

P^r: Oukil M. Said
Professeur - F. S. E. G.
Université D'Alger

"Recherche -Développement et croissance économique".

-présentation synthétique-

I:Introduction:

De nos jours, il est impossible, sinon très rare, de trouver un pays sans institutions technologiques et/ ou scientifiques. Et, ce n'est pas uniquement la richesse en ressources financières et humaines qui est à la base de l'établissement de telles infrastructures; Le besoin, ainsi que les pressions de la conjoncture économique internationale sont les raisons principales qui sont évoquées. Ceci est de même pour tous les pays y compris à la fois les industrialisés (Pinds) et ceux en voie de développement (Pvds)

Les débats, sur le sous- développement en général, et ceux sur une issue éventuelle de la crise économique - qui dure malheureusement depuis longtemps-, ont fait couler beaucoup d'encre; ils ont aussi incité beaucoup de discussions très riche, notamment en ce qui concerne le rôle de la Science et de la Technologie "S & T" dans le développement économique des Pvds. Cependant, les écrits et les discussions sont restées, en très grande partie, macro-économiques et vastes; c'est à dire loin de ce que l'entreprise industrielle a besoin, et les difficultés qu'elle rencontre lorsqu'elle s'engage dans des activités de Recherche et Développement "R&D". Ainsi, le sujet mérite une réflexion assez approfondie, surtout que l'intérêt et le pouvoir de décision ne sont plus uniquement du sort des sphères politiques et administratives des gouvernements⁽¹⁾.

Avant de développer le sujet, il est toutefois essentiel de définir certains terme à utiliser, ainsi que les notions de base, afin d'assurer le maximum de clarté et de précision.

Science: Ensemble de connaissances, fonctions mathématiques, règles et principes théoriques et logiques.

Technologie: Inclus tout les outils, équipements, systèmes et connaissances industrielles ou pratiques qui servent ou peuvent servir immédiatement dans la solution de problèmes de production, ou dans l'amélioration des produits et techniques.

Science et Technologie "S & T" Se référant à toute politique, système d'éducation et moyens humains et matériels mis en oeuvre dans le but d'accumuler des connaissances et des capacités technologiques et scientifiques.

Recherche Fondamentale (de base): Tout effort intellectuel fourni par des Scientifiques dans le but essentiel de produire davantage ou d'améliorer les règles, les principes, les idées ou les connaissances scientifiques.

Recherche appliquée - ou développement- (A.R: Applied Research): Comme aussi tout effort se basant sur des connaissances pratiques et existantes ou acquise à travers l'expérience et la transformation des connaissances scientifiques afin de répondre aux besoins réels et immédiats de l'industrie en particulier et l'économie en général.

R & D (Recherche et Développement): Ensemble d'activités intellectuelles et industrielles visant l'amélioration des produits, procédés et connaissances existantes, ou leur production par différents parties telles que l'université, l'industrie (publique et privée), les centres de recherche, établissements d'éducation et personnes douées.

Invention: Toute idée, connaissance ou information englobant des principes et règles scientifiques.

Innovation: Toute transformation des inventions en produits ou procédés utiles et commercialisées.

Innovation technologique: Se limitant aux procédés et biens ou produits nouveaux et ayant un effet direct sur la productivité. Sont ainsi exclues les méthodes de gestion et autre changements de nature administrative. D'autre part, il est nécessaire de souligner le caractère commercial lié à un tel type d'innovation.

Pratique industrielle: Application de règles de performance, ou poursuite de comportements rationnels dans le but d'améliorer l'efficacité et la productivité.

II: Importation de technologie Vs recherche locale:

Suivant la stratégie, les moyens et l'effort fournis, le développement technologique, de la plupart des Pvd's est centré sur le transfert ou l'acquisition des technologies. Au point où la recherche locale est pratiquement lancée plusieurs années, voire décennies plus tard. Mais, le processus n'est-il pas un seul et stratégiquement indivisible?.

II.1/ Nécessité d'importation des technologies et ses problèmes.

Pour que la production ou l'activité industrielle ait lieu, l'entreprise doit disposer d'une technologie. En général, celle-ci se compose des éléments suivants: équipements, machines, know-why et know-why. Selon la phase du développement industriel de l'économie, ainsi que le degré de complexité des techniques exigées par la nature du processus de production retenu, un ou plusieurs de ces éléments peuvent être disponibles. En ce qui concerne les Pvd's, deux situations sont à distinguer:

A/Que tous les éléments technologiques sont à importés;

B/Que quelques uns seulement feront l'objet d'importation, ce qui donne la possibilité que d'autres peuvent être fabriqués localement.

Théoriquement, c'est dans le premier cas que le recours à la technologie étrangère est justifié. Une telle justification peut être faite sur des bases différentes. Les trois principales suivantes peuvent être évoquer:

1= Le respect des délais des opérations d'investissement et de production, en réponse à des besoins ou revendications spécifiques;

2=La possibilité d'économiser le temps et l'argent en faisant de la recherche, et surtout en procédant aux opérations strictes de développement ou d'application⁽²⁾;

3= l'incapacité de surmonter les difficultés techniques spécifiques à un produit, procédé ou même un projet, lorsqu'en utilise les moyens locaux.

Dans la troisième situation, c'est à dire lorsqu'il est possible d'offrir la totalité des éléments technologiques par des moyens locaux, le recours aux sources étrangères peut être aussi justifié sur deux bases: techniques et économiques. En effet, techniquement, il peut y avoir le besoin d'élever le niveau professionnel des employés en vue d'améliorer la qualité de l'output en question⁽³⁾. Compter uniquement sur l'expérience des ouvriers et leurs efforts ne peut être suffisant dans tous les situations et circonstances.

Economiquement, il peut y avoir des gains réels, lorsqu'on combine les avantages comparés avec les coûts bas de la main d'oeuvre et des autres éléments technologiques⁽⁴⁾.

Dans ce cas, l'adoption d'une technique avancée pourrait bien être rentable. Elle peut créer une force compétitive sur le marché international, et par conséquent donner lieu à des possibilités d'exportation; condition exigée et souvent évoquée pour la croissance économique des Pvd's⁽⁵⁾.

Dans les pays en voie de développement où un certain degré d'industrialisation a été atteint, et où les capacités technologiques ne sont pas très développées, l'importation de la technologie est une nécessité dans plusieurs cas. Elle est aussi utile au moins dans quelques uns. Dans les premiers cas, l'importation durerait jusqu'à ce que ces pays atteignent un certain niveau de développement technologique. A ce stade, l'importation commencerait à réduire, ou alors, devient sélective. Entre temps, au moins trois raisons particulières rendent un tel processus problématique dans la plupart des pvd's.

Premièrement, l'intérêt des vendeurs de technologie n'est pas toujours convergent avec celui des acheteurs des pays en voie de développement. Les raisons principales sont culturelles, technologiques et autres. Les transactions technologiques tiennent lieu uniquement dans des situations où des compromis sont possibles⁽⁶⁾.

Deuxièmement, le transfert, des éléments technologiques nécessaires ou dite de base seulement, ne peut pas toujours suffire pour une acquisition effective ou économiquement réussie. En évidence, les pays en voie de développement n'ont, depuis fort longtemps, cessé de critiquer la forme partielle des opérations de transfert de technologie⁽⁷⁾.

Troisièmement, la capacité de réception technologique elle-même, des pays du sud, est généralement faible dans tous les secteurs et industries. Cette situation peut être expliquée principalement par l'absence ou le mauvais fonctionnement des structures et des systèmes de R & D, à la fois au niveau micro- et macro-économique. Remarquablement, la solution proposée, de développer des instituts de recherche afin de surmonter les difficultés, a beaucoup d'inconvénients⁽⁸⁾.

L'ensemble de ces raisons peut alors justifier le lancement local des activités de R & D. Mais, la question cruciale qui se pose est la suivante: Dans quels secteurs ou industries de l'économie nationale doit-on investir? En prenant compte des moyens du pays et ses potentialités, il serait possible d'identifier des programmes de R & D comme suivant:

A/ Les secteurs ou les industries dans lesquels certaines conditions ou caractéristiques doivent être prises en compte.

En agriculture, la R & D, sur les machines outils, les semences et les engrais afin qu'elles soient mieux adaptées aux conditions climatiques, sociales et économiques, sera sans doute d'une grande portée pour le développement⁽⁹⁾.

En industrie aussi, réduire les coûts par voie de R & D et des innovations doit les justifier.

B/ Les secteurs ou les industries où l'apprentissage a été très important, et où les connaissances scientifiques et technologiques peuvent être rapidement produites. Dans le champs de l'énergie, par exemple, la R & D sur l'énergie solaire est moins complexe que celle des autres types d'énergie. Elle est aussi moins risquée.

C/ Les secteurs ou les industries où il est possible de maximiser les avantages. une approche sélective, de certaine industries ou plutôt produits avec de longue perspective du marché international, a été défendue comme conductrice de croissance⁽¹⁰⁾. Le développement de l'industrie électronique est l'exemple par excellence.

Concrètement, un pays ne peut pas réussir sur tout les fronts, quelque soit le stade de son développement industriel. par ailleurs, le passage du processus d'acquisition à celui de production locale de technologie prend du temps. Pour cette raison il est donc primordial de bien bâtir

l'infrastructure et de renforcer les systèmes de diffusion et de communication. La vertu dans tout ceci pour les industriels, les gestionnaires et les planificateurs est d'être réalistes, pratique⁽¹¹⁾ et possédant une vue globale ou même systématique⁽¹²⁾, afin de faire de la technologie un ami et non un ennemi.

II.2/ Justification pour la R & D locale.

De ce qui a été expliqué il peut donc exister des cas réels en faveur des activités de R & D, au moins dans quelques uns des Pvd's. Evidemment, l'engagement formel⁽¹³⁾ dans de telles activités entraîne l'établissement de ce qu'on appelle, "la capacité technologique indigène". La mise en place de celle-ci est considérée amplement comme une réponse aux problèmes industriels et techniques locaux.

Dans ce sens, l'assimilation technique, l'adaptation, la maîtrise et l'utilisation efficace de la technologie importée sont les solutions les plus fréquentes et évoquées par la littérature concernée⁽¹⁴⁾. Cependant, il paraît que deux cas importants sont négligés.

Premièrement, il y-a la possibilité, que des connaissances et des innovations peuvent être produites par des ingénieurs et des travailleurs qualifiés locaux. Par conséquent, ils doivent être valorisés et utilisés le plus efficacement possible⁽¹⁵⁾. Dans ce cas, l'installation de structure de R& D ou d'innovation -en tant que partie intégrante des capacités technologiques- permettrait de sauvegarder l'expérience acquise et la rendrait beaucoup plus bénéfique. Selon Dahlman et autres⁽¹⁶⁾, même les activités d'innovation pas très sophistiquées donneraient lieu à des effets secondaires non moins importants.

Deuxièmement, il peut y avoir aussi des cas où les entreprises étrangères ne s'intéressent pas à des problèmes particuliers du pays, et qu'il n'est plus possible de faire recours à l'assistance technique étrangère⁽¹⁷⁾. Que l'innovation est placée soit en amont ou en aval des opérations de production. Ainsi elle est directement liée à l'industrialisation, le développement technologique et la pratique industrielle. Par contre, l'invention ne l'est pas⁽¹⁸⁾. Celle-ci est définie comme simple production de connaissances et d'informations⁽¹⁹⁾. Dans ce cas, ce que la technologie

importée doit surtout inciter, dans les Pvd, est le développement de capacités d'innovation beaucoup plus que celles d'invention.

En résumé, les arguments forts en faveur des activités et des capacités locales de R&D sont les suivants:

A/ Elle sont nécessaires pour assimiler la technologie importée en se basant sur la capacité d'absorption nationale⁽²⁰⁾, adapter cette technologie⁽²¹⁾, l'utiliser⁽²²⁾, assurer son efficacité, réduire la dépendance technologique et renforcer le pouvoir de négociation des récipiends⁽²³⁾.

B/ Elle permettent l'apprentissage, tellement important pour les pays en voie de développement^{(24), (25), (26), (27)}.

C/ Que sur le plan international, et selon le professeur Rosenberg⁽²⁸⁾, l'économie mondiale est en train de se former une structure ayant la capacité technologique comme caractéristique dominante. Ceci pourrait impliquer que si la contribution industrielle, des pays en voie de développement, est vraiment bénéfique et désirable, il faudra que ces pays complètent leurs capacités de production et d'investissement par celle d'innovation.

D/ On pourra aussi ajouter que dans une perspective d'intégration économique et industrielle -à travers les interactions et les liens- les activités et les capacités de R & D ou d'innovation permettraient sans doute de soutenir l'effort d'industrialisation, avec des compétences et des talents jamais inclus dans les transactions de technologie importées⁽²⁹⁾.

La conclusion principale, qu'on peut dégager des précédents paragraphes, est que les activités de R&D locales ne peuvent être considérées simplement une alternative du processus de transfert de technologie de l'étranger, comme en le pensait déjà⁽³⁰⁾. Dans le cas de plusieurs Pvd, de telles activités et capacités sont complémentaires⁽³¹⁾ et nécessaires⁽³²⁾. La raison est que ni le transfert seul, ni la R& D locale seule ne pourra garantir un haut niveau de développement technologique, et de loin une autonomie. Par ailleurs, un autre argument fort, en faveur de telles activités et capacités, est que les ouvriers déployant des efforts d'innovations ne doivent pas être marginalisés, ce qui justifie essentiellement, selon Cooper⁽³³⁾ le développement de telles structures.

III: Relation entre "S & T" et "R & D":

III:Relation d'ordre général.

En général, il est possible d'affirmer que la " R & D" est une partie intégrante de la "S & T ". En effet, si les deux termes sont pris dans leur sens large, il est bien évident qu'il ne peut pas y avoir consécutivement de Recherche scientifique "R" et Technologie "T". Mais, lorsque les priorités sont à considérer, il devient possible de faire une séparation entre les deux terme, ou activités. le cas, des Pvds, est de ce point de vue très intéressant.

En se référant aux statistiques sur le nombre de publications scientifiques dans ces pays, on y trouve une certaine quantité par pays L'Algérie, par exemple, se place parmi les pays avec un pourcentage très faible. D'autre pays ont des capacités beaucoup plus importantes. Mais, malheureusement de telles quantités restent largement inférieures par rapport aux nombres de publications des pays avancés. Par ailleurs, les effort de recherche scientifiques restent quasi-personnels ou informels.C'est à dire sans budget et autre moyens officiels.Ce qui est à noter aussi est que très souvent la partition des budget de R & D sont toujours en faveur de la recherche appliquée. Ceci s'explique par le besoin prépondérant en connaissances pratiques et industrielles.

Il est très reconnu actuellement que la caractéristique centrale, du développement et la croissance économique, est l'application de la Science et la Technologie à la production et ses diverses activités techniques⁽³⁴⁾. Mais ceci est pratiqué généralement par la Recherche "R" et le Développement "D".

Malgré que leur accouplement habituel⁽³⁵⁾, les liens entre les deux ne sont pas nécessairement consécutifs et par conséquent causales⁽³⁶⁾. "R" elle-même implique des connaissances et des informations. Lorsque elles sont purement scientifiques et théoriques, "R" est dite de base ou fondamentale. En revanche, lorsqu'elles sont plus technologiques, "R" est dite appliquée. Par contre, "D" implique l'application de "R", mais nécessairement à travers la Recherche Appliquée "A.R" comme intermédiaire.

A ce point, on peut donc clairement voir que le spectre général de R&D ne se compose pas uniquement de "R" et "D". Par conséquent, et contrairement à la perception habituelle, le lien entre les deux parties n'est pas direct. Ceci implique que "D" comme activité plus importante pourrait exister et s'exercer toute seule. La condition préalable dans la plupart des cas est le recours à la "A.R" et non pas nécessairement à "R" en tant que telle⁽³⁷⁾.

III.2/"A.R" et "D" et Développement technologique.

Le but fondamental de la "A.R" et du "D"⁽³⁸⁾ est l'aboutissement et le maintien d'un niveau de développement technologique, qui permettrait de soutenir les changements techniques, sociaux et économiques du présent et du futur. Suivant le raisonnement de la théorie du cycle du produit⁽³⁹⁾, pour laquelle les ventes d'un produit sont initialement en expansion, puis stagnant et enfin chutant, un besoin doit donc émerger en vue de procéder à des changements ou modification. De même, dans des situations où la production et les coûts de fabrication deviennent de plus en plus élevés, la recherche de méthodes plus efficaces devient bien justifiée.

Dans de telles situations, précises, les changements seront basés sur la production de nouveaux produit, ou l'utilisation de technique différentes. Tout ceci exigerait, alors, de nouveaux investissements, ce qui implique des efforts d'innovation ou au moins d'imitation. Telle est, brièvement, l'image sur les liens entre les différentes capacités technologiques.

III.3/ le poids spécifique de "A.R" et de "D" dans le développement technologique et la croissance économique:

Le concept de développement technologique⁽⁴⁰⁾ est totalement différent de celui de dépendance technologique⁽⁴¹⁾. Le premier se réfère à la construction ou l'établissement d'une capacité en vue d'appliquer les connaissances technologiques, de n'importe quelle source que ce soit.

Tandis que le deuxième -plus difficile- vise presque une autonomie complète. Certainement, réduire la dépendance est très désirable, mais est-il possible d'éviter toute interdépendance à long terme⁽⁴²⁾.

le développement et la croissance économique a besoin d'une base technologique, et lorsqu'on y fait recours l'utilisation devrait être efficace. Pour cela, les connaissances ne doivent pas être toujours et nécessairement nouvelles. En général, les connaissances existantes peuvent résoudre des problèmes techniques. Néanmoins, du point de vue des PvdS, il ne suffit pas qu'elles existent, il faut qu'y ait un accès facile. Dans le cas le plus extrême, le poids et la place de la "A.R" et du "D" sont indéniablement plus importants. En particulier, les besoins, que l'industrie, l'économie et le peuple des PvdS réclament d'urgence, ne nécessitent pas toujours des solutions radicales ou extrêmement avancées.

IV: progrès technique et croissance économique:

La richesse des nations en ressources naturelles ne suffit pas en elle-même à propulser un développement continu. Pas ailleurs, le non renouvellement de certaines ressources fait affaiblir une telle capacité. Ainsi, le savoir et sa création ou expansion sont les outils indispensables aux fins de croissance technique et économique.

IV. 1/Nature de base du progrès technique.

Le progrès technique implique essentiellement des changements ou des améliorations des aspects industriels des activités économiques. Il est conséquemment lié à deux résultats: L'introduction de meilleurs techniques de production; Et, la fabrication de produits de première main, ou en première apparition. Dans les deux cas, le choix auquel l'entreprise fait face dépend de la fonction de production intégrant le paramètre ayant la plus grande priorité⁽⁴³⁾.

Le changement lui-même est nécessaire, soit pour des raisons d'obsolescence technique ou économique⁽⁴⁴⁾. Mais le changement technique est particulièrement évolutif⁽⁴⁵⁾. Contrairement, Schumpeter a tenu un point de vue essentiellement opposé; il a affirmé que par expérience le processus de développement ne se fait pas d'une manière disconti-

nue. Ainsi, il a considéré le progrès technique comme un processus discontinu, avec des innovations ayant lieu en éclatements bien séparés⁽⁴⁶⁾. Contre ce point de vue, plusieurs économistes ont, après lui, sévèrement désapprouvé.

Rosenberg, par exemple, a montré, que l'analyse de Schumpeter est trompeuse, sachant que la discontinuité n'est pas du tout réelle, et l'innovation ne peut être traitée séparément de l'invention. Le même auteur affirme que l'innovation procède à des rejets sélectionnés des pratiques antérieures, et non jamais leurs totalité⁽⁴⁷⁾. L'explication est que la continuité est de nature générale. A partir de cela, les innovations "majeures" peuvent générer des petites améliorations pouvant, à leurs tours, déterminer le taux de la croissance de la productivité⁽⁴⁸⁾. Comme support à son argument, Rosenberg affirme que quoiqu'il existe des inventions spectaculaires du point de vue de nouveauté technologique, mais elles n'ont pas toujours un impact économique largement diffusé et graduel⁽⁴⁹⁾.

D'autres auteurs imminents tels que Nelson et Winter avaient insisté que comme l'action de chercher se situe vraisemblablement aux alentours immédiats des produits et procédés, de petites améliorations peuvent être aussi considérées comme des innovations, et par conséquent comme source de progrès technique⁽⁵⁰⁾. Freeman, d'autre part, est allé jusqu'à spécifier que les très petites innovations dite "incremental" représentent un groupe très important à côté de celui des innovations radicales, celui du changement dans le 'système de technologie' et celui des changements dans le 'paradigme technico-économique'⁽⁵¹⁾.

IV.2/Génération et source du progrès technique:

Deux méthodes sont identifiées relatives à la génération du progrès technique⁽⁵²⁾: La première concerne les efforts délibérés et la deuxième par voie d'expérience et d'apprentissage.

IV.2.1= Efforts délibérés ou formels

Ce sont les efforts d'entreprises et d'institutions qui se sont délibérément engagées dans des activités d'amélioration⁽⁵³⁾, ou dans la produc-

tion de produit, procédés nouveaux et de connaissances pratiques. Contrairement à ce qui a été écrit⁽⁵⁴⁾, ces efforts constituent la partie majeure et non la seule. Ils sont aussi cruciaux, surtout dans un environnement compétitif⁽⁵⁵⁾. Car, chercher aveuglement⁽⁵⁶⁾ ne pourra jamais aboutir à des objectifs et des changements désirés. Les résultats peuvent alors être soit complémentaires, substitutifs ou compétitifs avec les produits et/ procédés existants. Les efforts les plus efficaces s'identifient logiquement par la réduction de coûts par unité produite. Cette raison en elle-même justifie les efforts délibérés. Elle représente l'aspect réel de l'efficacité, d'où le développement technologique et la croissance économique.

Imitation formelle:

Les caractéristiques principales de l'effort délibéré dans la production du progrès technique sont directs et immédiats. Ils exigent aussi une utilisation intense des inputs, c'est à dire un personnel très qualifié, des équipements très sophistiqués et des connaissances scientifiques et technologiques. Tous ces éléments entraînent le passage de temps et des dépenses en vue de les produire. Néanmoins, un cas exceptionnel est celui d'imitation. Celle-ci est largement considérée comme un vrai effort d'innovation.

En fait et au niveau micro-économique, l'imitation est une véritable alternative de l'innovation proprement dite⁽⁵⁷⁾. Son avantage principal est qu'elle permet la production de biens similaires sans emploi le même volume de ressources et d'efforts. La condition préalable est qu'il y ait une capacité d'engineering, le rôle de celle-ci est qu'elle permet de comprendre le mécanisme de fonctionnement et tout les détails technique possibles. Ainsi, une firme, ayant un personnel de "D", pourrait fabriquer ou carrément acheter les différents éléments du produit et faire sortir "son propre" produit. Ce qui fait distinguer ce produit, du produit original, est non pas sa fonction elle-même, mais ses caractéristiques différenciées⁽⁵⁸⁾. Un exemple à donner est celui de l'industrie électronique⁽⁵⁹⁾.

Pertinence de l'engineering:

judet⁽⁶⁰⁾ définit l'engineering comme est une activité qui concerne le désigné les systèmes, les outils, la fabrication et la construction industrielle. il se divise en deux catégories principales: engineering de procédé et engineering de fabrication de biens d'équipements. En général, la première catégorie est la tâche des fournisseurs de procédés, et la deuxième est celle des producteurs de machines. les deux diffèrent de la manière suivante:

L'engineering de procédés contient la conception et le design des phases et le mécanisme détail, de fonctionnement. Par contre, l'engineering de biens d'équipement contient les spécifications standardisées de chaque composant de l'équipement ou machine⁽⁶¹⁾. il est donc clair que dans l'absence de l'engineering, les entreprises-ou les pays- souffriraient d'une dépendance complète en vers d'autres entreprises et même l'étranger. Au niveau micro-économique, l'engineering est généralement associé avec les entreprises de grande taille ou spécialisées.

Au niveau macro-économique, une telle indépendance est reflétée par le nombre et volume de contrats type 'turnkey'.

Ce type inclus beaucoup d'engineering. Vraisemblablement, moins le nombre de contrats y est, plus de compétence une économie divulgue pour atteindre des niveaux de développement technologiques.

Ce qui pourrait être essentiellement résumé est que l'imitation de produit est un point de départ sans équivoque dans les Pvds. Cette forme d'innovation n'exige surtout pas de Recherche fondamentale du tout, ni beaucoup de "A.R" non plus. Par contre, l'imitation de procédé est plus complexe, et dépend du développement des capacités d'engineering.

VI.2.2= Progrès technique via l'apprentissage:

L'apprentissage et ses caractéristiques.

L'apprentissage est une méthode indirecte permettant d'engendrer le progrès technique. Différent types ont été identifiés⁽⁶²⁾, mais leur aspect commun est qu'ils n'ont pas tous les mêmes propriétés. En se limitant à l'apprentissage par pratique (learning- by- doing), les propriétés sont les trois suivantes⁽⁶³⁾.

1/Un tel apprentissage s'accumule passivement. C'est à dire qu'il n'exige pas d'effort de la part de l'ouvrier;

2/il est effectivement automatique. Ceci veut dire qu'il suffit pour un ouvrier de s'entraîner ou de pratiquer la fonction ou la tâche en question pour qu'il apprenne les connaissances de base.

3/Il est peu ou non coûteux. Cette propriété est liée à la première de façon que, puisqu'il n'ya pas d'effort délibéré, les dépenses sont par conséquent nulles, sinon très réduites.

Ce qui vient d'être décrit doit être qualifié afin de garantir le déroulement d'un tel apprentissage: Premièrement, il doit avoir lieu dans des ateliers, sections de maintenance, instituts d'éducation technique, ou dans des structures de R& D. Ceci implique qu'une personne ne pourra apprendre que lorsqu'elle est effectivement et sérieusement engagé dans la tâche⁽⁶⁴⁾. Deuxièmement, innover proprement dit exigerait le dépassement de la simple routine. Car, l'habilité et la qualification de bien faire deviennent importantes⁽⁶⁵⁾. Enfin, troisièmement il y-a différence entre l'apprentissage par expérience et celui par voie de R&D⁽⁶⁶⁾. le deuxième type d'apprentissage a des effets plus élargis, et exige de hauts niveaux de compétence.

L'apprentissage par pratique Vs celui utilisation.

Il est très important de souligner la différence entre ces deux type d'apprentissage, par référence aux biens d'équipement. Professeur Arrow a, en premier lieu, décrit l'apprentissage comme un produit d'expérience⁽⁶⁷⁾. Il considère que l'expérience par pratique, i.e, fabriquer un produit (machine), contribue directement à l'apprentissage, et par conséquent aux gains de productivité. Professeur Rosenberg à son tour décrit de tels gains comme internes au processus de production, et il s'est concentré sur les gains externes. Cet auteur fait ainsi une différence entre l'apprentissage par pratique et celui par utilisation. Selon lui, l'expérience incluse dans le premier type commence là où se termine l'apprentissage par pratique⁽⁶⁸⁾. les exemples qu'il donne ne se limite pas à l'industrie aéronautique, mais couvrent toute industrie ayant une haute intensité technique.

Le rôle du secteur de biens d'équipements.

Le secteur de biens d'équipements strictement défini⁽⁶⁹⁾ est crucial pour tout effort formel d'innovation. le lien entre ce secteur et l'innovation se forme par le besoin, du secteur en question, pour pouvoir fabriquer de nouveaux produits (machine) selon certaines spécifications⁽⁷⁰⁾. Dans l'avis de Rosenberg, le besoin s'applique pour toutes les innovations, c'est à dire tous changements ou progrès technique. En ce qui concerne les Pvd, l'exigence ou le besoin n'est peut-être pas de même nature. Dans la phase initiale d'industrialisation de ces pays, la base mécanique est très importante. Ensuite, au fur et à mesure des progrès, d'autres bases peuvent être utilisées, recourant à la chimie, l'électricité et enfin l'électronique⁽⁷¹⁾.

Mais, pour qu'un tel choix se fait, il faudra le support de deux éléments: l'Etat et l'accès facile aux "étagères" de technologie mondiale. Le rôle de l'Etat dans ces pays est primordial, car le développement du secteur de biens d'équipements ne peut être laissé entre les mains du privé. D'autre part, l'assistance sous ses formes différentes est quasiment nécessaire⁽⁷²⁾.

Quant à la technologie étrangère, il faut aussi souligner l'importance des abonnements aux revues spécialisées. Celle-ci permettent de s'informer sur tout avance et progrès technologique.

IV.3/ L'impact des activités de R&D

L'avancement industriel spectaculaire, des pays industrialisés d'aujourd'hui, a depuis longtemps fasciné les économistes à découvrir le lien entre la S&T, la R&D, l'innovation et la croissance, ou le développement économique. Théoriquement, la question se réfère aux effets des connaissances nouvelles sur la fonction de production, sous sa forme générale suivante:

$$Q=f(K;L;t)$$

Lorsqu'il y a changement dans le volume de K ou L, la fonction de production se déplace au long de la courbe. En revanche, lorsqu'il y a changement technologique - c'est à dire avancement de la technologie⁽⁷³⁾, la fonction se déplace vers le haut; Ce qui veut dire que dans ce cas les

inputs sont utilisés efficacement et que la production s'est améliorée. Au plan empirique, plusieurs travaux de recherche ont été menés afin de prouver l'impact en question au niveau macro- et micro-économique. Au premier plan, le travail de Solow est une référence. Sa conclusion majeure était que pour la période entre 1909 et 1949, le progrès technique a contribué d'au moins 87,5% dans l'augmentation de l'output par tête aux Etats Unis⁽⁷⁴⁾.

D'autres chercheurs avaient aussi obtenu des résultats spectaculaires⁽⁷⁵⁾. Au niveau de l'industrie, la conclusion générale, de plusieurs importants travaux⁽⁷⁶⁾, est que lorsque la R-D prend la forme d'investissement, la relation entre la croissance des firmes et leurs productivité est apparente.

IV: En guise de conclusion.

Ainsi donc, le développement suivi de croissance économique des Pvds ont besoin de technologie. Toutefois, en vue de l'urgence de ce besoin, la priorité pour l'application des connaissances existantes et acquises à travers l'expérience et l'apprentissage est donc primordiale. L'investissement dans la recherche de base ne peut, par conséquent, bénéficier d'une répartition équivalente de ressources humaines et matérielles.

Ce qui est à revendiquer avec force est l'utilisation de toutes les forces de travail manuel et intellectuel, afin d'exploiter tous les avantages possibles. Par conséquent, il est impératif de donner toute l'importance à la fois aux efforts délibérés et formels et ceux d'opportunité et informels. Des potentialités existent dans les Pvds, et il est nécessaire de les organiser. Leur impact sur le développement et la croissance économique et social se manifeste principalement au niveau de la productivité. Sans doute, celle-ci est le moteur du développement et de la croissance économique continue.

Notes et références:

(1): Au fait, cette raison est l'argument majeur et particulier contre la recherche interne (in-house) et locale, que l'on trouve dans la littérature économique sur ce sujet. Voir par exemple: Rubenstein (1974) et Bandt (1977).

(2): Ceci est centrale dans le débat très long sur le choix des techniques. En général, la qualité de l'output dépend de la méthode utilisée; Plus elle est intense en capital, mieux sera la qualité de la production. Voir: Stewart, F.(1977), chapitre 1. Toutefois, il y-a des industries ou des techniques intenses en main d'oeuvre ont une utilisation limitée. Par exemple: les industries pharmaceutiques.

(3): Il n'ya pas uniquement que la main d'oeuvre qui est moins chère dans les pays en voie de développement; Suivant Kartz, (1987): "Domestic Technology Generation in LDCs: A Review of Recent Findings", pp. 13-55, la technologie est devenue un nouveau moyen de production. De ce fait, la production de la technologie dans les pays en voie de développement est aussi moins chère que dans les pays développés.

(4): Dans la littérature économique sur le commerce international, la performance à travers les exportations est le critère de premier ordre utilisé afin d'apprécier la santé et la croissance d'une économie. Il est certainement vitale de préciser que la nature ou le type des exportations sont des qualificatifs très importants. En particulier, il faudra distinguer entre les produits sophistiqués et ordinaires ou conventionnés; Les premiers ont certes beaucoup plus de valeurs et impliquent des capacités plus avancées.

(5): Voir Djeflat, A (Ph.D, 1982) "The Marketing and Purchasing of Technology: An Examination of high Technology Sellers and low Technology Buyers" pour le cas de l'Algérie.

(6): Ceci a donné lieu à plusieurs formes consécutives, du "clef en main" au "produit en main" au "marché en main".

(7): Parmi tant d'autres on peut citer les raisons suivantes: procédures bureaucratiques, impossibilité de satisfaire tous les besoins en même temps et la non spécialisation. L'ensemble de ces raisons peuvent justifier l'établissement de structures de R&D propre à l'entreprise ou le pays.

(8): L'article de Griliches (1957) est pionnier à attirer l'attention sur l'importance de la R & D et la diffusion de ses résultats dans l'agriculture.

(9): le cas, des pays réussis tels que le Japon parmi les développés et la Corée du Sud parmi les NPIs (Nouveaux Pays Industrialisés), est très significatif.

(10): Dans un sens pas trop ambitieux et s'occuper des problèmes quotidiens. Nelson, R.R, présente de bonnes leçons dans son livre: 'The Moon and the Guetto' (1977).

(11): C'est à dire minimiser les risques, les dangers sur l'environnement, le chômage et l'aliénation des gens. Une importante élaboration sur ce point est présentée par Parker(1977): 'Science and Technology with a human face'.

(12): Nous faisons une distinction entre les efforts ou les activités formelles et non formelles; le premier type sont des activités officielles et avec des moyens; Le deuxième type sont des efforts personnels des employés doués.

(13): De telles solutions considérées comme les meilleurs méthodes pour surmonter les difficultés et les problèmes que rencontrent les pays en voie de développement, tels que la productivité basse des moyens de production, mauvaise qualité, surcoûts de production, et performance faible en exportations; Lail (1981) a étudié la question en détail.

(14): On peut défendre l'idée que des entreprises dans les pays en voie de développement découvrent elles aussi parmi leurs employés des personnes douées proposant des idées différentes, et elles font des efforts pour l'application des idées retenues.

(15): Dahlman, C. and Westphal, L.E. (1983), dans "The Transfer of Technology: Issues in the Acquisition of Technological Capabilities by Developing Countries" p.9.

(16): L'assistance technique peut se justifier lorsque les possibilités locales sont exhauser; Or, dans un nombre de pays en voie de développement, des potentialités existent quoique non connue à l'absence de système de communication et de diffusion

(17): Dahlman et al, op cit, (1987),p.i

(18): Arrow,K, (1971) "Economic Welfare and Allocation of Resources for Invention" , in: Rosenberg, (ed), p.164.

(19): Solo, R. (1966) "The Capacity to assimilate an Advanced Technology", in: Rosenberg, (1971), p.482. Première publication dans American Economic Review, pp. 91-97.

- (20): Stewart, F. (1981). "Arguments for the generation of Technology by less-Developed Countries", The Annals, AAPSS, p.97
- (21): Freeman, c. (1987), Technology policy and Economic performance, p.30
- (22): Stewart,F (1981), "Facilitating Indigenous Technological change in Third World Countries", in : Fransman and King, (eds), p.80.
- (23): Stewart, F. op.cit, p.30.
- (24): Lall, S. (1982), Technological Learning in the Third world: some Implications of Technology Exports, in: Stewart and Jeffrey,(eds) pp.157- 179.
- (25): Bell. M(1984), "Learning" and the Accumulation of industrial Technological Capabilities in Developing Countries, in: Fransman and King, (eds.)pp.87-209.
- (26): Maxwell, P. (1977), Learning and Technical Change in the Steel Plant of Acinder S.A in Rosario Argentina, BID/CEPAL/18.
- (27): Rosenberg, N. op, cit
- (28): Bien sûr qu'afin d'encourager les talents et libérer les initiatives, il faudra un climat encourageant et des stimulants de différents types et natures.
- (29): En référence à l'infrastructure générale, Rothwell (1986) après avoir présenter les trois approches principales, soutient la troisième, à savoir le recours à la technologie étrangère et à l'effort national en même temps, que de se baser sur une des deux exclusivement.
- (30): Dahlman et al. (1985), op. cit, p. 28.
- (31): Kilpatrick et al, (1984), Industrial Structure and Policy in Less Developed Countries, p.215.
- (32): Cooper, C(1980),p.15
- (33): Note de rédaction interne, DLI. Université de Strathclyde, 1988.
- (34): Pas très surprenant s'il n'y a pas beaucoup de référence qui traitent de chaque terme séparément à part les quelques uns suivants: Heymann (1970); Williams (1973); Braunstein et al (1980); Nason (1981); et Leiter and Trischri (1987).
- (35): Lorsqu'on considère l'origine des inventions-comme contre partie de "D" on peut trouver autant que pour les innovations, les raisons peuvent être soit la néces-

sité, soit le dévouement, soit l'observation et la chance. Sur les origines des inventions voir: jewke".

(36): Ceci n'exclut pas toute possibilité d'engagement dans "R" à des fins de "D". Dans ce cas on parle de recherche à mission orientée. L'exemple le plus frappant est celui de la firme Bell qui à part les activités de "D" s'engage depuis longtemps dans la "R" mais dans des buts précis: produire des connaissances très avancées afin de résoudre des problèmes particuliers et complexes.

(37): Ceci ne doit pas exclure, logiquement, toute activité de "R" mais aux fins de "D". Dans ce cas, on parle de "Recherche Orientée". de grande firme telle que Bell company aux USA, par exemple, y investit.

(38): Notons ici qu'il ya une différence entre la "A.R" et le "D": la différence se rapporte au produit fini; Dans le premier cas, l'output est sous forme de connaissances fiables et prouvées qui peuvent après mise en oeuvre aboutir directement à un produit ou procédé. Ce qui exactement l'objectif de "D".

(39): Vernon, R. (1966), 'International Investments and International Trade in Product Cycle', in: Quarterly journal of Economics, pp: 190-207.

(40): Dahlman et al, ont beaucoup traité, de ce point. il utilisent le terme dans le sens de maîtrise technologique guidant vers plus de capacités techniques. Voir leurs différents articles cités.

(41): Stewart juge qu'il est pratiquement impossible à n'importe quel pays d'assurer sa dépendance totale dans le domaine technologique. En revanche les pays peuvent atteindre une self-reliance.

(42): Stenheimer, S. (1981) "From Dependency to interdependency: japan's Experience with Technology Trade with the West and the Soviet Union", AAPSS, pp. 175-186.

(43): Rubeinstein A.k Schlie, T.W and chakrabarti, A .K. (1974), "Research priorities on Technology to Developing Countries

(44): Cooper, C. (1974) distingue les raisons principales suivantes de l'obsolescence: Chute de la demande d'un produit; Apparition de nouveaux produits, bien et procédés; Et, transformation radicale des habitudes.

(45): En utilisant la terminologie de Nelson et Winter (1982).

(46): Schumpeter, J.A. (1934), The Theory of Economic Development.

(47): Rosenberg, N. (1983), Inside the 'black box', Technology and Economics, p 74.

- (48): Rosenberg, N. *ibid*
- (49): Rosenberg, N (1976), *Perspective on Technology*, P. 210.
- (50): Nelson, R.R. and Winter, G.S. (1982), *An evolutionary theory of economic change*, P.386.
- (51): freeman, C. (1987), *op. cit*, p.61.
- (52): Pickett, j. and Robson, R.(1984), *Manual on the choice of industrial techniques in developing countries*, p.35.
- (53): L'Ecole évolutionnaire de Nelson et Winter insiste que tous effort technique conscient, de la part de la firme, qui permet la production de produits et de procédés, et qui sont tout à fait nouveaux pour elle,devraient être considérés comme du progrès technique. Deuxième lecture: lall, S. (1982), p.158.
- (54): Les efforts délibérés constituent probablement une importante partie dans le processus d'innovation. Au fait, Ils peuvent être la plus importante partie et non pas uniquement la seule voie afin d'acquérir et d'accroître les capacités, comme il a été affirmé: Lall, S.(1987), P. 193.
- (55): Voir Rothwell, R. et Zegreld, w.(1981), dans l'introduction de leur travail.
- (56):Nelson et winter, (1982), *op. cit*, p.17.
- (57): Link, A.N. and Neufeld, j.L.(1986), 'Innovation Versus Imitation: Investigating Alternative R and D Strategies', *Applied Economics Review*, p.1359.
- (58): Au sens que les caractéristiques ont été délibérément modifiés.
- (59): Les articles tels que les postes de radio, les magnétophones et leurs combinaison avec de montres peuvent être longuement énumérés lorsqu'on considère leurs variété.
- (60): Judet et al, (1970), "L'Engineering", *Rapport Provisoire*, pp. 31-52.
- (61): Judet et al, *ibid*.
- (62): La référence peut se faire à deux travaux principaux suivants:
-Lall, S. (1982), *op: cit*, p.19-70 Dans cet ouvrage, l'auteur a identifié six types d'apprentissage: 'learning by doing, learning by adopting, learning by design, learning by improved design, learning by setting up complete production systemes, and learning by designing new processes'

- Bell. M. (1984), op. cit p. 191; Dans son article, cet auteur a aussi identifié les six suivants 'learning by operating, learning by changing, learning by training, learning by hiring, learning by searching, and system performance feedback.
- (63): Bell, ibid, p.189.
- (64): Evidemment, une attitude de laissez-aller envers une tâche conduit la personne qui a la charge à une mauvaise performance. Au point où dans les PvdS, les gouvernements y font leur cible contre la baisse de productivité.
- (65): Suivant Usher dans son fameux article: 'Technical change and capital formation' in, Rosenberg (1971) p.48.
- (66): Rosenberg, (1982), pp120-121.
- (67): Arrow, K.(1962), 'The Economic Implication of learning by doing', Review of Economic Studies, pp. 155-173.
- (68): Rosenberg, (1982), op. cit. p.122.
- (69): Professeur Rosenberg fait une distinction entre les biens d'équipements et les biens de producteurs: Selon lui, l'output du premier type de biens constitue un remplacement ou une addition au stock des biens d'équipements d'une économie; Tandis que deuxième type inclus aussi bien les biens d'équipement que tout autre biens intermédiaires: Rosenberg (1976), p.176.
- (70): Rosenberg,ibid.
- (71): Cooper, C. (1980), 'Policy Interventions for Technological Innovation in Developing Countries', p.26.
- (72): Pour les rôles spécifiques du secteur des biens d'équipements et de l'Etat en relation avec la R&D et l'innovation, voir:
- Freeman (1965) et Lundvall (1985);
 - Rosenberg (1976)
 - Cooper (1974,1980)
 - Park (1981)
 - Sirbu (1978);et,
 - Lall (1987)
- (73): Mansfield, E.(1968), The Economics of Technological change, p.10.
- (74): Solow, R. (1957), 'Technical Change and the Aggregate Production Function' Review of Economics and Statistics, pp; 312-320.