

**APERÇU THÉORIQUE : TECHNOLOGIE, TRANSFERTS, INNOVATION  
TECHNOLOGIQUES  
NOTIONS CONNEXES<sup>1</sup>**

**Pierre F. Gonod**

Chargé du programme de transfert technologique  
Département des Affaires scientifiques  
Secrétariat Général de l'Organisation des États Américains  
Washington D.C. mars 1972

1. Ce document constitue une **annexe théorique** au rapport de synthèse sur la problématique du transfert technologique en Amérique latine préparé par le Secrétariat général de l'OEA.

On avait pensé primitivement dans ce document de synthèse s'en tenir à la simple relation des résultats observés. Mais trop de flou est apparu dans les définitions, trop de mots, de concepts employés usuellement se sont révélés chargés d'acceptions différentes, pour qu'on puisse faire l'économie d'un **résumé théorique**.

2. Par ailleurs, il est des domaines (l'étude de l'innovation par exemple) ou les analyses n'ont pratiquement été effectuées que là où elle se produit.

La concentration des études réalisées aux États-Unis est impressionnante. Dans ces conditions il ne peut y avoir un équilibre entre les apports des analyses des pays industrialisés et ceux de l'Amérique latine. Il faut pourtant connaître les premières pour les réorienter éventuellement et les appliquer à la situation latino-américaine. La nature complexe des relations intimes et souvent mal comprise entre le transfert technologique et l'innovation incitait, au demeurant, à faire de nombreuses références au cours du texte sur ce sujet et d'autres questions théoriques.

3. Nous avons été conscients des risques encourus, et, s'il est téméraire de penser que nous les avons évités, du moins nous nous sommes efforcés de ne pas transposer mécaniquement, de "transférer", sans évaluation critique, des concepts qui correspondent à d'autres stades de développement que ceux atteints en Amérique latine. Nous avons recherché les idées, les concepts qui, sans altérer les définitions plus ou moins acceptées dans les pays industrialisés, correspondent le mieux à la problématique latino-américaine. Mais surtout ceux qui facilitent les évolutions vers la mise en œuvre d'une politique de progrès technique.

*4 La définition claire des champs conceptuels respectifs du transfert technologique, de l'innovation, de la diffusion, du rôle de l'information, n'est pas en effet une simple préoccupation académique. De la façon dont la problématique sera comprise, découlera logiquement la conception d'une politique et des conséquences opérationnelles.*

5. Il est donc indispensable de procéder à une analyse précise. Il faut dire que celle-ci est *complexe*, les liens qui unissent les notions sont subtils et la simplification à l'extrême de leurs rapports serait ennemie de leur compréhension.

*6. Ce que cette analyse démontre essentiellement, c'est que le transfert technologique, l'innovation, la diffusion et l'information ne forment pas des champs distincts, séparés par des cloisons, mais au contraire, se recouvrent partiellement les uns les autres, se trouvent imbriqués et conditionnés réciproquement.*

L'intelligence de ces recouvrements est alors essentielle, car précisément, ce sont les articulations entre les concepts qui vont constituer les points névralgiques d'un mécanisme organisé de transfert - innovation et développement technologiques. Concevoir ce mécanisme comme un simple assemblage de parties séparées serait ne pas tenir compte de la fluidité du procès, de son unicité, et en même temps ne pas pouvoir surmonter les obstacles et éléments contradictoires à la fluidité nécessaire du procès.

---

<sup>1</sup> Ce texte est un extrait du document de travail présenté à la Conférence Intergouvernementale de l'Amérique Latine sur la Science et la technologie (CACTAL) qui s'est tenue à Brasilia Brésil en mars 1972.

## L'ANALYSE DU TRANSFERT TECHNOLOGIQUE ET DE L'INNOVATION DANS LES PAYS INDUSTRIALISÉS<sup>2</sup>

7. Voyons d'abord quelle est la représentation de ces concepts dans les pays industrialisés et, en premier lieu aux USA. Il faut noter que les recherches théoriques sont récentes. Sans doute les premières études sur le transfert technologique ont été effectuées en agriculture et en médecine. Dans son livre-clé, Rogers (1) recensait en 1962, 506 études sur le sujet. Il faudrait aujourd'hui plusieurs volumes pour en faire la bibliographie (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Historiquement, **les études sur le transfert** technologique se sont développées plus tardivement dans l'industrie, et en utilisant les premiers modèles tirés de l'observation du transfert dans l'agriculture.

**Les études sur l'innovation** datent de moins de 20 ans, elles ont surtout progressées au cours des 10 dernières années, et c'est à partir de 1966 seulement qu'apparaissent des idées et modèles nouveaux sur le Transfert technologique. Il est donc explicable que beaucoup de flou et de contradictions subsistent sur ces sujets.

8. **Les disciplines concernées** incluent la psychologie sociale, l'anthropologie, la sociologie, (particulièrement rurale et médicale), l'économie, l'éducation, la direction des affaires et le management industriel, les recherches sur les communications de masse, le marketing, la théorie de l'organisation, la littérature sur la bibliographie et l'autobibliographie, l'histoire de la science et de la technologie, la science de la politique et du gouvernement. (9)

9. **Les études américaines** sur le transfert technologique couvrent donc une liste impressionnante de sujets: études sur la liaison des concepts scientifiques et techniques, études de l'utilisation de la documentation, des citations, études de l'information des scientifiques et ingénieurs, études des réseaux de communication formels et informels, du comportement dans la communication, études sur les stratégies de recherche et développement du processus de l'innovation, études sur le management de la recherche, études du changement technique, du changement organisationnel et de l'organisation de l'innovation. (9)

10. Les unités d'analyse du transfert technologique couvrent également un large spectre hétérogène: le concept technique, le document, l'abstract, la source d'information, l'individu, le groupe, le laboratoire, l'entreprise, l'agence, l'industrie, la profession, l'association, la nation, le produit, la décision, la vente et l'achat de la technique. (9)

11. La définition la plus répandue du transfert technologique est celle donnée par Harvey Brooks. (10)

*"Process par lequel la science et la technologie sont diffusées à travers l'activité humaine selon les composantes verticales et horizontales".*

Cette définition est reprise sous d'autres formes et précisée dans divers travaux du M.I.T. et du Stanford Research Institute notamment.

12. Différents modèles de transfert concernant l'ensemble des communications: science à science, science à technologie, technologie à science, technologie à usage, technologie à technologie, science à usage, usage à usage (diffusion). (11) (12)

13. Pour Harvey Brooks (10) (le transfert de la technologie) "peut être chaque transfert de la connaissance scientifique la plus fondamentale dans la technologie de l'adaptation d'une technologie existante à un nouvel usage. Le transfert technologique diffère du transfert habituel de l'information scientifique dans le fait que pour être réellement transféré il doit être incorporé (embodied), dans une opération actuelle de quelque espèce".

14. **Les mécanismes de transfert technologique** s'opèrent dans des sens verticaux et horizontaux.

---

<sup>2</sup> Les notes de référence sont à la fin du document

Les expressions de "vertical" et "horizontal" font quelquefois penser qu'il s'agit, à l'image des tableaux d'échanges inter-industriels, de transfert de technologie dans les branches d'activités ou entre celles-ci. En fait, il ne s'agit pas de cela.

15. Le transfert vertical "se rapporte au transfert de la technologie le long d'une ligne allant du plus général au plus spécifique. En particulier, il inclut le procès par lequel la nouvelle connaissance scientifique est incorporée à la technique un "state of the Art" est intégré dans un système, et celui par lequel la confluence de différentes technologies séparées, et, en apparence sans rapport, conduit à une nouvelle technologie. (10) Cette définition très connue et apparemment simple à comprendre n'est pas cependant sans ambiguïté.

En fait, elle renferme trois idées: :L'incorporation des connaissances scientifiques dans la technique ; La transmission des technologies, sans modifications, pour le même usager ; La confluence de technologies séparées aboutissant à une nouvelle technologie.

En fait, cette dernière idée se rattache au concept de "bourgeoisement" de l'innovation décrit par E.Jantsch (13) avec la nuance qu'une nouvelle technologie peut ne pas obligatoirement se transformer en une innovation.

Pour le Stanford Research Institute, le transfert vertical va de la découverte et l'invention au développement technologique.

"Le transfert technologique vertical, qui se fait à travers les différents niveaux de développement, se caractérise par 4 phases de recherche et de développement : découverte et création, (conduisant à l'invention, terme qu'il est difficile de définir avec précision pour les systèmes techniques complexes), concrétisation et développement (conduisant par exemple à un prototype) et phase de construction (conduisant à un système technique fonctionnel pouvant être un produit matériel, un procédé ou un concept intellectuel, etc.)" (13)

16. Le transfert horizontal "se produit à travers l'adaptation d'une technologie d'une application à l'autre, possiblement tout à fait sans relation avec la première" (10) Il s'agit donc d'un changement de direction dans l'application de la technologie.

À ces formes de transfert s'ajoute un troisième élément, ou troisième dimension, qui représente l'interaction de la technologie et de facteurs non techniques, tels que les objectifs sociaux, économiques, éducatifs, l'exploitation des ressources, etc. (10) (13)

17. La forme la plus répandue est le transfert vertical.

18. Mais les gouvernements des pays industrialisés s'efforcent de développer le transfert horizontal qui présente un énorme potentiel de progrès technique. Le transfert horizontal de technologie est en effet souvent la condition première de l'innovation; il n'est donc pas étonnant que c'est cette forme de transfert que les agences technologiques américaines s'efforcent de développer. Certaines grandes firmes transnationales (par exemple Eastman Kodak, la 3 M Company ont adopté des politiques d'intégration horizontale. Celles-ci présentent parfois d'étonnants développements. C'est ainsi qu'IBM est fortement engagée dans le développement des méthodes d'enseignement. La Général Electric s'oriente vers l'urbanisme. Toutes les sociétés aérospatiales américaines, ainsi que Sud-Aviation, en France, s'intéressent à l'océanographie et particulièrement aux submersibles de grande profondeur. De même, les sociétés aérospatiales américaines sont actives pour l'étude du contrôle du trafic automobile. (1)

En Amérique latine, l'entreprise Fate "Fabrica Argentina de Telas Engomadas" est un excellent exemple de diversification de production. Elle est passée de la production des pneumatiques à celle de la fabrication en série de calculateurs électroniques de table. C'est la capacité technique de l'entreprise qui, en fait, a été transférée. (14)

Ces surprenants exemples de diversification fonctionnelle des grandes entreprises sont significatifs du champ insoupçonné des possibilités d'application de compétences et qualifications particulières au transfert horizontal de technologie.

Dans le même ordre d'idées, mais en prenant cette fois-ci un exemple négatif, il est regretté en France que les recherches menées sur les moteurs d'avion à piston, abandonnées avec l'apparition des turbo-

machines, n'ont pas été connues de l'industrie automobile française. Celle-ci a entrepris des recherches similaires et a acheté des brevets étrangers. (15) Le mécanisme du transfert horizontal est aujourd'hui d'une importance décisive car c'est le principal input de l'entreprise pour effectuer la "différenciation du produit" dans un marché imparfait (16) qui constitue désormais la forme principale de la concurrence et donc le moteur de l'économie des pays capitalistes les plus avancés.

Ce mécanisme est devenu si répandu dans les entreprises américaines que des études récentes n'hésitent pas à assimiler purement et simplement au transfert technologique défini comme "le procès d'employer une technologie pour une utilisation autre que pour laquelle elle a été développée". (17) Le même auteur considère que: "Le R et D tend normalement à engendrer un travail créatif dans les laboratoires, alors que le transfert vise à l'application des recherches précédentes. Mais il n'y a pas une claire distinction entre les deux..." (17).

19. *Pour la plupart des auteurs américains, le transfert technologique recouvre l'innovation.* "Le transfert de technologie implique à la fois adoption et innovation dans le sens que la décision est faite pour user d'une forme de technologie où elle n'avait pas été précédemment utilisée... la recherche sur le transfert de technologie concentre alors "l'innovation" et la "diffusion" parce que le mot "technologie" signifie une méthode pour arriver au but pratique de l'usage". (11).

Cette évolution des idées est sans doute relationnée avec les connaissances acquises récemment sur le mécanisme de l'innovation.

20. **L'innovation** est généralement définie "comme la première application de la science et de la technologie dans une nouvelle direction, avec un succès commercial". (18)

21. "**L'invention** est l'idée d'une nouvelle application de la science. L'innovation consiste à mener à bien, pour la première fois, l'utilisation commerciale de l'invention, et, la diffusion consiste à répandre l'usage de l'innovation dans le groupe de ses utilisateurs possibles. (18).

22. On sait mieux aujourd'hui que la plupart des innovations mobilisent des connaissances scientifiques et techniques existantes.(19) Pour prendre quelques exemples, le procédé Xerox faisant appel au moment de sa création à des phénomènes physiques - la photoconductivité de certains matériaux - bien connus et enseignés sur les bancs de la plupart des grandes écoles. Le génie a été d'associer l'utilisation de cette propriété et la perception d'un marché potentiel considérable, celui de la duplication. (20)

Les appareils photographiques à l'abri des erreurs" de Kodak "Instamatic" et "Super 8" ne font appel qu'à des techniques connues, le génie commercial a été de viser le marché des 90 pour cent de la population, les photographes - amateurs d'appareils classiques, ne représentant guère plus de 10 pour cent de celle-ci (13).

23. Le génie de la plupart des grandes innovations industrielles réside moins dans la performance technique en soi que dans la complémentarité, "l'esthétique de correspondance entre solution technique et besoin" (18).

Les modèles élaborés par le MIT aboutissent dans un autre langage, à la même conception;

24. *Le phénomène fondamental de l'innovation est la fusion de la reconnaissance de la demande et de la technique praticable.*

"L'innovation est plus probablement initiée quand la reconnaissance de la demande et la solution technique praticable pour une demande spécifiée sont fondues et qu'une réponse technique satisfaisante devient valable pour l'utilisateur". (13) Les innovations sont donc induites initialement, soit par le marché, soit par la technique. (21) Il semble, selon l'OCDE que les 3/4 de celles-ci viennent de l'induction du marché, mais celles qui le sont par la technique ont un impact plus important.

25. On pressent alors que "la reconnaissance de la demande et de la technique praticable" et leur fusion dans un seul concept vont être subordonnées à un certain nombre de facteurs.

26. Parmi ceux-ci on retiendra dans le cadre de cette analyse méthodologique **le facteur temps**. Par exemple, Arthur Little montre la nécessité de moyens susceptibles d'être immédiatement mis en oeuvre. (On a observé que même un retard d'un ou deux mois pouvait avoir un effet inhibiteur, les idées ne venant plus, et qu'un retard de 6 mois constituant un très lourd handicap). En d'autres termes,

la force de fusion est ralentie par la désynchronisation de la demande et de la technique praticable. (13)

27. Les caractéristiques typologiques des modes de production technique (par exemple, production sur devis ou en petite série, production de masse, production en continu) suggèrent qu'il y a toujours en réalité désynchronisation de la reconnaissance au niveau des 3 fonctions essentielles de l'entreprise. (22)

28. Les causes immédiates d'avortement de l'innovation dans l'entreprise sont donc la qualité des ressources d'information de l'entreprise, la qualité de la circulation interne de celle-ci et de son processus de prise de décision.

29. Il faut souligner que généralement la structure d'une entreprise joue contre l'innovation. Si l'innovation requiert deux conditions nécessaires: la rencontre d'un besoin et d'une technique, et un anti-conformisme qui permette de transcender les choses telles qu'elles sont et de les bâtir à travers une nouvelle vision de ce qu'elles pourraient être, alors la structure normale d'une entreprise joue contre l'innovation (18).

Une vue simpliste sur le problème consiste à demander aux gens du marketing de trouver des idées de produits, au technique de créer les solutions, elle ne correspond pas au mécanisme même de la création. L'innovation, activité hors hiérarchie conventionnelle dans l'entreprise, nécessiterait de ne pas scinder les fonctions et qu'une même équipe plonge à la fois dans le marché et la technologie. Ce sont des solutions de ce genre qui ont abouti à de remarquables succès.

30. *Le mécanisme du transfert technologique présente une structure comparable à celui de l'innovation en ce qui concerne le stade de la reconnaissance de la demande et de la technique praticable.*

31. Poser la question "en quoi consistent les différences entre transfert technologique et innovation" revient en définitive "à poser la question "en quoi consiste l'innovation?"

Grâce à une combinaison nouvelle des technologies, elle consiste à assurer une qualité supplémentaire "ajoutée" à la source de ses constituants. En fait, il s'agit de l'inverse du principe de l'entropie selon lequel  $2+2=5$ . C'est pourquoi, du reste, l'innovation est la principale source de la productivité.

Le transfert vertical, flux de connaissance, d'information, de techniques incorporées dans les équipements, les biens intermédiaires, l'assistance technique et tous les moyens bien connus du transfert est une simple transmission, sans changement de direction dans l'utilisation de la technique. Il n'implique donc pas une qualité "ajoutée" sinon, pour le receveur, celle de l'innovation originale.

33. Le transfert horizontal, flux de technologies existantes, de connaissances incorporées dans les capacités techniques des entreprises, est le changement de direction de celui-ci. Ce changement de direction est fonction de la capacité inventive de l'entreprise ou de l'institut de recherche.

34. Selon E. Janstch, l'innovation est produite par l'intermédiaire des mécanismes complexes des transferts horizontaux et verticaux (13)

35. On serait tenté d'utiliser pour l'analyse de ce problème une classification identique à celle utilisée pour l'analyse des facteurs de productivité. (23)

Les facteurs moteurs (ou causal) de l'innovation, les facteurs "permissifs" dont la présence rend seulement possible l'innovation et l'absence constitue une contrainte, les facteurs "moyens d'action" ou "vecteurs".

Ici, c'est le changement de direction de la technique, par le transfert horizontal qui constituera le vecteur. Un des facteurs permissifs sera le transfert vertical des connaissances, des informations et des techniques incorporées. Un autre sera, par exemple, l'existence d'une source de financement. Les facteurs moteurs seront l'ensemble des incitations de l'entreprise, externes et internes et sa capacité de changement technique. C'est l'effort d'innovation tendu vers un but précis qui apparaît le plus important. L'innovation est considérablement influencée par des conceptions normatives: la protection contre les risques, militaires et économiques notamment (par exemple, le radar), le maintien

de la position de l'entreprise (par exemple, l'entrée d'IBM dans le domaine du développement des calculateurs), le défi à relever (les missiles) (13) (24)

36. **Les lois fondamentales** qui gouvernent l'innovation n'ont pas changé dans le temps. Au XIX siècle l'innovation ne s'est pas produite en France où se trouvait la science mais en Grande Bretagne où existaient les conditions favorables: l'esprit d'entreprise, une source de main-d'œuvre, un bon système de communications, un système politique libéral, un marché. (13) Aujourd'hui, comparée aux Etats-Unis, l'Europe de l'Ouest est assez mal placée pour passer du stade de l'invention à celui de l'innovation (16).

37. Sans doute, comme pour les facteurs de productivité, l'importance relative des facteurs de l'innovation varie historiquement en raison des seuils de développement. Si l'on considère que le marché n'a cessé de s'étendre dans les pays les plus industrialisés, il continue certes à constituer actuellement un facteur moteur par l'intermédiaire de la concurrence sous la forme principale de la diversification des produits, mais le facteur-clé est déplacé sur **l'esprit d'entreprise**,

38. L'élément essentiel, au plan national, en matière d'innovation est moins l'ampleur et l'intensité de la demande nationale d'innovation technologique que les ressources en esprit d'entreprise et d'organisation ainsi qu'en possibilités techniques à l'intérieur d'un pays, ressources qui permettent de déceler les demandes commerciales d'innovation technique' n'importe où dans le monde et d'y répondre (18).

39 Il faut de nouveau revenir sur cette idée que l'innovation est non seulement la première application de la science et de la technique dans une nouvelle direction mais "avec un succès commercial". Une invention réussie au stade du laboratoire, mais qui n'est pas diffusée n'est pas une innovation. *C'est l'entreprise qui est l'agent principal de l'innovation technologique, "C'est elle qui transforme les connaissances scientifiques et techniques en produits nouveaux ou améliorés et en services qui répondent aux besoins économiques"*, (18).

La commercialisation est devenue l'un des facteurs cruciaux de l'innovation dans les domaines des calculateurs, des avions, de l'énergie nucléaire. Il est considéré que la commercialisation est un facteur plus important pour l'avance actuelle des Etats-Unis dans le domaine de l'innovation que pourrait l'être une nouvelle technique mettant en jeu un transfert technologique vertical.

L'exemple de la Xerox Corporation montre le rôle dans l'innovation technique des nouvelles formes de commercialisation. Alors que la machine Xerox 916 est pratiquement invendable en raison de son coût élevé, sa location a permis une croissance vertigineuse de la demande (13).

40. Le concept de **diffusion de la technologie** n'est pas non plus clairement comprise. Ce n'est pas la seule diffusion des informations scientifiques et techniques mais celle de l'innovation dans le marché.

41. Pour l'OCDE: "il apparaît clairement que pour ceux qui ont la responsabilité de prendre les décisions en matière de croissance de la productivité, la diffusion d'une technologie donnée - que celle-ci soit d'origine nationale ou étrangère - représente l'élément le plus important du processus. Les mécanismes de la diffusion sont les mêmes au plan national et au plan international: expansion de la firme novatrice, brevets, nouvelles améliorations apportées de façon indépendante, achat de biens produits et circulation des connaissances scientifiques et techniques, par les écrits ou par les personnes", (18).

42. Il importe en conséquence de distinguer soigneusement l'innovateur des différentes catégories d'adopteurs. Le livre-clé de E. M. Rogers (1) distingue 5 catégories différentes: "innovators", "early adopters", "early majority", "Late majority", "laggards". La courbe de distribution des adopteurs, établie pour la diffusion des innovations agricoles, a été ensuite utilisée pour l'étude dans l'industrie.

Ces distinctions sont essentielles dans l'analyse du transfert international de technologie. En effet, il est important de repérer comment se situe sur la courbe de distribution internationale de la diffusion de l'innovation, la première introduction dans un pays et sa diffusion interne. Il est du plus grand intérêt de savoir si cette introduction se situe, par exemple, dans la phase des "laggards" dans les pays industrialisés, c'est-à-dire, dans la phase où le cycle produit est descendant et en voie d'achèvement, déjà menacé dans sa vie par la concurrence d'autres produits.

43. *La diffusion de l'innovation est donc synonyme de transfert international ou national de la technologie*

44. *Le mécanisme de diffusion intègre à son tour celui de l'adaptation de l'amélioration du procédé original.*

45. Le procès d'innovation peut être scindé en deux phases (25) La phase a/ est celle de la mise au point et de la commercialisation initiales d'un nouveau procédé. La phase /b consiste à améliorer le nouveau procédé, par exemple, en augmentant l'échelle des installations de production, en appliquant dans ces installations les progrès réalisés par d'autres branches de l'industrie (transfert horizontal), et en perfectionnant les compétences techniques du personnel d'exploitation.

46. Cette thèse a deux implications importantes. La première est que les entreprises qui appliquent les innovations relatives à des procédés de fabrication (la "deuxième génération") peuvent leur apporter des perfectionnements qui ont, sur le plan économique, autant d'importance que les améliorations apportées par le promoteur de l'innovation. La deuxième est que, sur le plan international, une combinaison particulière de dotations de facteurs ne limite pas nécessairement l'incitation économique à la diffusion du procédé innové, (19). Il s'ensuit que si la diffusion internationale n'est pas freinée malgré des dotations particulières de facteurs (et la combinaison de ceux-ci est différente dans les pays en voie de développement) dans ce cas, l'utilisation performante de l'innovation devrait impliquer presque toujours son amélioration adaptative.

47. **L'innovation à ainsi des degrés différents.** On peut distinguer les innovations de type économique, de type technique, et l'innovation économique et technique (18).

48. *L'innovation économique pure* est celle qui se produit quand on remarque qu'une technique ou un produit satisfasse des besoins pour lesquels il n'avait pas été créé.

Les exemples sont fréquents en pharmacie. Par exemple, l'amplivix, vasodilatateur coronien, a pris un second départ commercial lorsqu'on a trouvé qu'il favorisait l'élimination de l'acide urique et permettait de soigner la goutte.

Le verre trempé utilisé dans le bâtiment a pris un second départ au début du siècle lorsque s'est ouvert le marché des glaces d'automobiles. Il a fallu de longs délais pour que l'on utilise le nylon comme fibre pour les pneus et que l'on reconnaisse ses propriétés adhésives.

L'orlon a été envisagé, au début, pour les applications industrielles telles que les éléments de filtre, et seulement après pour les vêtements. Il s'agit, dans tous ces exemples, de cas typiques de transfert horizontal de technologie.

49. *L'innovation technique pure* se manifeste surtout par les perfectionnements apportés par les bureaux d'études et de recherche à un produit existant. Ils sont innombrables.

La technologie "précurseur" donne lieu alors à un "bourgeoisement" de l'innovation, c'est-à-dire à une succession d'innovations mineures et associées à l'innovation principale (13).

La aussi, le transfert horizontal apparaît la source principale des innovations d'amélioration et d'adaptation dont l'importance économique apparaît considérable. Mais l'efficacité de ces deux premiers types d'innovation est limitée dans les marchés hautement concurrentiels, par le fait qu'il est difficile d'en conserver le bénéfice. La plupart des extensions du marché ne sont pas brevetables, les perfectionnements techniques le sont, mais il est aisé de "les tourner" (18). D'autre part, il apparaît dans les pays industrialisés souvent plus rentable de créer un nouveau produit que d'améliorer ceux existants.

50. S'il est exceptionnel qu'une innovation soit purement technique ou économique les *innovations "Fortes"* - et par là même, les *patentes correspondantes* - naissent d'une fusion dans une combinaison nouvelle pour satisfaire un besoin latent encore inexprimé. Les exemples pris au hasard du Polaroid, de la Xerox, du café soluble, de la mise au point des transistors, les missiles, etc., illustrent ce cas.

Mais sans atteindre la hauteur de ces procédés, d'autres innovations sont également fortes par la satisfaction qu'elles apportent à un besoin latent. Ainsi l'anecdote de l'inventeur américain de l'aérateur de robinet - par ailleurs vedette célèbre de la TV est typique. En percevant qu'il est désagréable d'être éclaboussé par le rebond de l'eau, la physique du rebondissement est modifiée au point de la faire disparaître, il a fait fortune en créant un produit remarquable, protégé aujourd'hui par 80 brevets (18).

Or, dans la compétition et le jeu industriels, ce sont les innovations du troisième type qui sont l'arme du pouvoir de négociation. Pour entrer dans le "club industriel, il faut avoir quelque chose à offrir. C'est ce type d'innovation qui requiert "la rencontre des transferts verticaux et horizontaux fécondée par une imagination créatrice» En ce sens, les innovations fortes sont une mutation. (26)

51. *Le trait commun des trois types est "la première application de la science et de la technique dans une nouvelle direction",*

52 Dès lors, si l'on considère le produit comme la correspondance matricielle entre une combinaison plus ou moins complexe de techniques au service d'une combinaison plus ou moins complexe de besoins (18), il est possible d'utiliser une méthodologie de la créativité inventive pour innover.

Ces procédés, qui sont des processus mentaux, sont fondamentalement les mêmes que ceux utilisés en mathématiques: l'analogie, l'inversion, le changement d'axe de coordonnées.

Par exemple, l'invention du rilsan apparaît comme l'inversion de la synthèse du nylon.

En mécanique, le transfert à l'horizontale de la coupe verticale du moteur, aboutit à la conception des moteurs à plat, du type flat-twin, qui ont fait le succès de la 2 CV Citroën. Le changement d'axe du moteur perpendiculaire et non longitudinal à la carrosserie» aboutit à la conception des Peugeot, Austin, Simca et autres voitures compactes,

53. Ainsi est examinée dans ces divers aspects, l'innovation apparaît difficilement dissociable du transfert technologique

En d'autres termes, le transfert technologique "intègre" verticalement et horizontalement l'innovation en "amont" et il est "intégré" en "aval" avec le procès de diffusion de l'Innovation.

Le schéma 3 est une tentative de représentation graphique de ces relations complexes, mais dont l'entendement a des conséquences opérationnelles importantes.

Dans l'entreprise A, le flux vertical de la technologie T et d'autres connaissances scientifiques est transmis sans modification, ni adaptation. Il s'agit d'une diffusion (internationale ou nationale) d'une innovation.

Dans l'entreprise B, le flux vertical de la technologie T<sup>1</sup> converge avec celui de la technologie T<sup>2</sup>, T<sup>3</sup> et d'autres connaissances pour engendrer une technologie T<sup>4</sup>. La technologie T<sup>4</sup> apparaît comme la technique praticable. Supposons que se produise la fusion de celle-ci avec la demande, l'induction première pouvant venir soit de la reconnaissance de celle-ci ou de la technique praticable, la technologie nouvelle T<sup>4</sup> se traduira en une innovation I<sup>1</sup>. Le plus souvent, c'est la reconnaissance de la demande qui conduit à la recherche de la technique praticable.

Dans l'entreprise C, l'innovation I<sup>1</sup> est diffusée (internationalement ou nationalement) sans changement.

Dans l'entreprise D, l'innovation I<sup>1</sup> est transférée horizontalement. Elle est le résultat de la fusion de la reconnaissance de la technique praticable et de la demande dans l'entreprise B. Supposons que l'entreprise D perçoive, sans changer la technique de I<sup>1</sup>, un besoin latent sur le marché qui permette de nouvelles applications, il s'ensuivra une innovation de caractère économique I<sup>2</sup>.

Dans l'entreprise E, un flux d'une technologie T<sup>3</sup> et la combinaison avec un nouveau changement de direction de I<sup>2</sup> aboutit à une nouvelle innovation I<sup>3</sup>, qui, elle-même, est diffusée, et ainsi de suite. Les transferts verticaux et horizontaux aboutissant à des combinaisons techniques plus complexes.

54. Ainsi donc, *le transfert technologique se manifeste comme mécanisme de l'input ou de l'output de l'innovation.*

C'est pourquoi, les études de l'un et de l'autre doivent être associées (voir définition MIT, (11). Il serait erroné, en conséquence, de concevoir comme des entités distinctes une politique du transfert technique et une politique de l'innovation.

55. En ce sens, il faut dire que *la conception large et globale du transfert technologique aux USA facilite l'innovation.*

Elle assigne en quelque sorte une "mission orientée", une finalité au transfert technologique: déboucher sur l'innovation et non sur la simple imitation.

En englobant le transfert dans un concept large allant de l'invention au développement, elle contribue à la fluidité des mécanismes, à surmonter les obstacles, et ils sont nombreux, particulièrement les structures organisationnelles verticales, qui s'opposent au progrès.

Elle pousse à l'attaque multidisciplinaire des problèmes. Déjà en 1945 Conant soulignait l'intérêt du "système conceptuel" dans lequel il voyait la plus importante des conditions préalables à l'invention et l'innovation. (27)

Elle se prête mieux qu'une conception en catégories séparées à l'introduction de "l'analyse globale des systèmes" qui est une arme intellectuelle nouvelle d'une importance croissante.

Elle correspond enfin à la logique de la situation des Etats-Unis. Il faut considérer que la principale source du changement technique est l'innovation nationale et sa diffusion interne (85% des brevets enregistrés sont d'origine nationale). Comme d'autre part, le développement capitaliste y est plus achevé qu'ailleurs, le marché plus formé et la mobilité des facteurs de production, particulièrement de la main-d'œuvre, plus élevée que dans d'autres pays, les facteurs limitants du transfert technologique sont cherchés dans d'autres terrains: la circulation de l'information, la mentalité des chefs d'entreprise. Il est caractéristique que nombre de modèles américains de transfert technologique font pratiquement abstraction des conditions du marché et se réduisent à un mécanisme de diffusion de l'information depuis les sources aux usagers ou à l'organisation d'un système d'information.

56. L'intérêt porté au **système d'information scientifique et technique** n'est donc pas fortuit, cela apparaît comme la principale condition opérationnelle pour assurer la fluidité et l'efficacité du mécanisme de transfert, d'innovation, et de développement technologiques. Le mécanisme de fusion créative de la reconnaissance de la demande et de la technique praticable est subordonné au flux d'informations reçues, de leur convergence en temps utile.

Le modèle du procès de l'innovation sans doute le plus complet élaboré sur le plan macroéconomique montre que les procès de conversion et de sélection entre le système socio-économique, le secteur productif, et le système éducationnel, nécessite de nombreuses fusions secondaires, fonction du réseau de communications. (3). L'information ne s'assimile donc pas simplement au concept de diffusion défini ci-dessus. C'est le "substratum" (3) de tout mécanisme.

57 Il est nécessaire du reste en raison de confusions fréquentes, de rappeler les définitions,, généralement acceptées, des termes suivants :

**L'information:** toutes les formes communicables de transfert de connaissance. (28)

**Communications :** le processus et les mécanismes de transfert d'information sous une forme codée où non codée: utilisation de porteurs tels que les ondes sonores, ondes électriques, l'écriture et les technologies associées, (p.e. téléphone, télévision, photocopie etc.) (29)

**Science de l'information:** c'est une science interdisciplinaire qui investigate les propriétés et le comportement de l'information, les forces qui gouvernent le flot et l'usage de l'information, et les techniques, à la fois manuelles et mécaniques, de traitement de l'information pour un stockage, une classification et une dissémination optimum. (30)

**La documentation** est une des nombreuses composantes appliquées de la science de l'information. Elle concerne l'acquisition, le stockage, la classification et la dissémination de l'information documentaire enregistrée, primitivement dans la forme d'articles, de rapports et de littérature. (30)

**L'informatique** désigne l'ensemble des techniques pour assurer le "traitement automatique de l'information". (30)

58. L'importance accordée à l'information scientifique et technique ne doit pas laisser suggérer qu'il existe aux Etats-Unis et dans les pays de l'Europe occidentale, un système organisé, la plupart des

systèmes sont le fruit d'innombrables efforts entrepris spontanément en vue de répondre à des besoins ressentis de façon urgente, ils ont été créés en l'absence de toute planification. (28) Mais le coût croissant de l'information, l'explosion de l'information, scientifique et technique amènent à l'organisation de systèmes coordonnés.

59. *Il est considéré désormais qu'une politique d'information scientifique et technique fait partie de la politique scientifique et d'autres politiques nationales* (31).

60. En définitive si la conception américaine du transfert technologique n'est pas exempte de critique (32) si les multiples études sont parfois confuses et contradictoires, tout ce mouvement d'idées et cette orientation apparaissent bénéfiques au progrès technologique lui-même.

Les avantages d'une conception globale remportent sur les inconvénients.- Elle permet de mieux saisir les relations du tout et des parties, les interrelations entre celles-ci. Or, du point de vue des politiques, c'est ce dernier aspect qui est le plus important. La conception "colle" à la réalité américaine, mais permet aussi d'agir sur elle.

**N.B. la suite de ce document, non reproduit ici, concerne "La représentation conceptuelle du transfert technologique en Amérique Latine"**

## NOTES

1 E.M. Rogers - Diffusion of Innovation.

### • Sources de quelques bibliographies concernant le transfert technologique:

- 2 Lipetz, Bon Ami. A Guide to Case Studies of Scientific Activity. Carlisle, Mas.: Intermedia, Inc. 1965 ;
3. Mottur, Ellis. The Process of Technological Innovation: A conceptual Systems Model, Program of Policy in Science and Technology, George Washington University, January 1968.
4. Nelson, Richard R., The economies of invention: a survey of the literature. Journal of Business, April 1959 s Vol. 32
5. Rubenstein, Albert H., and Charles F. Douds. A bibliography on interface liaison, and technology transfer.. Working paper 68/28. Program of Research on the Management of Research and Development, Department of Industrial Engineering and Management Sciences, North-western University., Evanston, 111. 1968.
6. Rutgers University, Graduate School of Library Science, Bureau of Information Sciences Research. Bibliography of Research Relating to the Communication of Scientific and Technical Information. New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press 1967
7. 7 Sovel, M. Terry: Technology Transfer - A Selected Bibliography. NASA C.R-1335, Washington, D.C.: NASA, June 1969
8. U.S. Department of Commerce, State Technical Services. Technology Transfer and Innovation: A Guide to the Literature. STS 104. Washington: Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, August 1966.
9. Charles F. Douds - A Brief Survey of the State of the Art in the Study of Technology Transfer, Northwestern University - August 1969

10. Harvey Brooks - National Science Policy and Technology Transfer - National Science Foundation, 1966.

11. William H. Gruber et Donald G. Marquis - Factors in the transfer of technology - M.I.T., 1969.

12 Marquis et Allen "Communications Patterns in Applied technology" American Psychologist, 21 November, 1966.

13 E.Janstch La Prévision technologique - OCDE - 1969

- 14 Marcelo Robert - Inovaciôn tecnologica en América Latina estudios de casos - OEA - CACTAL - Marzo de 1972.
- 15 Centre national d'information pour la productivité des entreprises. 400 idées de produits nouveaux, 1971.
- 16 OCDE - ECARTS technologiques - rapport analytique 1970 -voir chapitre "les investissements internationaux et leurs rapports avec les potentiels scientifiques et techniques.
- 17 Richard N Poster - Group of ABT Associâtes Inc. Cambridge, Massachusetts. Organize for technology transfer - Harvard Business Review - Nov/Dec. 1971.
- 17 OCDE - condition du succès de l'innovation technologique.
- 19 E.Janstch dans son livre "La Prévision technologique" (réf.13) cite les études entreprises par Arthur D. Little (Management factors affecting Research and exploratory Development - 1965) qui montrent que sur 87 "événements de développement exploratoires de recherche" deux seulement constitueraient des percées relativement récentes - Le "Projet Hindsight" entrepris par l'office of the Director of Defense Research and Engineering (ODDRE) aboutit à la même constatation.
- 20 Bernard Zimmern - Développement de l'entreprise et innovation. Editions homme et technique 1972.
- 21 L'étude de Marcelo Robert - doc. cité réf. 14, montre l'induction du marché sur les innovations en Amérique latine.
- 22 P. Gonod - Essai de recherche d'un système d'études interdisciplinaires marco et micro-économiques, le comportement de l'entrepreneur et l'innovation technologique - OEA - Sept. 1969.
23. H. Sainmont - D. Cepede, P. Gonod, M. Lengellé - Résultats de l'enquête sur les facteurs de productivité de l'entreprise - Groupe d'Etudes et Mesures de la productivité AFAP - 1967.
- 24 Le Tempo Center For Advanced Studies de la Général Electric aboutit à cette conclusion à partir de l'analyse de 75 innovations technologiques importantes du XXeme siècle - voir ref. 13.
25. John L, Enos - "Invention and Innovation in thé Refining Indus try" in "The rate and direction of Inventive Actîvity." National Bureau of Economie Research - New York, 1962.
- 26 Stephen Toulmin ""Innovation and the problem of utilization" dans "Factors in the transfer of technology" (ref, 11). S. Toulmin décrit le procès d'innovation par référence à un procès biologique. La mutation est la phase de la découverte de nouvelles idées, ou des mutants sont créés, la sélection est celle de l'adoption ou du rejet après testage, la diffusion est celle de l'application dans l'environnement, dans le sens écologique du terme.
- 27 James B. Conant - Science and Common Sense - Yale University Press. New Haven, 1952 - cité par E. Janstch, réf. 13 3)Ellis Mottur: Thé processes of technological innovation -A conceptual System - George Washington University - January 1968. Doc. cité. C'est ce modèle envisageant le processus de l'innovation technique comme un système destiné à créer, à relier, à transférer et à utiliser l'information, que l'OCDE considère comme un des plus intéressants (réf. 18).
28. Communiquer. Rapport du groupe de travail sur l'information gouvernementale (II Recherche et Analyses) Canada - août 1969.
29. OCDE - Conférence des Ministres de la Science des pays de l'OCDE - Une approche intégrée de l'information, des ordinateurs et des communications. 19 août 1971
- 30 H. Borko - Information Science: What is it?. In "Key papers in Information Science" - Thé American Society for Information Science.
31. OCDE - Groupe sur la politique de l'information scientifique et technique. L'in'formation dans une société en évolution quelques considérations de caractère politique - février 1971..
- 32 Samuel N. Bar - Zakay - Policy making and technology transfer; the need for national thinking laboratories - Rand Corporation -décembre 1970. Tout en acceptant la définition du transfert de H. Brooks (voir réf. 10) l'auteur la critique parce qu'elle peut créer l'impression que le procès est automatique, ce qui n'est pas apparent, et qu'elle n'est pas opérationnelle car elle n'indique pas comment le transfert de technologie peut être effectué.