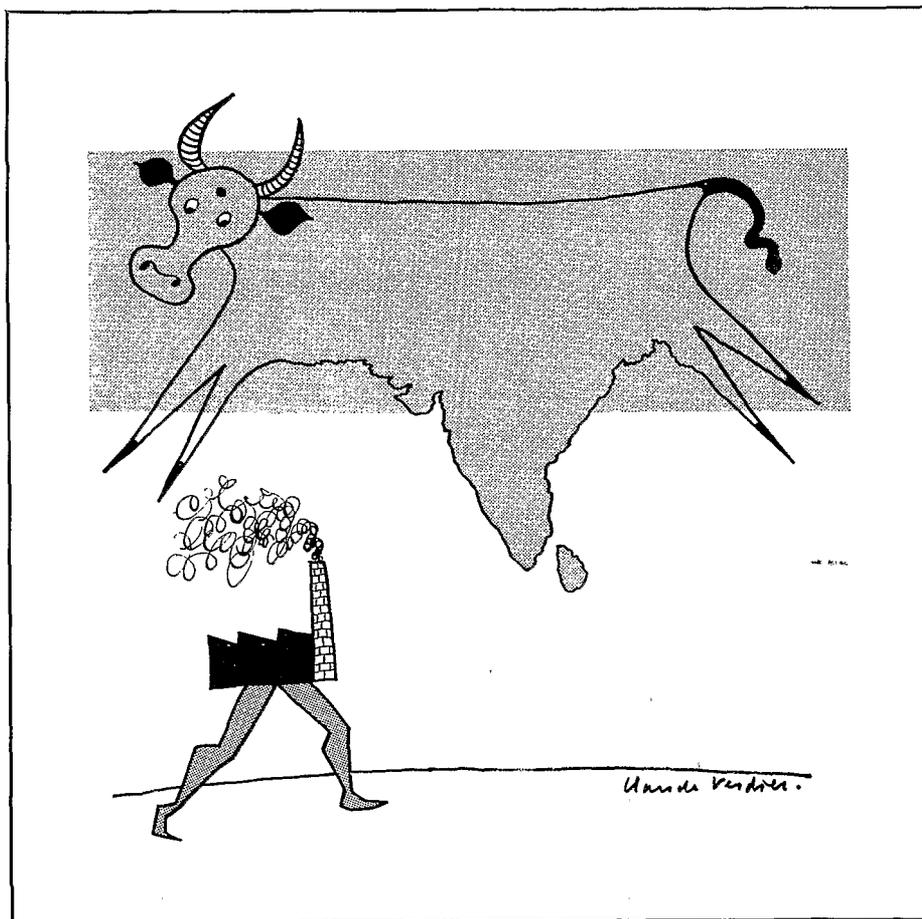
Nous avons précisé précédemment qu'une société d'ingénierie doit maîtriser plusieurs types de know how pour pouvoir accomplir les différentes phases d'un projet :

- know how de process,
- know how d'équipement,
- know how d'études techniques de conception,
- know how d'organisation de l'ingénierie.

Suivant les domaines d'intervention sur lesquels on veut orienter les structures d'ingénierie à créer et à développer, ces différents know how peuvent être acquis soit par l'embauche d'une ou plusieurs personnes, soit par une association avec une société étrangère. Cette dernière solution est souvent nécessaire lorsque le know how à acquérir n'est pas détenu par un individu, mais par une équipe de travail. D'autre part, cette association peut être rendue nécessaire si l'ingénierie à créer nécessite l'embauche de nombreux étrangers ; en effet, un travail d'ingénierie étant essentiellement un travail d'équipe, il est nécessaire que ces techniciens étrangers aient déjà la pratique d'un travail en commun.

Nous allons maintenant aborder l'analyse de l'acquisition de ces différentes

(7) Cette intégration est plus ou moins longue selon les tâches à effectuer. Il est généralement admis qu'une société ne peut embaucher plus de 10 % de nouveau personnel par an sans risquer de porter atteinte au bon déroulement de ses travaux.



aux recherches menées par le laboratoire sur des unités pilotes des économies ont pu être réalisées sur les investissements ; d'autre part, les spécifications établies par ce laboratoire pour le lavage, l'agglomération et le grillage des minerais de fer locaux ont permis d'augmenter le rendement des hauts fourneaux (8).

Dans le domaine des engrais, les deux maîtres d'ouvrages indiens du secteur public disposent chacun d'un bureau d'ingénierie :

— le Planning and Development Division (P et D) pour la Fertiliser Corporation of India,

— Engineering and Design Organisation (FEDO) pour la Fertiliser and Chemicals of Travancors.

La P et D emploie actuellement 1 400 personnes et effectue à la fois des travaux de R.D. (sur les catalyseurs notamment), de conception et de réalisation d'usine d'engrais. La P et D et la FEDO interviennent aussi comme ingénieur conseil ou comme ensemble pour d'autres maîtres d'ouvrages dans le domaine de la chimie. « Cependant ce qui manque aussi bien à la P et D qu'à la FEDO c'est la capacité d'adaptation pratique des dossiers de procédés fournis par les détenteurs des licences étrangers ; l'ingénierie indien qui dispose d'une licence, n'arrive pas à s'en servir au delà du stade de l'avant-projet » (9).

Cette faiblesse de l'ingénierie en Inde au niveau du process n'est pas propre aux pays en voie d'industrialisation, on la retrouve aussi dans des pays développés comme en France pour certains secteurs de la pétrochimie et de l'énergie nucléaire (10). Mais il est nécessaire de souligner que c'est l'ensemble de la politique de R.D. qui est en cause dans cette faiblesse de l'ingénierie. En ce qui concerne les procédés, une mission d'enquête indo-britannique (Warner) soulignait que la R.D. dans les industries à processus continus ne sera pas fructueuse tant qu'elle ne s'appuie pas sur une capacité d'adapter, d'installer et de construire des systèmes de machines, c'est-à-dire sur une capacité de construction d'équipements.

catégories de know how par les pays en voie d'industrialisation. Notre réflexion s'appuie sur quelques études que nous avons faites sur le développement de l'ingénierie en Inde et en Algérie.

Know how de process

L'acquisition du know how de process n'intéresse pas seulement les structures d'ingénierie d'un pays ; c'est principalement la fonction des structures de R.D. de ce pays. C'est essentiellement à travers des travaux de R.D. que des spécialistes de process pourront être formés et pourront maîtriser le know how de leur spécialité. D'autre part, ce sont ces structures nationales de R.D. qui sont les plus aptes à réaliser les modifications des process étrangers et à mettre au point de nouveaux process mieux adaptés aux ressources et aux besoins propres du pays. Le rôle de l'ingénierie par rapport à la R.D. est de préciser les domaines des études de R.D. à effectuer à partir des problèmes que l'ingénierie rencontre dans la conception des unités de production, tant au niveau du process que celui de la construction des équipements. Par contre, le rôle des structures de R.D. est de fournir à l'ingénierie les spécialistes dont il a besoin pour adapter un process à une unité de production déterminée.

En Inde, le CEDB (Central Engineering and Design Bureau) de l'entreprise publique de sidérurgie HSL a pu bénéficier des travaux menés par la National Metallurgical Laboratory. Grâce

(8) Indian Engineering Association. — Symposium on self sufficiency in Consultancy Services, février 1969.

(9) John ROBERTS. — *Engineering in Inde*, Tome II. IREP, Université de Grenoble, mars 1972.

(10) Les phénomènes de dépendance que l'on observe dans certaines industries de pointe pour certains pays développés comme la France, permettent de mieux approcher l'état de dépendance que la connaissance des pays en voie d'industrialisation pour l'ensemble de leur industrie. Le rapport du groupe Brook demandé par l'OCDE sur « Science croissance et société » souligne que « Il y a un conflit évident entre la maîtrise nationale des technologies considérées comme essentielles à la sécurité et au développement économique d'un pays et l'importance croissante de la firme multinationale dans les industries de pointe ». Pour les pays en voie d'industrialisation de tels conflits existent non pas seulement pour les industries de pointe mais pour la plupart des secteurs de leurs industries.

Know how d'équipements

Comme précédemment, l'acquisition de ce type de know how n'est pas principalement du ressort de l'ingénierie ; et il ne peut être maîtrisé qu'à travers une activité de construction d'équipements. Les structures d'ingénierie acquièrent généralement le know how en recrutant des ingénieurs et techniciens formés au contact de la construction d'équipements. Et pour un pays donné, il est préférable que ces spécialistes aient été formés dans les structures nationales de construction d'équipements. En effet, l'ingénierie a un rôle à jouer par rapport au développement et à la promotion de la construction d'équipements d'un pays : il doit être capable d'adresser à ce secteur le maximum de commandes et il doit d'autre part jouer le rôle de conseiller pour la résolution des problèmes particuliers de technologie rencontrés lors de la réalisation de tel ou tel investissement.

Plus précisément que précédemment, pour la relation ingénierie-RD, on perçoit que la relation ingénierie-construction d'équipements doit être envisagée d'une manière dynamique, dialectique et qu'il est nécessaire de développer simultanément ces deux types d'activités.

Pour pouvoir se développer et effectuer la phase des études détaillées d'un projet, l'ingénierie nationale a besoin d'établir des liaisons étroites avec les constructeurs d'équipements. Lorsque ces constructeurs sont étrangers, les nombreux échanges de documents et de plans entre l'ingénierie et les constructeurs d'équipements ne peuvent se réaliser, et de ce fait, l'ingénierie nationale ne peut pas effectuer les études détaillées (11). C'est pour cette raison que le CEDB ingénierie indien en matière de sidérurgie est intervenu directement auprès des constructeurs étrangers d'équipements pour acquérir leurs procédés de construction et même leurs plans d'exécution d'équipements (laminoir par exemple). Ces documents ont été ensuite transmis aux constructeurs indiens et plus particulièrement à la société nationale, la Heavy Engineering Corporation.

Know how d'études techniques de conception et know how d'organisation de l'ingénierie

Nous analyserons l'acquisition de ces deux types de know how, ensemble car leur maîtrise incombe principalement aux structures d'ingénierie. Par rapport aux différentes phases de déroulement des études de conception d'investissement : étude préliminaire, étude d'avant projet, étude détaillée du projet, étude d'exécution, l'acquisition de ce know how intéresse particulièrement la phase de l'étude détaillée de projet. On observe dans les pays en voie d'industrialisation que les structures d'ingénierie arrivent assez rapidement selon les branches industrielles à maîtriser les phases d'études préliminaires mais qu'elles rencontrent des difficultés importantes à maîtriser la phase d'étude détaillée de projet. D'autre part, il est important de souligner que c'est durant la phase d'étude détaillée de projet que le nombre de personnes travaillant en même temps sur le projet est le plus important. C'est donc durant cette phase que l'organisation du travail doit être bien maîtrisée pour que ce travail collectif soit productif.

Pour acquérir ces deux catégories de know how spécifiques à un travail d'engineering, différentes formules ont été tentées dans les pays en voie d'industrialisation. Nous analyserons ci-dessous quelques expériences tentées en Algérie.

— L'INGÉNIERIE SIDÉRURGIQUE DE LA SNS

Le complexe sidérurgique d'El Hadjar qui produit de l'acier depuis plus de 2 ans est encore en voie de réalisation : laminoirs à chaud, à froid. Au départ du projet, toutes les études concernant la production de fonte et l'ingénierie général du complexe étaient faites à Paris par un ingénieur français. Sur le site, il n'y avait qu'un service de chantier assumant le contrôle des travaux.

Par la suite, SNS a créé à El Hadjar un service de travaux neufs. Ce service se dota d'un bureau d'études d'exécution qui travaillait en sous-traitance de l'ingénierie étranger. La SNS désirent utiliser ce bureau d'études comme base de départ d'un service ingénierie tenta différentes formules d'association avec

(11) « La construction d'équipements n'est pas une condition *sine qua non* de l'existence de l'ingénierie, elle lui permet néanmoins de prendre une extension considérable par rapport à la situation qui existe lorsque tous les équipements sont importés et elle lui accorde une toute autre liberté de manœuvre parce que le flux des informations techniques n'est plus uni-directionnel (du constructeur étranger à l'ingénierie nationale). Un dialogue devient possible au cours duquel le constructeur national développe des équipements adaptés aux besoins locaux tels que l'ingénierie les définit. »

John ROBERTS. — *Engineering en Inde*. IREP, Université de Grenoble.

des sociétés d'ingénierie étrangères en vue de former son personnel aux travaux d'ingénierie.

FORMULE DE SOUS-TRAITANCE AVEC LA SOCIÉTÉ A

Cette formule qui a duré deux ans a été utilisée pour les études de laminoir et des services généraux. Mais elle présente deux inconvénients importants : le premier est lié au fait que le délai des études est considérablement augmenté par les nombreux aller-retour que les plans doivent faire entre les deux sociétés. Le deuxième est lié à l'attitude des ingénieurs spécialistes des sociétés d'ingénierie. Ceux-ci sont bien disposés à fournir des données de base et à contrôler les calculs mais ils éprouvent des difficultés à fournir leurs méthodes de travail.

FORMULE D'INTÉGRATION AVEC LA SOCIÉTÉ B

Pour le projet de laminoir à froid, la SNS avait prévu dans le contrat passé avec la société B que celle-ci intégrerait durant les études et les travaux du personnel SNS en vue de les former. Mais cette procédure s'est révélée rapidement inefficace. Prétextant ses responsabilités par rapport à la bonne réalisation des études et par rapport à la tenue des délais, la société B n'a pas prévu le nombre d'heures suffisant à la formation du personnel SNS et n'a pas, en fait, intégré ce personnel.

FORMULE DE RESPONSABILITÉ DIRECTE AVEC LA SOCIÉTÉ C

Fort de ces deux expériences précédentes, la SNS décida de former son service ingénierie en lui donnant la responsabilité totale de quelques sous-ensembles moins complexes : atelier d'érubage des tubes, services généraux, stations fluides, bâtiments administratifs. Pour former le personnel de ce service d'ingénierie, la SNS recruta directement quelques ingénieurs spécialistes et demanda à la société C de lui détacher quelques projeteurs pour une durée déterminée.

En Inde, il semble que la CEDB et la P et D ont suivi une voie similaire pour démarrer et développer leur activité d'ingénierie.

A partir de ces différentes formules d'association tentées par la SNS, il est déjà possible d'esquisser quelques enseignements :

— il n'est pas dans la nature des choses pour une société d'ingénierie étrangère d'aider au développement de sa propre concurrence. Dans le domaine de la production de biens de consommation, et dans celui des biens de production dans une certaine mesure, les sociétés des pays industrialisés sont amenées pour différentes raisons à participer à la création de sociétés dans les pays en voie d'industrialisation. Mais dans le cadre de la remontée actuelle de la dépendance, comme nous le rappellerons dans l'introduction, dans le domaine de la conception, les sociétés d'ingénierie accepteront plus difficilement de participer à la création de leur propre concurrence ;

— il apparaît qu'il y a une certaine incompatibilité entre d'une part la responsabilité d'une société d'ingénierie par rapport à la bonne exécution des études et à la tenue des délais et une activité de formation d'autre part.

C'est pour cette dernière raison que seule la formule de responsabilité directe de projet par une structure d'ingénierie nationale peut concilier la responsabilité incombant à une société d'ingénierie et une tâche de formation. Dans ce cadre, le transfert de know how peut être réalisé par l'intégration d'équipe étrangère fourni par des sociétés d'ingénierie des pays développés. L'intégration selon une telle formule semble possible. Suivant le niveau de développement de la structure nationale d'ingénierie, cette intégration peut se faire avec une seule société pendant plusieurs années ou au « coup par coup » en fonction des projets à réaliser. Cette deuxième solution qui est pratiquée en Algérie par la Sonelgaz (Société Nationale d'électricité et de gaz) nécessite une structure d'ingénierie nationale suffisamment cohérente. Mais tous les problèmes ne sont pas pour autant résolus. Dans le dernier exemple, celui de la Sonelgaz, il y a un réel transfert de connaissance et de know how au niveau des cadres supérieurs mais ce transfert est beaucoup plus difficile pour les projeteurs et les dessinateurs. D'autre part, il apparaît dans d'autres expériences que cette formule d'intégration d'équipe de spécialistes étrangers dans

une structure nationale d'ingénierie ayant la responsabilité directe d'un projet, peut être la source de nombreux conflits et déboires si cette structure nationale n'est pas assez cohérente et si elle ne possède pas un nombre de personnel national suffisant.

**

Au terme de cette présentation sur « la création des sociétés d'ingénierie dans les pays en voie d'industrialisation » nous avons l'impression d'avoir à peine donné les premiers éléments d'une étude plus systématique qui serait nécessaire de mener. De nombreuses expériences de création d'ingénierie ont été réalisées dans les pays en voie d'industrialisation, différentes solutions ont été tentées par ces pays pour maîtriser les différentes catégories de know how nécessaires à un travail d'ingénierie : « know how » de process, « know how » de construction d'équipements « know how d'études techniques de conception », know how d'organisation d'ingénierie. Il serait souhaitable de pouvoir rassembler et analyser ces différentes expériences afin de pouvoir préciser les facteurs, les voies et les politiques qui favorisent la création et le développement de l'ingénierie dans les pays en voie d'industrialisation. Une telle étude serait sûrement utile aux pays qui sont actuellement confrontés aux problèmes du transfert des connaissances et de « know how » nécessaires à leur industrialisation.

