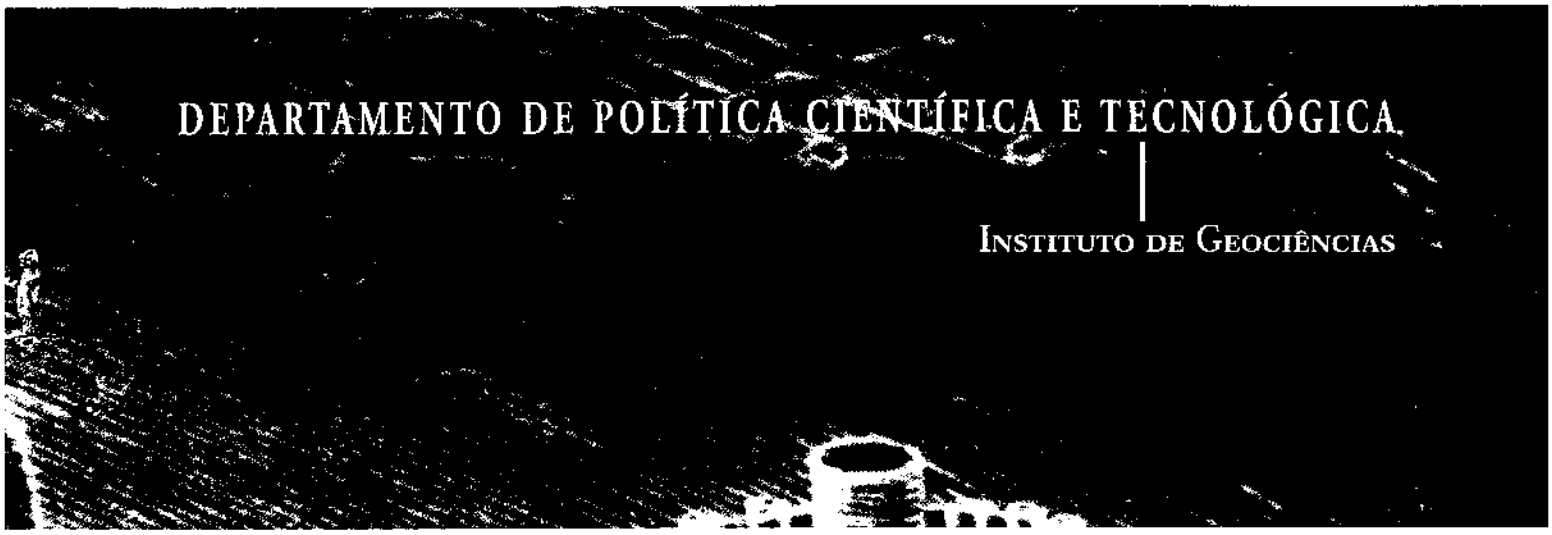
DPCT
29



TEXTOS PARA DISCUSSÃO
No. 29

WORKSHOP

AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS TECNOLÓGICOS E INSTITUIÇÕES DE P&D

Convênio CAPES/COFECUB
DPCT-UNICAMP/BETA- Université Louis Pasteur

DPCT/IG/UNICAMP
1999

DPCT
DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

UNICAMP

WORKSHOP

AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS TECNOLÓGICOS E INSTITUIÇÕES DE P&D

CONVÊNIO CAPES/COFECUB

DPCT-UNICAMP/BETA-Université Louis Pasteur

9 November 1998

Campinas - UNICAMP

ÍNDICE

- **APRESENTAÇÃO.....03**
  André Furtado

- **VARIÉTÉ DES PROGRAMMES DE R&D, VARIÉTÉ DES MÉTHODES D'ÉVALUATION, VARIÉTÉ DES EFFETS ÉCONOMIQUES - QUELQUES ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE L'APPLICATION DE LA MÉTHODE DU BETA À DIFFÉRENTS PROGRAMMES DE R&D.....10**
  Laurent Bach, André Furtado, Gilles Lambert

- **UNE ETUDE TRANSVERSALE DES FACTEURS D'INNOVATION.....42**
  Laurent Bach, Gilles Lambert

- **ECONOMIC EVALUATION OF LARGE TECHNOLOGICAL PROGRAMMES: THE CASE OF PETROBRAS' DEEPWATER PROGRAMME IN BRAZIL – PROCAP 1000.....69**
  André Furtado, Saul Suslick, Newton Pereira, Adriana Freitas, Laurent Bach

- **REORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL COMO UM PROCESSO DE MODERNIZAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE OS AGENTES DA INOVAÇÃO.....88**
  Sergio Salles-Filho, Débora Mello, Maria Beatriz M. Bonacelli

APRESENTAÇÃO

André Furtado*

Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D

Os programas tecnológicos são, ao lado do apoio às instituições de pesquisa, formas privilegiadas de atuação do Estado no campo da tecnologia e da inovação. A proposta do Workshop organizado pelo DPCT-IG-UNICAMP e pelo BETA-Université Louis Pasteur na UNICAMP em Novembro de 1998, intitulado "Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D", foi de analisar e de discutir a evolução desses instrumentos de política pública frente às atuais mudanças no papel do Estado e nos padrões de inovação, à luz de estudos que buscassem avaliá-los desde uma ótica econômica e institucional. Esse Workshop reuniu pesquisadores franceses e brasileiros que participam do projeto CAPES-COFECUB "Aprendizagem Tecnológica, Mudança Organizacional e Integração Institucional no Processo de Inovação". Foi a oportunidade para apresentar e fazer um balanço dos resultados de suas pesquisas em avaliação de programas e institutos de pesquisa tecnológica tanto do ponto vista econômico como institucional.

A criação e a manutenção de instituições públicas de pesquisa orientadas para atender determinadas necessidades sócio-econômicas (saúde, agricultura, meio ambiente, recursos minerais, tecnologia industrial, energia, etc.) têm se constituído em formas clássicas de atuação do Estado no campo da tecnologia. Essas instituições, que recebem recursos governamentais, são administradas como entidades públicas. Seu arranjo organizacional, que é em geral disciplinar ou por especialidade tecnológica, se adequa cada vez mais dificilmente às necessidades do setor produtivo. Resulta um baixo nível de entrosamento entre oferta e demanda no processo de inovação, que se agrava com a baixa demanda tecnológica do setor produtivo. De forma que uma parte importante da tecnologia gerada pelos centros de pesquisa fica nas prateleiras e uma parcela importante das capacitações tecnológicas acumuladas nessas instituições permanecem inaproveitadas. Recentemente, em função de mudanças no padrão de atuação do Estado, os laboratórios públicos setoriais passaram a redefinir seus modelos organizacionais, buscando uma maior aproximação com o setor produtivo.

Os grandes programas tecnológicos representam, sobretudo desde o pós-guerra, a forma alternativa e complementar pela qual o Estado tratou de interferir para incrementar a interação entre atores institucionais no processo de inovação. Existem pelo menos duas importantes modalidades de programas. A primeira, que decorre da experiência adquirida pelo projeto Manhattan durante a Segunda Guerra Mundial, é a de mobilizar montantes consideráveis de recursos materiais e humanos em

* Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas

atividades de P&D ou correlatas para alcançar metas bem definidas. Esses programas objetivam a construção de grandes equipamentos com finalidades militares, estratégicas ou científicas que possuem um forte apelo em termos de prestígio nacional. Essa onda entrou em crise nos Estados-Unidos no final dos anos 60, após o encerramento do programa Apollo (Brooks, 1986).

Em função dessa crise, surge uma segunda geração de programas tecnológicos que se caracterizam por não fixarem mais seus objetivos em função de uma proeza tecnológica e de uma missão definida, como no modelo anterior. Aposta-se mais na aptidão do programa em promover a difusão tecnológica entre os diversos atores que precisam verdadeiramente do apoio do Estado, como as pequenas e médias empresas. Porém, mesmo dentro da modalidade anterior de grande programa tecnológico, existe uma crescente preocupação em levar em consideração as mudanças nas formas de organização da inovação.

As mudanças institucionais e organizacionais são meios importantes de melhorar a eficiência dessas duas modalidades de instrumentos de políticas públicas de P&D. Entretanto, para podermos entender melhor o sentido dessas mudanças, é preciso estudá-las mais profundamente. Estudos empíricos e aplicados são os pontos de partida necessários desse programa de pesquisa. Com eles é possível iniciar a elaboração de ferramentas metodológicas que são muito úteis tanto do ponto de vista da construção das bases teóricas do processo de inovação como sob o ângulo das políticas públicas.

Os trabalhos apresentados pelos participantes do Workshop CAPES-COFECUB voltaram-se sobretudo para uma analise comparativa dos ensinamentos obtidos com diversas avaliações de programas públicos de P&D que aplicaram a metodologia de avaliação de impactos econômicos do BETA. Essa metodologia, que se aplica a programas já concluídos, é chamada de avaliação ex-post. Entretanto, uma extensa aplicação dessa metodologia em diversos tipos de programas, a qual já acumula quase duas décadas de experiências, gerou a oportunidade para que se realizasse uma reflexão comparativa a respeito dos seus resultados. Essa reflexão permitiu que fossem identificadas algumas convergências e regularidades nesses estudos, a partir das quais buscou-se elaborar uma reflexão sobre os determinantes e a natureza do processo de inovação no quadro de programas tecnológicos.

Uma idéia importante que amadureceu ao longo da cooperação científica entre o DPCT e o BETA é a de que os arranjos institucionais, sobre os quais se apoiam os programas de P&D, têm grande relevância para a dinâmica do processo de inovação e para a maneira como se estrutura o estudo de avaliação. Como definimos acima, existem pelo menos duas modalidades de programas de P&D, mas cada uma delas oferece variações que se manifestam de acordo com o contexto sócio-econômico. Essas variações dos arranjos institucionais se refletem em diferenças nas funções e nas regras das instituições públicas e privadas envolvidas no processo de inovação.

Entre as principais funções, existem as de: financiamento, desenho e organização do programa, execução da P&D, usuários diretos do novo conhecimento e clientes dos bens e serviços produzidos por esses usuários (Bach, Furtado et Lambert, 1998). Os arranjos institucionais correspondem a diferentes formas de partilha dessas funções entre os atores. Esses arranjos institucionais estão relacionados à

história de cada país e à maneira como foi se constituindo o seu sistema nacional de inovação, e também às características setoriais e tecnológicas.

Os estudos de avaliação de grandes programas que usaram a metodologia do BETA evidenciaram que a integração das principais funções numa única instituição favorece o processo de inovação. Essa integração constitui-se em um importante fator de sucesso porque reduz os custos de coordenação e de tradução entre essas etapas e potencializa os spin-offs. Os estudos feitos pelo BETA sobre programas da comunidade européia BRITE-EURAM e ESPRIT chegam a resultados convergentes (Bach e Lambert, 1998). Quando as funções de execução de P&D, de usuário direto do conhecimento e de cliente estão integradas numa mesma instituição ocorre uma certa sinergia, a qual se traduz por maiores impactos econômicos. A análise dos resultados também revela que o efeito consórcio pode substituir, só que em menor grau, o efeito integração.

Em compensação, o programa de águas profundas da Petrobrás, o Procap 1000 (Furtado et alii, 1998), apresenta um desenho institucional distinto. Verifica-se, em alguns casos, uma importante separação entre as funções de execução da P&D, quase sempre internalizadas pela Petrobrás, e de usuário direto dessa tecnologia, quase sempre assumida por fornecedores que não participavam diretamente do programa. Neste caso, não há apenas separação institucional entre algumas funções dentro do programa, senão também exclusão neste de algumas etapas importantes do processo de inovação. Esse arranjo institucional condicionou de sobremodo a dinâmica da geração/difusão de tecnologia do Procap 1000.

De fato, uma das características mais importantes identificadas pelo processo de inovação é a sua capacidade de gerar resultados imprevistos, denominados de impactos indiretos pela metodologia do BETA. Esses resultados podem ocorrer no contexto de um mesmo produto/processo/serviço ou entre produtos/processos/serviços distintos. O estudo do programa da Petrobrás permitiu demonstrar que a transferência tecnológica para produtos/processos/serviços distintos tornava-se muito mais difícil devido à separação institucional entre as funções de execução da P&D e de usuário direto da inovação. Portanto, a integração institucional, ou pelo menos alguma forma de cooperação, chegam a ser pré-condições para que ocorram os *spin-offs* inter-produtos/processos/serviços. Essa conclusão é importante pois revela que a participação de fornecedores no programa tecnológico e um maior estreitamento das relações de colaboração entre a empresa estatal e seus fornecedores ajudariam a alavancar esses *spin-offs*, já que nesse caso a integração em si não é desejável.

Em compensação, o estudo de avaliação do programa de águas profundas da Petrobrás revela que podem haver outras formas de difusão da tecnologia e de apropriação dos ganhos da inovação que extrapolam o quadro conceitual inicialmente previsto. De fato, embora no Procap 1000 a Petrobrás não fosse usuária direta de parcela substancial da P&D que executava internamente, ela era certamente um importante cliente desses usuários (fornecedores). O arranjo institucional do Procap 1000 é bastante singular. De forma geral, quando há separação institucional entre execução da P&D e usuário direto, o cliente é um terceiro. Mas este não é o caso de programas tecnológicos tocados por grandes

empresas estatais, que terceirizam a etapa da fabricação mas constituem um cliente importante dos resultados da inovação.

Neste tipo de arranjo institucional é possível, como demonstra o estudo do Procap 1000, que a organização responsável pela execução da P&D se reaproprie dos ganhos da inovação através da melhora de qualidade e da baixa de custo do seus insumos. Uma adaptação da metodologia do BETA permitiu identificar e quantificar esse tipo de tipo de impacto econômico. Portanto, uma conclusão importante que emana desse estudo foi a de que a integração institucional entre a função de execução da P&D e a de cliente podia representar um mecanismo importante de aumento dos impactos entre os participantes de um grande programa de P&D, o que vai de encontro com os achados dos estudos do BETA.

O arranjo institucional não somente condiciona a intensidade e a forma como se processa a repartição dos ganhos da inovação, mas também influi sobre a maneira como a metodologia do BETA define os impactos e procede à avaliação. Foi possível perceber que o arranjo institucional associado ao programa espacial europeu adequa-se dificilmente a uma avaliação dos chamados impactos diretos (incluídos nos objetivos iniciais do projeto). Há duas razões importantes a esse fenômeno. Por um lado, o tipo de *output* do programa espacial não é apropriável pelos responsáveis do programa porque tem características de um bem público (por ex. serviços de meteorologia). Por outro lado porque, mesmo que haja comercialização do output, esta é feita por terceiros (empresas encarregadas de vender serviços), o que extrapola o âmbito das avaliações que seguem a metodologia BETA, a qual se restringe a quantificar apenas a renda gerada entre os participantes do projeto. Portanto, no caso do programa espacial europeu somente houve avaliação dos impactos indiretos (*spin-offs*) obtidos pelos fornecedores que participaram do programa e que reaproveitaram esses conhecimentos em novas aplicações.

Em compensação quando os participantes do programa eram diretamente responsáveis pela comercialização desses *outputs*, seja como usuários diretos das inovações geradas pelo programa, seja como clientes, havia a possibilidade de incluir os impactos diretos no processo de avaliação. Este é o caso dos programas da Comunidade Européia (BRITE-EURAM e ESPRIT) avaliados pelo BETA e do Procap 1000 avaliado pelo DPCT-UNICAMP.

Outra dimensão importante do arranjo institucional diz respeito à forma como estão ordenadas as funções de financiamento, de desenho e organização do programa e de execução da P&D. Essas etapas costumam estar separadas institucionalmente em programas públicos, já que o financiamento depende de uma decisão orçamentária sob a tutela do congresso e a coordenação do programa está a mando de uma Agência governamental. A execução da P&D fica sob a responsabilidade de empresas e instituições de P&D contratadas pelo programa. Essa separação institucional não ocorre da mesma forma em programas de grandes empresas estatais, onde há integração entre esses três níveis. Os desdobramentos dessa integração não parecem ser tão favoráveis quanto no caso anterior. De fato, uma das observações resultantes da avaliação do Procap 1000 é o baixo grau de envolvimento de participantes nacionais externos à Petrobrás. Este fato pode estar

relacionado, em parte, ao alto grau de endogenia que resultam de programas onde essas três funções se integram numa mesma instituição.

As análises apresentadas pelo artigo de avaliação de instituições de P&D de Sergio Salles et alii (1998) enriquecem esse quadro, já que as reformas conduzidas nessas instituições estão modificando as diferentes funções que definimos para os programas de P&D. Nesse sentido, há um certo paralelo na forma de se abordar programas e instituições de P&D, embora como é dito no artigo de Bach, Furtado e Lambert (1998), os programas de P&D tenham um tempo limitado de execução, o que não se aplica às instituições de P&D. O mesmo quadro de análise que se aplica às funções dos programas pode ser estendido às instituições de P&D.

Nesse sentido, as mudanças institucionais são em parte uma alteração das funções e das regras que regem o funcionamento das instituições de P&D. As instituições públicas de P&D costumam ser financiadas por dotações orçamentárias que envolvem determinadas regras de execução dos gastos, as quais de certa maneira estão por trás de parcela importante dos problemas identificados pelo artigo de Salles F. et alii (1998). Neste caso, uma excessiva aproximação entre a instituição de P&D com o aparelho burocrático do Estado lhe confere excessiva rigidez na determinação de prioridades e de temas de pesquisa assim como na forma de execução dos recursos públicos, o que dificulta sua relação com os usuários diretos da inovação e até mesmo com os clientes finais. À semelhança do Procap 1000, neste caso uma excessiva integração entre as etapas de financiamento, organização e execução da P&D prejudicam, em parte, o processo de difusão tecnológica. Elas levam naturalmente à formulação de iniciativas de cunho ofertista que engendram parcos resultados em termos de inovação.

A reforma do Estado em curso busca, de certa maneira, aumentar a autonomia dos institutos públicos de P&D em relação ao governo. Essa autonomia tem duas dimensões. Uma primeira que é financeira, pela qual essas instituições tratam de diversificar suas fontes de recursos, mesmo porque o Estado está em crise e não encontra mais meios para mantê-las integralmente. Porém, o aspecto mais importante dessa reforma reside na mudança das regras de execução dos recursos orçamentários e extra-orçamentários. As regras de execução dos gastos da administração direta e indireta constituem um entrave importante para uma interação com os usuários. Para superá-lo, existe uma relativo consenso de que deve ser atribuída uma maior autonomia administrativa às instituições publicas de P&D. A diversificação das fontes de financiamento também atua no sentido do estreitamento das relações com os usuários, já que nesse caso verifica-se uma integração institucional entre as funções de financiamento e de usuário que é favorável ao processo de inovação.

Entretanto, as novas modalidades de relacionamento do Estado com os Institutos públicos de P&D também mostram certas limitações. O novo modelo de organização social adotado pioneiramente pelo Laboratório de Luz Sincroton, ao mesmo tempo que concede uma maior autonomia à instituição de P&D, apresenta também custos de transação maiores, ao exigir que os pesquisadores dediquem uma parte importante de seu tempo para constituir relações contratuais (projetos) com a(s) instituição(ões) de fomento.

Os trabalhos apresentados durante esse Workshop revelam a necessidade de se aprofundar a análise da dimensão institucional no processo de inovação. Se bem há consenso de que a mudança é necessária para a sobrevida das instituições que realizam a P&D, é imprescindível continuar analisando a interação entre o processo de inovação e a mudança institucional. Para melhorar o desempenho das instituições e programas públicos de P&D deve-se buscar arranjos que propiciem, de um lado, uma maior autonomia aos atores da inovação, sem que essa autonomia se acompanhe de excessiva incerteza de recursos e não acarrete uma sobrecarga de esforços contratuais. Por outro lado, a integração entre as diferentes funções no processo de inovação contribui para a geração de impactos econômicos. Na ausência de organizações capazes de integrar essas funções, o papel do Estado é de induzir esses atores a estabelecerem elos de cooperação direta. Os estudos de avaliação podem gerar valiosos subsídios na realização desse programa de estudo.

Referências

BACH, L. e LAMBERT, G. (1998), Une Etude Transversale des Facteurs d'Innovation, mimeo, Workshop "Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D", Convênio CAPES-COFECUB, UNICAMP-Campinas, 9 de novembro de 1998.

BACH, L.; FURTADO, A. e LAMBERT, G. (1998), Variété des programmes de R&D, variété des méthodes d'évaluation, variété des effets économiques – quelques enseignements tirés de l'application de la méthode du BETA à différents programmes de R&D", mimeo, Workshop "Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D", Convênio CAPES-COFECUB, UNICAMP-Campinas, 9 de novembro de 1998.

BROOKS, H. (1986), National Science Policy and Technological Innovation. In Landau, R. & Rosenberg, N. The Positive Sum Strategy. National Academy Press, Washington D.C., 1986.

FURTADO, A.T.; SUSLICK, S.; PEREIRA, N.M.; FREITAS, A.G.; BACH, L. (1998), Economic Evaluation of Large Technological Programmes: The case of Petrobrás' Deepwater Programme in Brazil – Procap 1000, mimeo, Workshop "Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D", Convênio CAPES-COFECUB, UNICAMP-Campinas, 9 de novembro de 1998.

SALLES-FILHO, S.; MELLO, D. e BONACELLI, M. B. (1998), Reorganização Institucional como um Processo de Modernização das Relações entre os Agentes da Inovação", mimeo, Workshop "Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D", Convênio CAPES-COFECUB, UNICAMP-Campinas, 9 de novembro de 1998.

VARIÉTÉ DES PROGRAMMES DE R&D, VARIÉTÉ DES METHODES D'ÉVALUATION, VARIÉTÉ DES EFFETS ÉCONOMIQUES - QUELQUES ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE L'APPLICATION DE LA MÉTHODE DU BETA À DIFFÉRENTS PROGRAMMES DE R&D[1]

L. Bach*
A. Furtado**
G. Lambert*

* BETA (Bureau d'Economie Théorique et Appliquée) Université L. Pasteur, Strasbourg, France
** DPCT (Departamento de Politica Científica e Tecnológica) Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, Brasil

[1] Le travail présenté ici repose sur l'ensemble des travaux d'évaluation réalisés depuis la fin des années 70 sur la base de la méthode BETA (cf bibliographie). Il bénéficie aussi de reflexions menées dans le cadre de deux recherches contractuelles, l'une pour le compte de l'Agence Spatiale Européenne en collaboration avec Paul Robinson de Bramshill Consultancy Ltd, et l'autre pour celui de l'Union Européenne en collaboration avec Luke Georghiou du PREST, Manchester. Que ces personnes et ces institutions soient ici remerciées.

INTRODUCTION

Quelles que soient leurs modalités pratiques, les politiques technologiques ont pris au cours de ces trente dernières années une importance croissante dans l'économie des pays industrialisés ou en voie d'industrialisation, à la fois comme forme d'action des pouvoirs publics et comme lieu d'affectation de moyens humains et financiers conséquents (voir par exemple les programmes de recherche nucléaire nationaux et européens, les programmes spatiaux ou les programmes de l'Union Européenne). La nécessité d'évaluer l'impact économique de ces politiques s'impose donc de plus en plus. Elle se traduit de la part des pouvoirs publics par une demande sans cesse renouvelée de travaux d'évaluation, que ce soit dans un but de justification des actions de l'Etat, ou dans un but plus prescriptif, c'est-à-dire servant à la reconception de leur organisation et de leurs objectifs, ou à la réorientation plus radicale de la politique publique.

Cette demande croissante de travaux empiriques sollicite en retour la réflexion théorique et méthodologique. Et, au-delà des analyses portant sur la fonction des pouvoirs publics, la compréhension de l'impact et plus généralement du rôle des politiques technologiques renvoie à la compréhension qu'ont les acteurs économiques du rôle de l'innovation et du changement technique dans l'évolution économique et aux conséquences qu'entraîne cette compréhension sur la définition des politiques et l'évaluation de ces dernières. Une problématique qui s'impose donc ici de manière sous-jacente est celle de la traduction concrète des théories économiques du changement technique dans l'élaboration de méthodes d'évaluation susceptibles d'être appliquées aux politiques technologiques. C'est à partir de cette problématique que nous nous proposons d'étudier la variété des programmes de R&D, des effets économiques qu'ils génèrent et des méthodes qui servent à évaluer ces effets.

Cet article rend compte d'un travail largement en cours, et comporte des aspects théoriques et empiriques. Il se focalisera sur un certain type de politique technologique que l'on qualifiera de programmes publics de R&D, et sur une forme d'évaluation de ces programmes à savoir l'évaluation de leurs effets économiques[2] . Dans un premier temps nous proposerons un cadre d'analyse permettant d'expliquer la diversité des politiques technologiques mais aussi celle des programmes publics de R&D, la nature des problèmes d'évaluation que cette diversité engendre, et la diversité des méthodes actuellement proposées pour évaluer ces effets économiques. Dans un second temps, nous essayerons de montrer en quoi la méthode Beta, grâce à sa capacité d'adaptation, permet d'analyser un certain nombre de phénomènes propres à chaque contexte spécifique d'évaluation, et nous rendrons compte de quelques enseignements tirés de son application à différents programmes publics de R&D[3] .

---

[2] Nous ne traiterons pas ici, ou seulement marginalement, d'autres formes d'évaluation tout aussi indispensables et problématiques, qui portent sur la pertinence de la définition du programme (pertinence et cohérence des objectifs et des modalités de fonctionnement) et la gestion du programme lui-même (monitoring).

[3] Sur cette seconde partie, il est préférable mais pas indispensable de connaître la méthode Beta, qu'il est impossible de présenter en détail ici (voir la bibliographie et la présentation de A. Furtado à ce séminaire).

1. DIVERSITÉ DES POLITIQUES TECHNOLOGIQUES ET MODÈLES D'INNOVATION

L'analyse des politiques technologiques menées depuis quelques décennies montre qu'en matière de politique technologique, les formes d'intervention de l'Etat sont extrêmement variées. Longtemps restreintes à un système de financement ou de subventions accordé à des firmes ou organismes de recherche, elles se sont progressivement diversifiées pour couvrir un champ allant jusqu'au co-financement de R&D dite pré-compétitive menée en coopération par plusieurs organisations, au renforcement des réseaux d'information sur la recherche, au support d'infrastructures technologiques (par exemple les technopôles ou "science parks") ou encore à l'organisation de réseaux de conseils en montage et à la gestion de projets d'innovation.

A travers ces actions, la puissance publique poursuit des objectifs multiples de nature socio-économiques ou politique : compétitivité de l'industrie, effets bénéfiques pour l'emploi ou pour l'environnement, développement scientifique, indépendance, prestige,.... La diversité des politiques technologiques se manifeste aussi sur le plan des modalités mises en œuvre. Celles-ci incluent des aspects juridiques et réglementaires (normes, brevets, ...), des incitations financières (aides directes de types prêts, subventions, avances remboursables...; de nature fiscale de type crédits d'impôts à la R&D...), le recours à l'action du secteur public comme donneur d'ordre ou comme utilisateur pionnier de nouvelles technologies, la création d'infrastructures (création ex nihilo d'organismes de recherches, de centres techniques; développement de réseaux d'échanges technologiques...), la promotion de consensus autour de l'acceptabilité sociale du développement technologique, sans parler des dimensions liées à la technologie de politique industrielle, de l'aménagement du territoire et bien entendu de la politique d'éducation et de formation. Cette diversité des modalités s'exprime aussi en matière de niveaux d'intervention (domaine technologique particulier, population-cible d'entreprises...) et de "règles du jeu" mises en place (création d'agences en charge des programmes, critère de sélection des bénéficiaires, règles de reporting, d'audit, de contrôle...).

En conséquence, il existe différentes typologies des politiques technologiques publiques, fondées sur les objectifs poursuivis, les domaines technologiques ou scientifiques concernés, les types de firmes ou plus largement d'organisations supportées, etc. Parmi les classifications les plus connues figurent par exemple la distinction entre politiques verticales et horizontales rappelée par A. Furtado et al. dans l'article présenté dans ce séminaire, celle relativement proche entre politique de mission et politique de diffusion proposée par H. ERGAS [1987], ou encore celle distinguant financement simple, programme de développement technologique et programme technologique [CALLON et al., 1991].

Au-delà de la construction de typologies, comment expliquer cette diversité des formes que prennent les politiques technologiques?

L'hypothèse que nous posons ici est que cette diversité est pour beaucoup liée au fait que la conception des politiques technologiques repose implicitement ou explicitement sur un modèle d'innovation, autrement dit une représentation de ce

qu'est l'innovation, des processus qui la font naître et se développer, des liens entre innovation et développement économique et du rôle que peut jouer l'Etat dans l'ensemble de ces phénomènes. Dans cette perspective, il est possible de reprendre de manière plus systématique (à tous les sens du terme) l'opposition maintenant devenue "classique" entre deux paradigmes qui servent de repères en économie de l'innovation et qui ont inspiré les concepteurs de politique technologique. Nous serons assez brefs sur ce point, couvert par ailleurs dans la littérature.

- Le premier paradigme est fondée sur l'approche néo-classique (modèle d'équilibre général et modèle de croissance), dans laquelle le progrès technique et l'innovation sont a priori complètement exogènes (choc extérieur entraînant un déplacement de la fonction de production). Ce modèle est amendé par la prise en compte de l'activité innovante limitée à la stricte activité de R&D, activité qui est alors traité de manière standard comme une activité productive dont l'output est la technologie.

Les corrolaires de cette vision sont que : la technologie est complètement assimilée à de l'information ; les agents sont supposés rationnels (rationnalité "substantive" et optimisatrice) ; il n'existe pas d'apprentissage (tous les agents sont identiquement supposés s'adapter à n'importe quelle technologie de manière instantannée et sans coût) ; la problématique globale de l'analyse économique est par nature d'ordre statique et consiste à trouver, à technologies données, l'allocation optimale des ressources garantissant un équilibre.

Le modèle d'innovation qui en découle est le modèle linéaire (lu dans le sens "tech-push" ou "market-pull"), avec une succession d'étapes chacune assimilée à une mini-boîte noire transformant des inputs en outputs; tous les inputs et outputs sont des formes successives codifiées et explicites de la technologie. Il existe cependant une distinction entre ces formes codifiées: en "amont" du process, il s'agit d'outputs scientifiques (essentiellement sous forme de publications) censés être des biens publics libres d'accès à tous les agents (cf l'adaptabilité des agents), alors qu'en aval ce sont des outputs "techniques" (sous forme de brevets, de documents techniques, de prototype, de pilotes, de produits, de procédés) dont la propriété doit être garantie pour qu'ils fassent l'objet d'interactions marchandes. A cette distinction relative à la nature de la technologie répond une distinction relative aux agents producteurs de cette technologie: universités et laboratoires publics en amont, firmes privées en aval.

Dans ce cadre, la justification de l'intervention de l'Etat en matière de politique technologique repose sur le constat de l'existence de défaillance de marché et de défaut d'incitation pour les entreprises à entreprendre de la R&D. Schématiquement, trois types d'intervention en découlent: i) l'Etat doit procurer plus d'input (en particulier du financement) de préférence en amont du processus censé être linéaire, les autres étapes devant s'enchaîner mécaniquement; ii) l'Etat garantit des droits de propriété sur les outputs privés (système de brevets, avec en toile de fond le paradoxe "néo-classique" qui consiste à limiter la circulation et l'utilisation de l'information alors que le fonctionnement optimal du modèle de référence néo-classique nécessite la libre circulation et l'utilisation de l'information); iii) l'Etat essaie de favoriser la rencontre d'une offre et d'une demande de technologies supposées être pre-existantes, et ceci à tous les stades du modèle linéaire.

- Le modèle alternatif, parfois qualifié d'hétérodoxe, d'évolutionniste[4] ou pourquoi pas de constructiviste et de systémique, n'a pas (pour l'instant?) le même degré de cohérence que le modèle néo-classique, et consiste surtout en une remise en cause de ce dernier, et ce quasiment sur tous les points. Quelques points-clés (ou faits stylisés selon l'expression consacrée) méritent d'être soulignés. La technologie est définie de manière beaucoup plus large que de l'information, et incorpore notamment des aspects tacites spécifiques à chaque agent ou groupes d'agents (une tendance plus récente de l'analyse conduit aussi à insérer la technologie dans un ensemble plus vaste, celui des connaissances); les agents sont dotés d'une rationalité limitée (de nature souvent "procédurale"); les agents et les organisations sont dotés de capacités d'apprentissage, fondées en particulier sur un système lui-même évolutif de routines, qui les conduit à la fois à s'adapter à l'environnement et à modeler ce dernier; l'évolution technologique et l'innovation sont dont des processus cumulatifs, spécifiques et contextuels et la problématique générale de l'analyse économique s'oriente vers l'étude dynamique des transformations structurelles (centrée sur les processus d'apprentissage et de création de ressources), niant presque la notion même d'équilibre.

Le modèle d'innovation qui en découle est un modèle interactif et non pas linéaire (ou plus précisément dans lequel le chaînage linéaire n'est qu'une des possibilités) dont des représentations possibles sont par exemple données par le fameux modèle de Kline et Rosenberg [1986], ou celui plus récent dit de 5e génération (System integration and networking model) de R. Rothwell [1994]. L'existence de feed-backs entre étapes, la distinction entre base de savoirs et activité de recherche et le rôle transversal de ces deux aspects, la non codification systématique de la connaissance et la diversité des modes d'appropriation de ces connaissances font que la notion même d'input et d'output devient quasiment caduque. De même la distinction stricte entre savoirs considérés comme biens publics ou privés et l'association d'agents spécifiques à chaque étape et chaque "état" de la technologie ne tient plus.

L'intervention de l'Etat consiste alors fondamentalement à créer ou transformer des processus d'apprentissage et de création de ressources à tous les niveaux (entreprises, secteurs, local, national,...). Mais il faut bien reconnaître que la question de la justification de cette intervention n'est pas complètement traitée, sans doute parce qu'il n'existe pas de réel critère synthétique et "mesurable" d'efficacité sociale de l'intervention dans cette perspective (en quelque sorte le pendant du critère de Pareto-optimalité des néo-classiques)[5], par rapport auquel justifier l'intervention de l'Etat. Néanmoins, ce problème est abordé par exemple lorsque l'on considère que l'Etat doit faire en sorte que la cohésion du tissu économique soit maintenue, que les lock-ins technologiques soient évités, que les trajectoires technologiques soient correctement orientées, que le potentiel de création de

---

[4] Même si ce dernier terme ne correspond qu'en fait à une source de ce paradigme (notion d'évolution et de sélection).

[5] On peut argumenter ici que l'apport des sociologues, historiens, philospohes, etc aux travaux des économistes et gestionnaires se fait au prix de l'abandon de cette question de l'efficacité sociale qui reste pour les néo-classiques le point d'ancrage de la science économique.

connaissances futures soit renouvelé, etc. Comme exemples typiques de politique fondées sur ce type d'approches, on peut citer l'action en faveur de développements technologiques communs entre organismes publics et entreprises, les politiques de formation passant par la mise à disposition d'étudiants dans les entreprises ou encore les supports aux firmes pour la mise en place de routines de gestion (gestion de projet, recherche d'information scientifique et techniques,...).

Il est bien évident que les deux types de politiques opposés ici sur la base de l'opposition caricaturale des modèles paradigmatiques d'innovation, sont pour ainsi dire des formes "canoniques", que l'on ne retrouve quasiment pas sous forme pure dans la réalité. Les politiques technologiques oscillent en fait entre ces deux paradigmes, et prennent en compte tel ou tel aspect qui se traduit par la nature des acteurs impliqués dans le programme, les modalités de son organisation, la perception du rôle de l'Etat, et surtout la définition des objectifs poursuivis à travers la politique. Mais plutôt que d'étudier le positionnement de toutes les politiques technologiques par rapport à ces modèles paradigmatiques, tâche qui dépasserait le cadre de cet article, nous allons nous concentrer sur une forme particulière de politique technologique parfois qualifiée de programme public de recherche et développement.

2. PROGRAMMES PUBLICS DE R&D ET MODELES D'INNOVATION

Dans l'arsenal des outils déployés par l'Etat dans le cadre d'une politique technologique, les programmes publics de Recherche et Développement (PPRD dans la suite de l'article) occupent en général une place prépondérante. Il n'y a cependant pas de définition unique et unanimement reconnue de ce qu'est un PPRD. Dans cet article, nous poserons de manière minimaliste qu'un PPRD est un programme :

1) financé en partie au moins par l'Etat
2) dans le cadre duquel une activité de R&D est effectivement entreprise
3) à propos duquel il existe entre les différents acteurs impliqués un accord sur le domaine et la nature de la recherche ainsi que sur les résultats attendus (même si l'accord sur ce second point peut être moins explicite et non complètement défini)
4) qui se déroule sur une période de temps déterminée
5) qui est le plus souvent "éclaté" en projets spécifiques.

A priori, cette forme de politique technologique est plus inspirée d'une vision que l'on a qualifiée précédemment de néo-classique que du modèle d'innovation alternatif. Il y a d'une part le financement par l'Etat d'une activité donnée, qui fait écho à la thématique de défaillance de marchés et de défaut d'incitation à l'activité de R&D. Il y a surtout d'autre part la définition d'un output qui doit être issu de la R&D entreprise, ce qui s'apparente plus au premier paradigme qu'au second. En effet en première analyse, tous les PPRD poursuivent un objectif "de base" qui est de développer de nouvelles connaissances, de nouvelles idées, des produits, procédés ou services nouveaux ou améliorés, résultats du programme qui seront disponibles pour des utilisateurs. Ce dernier aspect peut correspondre à une mise sur le marché, une mise

en production mais aussi à la mise à disposition par l'Etat d'infrastructure ou de services publics. Cet objectif est donc bien a priori fondé sur la vision que l'on a qualifiée plus haut de néo-classique. En effet, elle suppose que l'on appréhende le PPRD comme un système qui à partir d'output créer des outputs qui sont précisément ces nouvelles connaissances, produits, procédés.... Cette définition est d'ailleurs cohérente avec les définitions utilisées par l'OCDE pour la R&D et l'innovation sur la base du Manuel de Frascati, largement inspirées du modèle linéaire, et guère modifiées sur ce point précis par le Manuel d'Oslo.

Mais une autre "lecture" possible de l'activité de R&D repose sur le modèle alternatif. L'activité de R&D est par nature une activité non routinière, créatrice de ressources au sens de M. Amendola et J.L. Gaffard [1988], et transformant les acteurs qui la réalisent par le biais du potentiel de création de nouvelles connaissances qu'elle fait émerger, des routines de recherche et de gestion de projet qu'elle contribue à faire adopter, des relations qui s'établissent infra et inter-firmes, etc. Ces processus de transformation et de création sont bien sûr dépendants du contexte dans lequel l'activité de R&D se déroule, ce qui leur confère les caractères localisé et spécifique attribués au processus d'innovation dans le cadre du modèle alternatif. Ces deux dimensions sont parfois explicitement mentionnées et combinées dans la définition des objectifs de PPRD : renforcement du potentiel technologique, création ou insertion dans des réseaux de collaboration, cohésion du tissu industriel, "formation" de firmes de zones géographiques ou de secteurs spécifiques à des procédures et pratiques récentes en matière de R&D, etc, figurent fréquemment parmi les objectifs de PPRD. Mais l'objectif de transformation est souvent défini de manière plus large que l'objectif de production d'output : ce n'est pas tant la transformation des acteurs qui réalisent la R&D qui est considérée que la transformation d'un ensemble plus vaste de l'économie ou même celui de l'économie dans son ensemble.

En suivant la logique du raisonnement qui vient d'être esquissé, on peut considérer qu'il existe souvent une sorte d'asymétrie sur la nature des objectifs et leur ancrage dans un paradigme ou l'autre. L'objectif de création d'output, plutôt issu du modèle néo-classique, est défini au niveau de l'activité menée dans le cadre du PPRD ou pour simplifier à un niveau que l'on pourrait qualifier de microéconomique. L'objectif de transformation du système est situé lui à un niveau plus global, méso ou macroéconomique. Mais conceptuellement, ni la traduction au niveau macroéconomique d'outputs créés au niveau (microéconomique) du programme, ni la dimension microéconomique, au niveau du programme, des transformations du système ne sont souvent précisées ni même envisagées.

Au-delà de la double lecture que l'on peut faire de l'activité de R&D au cœur des PPRD (générateur d'ouput identifiables et transformatrice de celui qui la réalise), d'autres aspects des PPRD touchant en particulier à la manière dont ils sont organisés peuvent être sujet à débat ou à interprétation dans le sens d'un paradigme ou de l'autre. Les questions suivantes illustrent les débats qui peuvent surgir autour de ce point.

Ainsi le choix des bénéficiaires d'un programme doit-il être fait sur la base d'une évaluation des performances ponctuelles (on choisit le "meilleur" projet, l'entreprise la plus efficace actuellement en se référant à une problématique d'allocation de ressources), ou d'un examen des candidatures incluant des aspects plus

dynamiques, structuraux ou liés à des possibilités d'apprentissage (par exemple maintien de diversité technologique pour éviter les risque de lock-in technologique, prise en compte de performance potentielle, complémentarité et créations de synergies entre participants, dimensions locales comme l'équilibre entre régions,...)?

Sur quelle base mettre les outputs à disposition d'utilisateurs potentiels? si l'on se réfère au paradigme néo-classique, on introduit une séparation claire entre les outputs de la recherche "amont" qui doivent rester en accès libre (cf leur nature de bien public), et ceux de la recherche "aval" dont les droits doivent être strictement réservés aux entreprises qui les ont développés. Le modèle alternatif n'a pas de réponse ferme sur ce point, mais s'appuie largement sur une perception différente de l'appropriabilité et du caractère cumulatif des connaissances qui conduit à préconiser une diffusion plus large et rapide des outputs de toutes les activités de recherche (et paradoxalement rejoint presque sur ce point le modèle néo-classique d'équilibre général dans la défense de l'information parfaite, même si les justifications théoriques sont complètements différentes). C'est toute la politique de diffusion et de protection industrielle des outputs des PPRD qui est ici en jeu.

Quel sens doit-on donner à la dimension coopérative? est-ce qu'il s'agit par exemple de mettre à la disposition de firmes les laboratoires ou les centres de recherche qui sur un point précis ont les connaissances immédiatement disponibles pour répondre tout de suite à une question technique (ce qui équivaut à une coopération pour accroître le volume de transfert en raisonnant à stock donné de technologies spécifiées), s'agit-il de faciliter la qualité des transferts en ajoutant une dimension de contact personnel effectif permettant les transferts de savoirs tacites ? s'agit-il de créer des coopérations pour créér quelque chose de nouveau ensemble ?

Quel rôle doit jouer la recherche fondamentale? doit-elle être créatrice de modèles et connaissances fondamentales uniquement en amont d'un processus d'innovation supposé linéaire, ou doit-on l'associer à n'importe quel type de R&D en tant que réservoire de connaissances et le cas échéant de potentiel de connaissances nouvelles si au cours d'un projet le besoin s'en fait sentir (cf le rôle "transversal" de la recherche dans le modèle interactif) ? c'est ici la place et le rôle des universités et laboratoires de recherche qui est en jeu.

Doit-on prévoir le résultat de manière précise, au besoin en "commandant" un output sur la base du cahier des charges précis, ou doit-on laisser le marché choisir les axes de recherche qui seront effectivement exploités ? c'est à la fois le rôle de l'Etat comme pilote du développement (par le biais de commande publique ou d'une agence en charge du PPRD dotée d'un pouvoir important) ou comme simple financeur qui se pose, mais aussi la capacité du cadre contractuel à évoluer avec les besoins des marchés en permettant des réajustements des outputs attendus des PPRD au fil de l'eau.

On voit bien à travers ces quelques questions que les modèles d'innovation sont sous-jacents aux choix très concrets que doivent opérer les concepteurs de PPRD. Ainsi, même si l'on se focalise sur ce sous-ensemble de la politique technologique que constituent les PPRD, les formes d'interventions de l'Etat restent variées, et l'origine de cette diversité est selon nous largement à chercher dans les paradigmes auxquels les concepteurs du PPRD se réfèrent. Pour aller plus loin dans cette

perspective d'analyse, nous pensons qu'il est possible d'identifier un certain nombre de caractéristiques essentielles dont la définition permet de bâtir une grille d'analyse, voire une typologie sommaire.

3. UNE GRILLE D'ANALYSE DES PROGRAMMES PUBLICS DE R&D

La grille d'analyse des PPRD que nous proposons comporte deux familles de caractéristiques.

Nous distinguerons tout d'abord plusieurs **rôles** parmi ceux tenus par les différents acteurs impliqués dans un PPRD :

- financeur;
- concepteur du contenu de la R&D à réaliser et des objectifs opérationnels en termes de résultat;
- concepteur des modalités de fonctionnement du programme;
- gestionnaire du programme;
- réalisateur(s) de l'activité de R&D,
- gestionnaire de la mise à disposition des résultats;
- utilisateurs des résultats;

Comme on le verra, suivant les PPRD ces rôles sont tenus par des acteurs de nature différentes et un même acteur assume parfois plusieurs de ces rôles (cf annexe). C'est selon nous la distribution de ces rôles et les relations que cette distribution induit entre les différents acteurs qui définit l'arrangement institutionnel adopté par un PPRD donné, arrangement institutionnel régi par un certain nombre de règles correspondant aux modalités du programme. Ces règles portent en particulier sur :

- le système de financement associé (prêts, subventions, avances remboursables; montants; conditions sur le co-financement par les bénéficiaires...);
- le niveau d'intervention qui détermine les critères de sélection des bénéficiaires (domaine technologique particulier; stade de développement des technologies; population-cibles par secteur, industrie, taille ou aire géographique)
- le cas échéant, les conditions relatives à la coopération entre les différents participants qui réalisent la R&D;
- les modes de sélection de bénéficiaires (dossier de candidature, appels d'offre ponctuel ou récurrent, recours à des experts externes, procédures de modification des candidatures...);
- l'audit et le contrôle des activités menées dans le cadre du PPRD (forme et fréquence des reporting technique et financier, réunions, audit externes...);
- la propriété des outputs.
- l'information sur les outputs obtenus (rapports publics, journées de présentation des résultats,...).

Le deuxième ensemble de caractéristiques concerne les **objectifs poursuivis par le PPRD**.

On peut distinguer ici des **objectifs opérationnels** qui se traduisent par des résultats attendus d'un PPRD, conformément à l'accord entre les parties prenantes du

programme. Le plus souvent, l'objectif opérationnel "de base" rappelé plus haut et correspondant à la production d'output prend une forme opérationnelle spécifique suivant les PPRD, en particulier en ce qui concerne sa "mise à disposition". Par exemple, un produit issu d'un programme financé par l'U.E. est commercialisé par l'entreprise qui l'a développé et qui a bénéficié de cette aide; des résultats scientifiques sont publiés par un laboratoires publics de R&D suite à un programme particulier; des images de satellites météorologique développé par une agence publique spatiale sont mises à disposition par les agences publiques météorologiques pour être utilisées par le grand public. Plusieurs distinctions peuvent être opérées ici : output unique, output duplicable en petites ou grandes séries; tangible / intangible.... L'autre famille d'objectifs opérationnels, plus rarement stipulés de manière explicite, s'exprime en termes de transformation des participants au PPRD : création de relations entre participants, création d'équipes de recherches, mise à niveau des routines de gestion,....

Les objectifs opérationnels sont généralement combinés avec des **objectifs généraux** ou globaux comme : l'indépendance ou l'autonomie d'un pays ou d'un groupe de pays, la compétitivité d'une industrie, la coopération internationale ou université/entreprises, la cohésion entre aires géographiques, le soutien aux PME, le prestige national,.... Dans la plupart des cas, il existe une hiérarchie plus ou moins explicite des objectifs : en principe, cela signifie que pour atteindre ces objectifs généraux, des projets sont définis à l'intérieur du PPRD, et ces projets ont comme objectifs opérationnels l'obtention de "résultats" comme définis plus haut. Le problème est que ces objectifs généraux sont le plus souvent vagues et incorrectement ou incomplètement spécifiés, ce qui rend difficile une évaluation de leur réalisation effective. Nous reviendrons plus loin sur ce point, dont les conséquences sont très importantes pour l'évaluation.

La cohérence entre l'arrangement institutionnel, les résultats opérationnels associés aux résultats attendus et les objectifs généraux devrait logiquement être trouvée dans leur ancrage dans le même paradigme ou modèle d'innovation, puisque c'est celui-ci qui donne le cadre de la représentation que les concepteurs du PPRD se font des interactions entre innovation, développement économique et rôle de l'Etat. Il n'est pas nécessaire d'entreprendre une analyse approfondie des différents PPRD pour montrer que les différentes caractéristiques de chacun de ces PPRD reposent souvent sur des visions partielles, des enchaînements logiques limités à quelques éléments, des références à des modèles économiques et en particulier des modèles d'innovations différents... qui finalement se juxtaposent pour former un ensemble parfois hétéroclite.

Par exemple, on cherche à la fois une diffusion massive d'outputs scientifiques mais aussi la protection de la propriété sur ces outputs; on présuppose une relation causale positive entre développement technologique, emploi et productivité sans avoir explicitement en tête la mécanique de cette relation causale, en oubliant les effets de feed-back ou les relations causales parfois négatives; on privilégie le choix des technologies à développer d'après des critères de nature "tech-push" (panels d'experts à dominante technique) plutôt que "market-pull", et on se fixe comme objectif "politique" le développement des marchés; on laisse libre le rythme et la direction d'évolution des trajectoires technologiques ou inversement on la contraint fortement et on déplore ex post la formation de lock-in technologique; on impose des

procédures de contrôle telles que les coûts de transaction ainsi crées absorbent une partie du financement donné aux entreprises, etc.

Une analyse historico-épistémologique de la construction de ces PPRD, impossible ici, serait sans nul doute particulièrement instructive pour expliquer les origines de ce caractère composite (formation et milieu professionnel des concepteurs et des experts auxquels il est fait appel, compromis politiques, pression médiatique, impératifs et arbitrages budgétaires, poids des institutions,...; la construction de 5e PCRD de l'UE est à ce titre extrêmement intéressante). Paradoxalement, un avantage de ce qui peut apparaître parfois comme un manque de cohérence, est la flexibilité et l'adaptabilité du dispositif: les arrangements institutionnels, les règles du jeu, les objectifs peuvent changer, au fur et à mesure de l'évolution de la situation réelle et des progrès (ou plus modestement évolutions) des représentations des phénomènes liés à l'évolution.

4. LE DOUBLE PROBLEME DE L'EVALUATEUR: RETROUVER UNE COHERENCE ET S'ADAPTER AUX CARATERISTIQUES DU PROGRAMME A EVALUER

C'est en fait l'évaluateur qui va être confronté de manière concrète, pour chaque PPRD, à chaque configuration particulière constituée par l'arrangement institutionnel adopté, les objectifs fixés et les résultats attendus conformément à ces objectifs. La question fondamentale posée à l'évaluateur est la suivante: est-ce que l'arrangement institutionnel permet (ou a permis) de générer des résultats éventuellement mesurables conformes aux objectifs du PPRD ?

Le problème posé a nous semble-t-il au moins deux faces. D'une part, l'évaluateur est en quelque sorte sommé par les décideurs publics de retrouver ex post, au travers de l'évaluation, une cohérence entre les éléments de la grille, et en particulier un chaînage clair et mesurable entre les résultats attendus ou non et les objectifs : "montrer" que la recherche a généré de nouveaux produits qui ont généré des marchés, accru les bénéfices des entreprises, créé des emplois, renforcé la compétitivité d'un secteur; "montrer" que des nouveaux procédés permettent d'économiser de l'énergie, de diminuer la pollution et d'augmenter le bonheur de la société; "montrer" que les relations créées entre universités et les PME permettent à ces dernières de développer leur base technologique et d'assurer la croissance; "montrer" que la recherche de pointe en matière d'armement, d'exploration spatiale ou de physique nucléaire ont un effet d'entrainement sur le développement technologique et économique dans son ensemble, etc. Il peut s'agir aussi d'expliquer pourquoi ces liens ne fonctionnent pas de manière satisfaisante; et s'il n'est pas possible de montrer ou de mesurer de tels liens, il s'agit alors de montrer pourquoi ils n'existent pas. La tâche est souvent ardue ! Une conséquence possible est aussi une mauvaise interprétation des évaluations, volontaire ou involontaire. Les exemples ne manquent pas, de l'utilisation à des fins quasi publicitaires d'un seul chiffre issu d'une évaluation et qui tiré de son contexte ne signifie quasiment rien, à la comparaison de chiffres issus de méthodes qui n'ont rien en commun, en passant par la tentative de justification d'un programme par le biais d'évaluation dont ce n'était pas le but (par exemple, tenter de justifier les milliards de dollars investis dans les programmes spatiaux par l'existence de spin-off technologiques).

Cela dit, le tableau est ici un peu noirci et il existe aussi heureusement de nombreux cas où les résultats d'évaluation, conservés en quelque sorte dans le cadre de validité et le schéma explicatif de la méthode qui a permis de les obtenir, ont une réelle fonction "endoformative" de redéfinition et de réorientation des programmes.

L'autre face du problème posé à l'évaluateur est que, corrélativement, suivant les PPRD et suivant leurs caractéristiques définies sur la base de la grille développée plus haut, les problématiques traditionnelles auxquelles doit faire face toute évaluation se posent de manière différente et avec plus ou moins d'acuité. En se fondant notamment sur L. GEORGHIOU & F. MEYER-KRAHMER [1992], OECD [1997] et L. BACH & L. GEORGHIOU [1998], on peut définir quatre problématiques fondamentales auxquelles fait face tout travail d'évaluation, qui ne sont bien sûr pas indépendantes les unes des autres.

- Une première problématique découle des types de résultats générés par un PPRD au niveau des programmes eux-mêmes, dans la plupart des cas au niveau des différents projets qui composent le programme. On a vu que deux lectures a priori opposées issues des deux paradigmes conduisaient à identifier les outputs d'une part et les transformations des agents qui réalisent le programme d'autre part. D'où les deux premières questions :

- Quels sont les outputs créés? qui utilise les outputs et qui s'approprie les revenus économiques liés à l'utilisation de ces outputs? est-ce que ce sont les producteurs d'outputs qui les utilisent, ou sont-ils mis (et comment) à disposition, gratuitement ou sur une base payante, d'une population d'utilisateurs plus large?
- qui est transformé par la participation au PPRD? comment caractériser ces transformations? en quoi elles peuvent être considérées comme bénéfiques ou nuisibles aux participants?

- Une seconde problématique, toujours au niveau du programme lui-même et des acteurs impliqués concerne l'articulation de l'activité réalisée par les participants dans le cadre du PPRD avec le reste de l'activité de ces participants. Par exemple quelle est la place d'un projet financé par l'Etat dans la gamme des projets menés par une entreprise? deux questions sont soulevées ici, sachant que les effets économiques ont quasiment toujours comme origine plusieurs projets, et comme déterminants plusieurs facteurs. La première est celle de la séparabilité entre les différentes activités d'une organisation, et notamment celle du biais ("project fallacy") introduit éventuellement par l'observation d'un seul projet parmi d'autres reliés dans le temps et l'espace. La seconde est celle de la séparabilité entre les différents facteurs contribuant à transformer une recherche en succès économique (capacité marketing, rôle de la direction de projet, capacité d'industrialisation,...).

- Une troisième série de problèmes correspondent à la question de la propagation, que l'on peut poser de plusieurs manières : comment s'opère le "passage" entre l'évaluation située au niveau du PPRD et/ou des projets, et une évaluation envisagée sur une plus large échelle à la fois dans le temps et l'espace (secteur, économie, ensemble de la société; niveau local, national, international)? autrement dit comment s'opère le "passage" entre les résultats du PPRD et les effets économiques qu'ils génèrent?

- Comment s'opère le passage entre participants et non participants, autrement dit par quel type d'interactions les non-participants au PPRD sont affectés, par les outputs générés par les participants d'une part, et par les transformations qui ont affecté ces derniers d'autre part ?
- Comment s'opère le "passage" entre le niveau microéconomique et le niveau macroéconomique ?
- Quelle est la répartition entre effets de court terme et effets de long terme, et quels liens existe-t-il entre ces deux familles d'effets? se posent ici des questions de pérennité des effets dans le temps (durée de vie des technologies, des savoirs, des marchés), de temps nécessaire à la diffusion des effets dans l'ensemble de l'économie, et bien sûr d'incertitude dans le cas d'une évaluation prospective ou d'une extrapolation. D'un point de vue empirique, la difficulté de l'évaluation réside aussi dans la nécessité d'obtenir des sources d'informations valides bien au-dela des limites temporelles du PPRD ou des projets qui le composent.

- Enfin la dernière problématique est celle de la validité de l'action de l'Etat : comment évaluer si ce qu'a entrepris l'Etat correspond bien à ce qui était considéré comme de ses prérogatives? Derrière cette question fondamentale se trouve la question de l' "additionalité" entre ce qu'apporte l'action de l'Etat et ce qui est "normalement" du ressort de l'initiative privée. Là aussi, on peut retrouver dans une analyse fine de ce problème, proposée par exemple par Cameron [1998], une perspective plutôt néo-classique, s'interrogeant sur l'additionalité des inputs et les conséquences en termes d'outputs, et une perspective plutôt évolutionniste ("behavioural additonality") qui s'attache à l'influence de l'Etat via le programme sur le comportement stratégique, le management, les relations avec les clients et les fournisseurs, la connaissances de l'environnement, etc.

On peut considérer que chaque PPRD, en fonction de ses caractéristiques, génère une configuration particulière des quatre problèmes traditionnels d'évaluation. Cette configuration impose alors une sorte de cahier des charges auquel les méthodes d'évaluation doivent répondre pour pouvoir prétendre être les méthodes adaptées à chaque PPRD.

Pour essayer de répondre à ce double défi (trouver et "mesurer" une cohérence ex post entre arrangement intitutionnel, objectifs et résultats d'une part, s'adapter à la configuration particulière des problèmes traditionnels d'évaluation d'autre part) les méthodes d'évaluation disponibles sont elles aussi très diverses. Il est bien évident qu'il n'existe pas de méthode qui permette d'évaluer tous les PPRD, ni même de méthode permettant d'évaluer tous les effets similaires de PPRD différents. Le problème est encore plus profond puisque les différentes méthodes non seulement diffèrent voire divergent quant aux outils proprement dit, mais aussi quant aux objets qu'elles cherchent à évaluer c'est-à-dire les types d'effets qu'elles appréhendent. Diversité des méthodes signifie donc diversité des outils mais aussi diversité des typologies d'effets utilisées. Notre hypothèse est ici aussi que les méthodes reposent sur des modèles d'innovation, et que cela va déterminer en partie leur pertinence par rapport à chaque PPRD.

5. DIVERSITE DES METHODES D'EVALUATION ET MODELES D'INNOVATION

Il ressort de cette analyse que les méthodologies utilisées pour évaluer l'impact économique des PPRD peuvent être rapprochées des deux grands modèles de l'innovation. Les premières reposent soit totalement sur ce que nous avons défini comme l'approche standard, soit sur certains de ses fondements théoriques. Ce sont les approches par fonction de production, visant à quantifier la contribution des dépenses de R&D à l'augmentation de la productivité et donc à la croissance économique; les modèles macroéconomiques d'inspiration néo-classique au centre desquels se situe le plus souvent la fonction de production; les approches par tableaux d'échanges inter-industriels utilisées ici pour évaluer l'activité induite par les PPRD dans l'ensemble de l'économie; les analyses de rentabilité d'investissement standard ou plus largement les analyses coûts-avantages, servant à estimer la rentabilité privée ou sociale d'un programme ou de certaines de ses composantes. Peuvent également être rattachées à la problématique de la fonction de production une série de méthodologies plus diverses (méthode de M. Teubal et Steinmueller, analyse bénéfices, bibliométrie, méthode du ratio coûts/pertes, méthode fondée sur des modèles de décision rationnelle, etc).

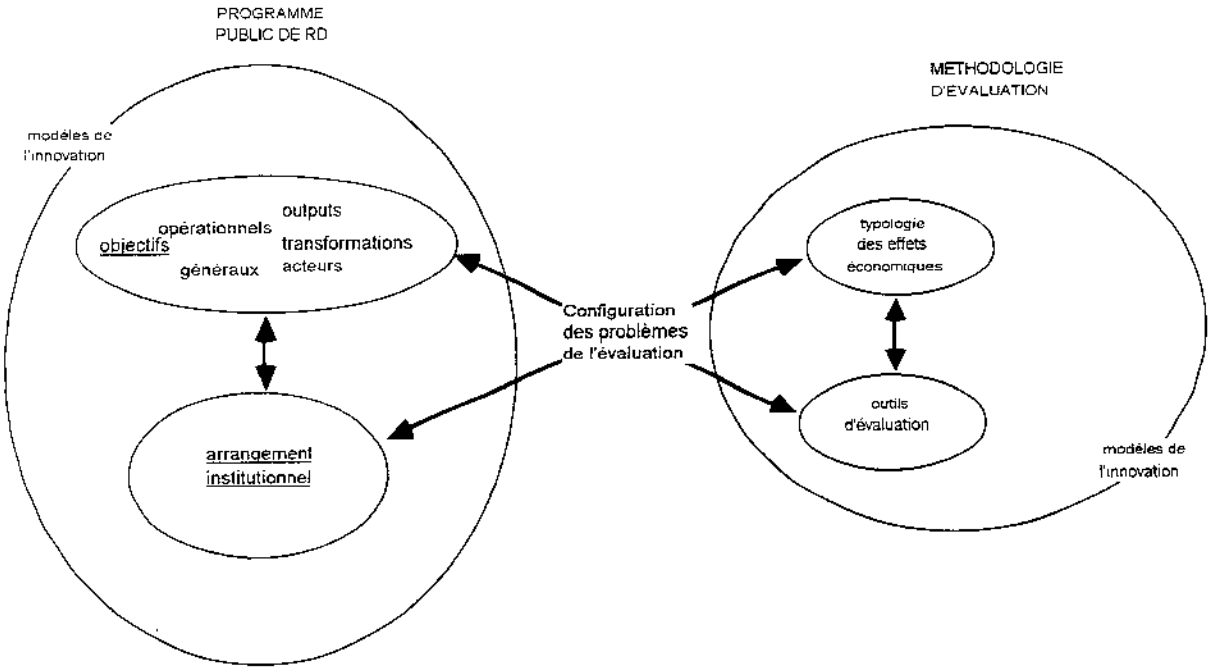
Au-delà de leurs caractéristiques particulières, ces méthodes permettent généralement d'aboutir, à des résultats chiffrés portant sur les outputs de l'activité étudiée (en termes de quantité et de prix), en nombre limité mais très "robustes" en raison de la cohérence des fondements théoriques sur lesquelles elles reposent. Ces résultats caractérisent un état du système (point d'arrivée), mais ne rendent pas compte du processus par lequel il a été atteint (et notamment des processus locaux), ni des potentialités qu'il recèle. En ce sens, l'analyse proposée par cette première famille au corps de méthodologies très structurée est d'inspiration statique.

Les méthodes appartenant à la deuxième grande famille sont à rapprocher de la problématique du modèle alternatif. Leur nombre est significativement plus réduit. Pour simplifier, il y a toutes les approches en termes de réseaux (voir par exemple CALLON M. et al. [1991]; VON BANDEMER S. et al. [1996]) les tentatives de mesurer de l'impact des PPRD sur les qualifications et compétences des agents qui y ont été impliqués, ou encore celles qui s'interrogent sur les "externalités stratégiques" ou les implications des PPRD sur les stratégies des agents (VALENTIN F. et al. [1994]), ce qui correspond bien à la génération de ressources spécifiques au centre de cette problématique. La méthode des effets occupe une place un peu à part : ce qu'elle évalue est du même ordre que la méthode fondée sur les tableaux d'échanges inter-industriels, mais le travail statistique est mené au cas par cas et s'adapte donc aux spécifités, notamment en termes d'arrangements institutionnels, de chaque PPRD. Un certain nombre d'autres analyses plus qualitatives existent également, qui, si elles ne proposent ni n'appliquent de véritables méthodes d'évaluation, mettent cependant en évidence quelques effets des PPRD se situant dans la même perspective.

Le tableau brossé ici est bien entendu réducteur et simplificateur. Une analyse poussée permet de préciser nos arguments sur l'appartenance des méthodes à tel ou tel paradigme, mais aussi à nuancer cette appartenance (cf Bach L. [1992]). Une étude plus approfondie montrerait aussi ce que ces méthodes proposent comme réponse aux quatre questions fondamentales de l'évaluation dans le contexte

particulier que constitute chacun des PPRD.

Le schéma suivant tente de résumer la logique de la démarche qui a été suivie dans ce article. Dans la seconde partie de ce travail, nous nous concentrerons sur une méthode originale développée par le BETA, et appliquée à différents PPRD depuis la fin des années 70. Ele se situe en quelque sorte à cheval entre les deux paradigmes, et permet, en partie grâce à cette double filiation, d'apporter quelques enseignements sur le lien entre arrangements institutionnels et évaluation des effets économiques d'un PPRD.



6. LA METHODE BETA COMME METHODE ADAPTATIVE

Les différentes études menées sur la base de l'utilisation de la méthode Beta témoignent de la capacité d'adaptation de cette méthode à différents PPRD, et donc aux différentes configurations que prennent les arrangements institutionnels adoptées pour ces PPRD. Elle est ainsi capable d'identifier, si ce n'est d'évaluer, différents effets correspondant ou non aux objectifs opérationnels et généraux des PPRD. Cette adaptabilité de la méthode est liée aux deux aspects qu'elle recouvre; le premier est relatif à la typologie des effets qu'elle prend en compte (fondée sur la distinction effets directs et indirects); le second est relatif aux outils d'évaluation utilisés pour mesurer ces effets. Mais il nous semble aussi que, plus profondément, cette adaptabilité trouve sa source dans la transversalité de la méthode par rapport aux deux paradigmes de l'évaluation issus des deux modèles d'innovation précédemment évoquées. Ces points sont abordés successivement ici.

- Identification des effets

La distinction entre effets directs et effets indirects proposée par le Beta est une distinction qui dépend du contexte, et donc de l'arrangement institutionnel retenu par le PPRD. Plus précisément, elle dépend des objectifs opérationnels fixés pour les projets composant le PPRD : si les effets correspondent à ces objectifs opérationnels, ils seront qualifiés d'effets directs; les effets qui sortent du cadre de ces objectifs opérationnels sont qualifiés d'indirects. Ce que recouvriront les effets directs et indirects dépendra donc bien de l'arrangement institutionnel et bien sûr des objectifs opérationnels. On peut envisager cette question sous l'angle des relations contractuelles nouées entre acteurs autour de ces objectifs. Les descriptions des différents PPRD données en annexe indique la répartition effets directs/indirects dans chacun des cas étudiés, le cas le plus complexe étant sans doute celui de l'ESA (voir aussi la présentation d'André Furtado dans ce même séminaire).

Il est important de préciser que puisque l'évaluation proprement dite réalisée avec la méthode Beta porte quasiment toujours sur les réalisateurs de la R&D, elle se concentre par nature sur les effets indirects générés par les réalisateurs de la R&D, et parfois sur les effets directs lorsque l'utilisation est faite par ces réalisateurs.

On voit donc que la typologie proposée par le Beta, tout en s'adaptant au contexte institutionnel, se focalise sur les acteurs au cœur des PPRD, à savoir ceux qui réalisent l'activité de R&D.

Remarquons toutefois que la distinction effets directs/effets indirects en fonction des objectifs opérationnels, si elle permet dans une certaine mesure de fonder une évaluation de la satisfaction de ces objectifs <u>opérationnels</u> (si les effets directs existent au-delà d'un certain seuil), ne résoud pas pour autant complètement la question de la satisfaction des objectifs <u>globaux</u> d'un PPRD. Comme on l'a vu précédemment, il est rare qu'il existe au moment de la conception d'un programme un chaînage clair et explicite entre ces deux niveaux d'objectifs; les objectifs généraux sont aussi souvent assez vaguement spécifiés et de ce fait il n'est pas possible de les relier de manière instantanée et sans ambiguïté aux résultats proposés par le Beta, ou d'ailleurs par n'importe quelle méthodes d'évaluation couramment utilisée. Autrement dit, ce n'est pas nécessairement parce que les objectifs opérationnels sont atteints que les objectifs généraux sont atteints. Par exemple, ce n'est pas parce que des satellites météorologiques sont construits pour l'ESA et utilisés par la population que l'industrie spatiale européenne est compétitive et autonome; ce n'est pas parce que les objectifs des projets Brite-Euram ont été atteints (et des produits, des technologies, ...générés) que l'industrie européenne est nécessairement plus cohérente, coopère mieux et est plus compétitive. Dans la majorité des cas, c'est plus vraisemblement une combinaison de certains résultats de méthodes diverses qui permettront de donner quelques indications ou quelques tendances sur la satisfaction de ces objectifs généraux.

Une deuxième face de l'identification concerne la distinction entre les résultats en termes d'outputs et de transformations des acteurs. Sur ce plan aussi, la méthode joue sur les deux registres inspirés fondamentalement des deux modèles de l'innovation de base.

Relèvent en effet de la problématique de l'évaluation des outputs essentiellement les effets directs (dans la mesure où les objectifs opérationnels sont la plupart du temps définis en termes d'output) et les effets indirects dits technologiques : l'output est une technologie servant à créer ou améliorer des produits, de procédés ou des services, ou une technologie codifiée dans des brevets non utilisés. L'ambiguïté avec le modèle linéaire réside dans la nature de la technologie et en particulier sa dimension tacite. En effet pour le Beta l'output véritable n'est pas le produit, mais la technologie (ou la connaissance, voir plus loin) qui peut prendre des formes diverses (know-how, savoir scientifique, modèles cognitif, algorytme, architecture de système, interfaçage entre sous-système...).

D'autres effets indirects au cœur de la méthode Beta relèvent d'une optique plus évolutionniste attachée aux transformations affectant les participants lorsqu'ils réalisent la R&D :

- modification de la structure de relations actuelles ou potentielle des participants avec l'extérieur (cf les effets de réseau), entre participants ou avec des tiers. Ces créations de réseaux ou insertion dans des réseaux existants sont de nature commerciale (ouverture de canaux de distribution de produits par exemple), liés à la R&D (nouveaux accords de recherche), ou liés à des activités productives (création de relations clients-fournisseurs).
- modifications des procédures ou routines des participants, soit en interne soit dans les relations avec l'extérieur : gestion de projet, assurance qualité, conduite de réunions, formation aux contacts inter-culturels, modes de sélection des partenaires futurs,...(effets organisation et méthodes, effets de réseaux)
- modifications organisationnelles : création ou modifications d'équipes de recherche, de départements ou de divisions dans les entreprises; modifications des relations entre départements ou divisions au sein d'un même participant (effets organisation et méthodes)
- modification de l'image du participant perçue par l'extérieur (effets marketing)
- développement de la masse critique des équipes de R&D, qui sera à même de développer de nouvelles connaissances dans le futur.

Il faut cependant noter que si on peut relativement aisément retrouver la "trace" des deux modèles dans la typologie des effets du Beta, certains effets ou certains processus identifiés sur le terrain par les équipes utilisant la méthode ne sont pas facilement réductibles à l'un ou l'autre paradigme. Un cadre unificateur apparaît donc nécessaire, et pourrait passer par le recours à une approche inspirée de l'économie des connaissances (knowledge economics) dont les concepts se développent depuis quelques années (voir plus loin pour une tentative dans ce sens).

On peut aussi ajouter que les processus par lesquels les résultats sont générés et se cristallisent en termes d'effets sont aussi parcourus par la méthode, même s'il ne sont pas évalués en tant que tels : la base même de la technique de collecte des données par interview auprès des participants aux programmes consiste à faire raconter, à dérouler ces processus afin de faire remonter à la mémoire des acteurs les conditions et les modalités d'émergence des innovations à partir des PPRD auxquels ils ont participés (cf sur ce point la présentation de G. Lambert à ce séminaire).

Cette transversalité est aussi à liée à l'une des influences majeures qui a présidé à la construction de la grille des effets indirects, à savoir la typologie des innovations de J. Schumpeter (innovations de produits, de procédés ou de méthodes de commercialisation, d'organisation, relatives aux débouchées et relatives aux sources d'approvisionnement), auteur que l'on peut rétrospectivement lui aussi considérer comme "à cheval" entre les deux paradigmes.

- Outils de mesure

Sur ce point, la méthode Beta a recours à la fois à des outils inspirés d'une analyse inpout/output (ventes des outputs que sont les produits ou services nouveaux ou améliorés, réductions de coûts grâce à d'autres outputs que sont les procédés nouveaux ou améliorés) et à des outils tentant de mesurer l'efficacité pour les participants aux PPRD des transformations qui les affectent lors de leur participation aux PPRD (réductions de coûts, gain de temps essentiellement). Un autre type d'outil de mesure concerne l'évaluation du potentiel d'innovation constitué par la masse critique (et dans une certaine mesure par les brevets non exploités), et celle de certaines formes organisationnelles (création et restructuration d'équipe de recherche). Cet assemblage qui peut a priori sembler hétéroclite reflète la diversité des processus d'innovations générés par un PPRD chez les participants, et la diversité des modalités qu'adoptent les participants pour exploiter ces innovations.

- Une voie de synthèse : la méthode Beta comme évaluation de la création de connaissances ?

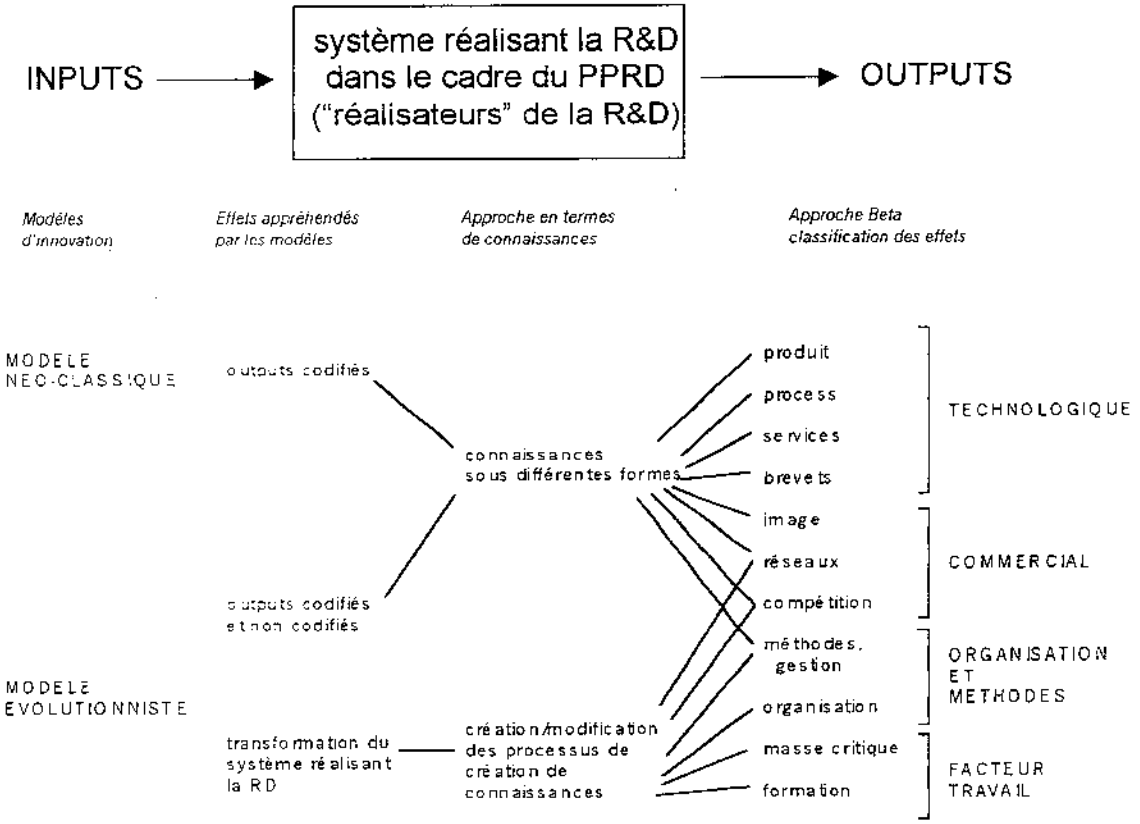
Une réflexion théorique plus profonde sur le caractère transversal de la méthode du Beta nous amène à poser l'hypothèse selon laquelle la méthode Beta est une méthode qui s'attache à évaluer la création de connaissances à partir d'un PPRD et au niveau des réalisateurs de cette R&D (voir aussi la contribution présentée par G. Lambert au cours de ce séminaire, qui est partiellement articulée autour de la même idée). En poursuivant les intuitions de J.L. Gaffard et M. Amendola, et en se référant aussi au bouillonement intellectuel actuel autour de l'économie des connaissances, on pourrait considérer que l'activité d'une organisation du type de celles impliquées dans les PPRD (firmes, laboratoires universitaires, centres de recherche) est fondamentalement de créeer des connaissances qui prennent des formes extrêmement diverses; cette création se fait au cours d'un processus cumulatif et déterminé par des formes organisationnelles et des routines qui sont propres à ces organisations et/ou aux relations qu'elles entretiennent entre elles. Toute activité d'une telle organisation à la fois créée des connaissances, modifie l'organisation elle-même, et modifie l'environnement dans lequel elle évolue. Parmi l'ensemble des activités, la R&D occupe sur ce plan une position clé.

L'évaluation d'une activité poursuivie dans le cadre d'un PPRD, inscrite dans le temps et l'espace, doit donc porter à la fois sur les connaissances créées et sur les formes dans lesquelles elles s'incarnent (on revient ici aux outputs "codifiés" néo-classiques mais aussi aux outputs de nature plus tacite du courant que nous avons qualifiés par défaut d'évolutionniste), et sur la création/transformation des processus de création de connaissances que l'organisation suivra "après" le projet (on retrouve ici les processus d'apprentissage, les modifications structurelles, les modifications de routines, les créations de réseaux, etc dont parlent les tenants du courant

hétérodoxe). Dans une perspective cumulative, c'est précisément la conjonction entre les connaissances créées, dont certaines sont encore à demi-latentes et les caractéristiques du processus de création de connaissances qui constitute le potentiel de développement futur des organisations. La notion de masse critique, même si elle n'est pas complètement aboutie sur le plan analytique et sur celui de sa mesure, tente d'exprimer cette conjonction, et de la lier à des effets de seuil.

Ainsi, la méthode Beta consiste à détailler, à traquer, toutes les formes de connaissances créées, et à déceler toutes les modifications des processus de création de connaissances, et à essayer ensuite de trouver une manière de leur associer une valeur économique. C'est cette démarche relativement "basique" et proche de l'"histoire" des projets qui permet de remonter des informations interprétables dans les termes des deux modèles d'innovation, et confère sans doute en partie le caractère transversal de la méthode. Le schéma suivant essaie de synthétiser la correspondance entre les modèles de l'innovation et l'approche du Beta, du point de vue des effets économiques appréhendés.

L'approche Beta par rapport aux modèle d'innovation



7. QUELQUES ENSEIGNEMENTS RETIRES DES ETUDES AYANT UTILISE LA METHODE BETA

L'application de la méthode Beta, et notamment la combinaison des deux faces de la méthode (définition des effets et évaluation des effets) a mis clairement en lumière des résultats qui montrent que les arrangements institutionnels ont une importance essentielle dans la diversité des effets générés par les PPRD. Il n'est cependant pas possible dans le cadre de cet article de rappeler tous les résultats quantitatifs et qualitatifs des études menées avec cette méthode, ni bien sûr de faire une comparaison poussée de ces résultats. Ce qui nous importe plus ici est de montrer ce que l'application de cette méthode a permis de mettre en lumière quant aux relations entre arrangements institutionnels et évaluation des effets. Nous finirons donc cet article en donnant quelques exemples issus de ces études et particulièrement significatifs de ces relations. Afin de donner plus de cohérence à notre propos, nous organiserons la présentation de ces exemples autour des quatre questions fondamentales posées par l'évaluation que nous avons évoqué plus haut. La problématique est donc bien ici de montrer, à partir de quelques résultats issus de la méthode Beta, ce que cette méthode permet d'apporter comme éclairage aux problèmes fondamentaux de l'évaluation tels qu'ils se posent dans les différents types de PPRD en fonction des arrangements institutionnels propres à chacun de ces PPRD.

- A propos des résultats des PPRD et l'appropriation des revenus économiques qu'ils génèrent

La première question concerne le lien entre les arrangements institutionnels et les résultats des PPRD. Au-delà de la nature des résultats que le Beta permet d'identifier et le cas échéant de mesurer (cf la typologie évoquée plus haut), c'est surtout la question de l'appropriation des revenus économiques que ces résultats génèrent au travers des effets mesurés, et en particulier celle des outputs. C'est sûrement sur ce point que les PPRD diffèrent le plus.

- Ainsi dans le cas de Procap, sont intégrés dans une seule institution (Petrobras) des rôles de i) financeur, ii) de concepteur du contenu de la R&D entreprise, des objectifs opérationnels et des modalités de fonctionnement ii) de gestionnaire du programme et iv) de réalisateur (principal) de la R&D. En revanche, la fabrication des équipements et la fourniture de services qui incorporent les nouvelles connaissances générés par le projet, autrement dit l'utilisation des outputs du programme sont effectués par d'autres acteurs, ce qui donne toute sa spécificité à la configuration du processus d'innovation à l'œuvre dans ce programme. Les parapétroliers sont quasiment absents de l'évaluation réalisées sur la base de la méthode Beta puisqu'ils ne sont que très peu à participer au programme (ou parce qu'ils sont etrangers). En revanche, ils ont une très grande importance dans l'adoption et la diffusion des nouvelles connaissances créées par le programme, et qui se traduit par les effets technologiques de procédés et les effets commerciaux concurrentiels. Ces derniers effets montrent en fait que la Petrobras a pu se réapproprier une partie des revenus des innovations, puisqu'elle profite de la baisse des coûts de ses fournisseurs générés par les innovations. Schématiquement dans cette configuration, Petrobras créée les connaissances, les met à disposition des fournisseurs, ces derniers les utilisent,

et Petrobras et ces fournisseurs s'approprient les revenus de l'innovation. La méthode Beta permet bien dans cette configuration d'appréhender de manière fine les différents canaux de valorisation des innovations et plus largement des connaissances générées par le PPRD.

- Dans le cas des programmes ESA, les outputs attendus (objets techniques ou résultats d'études) sont créés par les participants au programme. Mais il sont remis à l'ESA qui soit les met à disposition d'un public plus large (par exemple laboratoire d'expériences spatiales en microgravité, sonde spatiale,...), soit le "transmet" à un autre organisme public (par exemple des agences météorologiques ou de télécommunications) qui le mettra lui-même à disposition du public. L'utilisation de cet output et les revenus économiques des innovations qu'ils incorporent échappent ainsi à ceux qui les ont créées, et suivent des canaux de valorisation spécifiques qui doivent eux-mêmes faire l'objet d'évaluation spécifique (impact des satellites de météorologie, de télécommunications...). Sur ce point, la méthode Beta ne peut rien dire. Cependant, des outputs non attendus au départ et la transformation des acteurs qui ont réalisé l'activité de R&D suivent des voies d'exploitation complètement différents. Les processus de valorisation corespondants partent de ces participants et c'est ce que la méthode du Beta a justement couvert en évaluant les effets indirects industriels de ces programmes ESA.
- Dans le cas des programmes de l'UE (Brite-Euram et Esprit), l'utilisation des outputs est entièrement du ressort des participants aux programmes. Dans ce cas-là, presque tous les processus de valorisation induits par la génération d'outputs et la transformation des participants démarrent du niveau projet. D'où la possibilité d'évaluer les effets directs et indirects avec la méthode Beta. Il en est de même dans le programme ANVAR, mais dans ce cas sans la dimension coopérative.
- Dans le cas du programme Materials Ireland ou des centres techniques, la création des outputs est faite par les centres techniques, mais l'utilisation des outputs et l'appropriation des revenus qu'ils génèrent se fait par deux voies. D'une part chez les firmes clientes des prestations réalisées par ces centres, d'autre part par le biais de l'accumulation des connaissances dans ces mêmes centres techniques qui permettra de créer de nouvelles connaissances dans le futur, capacité qui sera à la disposition des firmes dans le futur. Dans ce contexte, la méthode Beta n'a pu permettre d'évaluer que la première de ces deux voies en évaluant les effets pour les firmes clientes. C'est en fait le seul cas où la méthode Beta n'a pas été appliquée aux réalisateurs effectifs de la R&D (les centres techniques) mais à une partie ceux qui en bénéficient (les entreprises). Cela étant, les départements de R&D ou services techniques des entreprises qui passent un contrat de prestations de service de R&D avec les centres techniques travaillent bien évidemment en étroite collaboration avec les personnes des centres techniques, donc ils ne restent pas "passifs". La méthode Beta a aussi montré que les résultats les plus intéressants pour les entreprises étaient lorsque ces personnels étaient le plus étroitement associés avec les entreprises (présence effective dans les entreprises, participation aux décisions sur le contenu même de la R&D...). De nouvelles formes de coopération dans le cadre de ce type de programme ont d'ailleurs tendance à se développer dans ce sens, avec des contrats prévoyant la "mise à disposition" de personnels des centres pour un certain nombre de jours, avec des objectifs non exactement stipulés au départ.

- Dans le cas du programme d'Ecopetrol, les outputs sont créés par les entreprises avec lesquelles Ecopetrol contracte, mais ils sont utilisés à la fois par Ecopetrol (software développés) et par ces contractants (connaissances dérivées du travail réalisé pour Ecopetrol). Le revenu économique est là aussi généré par deux canaux : par l'utilisation directe de ces outputs (faite par Ecopetrol), et par l'utilisation d'outputs dérivés, qui est faite par les contractants. On se retrouve dans une situation proche de celle de l'ESA : un acteur "public" passe commande à un acteur privé, ce dernier pouvant réutiliser ultérieurement ce qu'il a appris; mais la différence est que l'acteur public est lui-même une entreprise et va utiliser lui-même l'output en question pour ses propres besoins, et qui donc s'en approprie les revenus. Mais l'arrangement institutionnel mis en place, qui passe par une externalisation de travaux auparavant réalisés en interne par Ecopetrol va aussi avoir une influence structurelle sur les acteurs en présence : réorganisation interne d'Ecopetrol d'une part, plus ou moins grande dépendance des fournisseurs vis-à-vis d'Ecopetrol d'autre part.

Il est clair aussi que d'autres aspects des arrangements institutionnels influent sur les effets économiques générés. Plusieurs exemples ont été mis en lumière par l'application de la méthode Beta.

Les conditions imposées ou privilégiées par les concepteurs de PPRD sur les formes de coopération sont peut-être parmi les plus déterminantes. L'approche du Beta a ainsi montré l'importance de la dimension coopérative. Par exemple les études ESA ont montré que le niveau de responsabilité des contractants au sein de hiérarchies industrielles complexes (maîtres-d'œuvre, systemiers, sous-systémiers...) avait une influence sur leur profil d'apprentissage au long des programmes ESA, qui se traduit par une évolution spécifique des différents catégories des effets indirects évalués (études sur séries temporelles). Les études pour l'UE ont montré que le niveau de responsabilité (responsable ou simple participant), le rôle de chacun des partenaires (producteur, utilisateur, chercheur/testeur) mais aussi la nature de l'activité réalisée par les participants au cours des programmes (recherche fondamentale, recherche appliquée...) déterminait au moins en partie les effets économiques générés (études en coupe). Un aspect intéressant ressortait aussi de cette étude : il semble bien que le profil des effets d'un participant donné mais aussi celui d'un groupe de participants au sein d'un projet commun est influencé par cette distribution des rôles et les modes de collaboration qu'ils induisent entre participants réalisateurs de l'activité de R&D (voir aussi la présentation de G. Lambert sur ce point).

Toujours sur ce point, l'étude ESA répétée à quelques années d'intervalle montre aussi que les effets de collaboration s'estompent à mesure que les participants se connaissent. En termes de conception de programme, le débat est donc ouvert quant à la règle du jeu déterminant les possibilités de reformer des projets avec des partenaires identiques : obliger à un renouvellement des participants ? prolonger les mêmes structures pour les pérenniser ? considérer au contraire que si les accords impulsés par les PPRD n'acquièrent pas une autonomie propre c'est qu'ils n'étaient qu'artificiels ? Remarquons que l'on rejoint là la question du rôle de l'Etat et la justification de son intervention par le biais de PPRD.

Un autre exemple illustrant un autre aspect de l'influence des arrangements institutionnels concerne les conditions d'accès à un programme. Au-delà des questions de taille des firmes, de secteurs, de types de technologies à développer, dont l'influence est évidente, un autre aspect est apparu à travers une étude portant sur les entreprises canadiennes participant aux programmes de l'ESA. Le Canada ne faisant pas partie de l'Europe et possédant un statut d'associé, l'ESA ne se fixait pas vis-à-vis de l'industrie spatiale canadienne un objectif général de développement, mais plutôt de renforcement de liens de collaboration. En conséquence, l'ESA ne confiait pas à l'industrie canadienne des contrats impliquant un réel développement de technologies, mais plutôt des contrats de fourniture de technologies "on the shelf", c'est-à-dire déjà largement constituées. La conséquence sur les effets était relativement claire : peu de création de masse critique, beaucoup d'effets de type commercial (création de réseaux) combinés à la revente de produits légèrement améliorés au cours des programmes ESA.

L'influence des montants de financement apportés par l'Etat n'est en revanche paradoxalement pas claire, surtout si l'on raisonne au niveau des projets. Les seuls résultats portant sur cet aspect sont issus des études pour l'UE et ANVAR, et semblent montrer une absence de lien, voire même un lien négatif entre montant des financements à un projet et effets de ce projet (cf ici aussi la présentation de G. Lambert).

Enfin, quantité d'exemples qu'il est impossible de détailler ici pour des raisons de place et aussi de confidentialité montrent l'influence que peuvent avoir des aspects a priori plus discrets des arrangements intitutionnels, en particulier liés au management des programmes (rôle des superviseurs techniques nommés par l'organisme gérant le PPRD, clauses contractuelles portant par notamment sur les conditions d'exploitation et la propriété industrielle, délai de traitement des propositions de projet et délai de réorientation des objectifs opérationnels des projets par rapport aux évolutions des marchés, poids des contrôles et audit,...).

- A propos du problème de la séparabilité

La position de la méthode Beta est sur ce point relativement simple. La séparabilité entre projets parallèles menés par les participants (dont l'un dans le cadre d'un PPRD) et entre les facteurs conduisant à l'apparition d'un effet économique est assuré par le jeu des "coefficients d'influence". Il s'agit peut-être du point faible de la méthode, malgré les précautions qui sont prises dans l'estimation de ces coefficients (estimation minimale, recours à différents évaluateurs, fourchette d'estimation...)[6].

En dehors de la difficulté de l'évaluation de ces coefficients, trois enseignements principaux sont à notre sens à retirer de la méthode Beta. Le premier est simple : ce sont certainement les acteurs du programme, en l'occurence les réalisateurs de l'activité de R&D, qui sont les plus à même de réaliser cette estimation, ce qui rend indispensable selon nous une approche microéconomique par interview. Le second

[6] D'autres approches attribuent l'ensemble d'un effet au PPRD (par exemple l'ensemble des ventes d'un produit qui incorpore même marginalement une technologie issue d'un PPRD) ou au contraire refusent de quantifier les influences des différents facteurs et se cantonnent à une schéma explicatif d'ordre qualitatif.

est que l'influence peut être mesurée par des raisonnements que l'on pourrait qualifier "d'à la moyenne" ou de "marginaliste". Lorsque par exemple on dit que "la technologie issue du PPRD représente 20 à 30% des technologies d'un produit donné, mais que ces 20% font la différence par rapport à la concurrence, et que donc ce sont eux qui en définitive permettent les ventes", il apparaît que l'influence du programme peut être estimée à 20 à 30 % (raisonnement à la moyenne) ou à 100% (marginaliste). La méthode Beta est en principe fondé sur un raisonnement à la moyenne (dans une optique d'estimation minimale des effets), sauf lorsque l'influence "marginaliste" est véritablement manifeste. Le troisième enseignement, lié au précédent, est que l'influence d'un PPRD n'est pas nécessairement proportionnelle au montant financier qu'il procure aux participants.

- A propos de la "propagation" du niveau projet ou programme au niveau d'un ensemble économique plus large (industrie, pays, ...)

La propagation, ou le "passage" entre l'évaluation située au niveau du programme lui-même et une évaluation située à une niveau plus large constitue une troisième problématique fondamentale de l'évaluation. Ce passage comporte on l'a vu plusieurs facettes : des participants au PPRD aux non participants, des outputs aux effets, de la transformation des participants à des modifications structurelles plus larges, du niveau micro-économique au niveau macroéconomique, du court terme au long terme. Sur ce point, il est bien clair que la méthode Beta ne permet a priori d'évaluer des effets qu'au niveau du programme i.e. des participants i.e. microéconomique. Néanmoins divers "ponts" sont proposés par la méthode. Tout d'abord les effets sont évalués en termes de Valeur Ajoutée; ils correspondent donc à la contribution des participants au PNB générée par le PPRD évalué. Les cas de Petrobras et d'Ecopetrol sont intéressants à cet égard, puisqu'il s'agit de firmes publiques, et donc les effets dont elles bénéficient correspondent aussi en principe à des effets bénéfiques pour la société dans son ensemble. Ensuite, la méthode permet d'idenfier les points de départ des différents chemins que vont emprunter les effets pour se propager au reste de l'économie. L'approche du Beta met bien en lumière sur ce point que cette propagation est initiée non seulement par les outputs générés par le projet (qui vont être l'objet d'interactions entre agents, par le biais de marchés ou d'autres mécanismes de mise en relation[7]), mais aussi par les transformations (modifications des processus de création de connaissances) affectant les participants aux PPRD : nouveaux réseaux créées qui peuvent déborder du cadre des participants aux programmes, modifications des routines de gestion qui vont entraîner des modifications des relations des participants avec des partenaires hors projet, diffusion de ces routines de gestion.... Mais la plus grande difficulté réside précisément dans l'identification et l'évaluation des interactions entre ces deux processus de propagation.

De manière plus concrète, l'analyse met aussi en lumière des problèmes traditionnels que l'on pourrait appeler des problèmes d'aggrégation des effets liés à des transferts ou des phénomènes d'éviction : innovation créatrice et destructrice

[7] Les canaux de propagation des outputs sont extrêmement complexes, comme le laisse envisager les travaux qui à la suite du schéma proposé par Z. Griliches [1979] (qui distingue le marché d'une part, et la diffusion des connaissances hors marché d'autre part), étudient la fuite et l'appropriation des connaissances.

d'emploi chez différents partenaires de projets et plus largement en différents points de l'économie (par exemple dans le cas de techniques de simulation assistée par odinateur), innovation renforçant la position concurrentielle d'un participant au détriment de celle d'un non participant, remplacement d'un fournisseur d'un participant par un fournisseur d'un autre participant, ... D'autres situations révèlent aussi des "fuites" de compétences ou même d'activités en dehors des pays financeurs d'un PPRD, ou au contraire de relocalisation d'activités dans ces pays d'activités précédemment effectuées ailleurs.

La propagation des effets dépend aussi de l'immersion des programmes dans l'industrie. Les études menées sur les programmes de l'UE mettent par exemple bien en lumière que des projets de haute technologie menés par des entreprises ou laboratoires déconnectés techniquement des besoins et des caractéristiques des zones géographiques auxquels ils appartiennent, ne généraient finalement que peu d'effets et sans réel impact sur l'ensemble du tissu économique (voir les exemples contrastés de la Grèce, du Portugal et de l'Irlande). Le même type de question se pose lorsqu'un programme vise un domaine technique particulier (cas des programmes ESA); la proximité technologique de ce domaine avec d'autres, et la "proximité" industrielle des participants avec d'autres secteurs jouera bien entendu sur la vitesse et l'ampleur de la propagation des effets.

Même si les effets macroéconomiques ne peuvent pas être la simple addition des effets indirects observés, ils peuvent, si le PPRD porte sur un secteur ou une industrie homogène, donner une certain nombre d'indications quant à la signification globale d'effets observés au niveau "local". Dans le cas de l'ESA, les effets de réseaux dans la première étude, et les effets de types technologiques "revente de produits développés pour l'ESA" ainsi que les effets de masse critique montraient clairement le rôle structurant des programmes de l'ESA sur l'industrie spatiale européenne, à la fois par les regroupements et consortia qu'elles contribuait à mettre en place, par le rôle de "premier acheteur" de produits spatiaux, et par le poids croissant de cette industrie en termes de potentiel de développement[8] .

Par rapport à la dimension temporelle de la propagation des effets, la méthode Beta a comme désavantage de n'intervenir qu'à un point donné du temps pour une évaluation essentiellement ex post et donc pas ou très peu prospective. Les enseignements sur cette dimension temporelle sont donc plus disparates, mais néanmoins intéressants. Les études ESA ont montré qu'une période "d'incubation" était en général nécessaire pour générer des effets indirects technologiques, ce qui laisse supposer qu'une période encore plus longue est nécessaire pour que la propagation s'effectue à l'économie toute entière. Les études UE montrent en revanche une période plus courte (parfois même une apparition concommittante au programme) d'apparition d'effets indirects. Ce point est sans doute à resituer par rapport au fait que les programmes ESA sont beaucoup plus focalisés sur les effets directs et l'obligation contractuelle faite aux participants de livrer un résultat spécifié à l'ESA.

---

[8] Des études plus fines, non directement issues d'une application de la méthode Beta, de l'influence de l'ESA sur la structuration et le développement du secteur spatial sont aussi données par Bach L. et Lambert G. [1991], ainsi que Cohendet P. et Lebeau A. [1986], notamment à travers l'étude de deux aspects de l'arrangement institutionnel propre à ce programme : nature de l'acteur concepteur du contenu de la RD et gestionnaire du programme (rôle de l'Agence comme organisme ad hoc) et modalités de sélection des participants (règle du juste retour).

Une autre interrogation se rattache à la pérennité des effets, liée au degré de maturité des domaines technologiques sur le(s)quel(s) porte le PPRD. L'évaluation du programme Esprit nous amène par exemple à poser l'hypothèse que dans un domaine technique où aucun "dominant design" ne s'est imposé, de nombreux "petits effets" peuvent apparaître mais resteront très localisés dans le temps et l'espace (pour la même raison, il n'y a quasiment pas de création de masse critique à la suite de ce programme). Alternativement un produit ou une technologie issu d'un programme peut s'affirmer dans le temps comme un standard technologique, ce qui constitue aussi un autre "canal", avec des propriétés spécifiques, par lequel le programme peut avoir un impact économique sur l'industrie.

- A propos des problèmes liés à "l'additionalité"

La position de la méthode Beta quant à ce problème d'additionalité, et celui correspondant de la justification de l'action des pouvoirs publics, est relativement simple. Les questions posées aux participants le sont toujours par rapport à la référence implicite à une situation hypothétique dans laquelle ces participants n'auraient pas été impliqués dans le programme. La plupart du temps donc, les participants se réfèrent à "l'hypothèse nulle" (pas de programme et "rien d'autre"), mais parfois aussi à un scénario alternatif. Le principal enseignement retiré de l'application de la méthode Beta, d'ordre qualitatif, est la complexité de ce problème d'additionalité : est-ce que le participant n'aurait pas réalisé le projet sans le financement de l'Etat ? est-ce qu'il l'aurait fait différemment (moins vite, moins ambitieux technologiquement, sans collaboration avec d'autres participants...) ? est-ce que ex-ante la perspective de participer au programme a modifié sa stratégie ? Dans la quasi totalité des cas rencontrés, le projet n'aurait pas été entrepris sans le PPRD, ou aurait pris plus longtemps, ou aurait été beaucoup plus modeste. Une question explicite sur ce point devrait d'ailleurs être exploitée dans des études futures.

Toujours est-il qu'il n'a pas été réellement possible dans les études Beta d'établir un lien entre le degré d'additionalité des projets (plus ce degré est élevé, plus l'écart entre l'existence du PPRD et l'hypothèse nulle est important, i.e. plus l'action de l'Etat a été déterminante) et l'importance des effets observés, en partie à cause de l'existence d'effets indirects par définition non attendus au moment où la décision de faire ou de ne pas faire le projet aurait du être prise. D'un point de vue théorique, on pourrait s'attendre en raisonnant ex-ante à ce que les projets prioritaires pour l'entreprise soient de toutes façons faits sans le soutien de l'Etat, et que donc les projets à additionnalité forte aient des résultats faibles, ou au contraire que les projets à additonalité forte soient en fait les plus risqués, avec donc des résultats les plus bénéfiques.

Le découpage entre effets directs et indirects propre à la méthode Beta et l'identification présentée plus haut des différents rôles au sein d'un PPRD conduisent aussi à douter de la possibilité d'étudier empiriquement un autre aspect du problème de l'additionalité tel qu'il est appréhendé par l'approche disons néo-classique (cf par exemple l'analyse coût-avantage). Dans cette approche en effet, la question "est-ce que les choses se seraient passées comme cela sans l'Etat" est couplée avec la question "qu'est-ce qui se serait passé si l'Etat avait fait autre chose". C'est bien sûr la question du coût d'opportunité qui est ici posée. Il apparaît en fait que pour

répondre à cette question, une analyse doit être menée à tous les niveaux de l'exécution d'un programme : qu'aurait fait l'Etat avec le même montant financier ? qu'aurait fait chacun des participants sans le PPRD ? qu'aurait fait chacun des utilisateurs des outputs sans le PPRD? etc. D'où l'interrogation précédente sur la faisabilité d'une telle analyse. Le cas de l'ESA est d'ailleurs particulièrement significatif de la difficulté de cette question. Alors même que c'est le programme qui, notamment par les sommes engagées et l'importance médiatique qu'on lui accorde, suscite le plus d'interrogation quant à son utilité même, c'est le programme qui par la complexité des effets qu'il induit rend le plus difficile l'estimation de l'efficacité d'une utilisation alternative des fonds publics.

CONCLUSION

L'objectif de cet article était double. D'une part il s'agissait de proposer une caractérisation des programmes publics de R&D à partir des arrangements instititionnels qu'ils adoptent et des objectifs qu'ils leur sont assignés, et montrer que la diversité de ces programmes pouvait être expliquée par le fait qu'ils étaient ancrés, partiellement ou totalement, de manière implicite ou explicite, dans des paradigmes ou modèles d'innovation. D'autre part, en partant de l'hypothèse que les méthodes d'évaluation et les effets évalués étaient eux aussi ancrés dans des modèles d'innovation, nous avons essayé de montrer que la méthode Beta pouvait être considérée comme transversale par rapport à ces modèles, que cette transversalité permettait de l'adapter à différents contextes d'évaluation, et qu'enfin de l'application de cette méthode on pouvait retirer certains enseignements quant aux problématiques de base d'évaluation des effets économiques de programmes publics de R&D.

Cette analyse s'inscrit, modestement, dans la perspective plus large d'une meilleure définition des caractéristiques des programmes, et en particulier d'une meilleure adaptation des arrangements institutionnels adoptés par rapport aux objectifs poursuivis ainsi que d'une clarification de ces derniers. Elle vise aussi à une meilleure compréhension de la pertinence des méthodes disponibles par rapport à tel ou tel contexte d'évaluation. Mais elle suggère aussi que le défi principal en matière d'évaluation est bien de perfectionner les méthodes afin de les rendre plus aptes à prendre en compte et mesurer conjointement des effets qui jusqu'ici apparaissaient lorsque l'on examinait la réalité avec une perspective néo-classique d'une part et évolutionniste d'autre part. En ce qui concerne la méthode Beta, ce défi se traduit sans doute en partie par une vision plus large que celle limitée aux seuls participants des programmes de R&D, et à un centrage plus explicite sur les connaissances et processus de création de connaissances crées ou modifiés par ces programmes.

BIBLIOGRAPHIE

AMENDOLA M. - GAFFARD J.-L., 1988, "La dynamique économique de l'innovation", Economica, Paris.

BACH L., 1992, "L'évaluation des effets économiques des programmes spatiaux - fondements des méthodologies et perspectives dynamiques", Thèse de doctorat, Université L. Pasteur de Strasbourg, France.

BACH L. & GEORGHIOU L., 1998, "The Nature and Scope of RTD Impact Measurement", International Workshop on Measurement of RTD Results/Impact, Brussels, May.

BACH L. - LAMBERT G., 1992, "Les règles de fonctionnement du programme spatial européen : analyse des facteurs d'intégration et de variété industrielles", Revue d'Economie Industrielle, n°59, 1er trimestre.

B.E.T.A., 1980, "Les effets économiques indirects des dépenses spatiales européennes", For the European Space Agency.

B.E.T.A., 1987, "The indirect economic impact of ESA's contracts on the Danish Economy", Rapport final pour la Danish Research Administration.

B.E.T.A., 1988, "Etude sur les effets économiques des dépenses spatiales européennes", Résultats (Vol.1) et Rapport théorique et méthodologique, Vol.2, pour l'Agence Spatiale Européenne.

B.E.T.A., 1989,"Analyse des mécanismes de transfert de technologies spatiales : le rôle de l'Agence Spatiale Européenne", ESA Rapport final.

B.E.T.A., 1989,"Les effets économiques indirects des contrats de l'ASE sur l'économie canadienne", rapport pour l'Agence Spatiale Canadienne (collaboration entre le BETA et l'école HEC de Montréal, Canada).

B.E.T.A., 1990,"Mesure des impacts des centres techniques : un essai méthodologique", rapport pour l'AFME, Paris.

B.E.T.A., 1991,"Problématique d'évaluation des effets directs des programmes spatiaux", rapport pour l'Agence Spatiale Européenne.

B.E.T.A., 1993, "Economic evaluation of the effects of the Brite-Euram programmes on the European Industry", Final Report, EUR 15171, CEC Luxembourg.

B.E.T.A., 1994, "Évaluation sur les effets économiques des programmes EuRham, Brite et Brite-EuRam 1 - Irlande, Grêce, Portugal, Espagne, PME", rapport final pour la CEE DG XII-C.

B.E.T.A., 1995,"Technological Transfers in BRITE-EURAM", rapport final pour la CEE, DG XII–C.

B.E.T.A., 1995,"Evaluation of the Economic Effects Generated by R&D Services Provided to Industry by Materials Ireland", Rapport final pour Materials Ireland–Forbairt, Dublin (Irlande).

B.E.T.A., 1995 "Évaluation de l'impact de l'aide à l'innovation dans les PME soutenues par l'ANVAR. Étude de la région Alsace", rapport final pour l'ANVAR.

B.E.T.A., 1997,"Pilot economic evaluation of Esprit HPCN Results", rapport final pour la DG III-Industrie F1.

BRAMSHILL CONSULTANCY LTD, "Study on the global assessment of the economic effects of certain ESA programmes", rapport final pour l'Agence Spatiale Européenne (ESA), octobre 1998.

CALLON M., LAREDO P., RABEHARISOA V., 1991, "Des instruments pour la gestion et l'évaluation des programmes technologiques : le cas de l'AFME", in FORAY D. - DE BANDT J. (ed.), 1991, "L'évaluation économique de la recheche et du changement technique", Presses du CNRS, Paris.

CAMERON H., 1998, "The problem of additionality in the context of public RTD programmes", International Workshop on Measurement of RTD Results/Impact, Brussels, May.

COHENDET P. - LEBEAU A., (1987) : "Choix stratégiques et grands programmes civils", Economica, Paris.

ERGAS H., 1987, "The Importance of Technology Policy", in DASGUPTA P. - STONEMAN P., 1987, "Economic Policy and Technological Performance", Cambridge University Press.

GAFFARD J.-L. (1990) : "Innovations et changements structurels - revue critique de l'analyse économique moderne de l'innovation et des changements structurels", Revue d'Economie Politique, n°3, pp. 325-382.

GARCIA A., AMESSE F., SILVA M., (1996), "The indirect economic effects of Ecopetrol's contracting strategy for informatics development", Technovation, vol. 16, n°9.

GEORGHIOU L. - MEYER-KRAHMER F., (1992), "Evaluation of socio-economic effects of European Community R&D programmes in the SPEAR network", Research Evaluation, vol.2 N°1, April.

GRILICHES Z., 1979, "Issues in Assessing the Contribution of Research & Development to Productivity Growth", Bell Journal of Economics, vol.10, n°1 (pp. 92-116).

KLINE S.J. - ROSENBERG N., 1986, "Innovation : An Overview", in LANDAU R. - ROSENBERG N. (ed.), "The Positive Sum Strategy", Academy of Engineering Press (pp. 275-305).

OECD, (1997), "Policy Evaluation in Innovation and technology - Towards Best Practices", Proceedings of the Conference organised by OECD's Diectorate of Science, Technology and Industry, June.

ROTHWELL Roy, 1994, "Industrial Innovation : Success, Strategy, Trends", in "The handbook of industrial innovation", edited by Mark Dogson and Roy Rothwell, Edward Elgar, Cheltenham, UK.

TOSI FURTADO A. et al., 1998, "Economic evaluation of large technological programmes : the case of Petrobras's deepwater programme in Brazil - Procap 1000", APEC Symposium on Evaluation of S&T Programmes among APEC member economies, Wellington, 2-4 december, New Zealand.

VALENTIN F. et al., 1994, "The impact of EC programmes on RD decision making : survey of a sample of industrial participant", document EUR 15233.

VON BANDEMER S. et al., 1996, "Typology of partnerships in the european research and innovation system", document EUR 16964.

ANNEXE :

Répartition des rôles dans les différents programmes évalués avec la méthode Beta, et distinction effets directs / effets indirects en fonction des objectifs opérationnels

CAS 1 : LABORATOIRE PUBLIC FINANCE SUR UNE PERIODE DONNEE
(cas non étudié)

Etat	Laboratoire public	Industrie / reste de la société
financeur design prog design mod	**design projet** **design mod** **gestion prog**	
	RD	
gestion utilisation	**gestion utilisation** utilisation	gestion utilisation **utilisation**

CAS 2 : PROGRAMMES DE L'UE (Brite-Euram ou Esprit) ET DE L'ANVAR

Etat	EU / DG XII ou XIII ou ANVAR	Partenaires projets	Reste de la société
financeur	design projet **design mod** gestion prog	**design projet** **gestion prog**	
		RD	
	gestion utilisation	**gestion utilisation** **utilisation**	utilisation

CAS 3 : PROGRAMMES DE L'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE (ESA)

Etat	ESA	Partenaires projets	Reste de la société	
financeur	**design projet** **design mod** **gestion prog**	gestion prog		
		RD		
gestion utilisation	**gestion utilisation**		**utilisation**	<-- *objets commandé par l'ESA*
		gestion utilisation **utilisation**	utilisation	<-- *connaissances accumulée par participants*

CAS 4 : PROGRAMME PROCAP 1000 DE PETROBRAS

Etat	Petrobras	Partenaires projets	Parapétroliers
financeur	**financeur** **design projet** **design mod** **gestion prog** **RD** **gestion utilisation** **utilisation**	RD **gestion utilisation** **utilisation**	**gestion utilisation** **utilisation**

CAS 5 : PROGRAMME MATERIAL IRELAND OU CENTRES TECHNIQUES

Etat	Centres techniques	Industrie cliente	Reste de l'économie	
financeur **design mod**	**design projet** design mod **gestion prog** **RD**	**financeur** **design projet** **gestion prog**		
	gestion utilisation	utilisation	utilisation	<-- *recheche propre du CT*
	utilisation	**gestion utilisation utilisation**		<-- *prestations de RD pour clients*

CAS 6 : PROGRAMME SOFTWARE DE ECOPETROL

Etat	Ecopetrol	Industrie contractante		
financeur	**financeur** **design projet** **design mod** **gestion prog**	**RD**		
	gestion utilisation **utilisation**		<--	*software commandé par Ecopetrol*
		gestion utilisation **utilisation**	<--	*connaissances accumulée par l'industrie contra*

UNE ETUDE TRANSVERSALE DES FACTEURS D'INNOVATION

Laurent BACH*
Gilles LAMBERT*

* BETA (Bureau d'Economie Théorique et Appliquée) Université L. Pasteur, Strasbourg, France

INTRODUCTION

Les études empiriques concernant les facteurs conditionnant l'innovation mettent en évidence plusieurs familles d'explication. De nombreux travaux ont en effet tenté de dégager les facteurs de succès, d'échecs et ceux qui finalement n'ont pas d'influence significative. Ils sont bien sûr d'abord liés aux caractéristiques des produits innovants eux-mêmes, mais contiennent aussi en général des éléments issus des environnements technique et économique de l'entreprise dans lesquels ceux-ci prennent place. Plus récemment sous l'influence des travaux sur les coûts de transaction (Williamson, 1989), les analyses économiques de l'entreprise admettaient un lien entre les performances de la firme et sa structure organisationnelle même si la description de cette dernière reste très sommaire avec le recours de la hiérarchie ou du marché et plus récemment de formes hybrides.

Une synthèse récente concernant les facteurs de succès et d'échec de l'innovation couvrant les trente dernières années (Millier, 1993) montre l'existence d'invariants comme une bonne définition des produits, leur unicité vis-à-vis de la concurrence, la possibilité de synergies avec le reste de l'activité de l'entreprise, la taille des marchés visés et leur taux de croissance, ou encore une bonne interaction entre les compétences marketing et développement du point de vue de l'organisation de l'entreprise.

Les études d'évaluation de programmes de R&D réalisées par le B.E.T.A permettent d'identifier un certain nombre de ces facteurs. Ces recherches concernant les programmes spatiaux européen et canadien, les aides à l'innovation de l'ANVAR pour la région Alsace, les programmes européens BRITE-EURAM et ESPRIT, ou encore le programme irlandais Materials Ireland, font apparaître des invariants sur les conditions de succès et d'échecs.

Nous proposons dans cette recherche d'effectuer dans un premier temps une mise à jour des études empiriques sur l'innovation, de faire dans un second temps une lecture transversale des études d'évaluation du BETA afin d'identifier les faits saillants sur ce phénomène tels qu'ils nous sont apparus. Cette deuxième étape nous permettra de confirmer, d'infirmer, voire d'enrichir la liste des facteurs identifiés par les études sur le management de l'innovation. Il nous paraît d'ores et déjà que des facteurs comme la capacité d'absorption des connaissances acquises lors d'activité R&D (notion de masse critique), ou la souplesse dans l'évolution de la structure organisationnelle en fonction de l'état de la technologie sur laquelle porte l'innovation, représentent des éléments importants encore peu étudiés jusqu'alors. Le recours à des laboratoires de recherches universitaires, non pas pour confirmer des résultats faits en interne, mais pour réaliser une étape conséquente et indispensable du cycle d'innovation apparaît essentiel.

Enfin, dans une stratégie de développement de l'entreprise à long terme, il semble qu'un équilibre entre les différentes fonctions de l'entreprise partant du département R&D jusqu'aux services Ventes et Marketing, est nécessaire afin qu'aucune fonction ne prenne un ascendant sur les autres au détriment de la cohérence globale du processus d'innovation (Miller, 1992). Or, nombreuses de nos observations montrent une « prise de pouvoir » d'une fonction particulière (technique par exemple dans un contexte d'entreprise techniciste), la plupart du temps celle qui a le plus contribué par

le passé à fournir à l'entreprise sa position actuelle. Une autre opposition vitale pour le bon déroulement d'un processus d'innovation sera mis en lumière dans cet article en nous appuyant sur une proposition d'un cadre général fédérant les principales théories de l'innovation (Poole - Van de Ven, 1989). Elle concerne la coexistence simultanée lors du développement d'une innovation d'éléments immanents quasiment programmés avec des éléments émergents plus aléatoires. Nous verrons sur la base des évaluations pratiquées par le Beta que ces considérations permettent de réconcilier des approches néoclassiques de l'innovation avec des mécanismes d'inspirations évolutionnistes et nous en tirerons des conclusions en matière de management de l'innovation.

PARTIE I: FACTEURS DE SUCCES DE L'INNOVATION DANS LES ETUDES BETA : UN ENRICHISSEMENT DE LA GRILLE PROJET/ ENTREPRISE / MARCHE

Le but de cette partie est de faire le point sur les facteurs identifiés dans différentes études conditionnant le succès des innovations. Certains se recoupent quelle que soit l'approche retenue mais dans l'ensemble la nature de ces facteurs varie avec la technique retenue pour appréhender le phénomène d'innovation. Trois grandes approches peuvent être identifiées. La première qui est la plus répandue (Millier, 1993 ; Rothwell, 1994) consiste à interroger les entreprises une fois l'innovation avérée sur les conditions de son succès. Cette évaluation essentiellement statique ne permet pas de rendre compte du cheminement parfois complexe de l'innovation. Une seconde approche a posteriori part de l'innovation et remonte l'ensemble de l'arborescence jusqu'à l'origine du projet, donnant ainsi une idée précise de la dynamique du processus. Elle inclut des cas d'innovations technologique et organisationnelle. Une troisième voie est proposée par le BETA, elle consiste à dérouler tout le processus de R&D projet par projet de l'amont vers l'aval sans idée a priori sur le succès ou l'échec final. A chaque fois, la nature des facteurs influençant le succès de l'innovation s'enrichit d'éléments nouveaux. Une autre caractéristique des études d'évaluation menées par le BETA est la grande variété des programmes de R&D étudiés, certains concernant des projets menés par des entreprises seules, d'autres correspondant à des projets de recherche en réseau insérés dans des formes institutionnelles plus ou moins hiérarchisées en tant que niveaux de responsabilité. Cette grande variété va faire émerger des facteurs de succès ne pouvant apparaître dans les approches précédentes.

1. Facteurs issus d'analyses statiques a posteriori de l'innovation

Dans un travail récent portant sur plusieurs décennies de recherche empirique Millier (1993) propose une synthèse concernant les principaux facteurs influençant l'innovation dans un sens qui la favorise comme dans l'autre. Nous avons reproduit ci-dessous ces facteurs dans les grandes lignes en le complétant par l'étude relativement complète réalisée par Rothwell (1994). Trois niveaux ont été retenu, celui des caractéristiques du projet lui même, celui de l'organisation de l'entreprise, et celui enfin plus large des facteurs de l'environnement économique. Les facteurs d'échec sont naturellement duaux par rapport aux éléments favorisant l'innovation, toutefois le tableau n'est pas strictement symétrique et des éléments comme le manque de flexibilité de l'organisation afin de s'adapter aux conditions requises par

le projet d'innovation confirment d'autres études sur l'adaptation organisationnelle au changement engendré par l'innovation (Lambert, 1993). Parmi les facteurs n'ayant pas d'influence figurent la nature « poussée par la technologie » ou « tirée par la demande » et de façon plus surprenante le montant des dépenses en R&D.

Docter-Stockman (1983) dans une étude portant sur plus de 350 PME aux Pays-Bas montrait combien le degré d'innovation dépendait par ailleurs des contacts avec les fournisseurs, des efforts faits en matière de veille technologique (lecture technique régulière), des contacts avec les universités et laboratoires et des contacts informels entretenus avec d'anciens collègues par exemple.

	Facteurs de succès	Facteurs sans influence	Facteurs d'échec
Niveau du projet	- Nouveauté du produit ou supériorité/concurrence - Adaptation à la demande - Bénéfices retirés par le client - Synergie avec activités de l'entreprise - Degré de maîtrise technique - Bon support technique aux consommateurs	- Nature "push" ou "pull" du projet - Complexité technique - Qualité du démarrage de la production	- Nouveauté du produit/ à l'activité de l'entreprise - Pas de synergie avec les produits courants - Produit peu supérieur aux concurrents - Mauvaise maîtrise technique
Niveau de l'entreprise	- Bonne connaissance du marché (service marketing) - interaction marketing et développement - Coordination inter-fonctionnelle - Compétence technique - Existence d'un responsable senior et rôle de champion - "gatekeeper" technologique - Implication de la DG - Stratégie technologique de long terme	- Caractéristiques de la firme (CA, secteur, nationalité) - Montant des dépenses R&D	- Mauvaise évaluation stratégique du marché - Effort marketing inadapté - Absence de planification, prévision des ventes - Défaillance du service après-vente - dialogue faible avec experts - mauvaise interface entre les fonctions de l'entreprise - manque de souplesse
Niveau de l'environnement	- Taille et taux de croissance - Concurrence faible - Concentration du marché	- Etre premier ou second sur le marché - situation de duopole	- Dynamique des marchés (introduction fréquente de produits nouveaux) - Satisfaction de clients pour les solutions mises en place - Concurrents puissants

(d'après Millier, 1993 et Rothwell, 1994)

Signalons que ces investigations, pour intéressantes qu'elles soient, concernent essentiellement des innovations de produit faisant l'impasse totale sur les formes d'innovations de processus ou organisationnelles. De même, le caractère statique ou ponctuel de l'argumentation relevé ici ne permet pas de faire apparaître la richesse du processus d'innovation sur toute sa longueur avec des durées allant parfois sur plusieurs décennies comme nous allons le voir avec le paragraphe qui suit.

2. Facteurs issus d'analyses dynamiques a posteriori de l'innovation

Sans référence à des mécanismes quelconques conditionnant l'innovation Schroeder - Van de Ven - Scudder - Polley (1989) proposent de dresser la cartographie précise de plusieurs cas d'innovation. Sept cas sont étudiés représentant une large palette d'innovations impliquant un nombre très variable d'acteurs (de quelques uns à plusieurs centaines), concernant des innovations de produit ou organisationnelles. Cinq concepts interdépendants sont retenus afin d'établir la carte de chaque innovation en remontant jusqu'à l'idée originelle du projet : les idées, les hommes, les transactions, le contexte et les outputs. Il s'agit alors de mieux comprendre comment et pourquoi l'innovation est developpée par les hommes engagés dans des transactions avec d'autres agissant à l'intérieur d'un contexte institutionnel donné. Plusieurs facteurs explicatifs vont être mis en avant par les auteurs qui retracent l'enchaînement temporel des séquences d'activité allant du concept à la réalité concrète de l'innovation. Des exemples aussi variés que la production d'un blé hybride, la réalisation d'un programme d'implant pour une « oreille bionique », la conception d'un nouveau système de défense navale pour l'US Navy, ou encore la mise en place d'un programme de management stratégique des ressources humaines dans une grande entreprise, ont été étudiés. Au delà des grandes différences en termes d'horizon temporel pour que l'idée aboutisse en tant qu'innovation allant de quelques années à plusieurs décennies, six facteurs communs à tous ces projets ont pu être mis en évidence.

Le premier d'entre-eux fait apparaître que le phénomène d'innovation est toujours stimulé par des **chocs** qui peuvent être internes ou externes à l'unité qui la met en œuvre. Ces chocs, qui prennent des formes aussi diverses que la mise en place de nouveau leadership, de pertes de marché massives sur un produit ou un secteur, de crise budgétaire, apparaissent comme des moments indispensables à la mise en action des idées de changement. Ils permettent de relancer un effort qui avait été abandonné par exemple et ne doivent pas être vus comme des éléments négatifs à l'action. Au contraire, ils confirment l'idée plus ancienne (March - Simon, 1958) selon laquelle la nécessité, l'opportunité ou le sentiment d'inconfort constituent des conditions préalables essentielles à la mise en œuvre de l'action dans les organisations.

Un autre élément commun ressortant de cette étude longitudinale est la **prolifération** des idées au cours du processus d'innovation. L'idée initiale tend à proliférer donnant parfois lieu à plusieurs innovations. La difficulté lorsque l'entreprise se trouve confrontée à ce type de problème est la détermination des chemins porteurs en termes stratégiques. Des solutions peuvent ne pas trouver immédiatement des applications et restent un certain temps sur étagère, d'autres conduisent à des spin offs importants. Tout l'art de l'innovateur est de ne pas perdre ces connaissances créées et de les faire converger au bon moment pour aboutir à l'innovation. Un des outils managérials favorisant la richesse du processus de prolifération et évitant la dispersion consiste à réaliser des boucles de retour possibles dans les cycles de développement du projet (idée de feed back de Kline-Rosenberg) ainsi que des dialogues récurrents entre les unités fonctionnelles de l'entreprise telles que la R&D, la production, le marketing dans le but de faire circuler l'information.

D'autre part, des **échecs** imprévisibles et des **surprises** apparaissent inévitables le long d'un processus d'innovation. De ces échecs et surprises est issu un apprentissage qui est en quelque sorte co-généré par ces errances et qui s'avère indispensable au succès de l'innovation. Nous savons que des apprentissages importants sont générés dans l'entreprise lorsqu'elle acquiert la quasi certitude que certaines voies ne sont plus à explorer. En général, l'apprentissage se développe de trois façons dans les organisations, par imitation, extrapolation ou essais-erreurs, et sa compréhension dans toutes ses dimensions constitue la meilleure façon de manager les échecs et surprises potentielles. La difficulté pour le management consiste plutôt dans la détection de l'erreur dans la mesure où ce diagnostic est contrarié la plupart du temps par des responsabilités mal définies, des attitudes consensuelles de groupe émoussant les conflits, des pertes de mémoire dues au « turn over » des salariés, ou encore un manque de ressources tampons (slack resources) permettant de prendre le recul nécessaire.

L'innovation est ensuite souvent réalisée grâce à la **concomitance du vieux et du nouveau**. Ces deux éléments sont liés dans le temps et parfois nécessaires à l'émergence d'une innovation. Des projets innovants peuvent apparaître par simple recombinaisons de savoir existant dans l'entreprise à travers un nouveau schéma organisationnel qui va les mettre en liaison. L'innovation n'est donc pas toujours un simple remplacement ou une addition à l'existant dans l'entreprise, mais peut relever d'une simple recombinaison. La plupart du temps les exemples étudiés par l'école du Minnesota montrent que c'est dans la relation entre l'ancien et le nouveau que l'innovation finale progresse. Ceci pose le problème fondamental de la gestion d'une mémoire organisationnelle et de la capitalisation et de la vélocité de circulation des connaissances acquises par l'entreprise.

Un autre facteur relevé dans cette étude empirique est l'accompagnement nécessaire des variables de l'organisation. En effet, des **restructurations organisationnelles** apparaissent à chaque fois nécessaires au bon déroulement de l'innovation. Nous retrouvons ici l'un des arguments apparus dans les analyses statiques précédentes (souplesse organisationnelle), mais il se précise dans son ampleur du fait de la variété des projets étudiés ici. Ces restructurations peuvent être plus ou moins profondes allant de la joint-venture, à des changements de responsabilité d'un département à l'autre pour le projet d'innovation, jusqu'à des formes douces mais tout aussi déterminantes d'altération des systèmes de contrôle dans l'organisation. Conformément aux travaux de Galbraith ces changements organisationnels peuvent prendre des aspects variés formels, informels, temporaires (groupe projet) ou permanents impliquant un nouvel arrangement organisationnel de la superstructure de l'entreprise (nouvelle division, adoption d'une structure matricielle).

Enfin le sixième facteur repéré par les auteurs concerne le degré **d'implication de la direction** ou du top management en général vis-à-vis du projet d'innovation. Plusieurs niveaux de managers sont concernés par les décisions majeures qui jalonnent un processus de création comme une innovation. Pour qu'il aboutisse il nécessite parfois de bouleverser l'ordre établi dans l'organisation et la direction doit afin de faciliter le changement être impliquée directement dans toutes les décisions majeures. Certains auteurs considèrent même que le succès du changement dépend de l'ardeur que déploie le top management allant jusqu'à des explications en termes

d'auto-renforcement (March, 1997) dans la mesure où plus l'innovation est acceptée en haut lieu plus les budgets et autres facilités organisationnelles s'ajustent en conséquence.

3. Facteurs issus des analyses dynamiques descendantes du BETA

Par rapport aux autres études répertoriés par le survey de Millier (1993) ou de Schroeder - Van de Ven - Scudder - Polley (1989), les études du Beta présentent au moins trois originalités de nature à enrichir dans plusieurs directions l'analyse des facteurs-clés de succès des innovations. La première originalité est la distinction opérée entre effets directs et effets indirects, les premiers correspondant aux innovations directement issues du projet évalué et correspondant aux objectifs de ce dernier; les seconds correspondent à différentes innovations ou changements induits par le projet évalué, mais non prévus au départ ou à tout le moins non inscrits parmi ses objectifs explicites. Signalons que pour des raisons non développées ici, seuls les effets indirects ont été évalués dans le cas des études pour l'ESA. L'approche est donc plus globale que le travail empirique sur laquelle se fonde la plupart des études répertoriées, qui partent généralement d'une innovation réussie ou ratée pour "remonter" dans l'historique des causes de ces réussites ou échecs. A l'inverse le Beta part d'une activité de R&D spécifiée et "déroule" l'historique des conséquences diverses qui en découlent, ce qui rend nécessaire d'essayer de mettre au regard l'ensemble de ces conséquences par rapport aux objectifs premiers de la recherche, et donc justifie la distinction effets directs / indirects et la classification opérée parmi ces derniers.

En second lieu, une lecture attentive de la grille des effets montre que les innovations étudiées sont de natures plus diverses que les innovations de produits couvertes par le survey. L'approche du Beta porte en effet sur les catégories habituellement distinguées d'innovations de produits, de procédés et organisationelles. Les trois catégories sont souvent intimement mêlées (dans la mesure où une innovation d'un type accompagne nécessairement une innovation d'un autre type). Des innovations en matière de service sont également présentes, au sens où une firme peut proposer un nouveau service (ce qui est une catégorie plus restreinte de ce qui est couvert par la littérature sur l' "innovation dans les services"). D'autre part le traditionnel découpage entre innovations pour le marché et innovation pour la firme n'est pas effectué ici, et les deux catégories d'innovation coexistent donc. Une analyse plus détaillée des cas montrerait sans doute que les innovations pour la firme sont plus nombreuses que les innovations pour le marché. Néanmoins, pour les besoins de la comparaison entreprise ici avec les études des facteurs de succès des innovations, nous nous focaliserons essentiellement sur les innovations de produits, tout en ajoutant le cas échéant quelques remarques complémentaires sur les autres formes d'innovations.

Enfin, dans les études Brite-Euram (BE) et Esprit, les projets examinés sont des projets coopératifs, entre plusieurs partenaires de pays différents réunis au sein d'un "consortium" (au moins 3 partenaires d'au moins 2 pays différents, dont au moins une université ou un centre de recherche). Selon les études et selon le type de résultats présentés, les analyses sont menées sur l'un ou l'autre voire en parallèle sur les deux plans suivants : au niveau du consortium et au niveau de chacun des partenaires. Bien que la dimension coopérative existe également pour certains des

projets ESA, l'analyse sur les deux plans n'a pas été effectuée lors des études correspondantes.

Les spécificités de l'approche développée par le Beta et le caractère particulier des projets évalués au cours des différentes études rendent aussi nécessaires de donner quelques précisions supplémentaires pour appréhender correctement les résultats présentés ici.

Les acteurs évalués au cours des différentes études appartiennent à trois catégories: entreprises, centre de recherche, laboratoires universitaires. Nous nous concentrerons ici naturellement sur les entreprises. Cependant certains phénomènes apparaissant au niveau de consortia (projets coopératifs) nécessiteront le cas échéant d'inclure les autres types d'acteurs dans le champ d'analyse.

Le critère de succès peut être considéré sous plusieurs angles, en fonction de la distinction entre effets directs et effets indirects d'une part, et de la nature technique ou économique du succès. Si l'on se limite aux effets directs, schématiquement le projet analysé peut ainsi être un échec ou un succès technique (i.e. les objectifs techniques ont été atteints); au cas où il est un succès technique, il peut être un succès ou un échec économique. Si l'on inclut les effets indirects, le projet en tant que tel peut très bien être un échec technique et/ou économique mais générer des innovations induites qui seront elles des succès techniques et économiques traduits par des effets indirects. Deux questions se posent alors :

- ces effets indirects peuvent-ils être considérés comme montrant un succès du projet évalué ou un succès d'un second projet dérivé du projet initial ? bien que la distinction soit parfois difficile à identifier empiriquement, nous choisirons ici plutôt la seconde option;
- si le succès technique peut être relativement objectivement évalué, le succès économique est plus sujet à débat : à partir de quel montant financier considère-t-on un succès, selon quel critère,... ? pour arbitraire et simplificateur que soit ce choix, nous retiendrons comme critère un coefficient d'effet (direct ou indirect) supérieur à un.

Une autre précision concerne l'articulation entre les projets évalués par le BETA et le portefeuille de projets des entreprises. Dans les études Brite-Euram et Esprit, les projets observés sont des projets de recherche, plus ou moins proches du marché, financés par la puissance publique, mais en pratique généralement **insérés** dans des opérations plus vastes menés par les entreprises : soit dans des programmes de recherches (exemple : parmi les recherche sur les matériaux composite que mène une entreprise, telle famille d'alliage est étudiée au travers d'un projet Brite-Euram), soit dans un projet de développement de produit, procédés ou services (exemple : dans le cadre du développement d'une nouvelle application bureautique, le module de reconnaissance de caractère est développé sur un projet Esprit). Le cas des projets ANVAR correspond à cette seconde configuration. Dans le cas ESA, en général le projet a une autonomie propre dans le sens où il est entièrement réalisé dans le cadre du contrat ESA. Enfin dans le cas de Materials Ireland, les projets correspondent plutôt à des solutions de problèmes techniques rencontrés par les entreprises, que ce soit en recherche, en conception ou en production.

Volontairement, les résultats chiffrés ne sont sauf exception pas indiqués ici, afin de ne pas alourdir la présentation. L'analyse est centrée sur l'existence de corrélation ou de tendance révélant des relations causales ou contingentes, et non pas sur l'aspect quantitatif. Le lecteur intéressé pourra se reporter aux différents rapports cités en bibliographie.

Taille des firmes :

Nous nous basons essentiellement ici sur l'évaluation des programmes Brite-Euram, Esprit, Materials Ireland, ESA, Anvar en France. D'une manière générale, les grandes firmes obtiennent de meilleurs résultats que les PME. La distinction entre effets directs et indirects permet cependant de préciser cette tendance. Plus précisément, dans les études où les deux types d'effets sont observés, les grandes firmes ont nettement plus d'effets directs que les PME, alors que pour les effets indirects il n'est pas possible de conclure dans un sens ou dans l'autre : dans le cas BE, les grandes firmes ont plus d'effets indirects, alors que ce sont les PME dans les cas Esprit et MI.

Parmi les explications à cet écart entre les résultats des deux types de firmes figurent les deux handicaps traditionnels des PME, à savoir d'une part le manque de ressources financières, et d'autre part la faible masse critique de compétences et le manque de variété de ces compétences. Le résultat concret de ces handicaps étant un accès difficile à des marchés suffisamment importants pour rentabiliser les éventuelles innovations, pour des raisons techniques, commerciales, géographiques.... Ceci conduit également à réviser quelque peu l'opinion courante selon laquelle les PME sont plus aptes à innover en raison de leur plus grande flexibilité. Un autre aspect moins souligné dans la littérature concerne le défaut de confiance de la part de clients potentiels dont peuvent souffrir certaines PME innovantes, ce qui leur bouche en quelque sorte l'accès à de nouveaux marchés auxquels elles pourraient en principe prétendre. Il a été plusieurs fois observé la réticence des acheteurs des grandes firmes à confier un marché important à des PME, car ils craignaient que ces dernières ne soient pas à même de tenir à moyen ou long terme leurs engagements concernant le coût, le délai et la qualité.

En termes d'effet directs, on observe ainsi qu'il existe un ordre de magnitude entre les effets générés par les PME filiales de grandes entreprises privées et les autres, les premières bénéficiant à plein de l'appartenance à un grand groupe, principalement dû aux facilités d'investissement et souvent au marché captif confié par la maison-mère via un accord de sous-traitance. D'autre part, les PME regroupés au sein de ce que l'on peut qualifier de "holding de PME" tirent en partie leur épingle du jeu : les effets d'économies d'échelle et/ou de variété dus à l'appartenance à un "holding" révèlent en particulier des effets directs non négligeables.

Un autre aspect intéressant concerne l'activité de recherche des PME. De très nombreuses études s'attachent actuellement à comprendre et à définir le rôle et la nature de la recherche dans les PME. Le critère retenu dans l'étude du BETA est extrêmement simple : ont été retenues comme PME faisant de la recherche, celles qui ont un budget recherche identifié. Aucune analyse qualitative de ce budget n'a pu être entreprise car ce budget recouvre des réalités trop différentes en fonction du secteur, du pays, des coutumes ; c'est plus une volonté de faire de la R & D que tout

autre élément qui est pris en compte par ce paramètre. L'étude a ainsi couvert un ensemble de PME qui, malgré leur participation à BE, n'ont ni budget ni homme affectés comptablement à la recherche (argument des slack resources). Le résultat en termes d'effet économique est là évident, la sanction est pour ainsi dire flagrante et immédiate : ces firmes ne génèrent aucun effet direct ou presque et très peu d'innovations traduites par des effets indirects.

Un autre résultat significatif est la corrélation entre effets directs et indirects. Il apparaît ainsi clairement que les grandes firmes sont seules à être capables d'avoir à la fois des effets directs et indirects, les PME ayant soit les uns soit les autres. Une tentative d'explication est la suivante. Les grandes entreprises entretenant plusieurs projets d'innovations en parallèle (dont un sous-ensemble financés par la puissance publique), sont plus enclines à laisser tomber un projet ne rapportant pas les résultats escomptés (donc sans effets directs) pour un autre projet. En revanche, si le projet est intéressant, les possibilités d'exploitation connexes sont encouragées. Les PME en revanche sont souvent obligées soit d'essayer de rechercher comment tirer partie d'un projet qui n'a pas eu les résultats escomptés (effets indirects sans effets directs) soit doivent se consacrer quasi-exclusivement à l'exploitation direct d'un projet réussi avant de mener une stratégie plus systématique d'exploitation du potentiel d'innovations induites par le projet en question (effets indirects sans effets directs). Rares semblent ainsi être les PME à même de jouer en quelque sorte sur les deux tableaux. Signalons aussi que la corrélation joue au niveau des entreprises prises individuellement mais pas au niveau des consortia : ainsi le fait qu'un consortia génère des effets directs (i.e. qu'une au moins des entreprises impliquées génère de tels effets) ne semble pas être lié à l'importance des effets indirects générés par le consortia.

Niveau de responsabilité dans un projet coopératif :

Nous nous basons essentiellement ici sur l'évaluation des programmes Brite-Euram, Esprit, et ESA. Dans ces programmes, ce facteur joue de deux manières en fonction de la structure des projets coopératifs. Dans les cas des programmes de l'U.E., trois niveaux de responsabilité existent schématiquement : leader (le "prime contractor"), partenaires, partenaires associés. Ces derniers n'ayant pas été systématiquement couverts par les évaluations, il ressort d'une part que les prime ont moins d'effets directs que les partenaires normaux, alors que ce facteur semble plutôt neutre en ce qui concerne les effets indirects. Cette différence est en particulier importante pour les PME.

Une hypothèse est que la charge de travail notamment administratif nécessité par le rôle de prime, en particulier pour les PME, annihile en partie l'énergie nécessaire à une perception rapide et pertinente des opportunités technologiques générées par un programme de recherche. Les prime sont en outre a priori plus intéressés par les effets directs, dans la mesure où ils sont en premier chef concernés par la réussite technique des objectifs des projets. Ces effets ne sont pas toujours présents, mais ce que l'on peut constater est que si le fait d'être prime ne garantit absolument pas la génération d'effets directs, la quasi-totalité des effets indirects importants financièrement sont le fait de prime. Notons aussi que l'ensemble de ces résultats justifie d'ailleurs l'approche retenue par le BETA consistant à interroger l'ensemble

des partenaires des projets. Dans le cas des programmes ESA, la structure des niveaux de responsabilité y est plus complexe encore.

Montant de financement :

Nous nous basons ici sur l'évaluation des programmes Brite-Euram, Esprit, et Anvar pour la France. Les résultats relatifs à ce facteur sont particulièrement intéressants : il semble qu'il n'existe pratiquement pas de corrélation positive entre le montant du financement apporté par la puissance publique et le succès des projets mesurées ici comme ailleurs par le biais des effets directs et indirects. Les résultats sembleraient même indiquer une corrélation plutôt négative. Ainsi dans le cas ESPRIT, les entreprises ayant reçu un petit financement ont beaucoup plus d'effets directs et un petit peu moins d'effets indirects que les autres; alors que dans le cas BE, ces entreprises ont un peu plus d'effets directs et beaucoup plus d'effets indirects que les autres. L'étude BE apporte néanmoins un éclairage complémentaire à ce résultat. En effet lorsque l'on raisonne au niveau du consortia, les consortia qui globalement ont reçu un montant important ont obtenu des effets directs largement supérieurs et des effets indirects inférieurs par rapport aux autres consortia.

Quoique l'ensemble des études tendent à confirmer le caractère neutre de ce facteur, ce résultat doit être interprété avec prudence. En effet, d'une part le montant financier pris en compte est celui apporté par la puissance publique pour le projet financé et non pas l'ensemble du coût du projet d'innovation "global" dans lequel le projet financé s'insère. Pour des programmes comme Brite-Euram où les projets sont financés par l'ANVAR en France, le financement propre de l'entreprise est censé représenter 50% du coût du projet global, le reste étant l'aide publique. Il est toutefois difficile de vérifier la véracité de cette disposition et des cas de non respect de cette règle sont possibles. Mais d'autre part le montant d'effets (directs ou indirects) qui nous sert de référence comme indicateur de succès ne représente qu'une fraction du montant de l'effet économique généré par le projet global, proportionnellement à l'"importance" du projet financé par rapport au projet global, cette proportion ne correspondant pas systématiquement à la part que constitue le montant financé par rapport au coût total du projet.

Domaine de recherche :

Nous nous basons essentiellement ici sur l'évaluation des programmes Brite-Euram, Esprit, et la partie ESA concernant les spécialités technologiques. Plusieurs analyses ont été menées concernant ce facteur, qu'il est impossible de reprendre ici. Elles ont pris en compte soit le domaine de recherche tel qu'il apparaît selon les classifications des organismes financeurs (typiquement les catégories correspondant aux « technological areas » des programmes BE), soit des typologies usuelles plus souples adaptées par le BETA (par exemple technologies génériques et technologies spécifiques, ou croisement de disciplines scientifique avec technologies d'applications). Ce que l'on peut retenir est que là aussi, le domaine de recherche influe également sur la nature et l'importance des effets économiques révélateurs du succès des innovations. Parmi les résultats obtenus, on peut toutefois souligner que dans l'étude BE : i) les projets qui génèrent le plus d'effets directs touchent quasiment tous aux mathématiques appliquées (sciences génériques par excellence, elles étaient principalement liées à des outils mathématiques pour la modélisation et

la simulation) et la physique appliquée, en tant que disciplines et aux matériaux de structure, de fonction et au design en matière de champ technologique; ii) les projets concernant les technologies industrielles relatives aux process génèrent plus d'effets que les projets sur les matériaux; iii) les technologies génériques génèrent beaucoup d'innovations indirectes au succès économiques relativement modeste, alors que les technologies spécifiques génèrent peu d'innovations indirectes mais connaissant un succès économique très important. L'étude Esprit, par nature plus focalisé sur un domaine technique particulier, a montré le succès beaucoup plus manifeste des innovations liées à la recherche sur le hardware par rapport à celles liées au software, et ceci en termes d'effets tant directs qu'indirects.

De telles observations ne sont possibles qu'à partir d'évaluations qui déroulent l'historique des relations causes à effets sans présager du succès ou de l'échec du projet initial.

Nature de la recherche :

Cet argument concerne particulièrement les programmes Brite-Euram et Esprit. L'échelle de la recherche utilisée pour mettre en lumière l'importance de ce facteur est illustrative d'une typologie simplifiée des activités liées à la recherche et à l'innovation, qui distingue : recherche de base sans champ prévisible d'application industrielle ; recherche fondamentale avec champ possible d'application industrielle ; recherche appliquée directement liée à un problème industriel ; développement (ex: construction d'un prototype) ; process; contrôle de qualité.

Chaque entreprise est ainsi positionnée selon l'activité essentielle réalisée durant le projet évalué. Notons que cette échelle n'implique pas la reconnaissance du modèle linéaire d'innovation, pas plus qu'il n'y a association nécessaire entre un niveau et un type de participant (une université n'est pas forcément très en amont, et une entreprise industrielle très en aval). On distingue les partenaires en amont de la recherche appliquée (Amont) et ceux en recherche appliquée et en aval de celle-ci (Aval).

De manière schématique, trois types de résultats semblent apparaître, le premier commun aux études BE et Esprit, les deux suivants n'ayant pu être analysés que lors de l'étude BE pour des raisons liées à la taille des échantillons observés. Au niveau des participants pris individuellement tout d'abord, on constate que les partenaires Amont génèrent peu d'effets directs et beaucoup d'effets indirects; le type de recherche est assez générique pour être exploité dans différents domaines, en particulier pour améliorer des produits ou des procédés existants, ou générer des domaines de recherche exploités ultérieurement sur contrats, mais seulement quelques applications directes ont été commercialisées. Inversement, les partenaires Aval génèrent beaucoup d'effets directs (applications commerciales de recherche très ciblées) mais peu d'effets indirects (recherche souvent trop spécifique). Notons que l'on observe le même phénomène pour les PME, plus marqué pour les effets directs et moins marqué pour les effets indirects.

Au niveau des consortia ensuite, on a pu constater que ceux incluant au moins un partenaire au stade Amont généraient plus d'effets que les projets n'en incluant pas. Ce résultat pourrait être analysé comme une défense du modèle linéaire de

l'innovation; mais l'analyse détaillée des projets montre plutôt que c'est le rôle de la recherche Amont et des bases de connaissances qu'elle permet d'entretenir et de fournir à tous les niveaux de l'innovation qui est mis en évidence (cf. Rosenberg 1976, Nelson-Winter 1982, Dosi 1982). En effet, la recherche ou les connaissances scientifiques interviennent plus au niveau de la définition et l'interprétation de tests industriels sur des procédés ou des matériaux pas nécessairement nouveaux, au niveau du calage de la simulation informatique de modèles mathématiques/physiques, ou encore au niveau de la compréhension microscopique de phénomènes en jeu lors de fonctionnement de procédés traditionnels, qu'à celui d'une hypothétique "première" étape de la conception de nouveaux produits ou procédés. Un résultat complémentaire mais nullement redondant est que les consortia ayant généré des innovations couronnées de succès comprennent généralement un partenaire universitaire, tenant le plus souvent un rôle d'"arbitre scientifique" et de propagateur "informel" de connaissances technologiques entre partenaires industriels.

Il semble enfin que plus la répartition des partenaires d'un consortia au long de l'échelle est large et sans "trou", plus le projet génère d'effets. C'est donc à la fois la diversité et la complémentarité des rôles tenus par les différents partenaires d'un même projet qui semble être un facteur assurant le succès des innovations tant directes qu'induites.

Rôle dans le projet : l'effet d'intégration :

Les études portant sur les programmes Brite-Euram et Esprit sont éloquentes à ce propos. Dans les études pour l'UE, trois rôles-types ont été définis : producteur de technologies, utilisateur de technologies, et testeur/chercheur sur la technologie. Il a été montré que suivant le rôle que tenait une firme, le succès économiques des innovations directes et indirectes était variable.

Les contractants ont été répartis en quatre groupes selon la nature de leur tâche. Le premier groupe contient les participants simultanément producteurs, utilisateurs et très souvent testeurs/chercheurs, incluant donc essentiellement les firmes intégrées verticalement d'un point de vue technologique. Le second groupe contient les contractants uniquement utilisateurs et les utilisateurs-testeurs. Le troisième regroupe les participants uniquement producteurs et les producteurs-testeurs (le dernier groupe incluant les partenaires uniquement testeurs est ici mis de côté car il comprend principalement des universités et des centres de recherche).

Dans l'étude BE, le succès économique des firmes intégrées comparativement aux firmes non-intégrées est au minimum quatre fois supérieur pour les effets directs et environ trois fois supérieur pour les effets indirects; il semble donc plus aisé de transférer les résultats de la recherche vers le marché lorsque toutes les compétences sont intégrées. Ensuite, l'analyse révèle clairement que les producteurs obtiennent les résultats les plus élevés; viennent ensuite les utilisateurs, les producteurs et enfin les testeurs, dans cet ordre tant pour les effets directs que les effets indirects.

Un deuxième apport de l'étude, sans doute plus riche, se situe au niveau de consortia : il a été de montrer qu'en cas d'association d'un producteur et d'un

utilisateur (deux partenaires non intégrés au minimum) au sein d'un même consortium, un effet "consortium" peut remplacer l'effet "intégration" sans cependant atteindre le même degré d'efficacité. Ces résultats confirment à la fois l'importance de l'intégration au sein d'une même entité des différents rôles, et l'importance des interactions producteurs-utilisateurs. Ce qui est sans doute le plus remarquable est que ce classement est valable tant pour les effets directs, ce qui confirme certaines théories (von Hippel 1988, Rosenberg 1976) que pour les effets indirects. La complémentarité entre ces deux types d'acteurs semble donc plus large que ce que l'on pourrait penser a priori. Une analyse plus détaillée est certainement à mener à la lumière de travaux sur les formes de coopérations industrielles (coûts de transaction, apprentissage interactifs,...).

Dans l'étude Esprit cependant, on ne retrouve pas en revanche ce même résultat. En effet, ce sont les utilisateurs qui bénéficient le plus des innovations directement générées par le projet (effets directs), et ce sont les producteurs et les firmes intégrées qui réussissent d'un point de vue économique les innovations induites (pour des raisons de taille d'échantillon, l'analyse au niveau des consortia n'a pas été menée dans cette étude des projets Esprit).

Durée des projets :

Cet aspect concerne les programmes Brite-Euram et Esprit. Deux conclusions apparaissent essentiellement : les projets longs (4 ans) génèrent nettement plus d'effets que les projets courts (2 à 3 ans) en particulier les effets directs, ce qui peut sembler un petit peu paradoxal. D'autre part, les innovations induites de produits nécessitent des projets plus longs que les innovations induites de process. Mais le faible écart de durée entre ces deux catégories de projets ne permet pas de tirer beaucoup plus d'enseignement de l'examen de ce critère, d'autant plus qu'encore une fois, il n'est pas tenu compte de la durée du projet global dans lequel s'insère le projet financé.

La nature des secteurs :

L'étude des programmes Brite-Euram, Materials Ireland et les retombées du programme de l'Agence Spatiale Européenne font apparaître ceci. Un autre facteur clairement mis en lumière par les études du Beta concerne l'appartenance sectorielle. Dans toutes les études sont apparues des différences significatives quant au succès des innovations directes ou indirectes entre les firmes appartenant à des secteurs différents. Par exemple, dans les études BE qui portent sur les échantillons les plus grands, les secteurs les plus performants en matière d'innovations directement issues des projets évalués sont Automobile, Matériaux (résultat similaire pour l'étude MI), Machine-outil (Ingénierie mécanique pour MI), et Equipements électroniques / électriques. Une analyse plus poussée sur les transferts intersectoriels tend aussi à montrer qu'il existerait en matière d'innovations induites des secteurs respectivement plutôt générateurs d'innovations, plutôt récepteurs d'innovations, équilibrés, et au développement autonome.

La comparaison entre les différentes études n'est toutefois pas si évidente, et ceci pour deux raisons. En premier lieu, dans chaque étude des regroupements différents de classifications statistiques standard sont nécessaires pour tenir compte de la taille

des échantillons. En second lieu, les projets évalués étant ciblés en termes de technologies, les secteurs performants peuvent varier d'une étude à l'autre.

Stratégie d'exploitation du potentiel d'innovation :

Cet effet est particulièrement présent dans les études ESA et Brite-Euram. La question soulevée par les études du Beta en la matière se rapporte aux effets indirects, et à l'influence de la mise en place d'une stratégie explicite de génération d'innovations induites. Il apparaît clairement que l'adoption d'une telle stratégie, non nécessairement associée à l'existence d'un budget spécifique, mais impliquant certaines caractéristiques de fonctionnement joue positivement sur la génération d'effets. Parmi les routines et schémas d'incitation mis en place avec succès figurent notamment la motivation et la promotion des employés, et la tenue de réunions périodiques intra et inter département au cours desquelles sont transmises de manière plus ou moins organisée des connaissances de nature et portée variées (informations sur "qui fait quoi", sur les problèmes rencontrés, sur les modes de résolution de problèmes techniques ou organisationnels; rapports écrits, ...). Une hypothèse est que c'est cette mixité et concomitance des connaissances échangées à un moment donné, avec une importance particulière des aspects tacites de ces connaissances, qui fait émerger de nouvelles idées et opportunités d'innovations induites. A l'inverse d'autres modalités de fonctionnement plus parcellaires ne semblent pas si efficaces (journal interne, séminaires de formation communs à différentes équipes, recours à un "expert" extérieur chargé d'un projet d'innovation induit particulier...).

Structure organisationnelle :

Les deux mêmes programmes que précédemment mettent cette dimension en évidence. Mais les résultats des deux études BE et ESA ne convergent pas sur ce point. Dans les études BE, la structure matricielle génère les effets directs les plus élevés, mais également les effets indirects, c'est-à-dire les transferts de savoir aux autres activités de l'organisation, les plus faibles. La structure matricielle peut supposer une organisation de l'entreprise par projet. Cette structure implique une forte interaction entre les individus au sein des projets, ce qui permet à l'entreprise de transformer plus rapidement les résultats issus de la R&D en produits sur le marché. En revanche, comme le précise C. Midler (1993) les structures matricielles ou par projet sont peu propices à la capitalisation et aux transferts de connaissances générées dans le cadre des projets, en l'absence d'une mise en commun permise au sein d'une fonction technique. Ainsi, la structure matricielle semble être une forme organisationnelle propice à l'échange des connaissances au sein d'un projet, sa faiblesse repose certainement sur la transmission des savoir entre les projets.

La structure divisionnelle génère à l'opposé les effets indirects les plus élevés, mais les effets directs les plus faibles. Les compétences techniques de ces organisations sont conservées au sein de chaque division et leur transfert entre les divisions est assez aisé dans la mesure où cette structure organisationnelle est relativement stable comparativement à la structure matricielle qui est perturbée par la modification continue des projets. En revanche, la structure relativement linéaire des divisions ne semble pas être propice à la transformation rapide vers la commercialisation des

innovations basées sur la R&D. Enfin, la structure fonctionnelle occupe une place intermédiaire aux deux autres tant au niveau des effets directs qu'indirects.

PARTIE II : MÉTHODE D'ÉVALUATION BETA ET MODÈLES D'INNOVATION

Nous avons jusqu'à présent considéré l'innovation sous l'angle désincarné des facteurs qui contribuent à son succès ou son échec. Aucune allusion aux théories sous-jacentes expliquant le moteur de l'innovation n'a été faite. Or, nous pensons qu'une bonne technique d'évaluation doit tenir compte d'un large spectre de modèles théoriques expliquant le déroulement de ce phénomène complexe. C'est ce positionnement vis-à-vis des principales théories de l'innovation que nous allons proposer dans cette partie. Il nous conduira au constat de la forte transversalité de l'approche d'évaluation du BETA par rapport aux théories néoclassique et évolutionniste de l'innovation. Nous en tirerons quelques conclusions concernant le management de l'innovation dans l'entreprise.

1. Métathéorie des fondements de l'innovation et transversalité de la méthode BETA

Dans cette partie nous proposons de situer la méthode d'évaluation des programmes de R&D élaborée par le BETA vis-à-vis des principales théories et modèles d'innovation. Nous nous placerons pour ce faire dans la perspective d'une théorie générale ou "métathéorie" de l'innovation qui permet de mieux expliquer selon nous la nature de notre approche qu'une unique référence théorique. En effet, comme nous allons tenter de le montrer, l'analyse micro-économique de la diffusion pratiquée par le BETA est en quelque sorte une méthode basique, ou approche primaire qui traverse en les conciliant des points d'ancrage théoriques aussi opposés que les approches institutionalistes de l'innovation et les théories plus modernes d'inspiration évolutionniste. L'immanence et l'émergence, respectivement à la base de ces deux représentations polaires du phénomène d'innovation, ne peuvent être dissociées lorsque l'innovation est étudiée de façon longitudinale. L'immanence ou le caractère programmé de certains projets de recherche comme le programme spatial européen est source d'innovation, mais n'exclue pas le caractère émergent de nouvelles idées et la prolifération des connaissances acquises que nous avons essayé en partie de décrire à travers notre catégorie d'effets indirects.

Nous nous baserons sur la grille proposée par M.S. Poole - A. H. Van de Ven (1989) qui suggèrent une métathéorie de l'innovation permettant de situer la plupart des grandes théories unitaires dans un cadre général cohérent. Celle-ci suggère que plusieurs théories de l'innovation sont possibles, chacune étant valables dans un certain contexte. Ce cadre général doit spécifier la structure à la base de toute théorie de l'innovation, mais doit aussi préciser à quel moment il convient de passer d'un modèle à un autre afin de mieux appréhender le phénomène d'innovation. Trois grandes familles de modèles d'innovation sont présentées par les auteurs. Chacun représente des moteurs de développement de l'innovation plus ou moins programmés.

Le premier d'entre-deux est le moteur de développement dit "**historique**". Il répond à des nécessités provenant de lois naturelles ou biologiques, de règles logiques ou

encore d'exigences purement institutionnelles. Si l'analogie avec les lois naturelles a guidé l'essentiel des premiers travaux sur l'innovation en les appliquant au fonctionnement des systèmes sociaux, un auteur comme R.A. Nisbet (1970) dans sa critique du « développementalisme » propose la nécessité logique et les exigences institutionnelles comme autres sources à l'origine du phénomène d'innovation. Les travaux d'Usher (1954) aboutissant à un modèle normatif d'émergence de l'innovation illustrent parfaitement cette représentation linéaire de l'innovation se déroulant en quatre étapes qui partant d'une reconnaissance partielle ou incomplète de la satisfaction du besoin (perception du problème), met en place les éléments nécessaires à la solution, conduit ensuite au choix d'une solution par intuition le plus souvent, et se termine par la phase de révision critique nécessitant d'éventuelles actions correctives en fonction des réponses de l'environnement. Le lieu commun entre ces différentes représentations de l'innovation est la forte causalité et l'enchaînement des phases avec un début et une fin bien identifiés et un temps linéaire irréversible rendant impossibles des retours en arrière sans une dégénérescence du système social concerné.

Le second moteur expliquant d'autres modèles d'innovation est de nature « **fonctionnel** », ne présumant pas de séquences préétablies comme précédemment. L'innovation pour se stabiliser doit disposer d'un ensemble de fonctions, de buts ou de formes organisationnelles pour se stabiliser. Le processus de développement alors suivi doit conduire à une autonomie fonctionnelle de l'innovation qui tire de l'environnement la puissance et les ressources nécessaires. Les modèles fonctionnels expliquent le développement de l'innovation en termes de mouvements vers un état final, mais acceptent plusieurs possibilités dans le cheminement, plusieurs trajectoires conformément à la notion d'équifinalité. Le modèle d'épigenèse d'Etzioni (1963) en est une parfaite illustration. Pour cet auteur, l'objectif de l'unité d'innovatrice est de gagner en indépendance et en autonomie en opposition parfois avec des acteurs extérieurs. L'innovation peut aussi être un moyen de se hisser à la hauteur d'autres compagnies et ainsi d'établir une relation plus équilibrée de pair avec d'autres, voire de maintenir sa domination. Quel que soit l'objectif visé, un moteur de développement fonctionnel a pour but de faire progresser une organisation ou un système social vers un nouvel état final et de s'y stabiliser.

Enfin, la dernière catégorie de modèles d'innovation concerne ceux qui n'ont ni direction préétablie à leur développement, ni un ensemble de buts fonctionnels à satisfaire. L'essence de leur développement relève plutôt de **processus émergents** soit issus de construits sociaux appuyés sur des analyses structuralistes ou constructivistes, soit provenant d'événements ou d'associations plus aléatoires. Le processus d'innovation ne s'inscrit plus dans une suite d'étapes bien contrôlées au sein d'une séquence organisationnelle linéaire, ni dans une organisation recherchant un certaine autonomie et stabilité, mais dans une organisation sans cesse en devenir conformément aux analyses sur la structuration de Giddens (1979). La plupart des théories évolutionnistes tentant d'expliquer des changements de paradigmes technologiques (Winter 1964 ; Rosenberg 1976 ; Dosi 1982) explique le développement de l'innovation dont le moteur est plutôt celui-là. Les approches en termes d'écologie des populations (Hannan-Freeman, 1977) reprennent ces thèses évolutionnistes au niveau global de secteurs d'activité. Weick (1979) sur le plan local explique de cette manière le processus socio-psychologique de l' "enactment" ou de

la promulgation. Le concept signifie pour Weick que, comme le législateur, le manager construit la réalité à travers ses actes autoritaires. L'environnement de la firme n'existe pas en dehors de la firme elle-même, elle est partie intégrante de celui-ci. Les conséquences sur le concept d'innovation sont à peu près les mêmes que dans les thèses constructivistes, l'environnement n'est plus monolithique et figé, mais se co-génère avec les actions elles-mêmes. Un processus créatif existe avec l'environnement, et des thèse basées sur l'adaptation stricte à des contraintes de l'environnement à travers la résistance et le combat (l'écologie des populations par exemple) apparaissent très insuffisantes pour décrire la réalité. L'environnement est en même temps créé par l'entrepreneur innovant autant que ce dernier avec son entreprise est créé par lui. L'innovation issue d'un tel processus de co-développement ne peut évidemment pas être considérée comme résultant d'un apprentissage programmé avec un début et une fin bien identifiés, l'improvisation y joue par exemple une place essentielle (Weick-Wesley, 1996).

On peut synthétiser ces trois types de moteurs de développement de l'innovation en nous fondant sur la métathéorie proposée par Poole - Van de Ven. La liste des théories placées dans chacune des catégories n'est pas exhaustive, elle indique juste quelques modèles particulièrement typés.

Moteurs de développement de l'innovation			
	Historique	Fonctionnel	Processus émergent
Caractéristiques	L'innovation se déroule dans un contexte institutionnel fort spécifiant les procédures à suivre, les acteurs impliqués et l'enchaînement des étapes	Les acteurs de l'innovation s'entendent sur son but ou sur la qualité requise du produit ou son état final	Le contexte institutionnel est faible, et à la fois les étapes comme le résultat du processus d'innovation font l'objet d'accords flous
Exemples de théories	• Nécessité logique (Usher 1954) • Exigences institutionnelles (modèles d'adoption d'innovations) • Lois biologiques (développementalisme)	• Modèles d'accumulation (Etzioni 1963) • Relation de dépendance (apprentissage rationnel) • relations de pair (planning stratégique-fusion et acquisition) • relations de dominance	• Evolutionnisme (changement de paradigm technologique) • Théorie de la structuration (Giddens 1985) • Enactment (Weick 1979)

S'il est probable que le degré de nouveauté de l'innovation nous conduise à déplacer le curseur vers la droite du tableau, c'est-à-dire vers des processus non programmés d'émergence, l'intérêt de cette représentation réside dans la complémentarité des modèles qui y figurent. En effet, les différents courants exposés ici, allant de la vision linéaire mettant en avant l'idée d'immanence de l'innovation jusqu'aux approches plus modernes basées sur les processus d'émergence, peuvent être valides en fonction du contexte de l'innovation. Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'intérêt de passer de l'un à l'autre afin de mieux caractériser le phénomène d'innovation. Rejoignant les arguments d'Abernathy - Utterback (1978), Poole et Van de Ven considèrent que l'état d'avancement du processus d'innovation en fonction du cycle

de vie du produit justifie un changement de modèle de la gauche vers la droite c'est-à-dire d'un processus d'émergence à celui d'immanence. Un autre élément qui pousse à un changement de cadre théorique afin d'appréhender le phénomène d'innovation correspond à la variable spatiale. Ce qui peut apparaître comme relevant d'un processus d'accumulation fonctionnelle au niveau global de l'entreprise peut reposer sur des processus plus destructurés et aléatoires sur le plan local des unités innovantes.

Mais nos différentes études d'évaluation des grands programmes de R&D nous suggèrent un autre intérêt d'une métathéorie des modèles d'innovation. En effet, l'étude du cheminement complexe des processus de R&D montre que, des innovations essentiellement conçues de façon linéaire et fortement appuyées institutionnellement comme la construction d'une nouvelle génération de lanceurs spatiaux dans le cadre du programme spatial européen, peuvent faire naître des innovations de nature fonctionnelle (entrer dans la cour des grands dans l'activité électronique pour une entreprise espagnole, ou devenir leader dans un secteur d'activité par exemple) ainsi que des processus émergents donnant lieu à des cas d'innovations induites que nous avons répertoriées sous la catégorie d'effets indirects (ou spin-offs). Si Poole - Van de Ven montrent les possibilités de passage de référents théoriques variés afin de mieux s'adapter aux différentes étapes de l'innovation, les diverses évaluations du BETA font apparaître une permanence, voire une simultanéité, de ces différents moteurs de développement de l'innovation. La conception d'un nouveau lanceur ou satellite, qui constitue une innovation en soit et relève d'un processus entièrement programmé impliquant de nombreux acteurs, peut induire divers apprentissages à des niveaux différents de l'organisation du projet. De nombreux effets indirects issus de la mise au point d'un élément de la technologie (une composante électronique, un élément de la structure, une antenne,...) sont par exemple apparus chez les équipementiers impliqués dans un projet plus vaste. Ces effets indirects peuvent parfois devancer commercialement le projet final, ou peuvent se développer même si le cadre institutionnel dans lequel ils sont nés n'a pas abouti. Le cas de la société Carbon Industrie (spin-off du spatial) chargée de produire et commercialiser des systèmes de frein très performants est éloquent à cet égard dans la mesure où le programme de recherche d'origine concernant la réalisation des briques de protection de la navette spatiale européenne a été abandonné. La spécificité transversale de l'approche d'évaluation des programmes de R&D du BETA permet ainsi de mettre en lumière des processus émergents aléatoires qui viennent se greffer sur des logiques immanentes de création technologique programmée. Elle réconcilie en quelques sortes les conceptions historiques et plus évolutionnistes de l'innovation. De même pour les moteurs de l'innovation correspondant à la catégorie médiane de Poole - Van de Ven, de nombreux exemples quantifiés par le BETA proviennent de préoccupations fonctionnelles, l'innovation permettant alors aux entreprises impliquées d'acquérir de nouvelles activités (création de départements, divisions industrielles,...), d'accroître leur position dominante sur le marché ou tout simplement d'obtenir un niveau de compétence comparable aux concurrents.

Enfin, une autre distinction peut être faite concernant la nature des programmes de R&D étudiés dans la perspective d'une métathéorie. Lorsqu'il s'agit d'aborder le problème de l'évaluation concrète des effets d'un programme technologique, on retrouve explicitement ou implicitement un modèle d'innovation comme sous-jacent à

trois niveaux différents : celui de la définition du programme (objectifs assignés, modalités d'implémentation), celui de l'objet ou phénomène économique que l'on cherche à évaluer, et enfin celui de la méthode et des outils utilisés pour réaliser l'évaluation.

Le premier niveau ne concerne pas directement la problématique du présent article. Il faut néanmoins noter que le Beta a pu étudier des programmes dont la logique peut apparaître comme correspondant aux trois modèles de la typologie de Poole - Van de Ven qui nous sert de cadre général ici , à savoir :

- un modèle fermé ou déterministe de type « historique » : c'est le cas du programme spatial européen, dans lequel l'institution spatiale transnationale commande aux entreprises une innovation sur la base d'un cahier des charges relativement précis; c'est aussi le cas des programmes Anvar, dans lesquels pour obtenir le financement, les firmes spécifient à l'avance de manière plus ou moins précises les objectifs en termes de caractéristiques techniques, de performance, de fonctionnalité des produits ou procédés qu'il veulent mettre au point. A priori, seule la réussite des projets vis-à-vis de ces objectifs précis est visée.
- un modèle "semi-ouvert" ou fonctionnel : c'est le cas des programmes BE et Esprit, dans lesquels les firmes doivent définir des objectifs techniques plus ou moins précis, mais ne sont pas "tenus" d'aboutir directement à un produit ou procédé commercialisable. Il y a donc explicitement la place pour des modifications, des réorientations, des retombées.... L'innovation réussie permet d'autonomiser une activité, un département au sein d'une structure.
- un modèle "ouvert" ou « processus émergent » : c'est le cas du programme de participation croisée industrie-université irlandais Material Ireland ou encore du fonctionnement des centres techniques que nous avons étudiés en France, sensés représenter des ressources technologiques à la disposition des entreprises, sans une planification explicite des innovations qui vont en découler.

Vu sous un autre angle, le parallèle entre la largeur de spectre d'une métathéorie et la méthode d'évaluation du Beta montre aussi que la grille des effets est en quelque sorte transversale. En effet, dans tous les projets étudiés, les effets indirects mettent en lumière la reconnaissance de phénomènes que l'on ne peut appréhender que sur la base du modèle ouvert émergent (typiquement : transfert complètement fortuit) ou semi-ouvert de type fonctionnel (typiquement : stratégie d'exploitation et de promotion de transfert). Pour les effets directs, la question est plus ambiguë, car comme vu avant, les objectifs ne sont pas tous définis de manière très "fermée", suivant les programmes technologiques évalués. Pour résumer cette idée, on pourrait dire que lorsque le programme est pensé sur la base du modèle "fermé", le Beta peut trouver des effets directs correspondant à ce modèle, mais aussi des effets indirects sur la base des deux autres modèles; lorsque le modèle sous-jacent est semi-ouvert ou ouvert, les effets directs et indirects sont recherchés sur la base de ces mêmes modèles. Ceci confirme la forte transversalité de l'approche du BETA qui traverse les différents modèles de développement de l'innovation.

2. L'innovation comme un acte différencié de création de compétence

Si la grille d'évaluation mise en œuvre par le BETA mélange les approches théoriques dans le but de mieux coller aux processus d'innovation hétérogènes par nature, une façon de l'unifier consiste à raisonner en termes de création de compétences issues de modes d'apprentissages tant rationnel, combinatoire, que spontané et non-programmé. En effet, l'évaluation réalisée par le BETA a permis de capter une large variété d'effets d'apprentissage, certains bien structurés à travers un programme jalonné d'étapes préalablement établies, d'autres plus aléatoires. Cette dimension de création de compétences est érigée comme une variable stratégique clé dans les travaux de Hamel et Prahalad (1995). Observant que le plus souvent la gestion des compétences relève de décisions aléatoires ou de raisons de pouvoir, ils proposent une planification active de celles-ci en structurant leur pratique d'acquisition, particulièrement celles qui apparaissent comme nouvelles et fondamentales pour l'entreprise. Les travaux du BETA ne se sont pas penchés sur cette dimension stratégique active, mais nous pensons que le principal lieu de création et de déploiement de ces compétences nouvelles reste le processus lent et cumulatif des projets de R&D. La constitution d'une base de connaissances nécessaire au développement de l'entreprise requiert d'atteindre une masse critique suffisante dans des domaines vitaux pour l'activité de l'entreprise (liste de spécialités techniques la plupart du temps) ainsi qu'une capacité de circulation et de mobilisation en interne (vélocité organisationnelle). Le dialogue soutenu et l'équilibre en termes de pouvoir entre les grandes entités fonctionnelles de l'entreprise apparaissent alors comme des éléments fondamentaux au développement équilibré de l'entreprise (Miller, 1992).

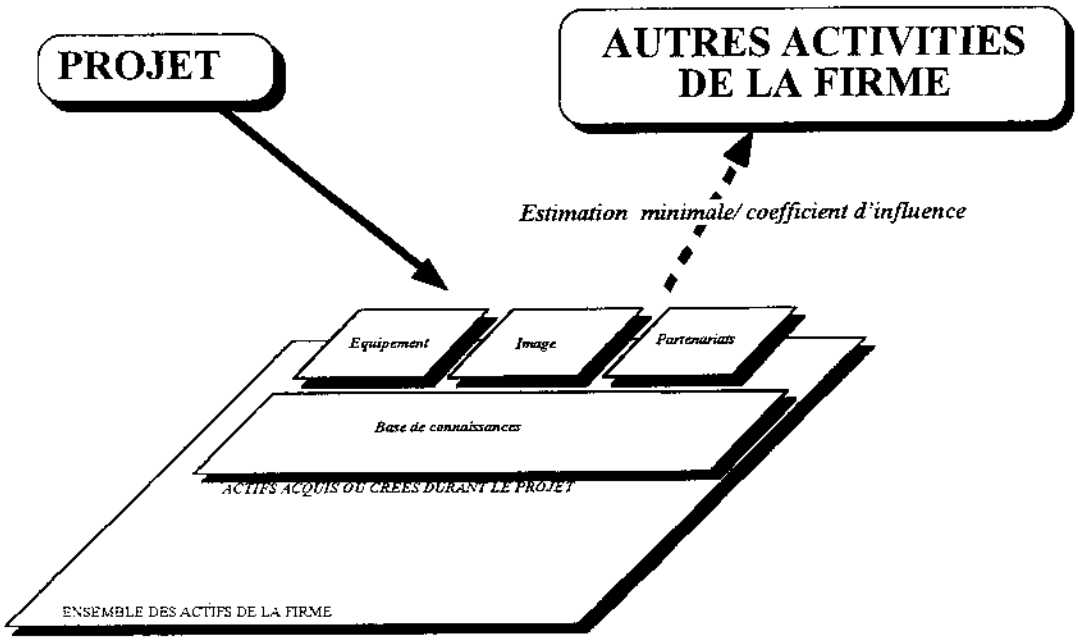
On peut en effet relire la catégorie des effets indirects élaborée par le BETA à travers ce phénomène cumulatif et irréversible de création de compétences s'appuyant sur des références théoriques variées. D'une part notre approche tente d'évaluer, à partir d'une activité de R&D, la création d'un output mesurable sous forme d'information conformément à l'analyse néoclassique. D'autre part, nous proposons de rendre compte d'éléments plus difficilement quantifiables en termes d'information et qui pourtant participent à la transformation irréversible du cadre dans lequel l'entreprise apprend, telle que la connaissance de nouveaux réseaux d'acteurs, de nouvelles procédures,... Ainsi, la création de connaissance dans une acceptation plus large que celle de l'analyse néoclassique concerne aussi bien un phénomène de capitalisation de valeur qui se cristallise à travers des produits ou des processus que la transformation du cadre par lequel celles-ci sont créées. Sur ce dernier point nos évaluations ont en effet souvent mis en évidence l'apport des grands programmes de R&D sur le plan de l'élargissement des réseaux de collaboration d'entreprises ou sur celui d'une meilleure appréciation du cadre juridique international par exemple. Conformément aux analyses menées en France par l'équipe du centre de sociologie de l'innovation (Callon, 1988; Latour, 1989), l'innovation peut être analysée comme un processus d'irréversibilisation d'un réseau rejoignant en cela les approches fonctionnelles citées plus haut assignant à l'innovation un objectif d'autonomisation sociale. De même, la création nette de connaissances à travers des produits, des processus, des méthodes peut contenir des éléments tacites pouvant ensuite rester en l'état ou muter en connaissances explicites par des processus de transformation similaires à ceux décrits par Nonaka (1990, 1994). Nous pouvons représenter l'étendue des compétences créées à partir d'un programme de R&D comme suit :

Principale référence théorique	Type de compétence mesurée	Nature de la compétence
Approche **néoclassique**	outputs mesurables en termes d'information	créationde connaissances incorporées: - dans des produits/ process - dans des écrits codifiés - dans les facteurs humains (supports tacites)
Approche **évolutionniste**	autres outputs non réductibles à de l'information	transformation du cadre de création des compétences (nouveaux acteurs/liens/ nouvelles règles): - déjà en action - potentiel

L'opposition néo-classique / évolutionniste appliquée à l'évaluation de l'innovation que nous avons développé par ailleurs (Bach, 1992) nous amène dans un premier temps à voir le phénomène de création de valeur dans la transformation des inputs en outputs d'un projet. Cette représentation est proche du modèle "historique ou déterminé", dans la mesure où on suppose connu ex-post ces inputs et outputs qui "bornent" en quelque sorte le champ de l'évaluation (l'innovation est parfaitement bornée de l'origine à son point d'aboutissement). Alors que dans un second temps, on cherche à évaluer plus spécifiquement les effets sur le système qui réalise l'innovation (sa structure, son potentiel futur) ce qui privilégie l'idée d'un système plus ouvert, toujours en évolution ou en devenir conformément aux moteurs de développement de l'innovation basés sur des processus émergents.

Ainsi, la nature transversale de l'approche d'évaluation du Beta par rapport aux trois modèles théoriques la fait correspondre plutôt à un modèle "basique" sous-jacent aux trois modèles identifiés dans le cadre d'une métathéorie de l'innovation. Ce modèle plus basique est centré sur la vision d'un projet d'innovation essentiellement vu comme générateur de connaissances, terme pris au sens le plus large possible : connaissances technologiques, organisationnelles, sur l'environnement / connaissances tacites, incorporées dans des artefacts, écrites dans des "blue print", des procédures ou des publications / connaissances individuelles, collectives.... Fondamentalement la méthode Beta cherche à traquer d'une part les connaissances crées, d'autre part la création de routines qui pourront permettre la création de connaissances dans le futur (autrement dit des mécanismes d'apprentissage). Il est typique que la question la plus basique posée au cours des interviews est : "qu'avez vous appris dans ce projet ?". Dans un second temps, c'est la valorisation en termes économiques qui est recherchée (cf. deuxième temps de la question précédente : "et qu'est-ce que cela vous apporte ou vous apportera ?"). Suivant leur type ou leur nature, ces connaissances d'une part trouveront leur place dans un processus fermé, semi-ouvert ou ouvert, et d'autre part pourront être valorisées par l'intermédiaire de

mesures différentes par les entreprises. Nous synthétisons ce mécanisme de création de compétence dans la figure suivante:



La typologie des effets indirects que nous tentons d'évaluer dans nos études est relativement éloquente à ce propos. Notre catégorie d'**effets technologiques** concernent de la connaissance encapsulée ou non (embodied) et reliée à des produits, processus, ou services qui peuvent simplement être améliorés ou nouveaux. Cette connaissance peut être ensuite transférée à d'autre activités pour être partiellement exploitée sous la forme de dépôt de brevets « non utilisés » ou vient tout simplement nourrir le potentiel de masse critique de l'entreprise (**effets relatif au facteur travail**). Nos **effets commerciaux** recouvrent des créations de nouvelles références marketing et en termes d'image issues de la participation au programme de R&D comme l'élargissement de la sphère des partenaires de l'entreprise en matière de recherche, de production ou de relation commerciale. Leur création engendre un changement irréversible dans l'environnement technico-économique de la firme qui influencera fortement ses pratiques d'apprentissage. Enfin notre dernière catégorie représentée par les **effets d'organisation et de méthodes** permet de capter les changements de méthodes, de procédures, de principes de management (mise en place de management par projet, de design review, d'ingénierie simultanée, de méthodes de management de la qualité) ou des aspects plus informels comme la participation à des meetings ou encore la transformation du langage technique véhiculé dans l'entreprise. Des effets de cette nature mais touchant cette fois la structure globale d'organisation de la firme sont aussi pris en compte comme le passage à une structure matricielle, la création de nouveaux départements ou de nouvelles liaisons inter-départements.

Nous rejoignons en ce sens les tentatives de synthèses récentes (Dougherty, 1996) sur l'organisation de l'innovation qui considèrent que le facteur essentiel conditionnant celle-ci réside dans le rétablissement d'un équilibre (l'auteur parle d'une tension nécessaire) dans les pratiques de management de l'entreprise entre

des approches déterministes de type top-down et des modes d'organisation émergents de types bottom-up. Or, cette combinaison de l'ordre et du désordre, du structuré et du non-structuré, qui selon l'auteur est source de tension interne nécessaire à l'innovation, est très souvent gommée par des pratiques managériales cherchant le contrôle d'activités multiples et peu propices à laisser proliférer des processus émergents non contrôlés. Le succès de l'innovation à moyen et long termes semble se jouer dans la possibilité de laisser se dérouler à l'occasion d'activités de R&D des processus immanents et émergents qu'apparemment tout oppose en termes de pratiques managériales.

Ainsi, les deux pôles les plus contradictoires des théories de l'innovation sont aussi à l'œuvre au sein de l'entreprise dans l'équilibre managerial à réaliser entre la planification et la maîtrise des processus d'innovation, d'une part, et, d'autre part, la nécessaire marge de liberté faite d'improvisations, d'opportunités, de développements spontanés et imprévus. L'innovation, comme d'ailleurs l'apprentissage, revêt les caractéristiques d'un oxymoron dont la richesse et le succès n'apparaissent qu'en acceptant ses fondations contradictoires. Notre pratique du terrain à travers l'évaluation des programmes de R&D nous aura en tout cas appris à très vite dépasser les controverses théoriques traditionnellement réductrices, voire caricaturales, afin de mieux appréhender les contours d'une fièvre somme toute bien humaine, celle du changement.

BIBLIOGRAPHIE

ABERNATHY, W.J. – UTTERBACK, J.M. (1978), « Patterns of Industrial Innovation », Technology Review 80.

BACH, L. (1992), «L'évaluation des effet économiques des programmes spartiaux: Fondement, méthodologie et perspectives dynamique», Thèse de doctorat d'Economie, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

B.E.T.A., 1980, "Les effets économiques indirects des dépenses spatiales européennes", For the European Space Agency.

B.E.T.A., 1987, "The indirect economic impact of ESA's contracts on the Danish Economy", Rapport final pour la Danish Research Administration.

B.E.T.A., 1988, "Etude sur les effets économiques des dépenses spatiales européennes", Résultats (Vol.1) et Rapport théorique et méthodologique, Vol.2, pour l'Agence Spatiale Européenne.

B.E.T.A., 1989,"Analyse des mécanismes de transfert de technologies spatiales: le rôle de l'Agence Spatiale Européenne", ESA Rapport final.

B.E.T.A., 1989,"Les effets économiques indirects des contrats de l'ASE sur l'économie canadienne", rapport pour l'Agence Spatiale Canadienne (collaboration entre le BETA et l'école HEC de Montréal, Canada).

B.E.T.A., 1990, "Mesure des impacts des centres techniques: un essai méthodologique", rapport pour l'AFME, Paris.

B.E.T.A., 1991,"Problématique d'évaluation des effets directs des programmes spatiaux", rapport pour l'Agence Spatiale Européenne.

B.E.T.A., 1993, "Economic evaluation of the effects of the Brite-Euram programmes on the European Industry", Final Report, EUR 15171, CEC Luxembourg.

B.E.T.A., 1993,"Évaluation sur les effets économiques des programmes EuRham, Brite et Brite-EuRam 1", rapport final pour la CEE DG XII-C, avril 1994.

B.E.T.A., 1995,"Technological Transfers in BRITE-EURAM", rapport final pour la CEE, DG XII–C.

B.E.T.A., 1995,"Evaluation of the Economic Effects Generated by R&D Services Provided to Industry by Materials Ireland", Rapport final pour Materials Ireland–Forbairt, Dublin (Irlande).

B.E.T.A., 1995 "Évaluation de l'impact de l'aide à l'innovation dans les PME soutenues par l'ANVAR. Étude de la région Alsace", rapport final pour l'ANVAR.

B.E.T.A., 1997,"Pilot economic evaluation of Esprit HPCN Results", rapport final pour la DG III-Industrie F1.

CALLON, M. (1988), « La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques », Editions La Découverte.

DOCTER - Stockman (1983), « Innovation in manucfacturing medium-size and small enterprise : knowledge breeds prospects », in Rothwell R. Bessant J (Eds.), Elvesier Science Publishers, Amsterdam.

DOSI, G. (1982), « Technological Paradigms and Technological Trajectories: A suggested Interpretation of the Determinants and Directions of technical Change » Research Policy, 11 (3).

DOUGHERTY, D. (1996), « Organizing for Innovation », in Handbook of Organization Studies, Edt by S.R. Clegg - W.R. Nord, Sage.

ETZIONI, A. (1963), « The Epigenesis of Polical Communities at the International Level », American Journal of Sociology, 68.

GALBRAITH, J. (1973), « Designing Complex Organizations », Addison-Wesley Publishing Company.

GIDDENS, A. (1979), « Central Problems in Social Theory », Berkeley : University of California.

HAMEL, G. - Prahalad C.K. (1995), «La conquête du futur», InterEditions, Paris.

HANNAN, M.T. - Freeman J. (1977), « The population ecology of organizations », American Journal of Sociology, vol. 28, n°5, pp. 929-964.

LAMBERT, G. (1993), "Variables clés pour le transfert de technologie et le management de l'innovation", Revue Française de Gestion, mars-avril-mai 1993.

LATOUR, B. (1989), « La science en action », Editions La Découverte

MARCH, J.G. - Simon H.A. (1958-1993), « Organisations », Blackwell Publishers, Cambridge. Massachussetts. Trad. française, Paris , Dunod.

MARCH, J.G. (1997), « Understanding how decisions happen in organizations », in Organizational Decision Making édité par Z. Shapira, Cambridge University Press.

MIDLER, C. (1993), « Pilotages de projets et entreprises, diversités et convergences », V. Giard edt., Economica.

MILLER, D. (1992), «Le paradoxe d'Icare », Presses de l'Université de Laval.

MILLIER, P. (1993), «Union chaotique du marketing et la technologie dans les projets de recherche et développement», Thèse de doctorat, Université Jean Moulin Lyon III.

NELSON, R.R. - Winter S. (1982), « An evolutionary theory of economic change » Cambridge : Harvard University Press.

NISBET, R.A. (1970), «Developmentalism: A critical Analysis», in J. McKinney - E. Tiryakin, eds, Theorical Sociology: Perspectives and Developments, New York : Meredith.

NONAKA, I. (1990), «Redundant Overlapping Organization: a Japanese Approach to Managing the Innovation Process», California Management Review.

NONAKA, I. (1994), « A dynamic theory of organizational knowledge creation », Organization Science, Vol 5.

POOLE, M.S. - A.H. Van de Ven (1989), « Toward a General Theory of Innovation Processes », in Research on the Management of Innovation : The Minnesota Studies, Harper&Row, Publishers, New York.

ROSENBERG, N. (1976), «Perspectives on Technology», Cambridge University Press.

ROTHWELL, R. (1994), «Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends», in The Handbook of Industrial Innovation, Edt M. Dodgson - R. Rothwell, Brookfield, US.

SCHROEDER, R.G. - A.H. Van de Ven - G. D. Scudder - D. Polley (1989), « The Development of Innovation Ideas », in Research on the Management of Innovation : The Minnesota Studies edited by A.H. Van de Ven - H.L. Angle - M.S. Poole, Harper&Row, Publishers, New York.

USHER, A.P. (1954), « An History of Mechanical Invention », Cambridge, Mass.: Harvard University

VON HIPPEL, E. (1988), »The Source of Innovation », Oxford University Press.

WEICK, K.E. (1979), »The social psychology of organizing », (2 nd ed), Reading, MA : Addison-Wesley.

WEICK, K. E.(1995), « Sensemaking in Organizations », Sage Publications.

WEICK, K.E. -F. Westley (1996), « Organizational Learning : Affirming an Oxymoron », in Handbook of Organization Studies, Edt by S.R. Clegg - W.R. Nord, Sage.

WILLIAMSON, O.E. (1989), «Transaction Cost Economics » in R. Schmalensee - R.D. Willig (éd.), Hanbook of Industrial Organization, Vol. 1, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

WINTER, S. (1964), « Economic Natural Selection and the Theory of the Firm », Yale Economic Essays, 4 (1).

ECONOMIC EVALUATION OF LARGE TECHNOLOGICAL PROGRAMMES: THE CASE OF PETROBRAS' DEEPWATER PROGRAMME IN BRAZIL – PROCAP 1000[1]

André Furtado*
Saul Suslick**
Newton Pereira*
Adriana Freitas***
Laurent Bach****

*Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP.
**Departamento de Administração e Política de Recursos Minerais, Instituto de Geociências, UNICAMP.
***Estudante de doutorado, Departamento de Planejamento Energético, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP.
****BETA, Université Louis Pasteur, Strasbourg-France.

[1] Along with the authors, this evaluation study was possible with the collaboration of Marco F. Polli and Ricardo Furtado, students of the State University of Campinas. Petrobrás and CNPq (National Research Council of Brasil), alongside with CAPES-COFECUB project n. 191/96 helped to fund the study. We are very indebted to Mr. Jayr Miranda from DIPLAT (Department of Research Planning of Petrobrás' research center) and his colleagues that helped decisively our group in this study.

INTRODUCTION

There is an increasing concern in government and management decision circles that large technological programmes are important instruments for public policy to foster innovation. They improve technological capabilities and increase the rate of innovation in sectors that are important for national goals. Because of their large size, these programmes concern a large plurality of institutions and actors.

There are at least two different modalities of large technological programmes. Verticals programmes are oriented towards a specific technical objective. They concern a set of incremental and radical innovation of a technological system. Horizontal programmes are directed to develop in a pre-competitive phase a broad range of new technologies with high diffusion potential (Pimenta Bueno and Ohayon, 1992).

The Petrobrás'[2] deepwater technological programme – Procap 1000 – which started in 1986 and ended in 1992, is typically a vertical programme. Its main purpose was to develop a complete set of technologies that should allow this company to produce at 1000 meters water depth. At the beginning of the programme, the world production records held by Petrobrás were at 400 meters. Thus the main technological objective of the programme was well defined and Petrobrás expected a real commercial return from it. Procap 1000 was one of the most important technological programme launched in Brazil, where Petrobrás expended more than 70 millions US$ during a six year period in 116 projects. There were more than a hundred institutions such as universities, suppliers firms (equipment, services and engineering consultants) and other oil companies that were contracted and involved directly in these projects. The main purpose of this programme was attained as Petrobrás could start to produce in 1000-meter water depth in 1994.

In this article we will present the results of an ex-post evaluation of the economic effects of this programme. This economic evaluation is based on the BETA approach (Bach, 1992a, 1992b and 1992c, and 1994) which separates the economic outcomes of a programme in two mains categories: direct and indirect effects. Direct effects are those results that are expected at the beginning of a project. Most of the ex-ante evaluations conducted by firms are concerned with this kind of impact. In Part I, we describe the BETA economic evaluation methodology. In Part II, we discuss the main changes introduced in this methodology to adapt it to the Procap 1000 context. In Part III, we describe the sample of projects and external participants chosen by the evaluation study. Parts V and VI are concerned with the analysis of the main results of this study. Finally, in Part VII, we focus some general conclusion about the evaluation study.

---

[2] Petrobrás is a State-owned oil and gas company and the largest Brazilian firm with net revenues of US$ 15.461 and investments of US$ 3.012 billions, and R&D and Basic Engineering expenditures of US$ 224 millions in 1997. The production of oil was of 916 thousands barrels/day and of gas was of 28.96 millions m3/day in the same year. With 77% of its oil production coming from the sea continental platform, Petrobrás is an offshore oriented company. To have more details about Petrobrás' technological trajectory in deep offshore see Furtado (1998).

1. THE BETA'S EVALUATION METHODOLOGY

The BETA approach was conceived to evaluate the economic outcomes of large technological programmes. In this approach, all the outcomes of the innovation process cannot be foreseen at the beginning of a project or a programme. The way that R&D efforts are translated into economic welfare is a very complex process. Some of the results from innovation are unpredictable and they can exceed the initial prospects of a project. There are several ways how a research programme can interact with the economic system, which are far from the linear model of innovation (Kline and Rosenberg, 1986).

BETA created two families of economic effects to explain the economic outcomes of a technological programme. The first one deals with direct effects group. The effects in this group are directly related to the objectives of a programme or a project. The second one is the indirect effects group. In this group, effects weren't foreseen at the beginning and didn't belong to the main objectives of a programme or project. This approach is backward by some economic literature, worried about uncertainty and weak appropriability of the economic gains of technological innovation, which names this kind of outcomes of spin-off or spillover, depending when it outreach the sectoral or the firm level (Griliches, 1979).

However BETA's approach defines a large variety of indirect effects based on a wider view of tha innovation process. There are technological, organisational, commercial and human-factor effects. Most of these effects are related to the schumpeterian framework, which defines 5 different kinds of innovations: product and process (technological); new production methods (organisational); new markets and new raw materials (commercial). The human-factor effect tries to measure the increase in intangible assets of the institution. Thus, indirect effects effects are larger than technological spin-offs.

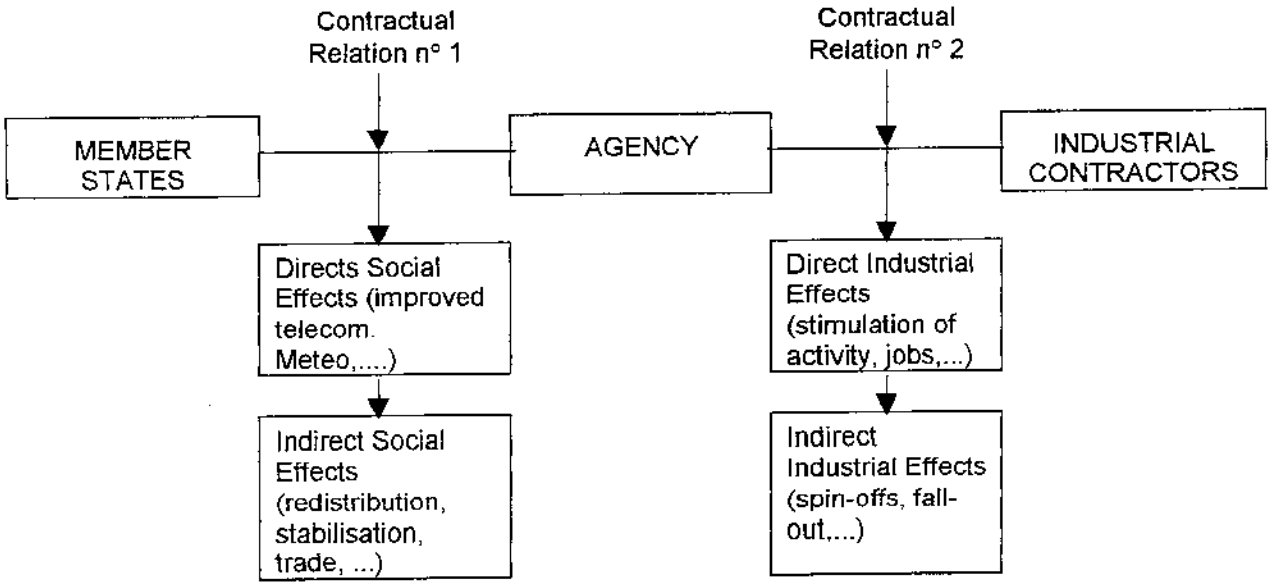
It is a microeconomic kind of approach, based on a survey of a sample of projects and participants, which limits the evaluation study only to programme's participants. Thus many of the economic outcomes of a programme, which are not appropriated by these participants, large part of the so-called spillovers (Jaffe, 1996), are not appraised by the BETA methodology. Some studies estimates that the relation between the profits of an innovation first mover and of his followers is about 8 (Mansfield, 1991). This methodology has a sort of minimal approach evaluating effects only among programme's participants. Another minimalist feature of this methodology is to evaluate only minimum effects when there exists some kind of uncertainty about results.

The point of view of this approach is the society. Large technological programmes are seen as welfare instruments. Thus economic effects are evaluated by their contribution to the GDP and not only to firm's profits.

The economic effects of these programmes are related to two basic contractual relations (Figure 1). The first is between the society and the State agency concerned with the programme co-ordination. This first contractual relation defines different kinds of direct and indirect effect. The second contractual relation links the Agency

and Programme's Suppliers. The BETA methodology evaluates direct and indirect economic effects originated by the second contractual relation.

Figure 1 : Economic Effects of European Spatial Programme



Source: Bach et alii, 1992c

1.1 Directs Effects

These effects are directly related to project prime objectives, which are technological outputs foreseen at the beginning of the project. If the objective of a project was to develop a new product or a family of products, these effects are related to revenues obtained with the sales of these products. If the project is concerned with a new process, direct effects result from the increase of value added obtained with cost reduction of this process. The effects are linked with the increase of technological knowledge obtained by the project.

1.2 Indirect Effects

These effects go beyond the scope of project's prime objectives. They arise from the learning process that occurs along project activities. The following indirect effects were described by BETA evaluation study (BETA, 1994).

Technological Effects

These effects concern the transfer of a project originated technology to others activities. It is a kind of transfer, which was not scheduled in the beginning of the project. According to the type of technology involved, we can define the following technological effects:

- **new products**
- **new process**
- **new technological services**

- **patents**: we include in this category non-used project patents; this kind of patents reveals a firm technological leadership which enable additional barrier to entrance for competitors.

Commercial Effects

They represent the increase of economic activity that do not incorporate a substantial contribution of new knowledge. They are the following:

- **network effects**, the relations established with the members of a consortium after the project completion;
- **reputation effects**, which happens when participants of a project obtain a quality label that can be followed by new commercial opportunities.

Organisational Effects

The execution of a project sometimes has an important influence in the participant's organisational culture and structure. The way to deal with routines that result in innovations and improvements is changed. These effects are the following:

- **project management effect**; when during the project execution the firm acquires specific knowledge to set up new research projects;
- **organisation effects**, when the project produces a change in the structural organisation of the firm, as a new R&D or quality department;
- **methods effects,** when new organisational methods developed during the project is transferred to another area.

Work factor effects

The execution of the project activities changes the stock of knowledge of the firm employees. Some new human resources could be hired and there is a specific training effort. Moreover, employees acquire a large volume of experience resulting from project learning process. These capabilities increase the level of intangible assets of the firm. There are two main effects:

- **critical mass effect,** that represents the qualified personnel that master specialised knowledge about the technologies developed during the project;
- **training effect,** which designate the new knowledge acquired in the project group through training activities.

1.3 Quantification of Economic Effects

Most of direct and indirect effects can be expressed in terms of variation in the valued added provoked by increase on sales or cost reductions. Negative effects resulting from economic loss due to project failure have to be also considered.

When it is very difficult to quantify an effect in these terms, a proxy value is used. In the case of patents, we use the cost to register and to maintain it alive. For estimation of the Human factor, we use the cost of training and of maintenance of a certain human capabilities in the firm (Table 1).

Table 1 : Main Variables used to Quantify Effects

Types of Effects		Quantification
Direct Effects		Sales/cost reduction
Indirect Effects		
Technological	Transfer of products	Sales/new research contracts
	Transfer of process	Cost reduction / new research contracts
	Transfer de services	Sales/ new research contracts
	Patents	Cost for establishing and holding a patent (proxy values)
Commercial	Network effect	Sales/ cost reduction / new research contracts
	Reputation effect	
Organisational	Project Management	Cost reduction / new research contracts
	Organisation	Cost reduction /sales/ budget (proxy values)
	Methods	Cost reduction
Work Factor	Critical Mass	Monetary equivalent of man-hours (proxy values)
	Training	

Fonte: Bach et alii (1994)

2. APPLICATION OF THE BETA METHODOLOGY TO PROCAP 1000

The BETA methodological approach was conceived to be used in the study of large technological programmes funded by the State, or in other words, by the Society. The decision to introduce this kind of programme belongs to the State which, by this means, tries to attain some general technological or socio-economic objective. Nevertheless, the government of this State, represented by an Agency, has to account for the execution of programme's objectives to the society. This represents the first contractual relation of the large technological programme (Figure 1).

The Agency, in turn, contracts firms and research centres to perform specific projects. This is the second contractual relation. Each one of these contractual relations defines a specific kind of direct and indirect impact (Figure 1).

In the case of Procap 1000, the two main contractual relations were internalised inside one firm, i.e., Petrobrás. Nevertheless, this technological programme cannot be considered only as a set of co-ordinated efforts oriented towards private returns. In fact, Petrobrás received from the Brazilian society the mission to improve national oil and gas production at the level of the needs of the country. Thus the contractual relation n° 1, between Petrobrás and society, is more or less explicit in the definition of the production target of 1 million barrel by day that leaded to the creation of Procap 1000 in the middle of the 80's.

Nevertheless, Procap is not inserted in the kind of contractual relationship that is normally included in the type of large technological programmes studied by BETA and other groups (OCDE, 1995). A legal superior entity, representing society as a

parliament, does not supervise Petrobrás' technological programmes. These programmes do not depend on government budget support. Therefore, contractual relation n° 1 is weaker than in the original model.

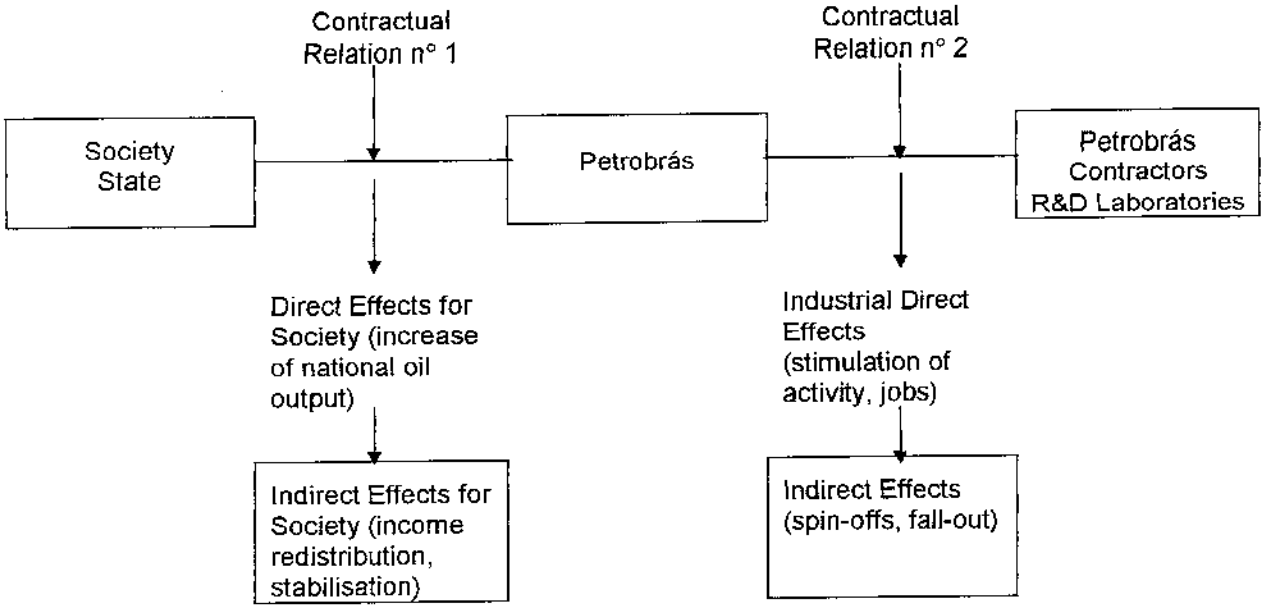
In the context of a large state company, the large technological programme is much more an instrument to direct and co-ordinate decision-making process in some specific technological field. Mainly the own firm is concerned with the decision and the implementation of the programme.

Partnerships with external institutions are quite different in Procap 1000 from the usual pattern found in government technological programmes. Most of these institutions are research laboratories, universities, suppliers and service companies that are engaged in some specific project task. They are only subcontractors of Petrobrás, which is the project manager and main executor. Even so, the leading contractors are foreign firms.

In brief, there are sharp differences among the large technological type of programme evaluated by BETA studies and Procap 1000:

- there is no institutional frontier between the source of funds and the programme management (contractual relation n° 1). However, this relationship, while inserted inside the firm, has some peculiarities due to Petrobrás public origin (Figure 2).
- there is no institutional difference between R&D execution and programme design and management (contractual relation n° 2). This is because Petrobrás was engaged in most of the innovative activities while contractors, especially nationals, had a limited role in the programme activities (Figure 2).

Figure 2 : Economics Effects of Procap 1000



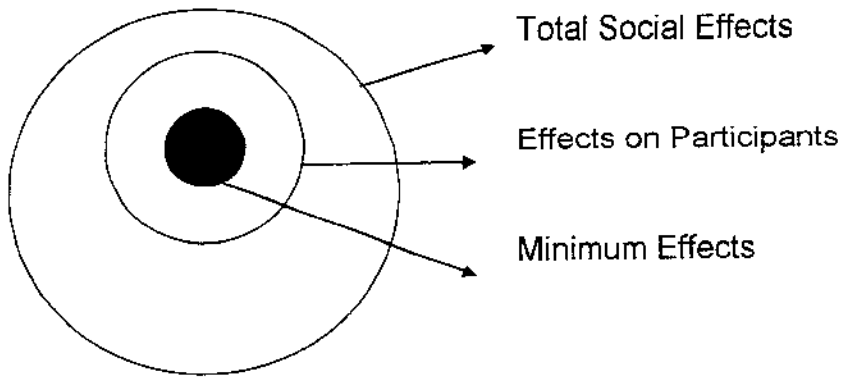
Definition and Quantification of Effects

Considering the nature of innovation process in Procap 1000, we introduced some methodological changes in the initial approach. Some indirect effects are related to the fact that Petrobrás is not the direct user of the technology that it generates, but rather a consumer of the resulting product, process or services. Thus Petrobrás achieve to appropriate innovation earnings by transferring new technological knowledge, most of the time free of charge, to suppliers, and reducing cost or improving quality of equipment and inputs. These kind of transfer happened very often and was evaluated as a indirect technological process effect.

The relation of Petrobrás with suppliers was also important to commercial effects. As we mentioned before, these effects arise from new partnerships and new market opportunities learned during the project. Project execution very often allowed Petrobrás to learn how some markets of high technology inputs work and to create new access channels to competitors. Also the project technological success allowed the company to reduce foreign suppliers prices in monopolised markets, because it was able to transfer these new technological knowledge to competitors. This gain was called a competition commercial effect.

The criterion followed by the study was always to have a minimum quantification of effects among the participants of the project. This quantification criterion is backed on the BETA principle to choose the minimum estimate when there is some kind of uncertainty about project outcomes. Thus quantification only capture part of the effects generated by Procap 1000 (Figure 3).

Figure 3: Large Technological Programmes Effects



Another important feature of the quantification was to consider only the contribution of evaluated projects to the whole effect. This contribution was defined as the project fatherhood coefficient to the effect.

As an *ex-post* evaluation, the figures are related to executed effects (until 1997) or to projections based on accomplished or ongoing investments. The time lag for the effects was limited at least to 7 years[3]. After this period, we considered that new knowledge of the project would have obtained otherwise.

3. THE SAMPLING OF PROJECTS AND EXTERNAL PARTICIPANTS

Procap 1000 started in 1986 and finished in 1992, including 116 R&D projects. Based on qualitative and quantitative information, we defined a sample of 27 projects. The main criteria were the technological area and the co-ordinating Department of Petrobrás. A sample size of 23% were drawn from overall Procap population of projects (Table 2).

Table 2
Procap's Work Sample

Projects Groups	Sample	Total Procap	Sample
			%
Mooring	3	8	37,5
WCT	1	2	50,0
Hull	0	1	0,0
Structure	1	9	11,1
Facilities	2	6	33,3
General	6	27	22,2
Innovation	3	14	21,4
Lines	2	9	22,2
Manifold	2	11	18,2
Drilling	2	11	18,2
Boat	1	3	33,3
Risers	2	7	28,6
ROV	2	8	25,0
Total	27	116	23,3

The number of projects co-ordinated by Petrobrás' operational departments was 27, while the rest were directed by the central laboratory – Cenpes. The sample proportion of 18,5% for projects co-ordinated by operational departments fits very well with an aggregate figure of 23,3% (Table 3).

[3] This time lag extension is based on Mansfield (1991). He assumes based on several studies, that a conservative estimate of the innovations economic effects would be a seven year period after the first commercialization at their average annual level in the first four years. The reason why social benefits stop at year t+7 is that Mansfield make the assumption that without cademic research, the relevant knowledge would be obtained otherwise. We used in our study the 7 ears lag as a upper boundary for the measurement of any effect that would have last at least this duration.

Table 3
Number and Percentage of Projects of Procap 1000 and of the Sample by Co-ordination Department

	Procap 1000			Sample		
	Cenpes	Others Dept.	Total	Cenpes	Others Dept.	Total
Number of Projects	89	27	116	22	5	27
%	76,7	23,3	100	81,5	18,5	100

The insertion of external participants was a problematic issue of this study. The project reports mentioned a large number of other institutions contracted by Petrobrás in Procap's 1000 projects. However this information wasn't always confirmed by the interviews and a large part of these participants were difficult to find. Thus, we restrained our universe including only 9 out of 33 mentioned cases (Table 4).

Table 4
Number of Projects with Externals Participants and Number of Participation by External Participants

Type of Participants	N° of Projects	Total N° of Participants	N° of Evaluated Participants
National Universities	10	11	7
Foreign Firms (*)	12	13	
National Firm	6	7	2
Foreign Research Institute	1	1	
National Research Institute	1	1	
Total	27	33	
- with external participants	21		
- Evaluated	8	9	
- Non Evaluated	13	24	
- without external participants	6		

(*): for joint-industry projects we computed only one external participant

Some reasons explain the exclusion of most of these cases. We choose only to evaluate effects and participants inside Brazil. But 13 participants were foreign located firms and 1 was a foreign research institute. This number by his own shows that the contracts with foreigners were the foremost mode of access to external sources of knowledge in the programme. All these participants were excluded from our study. In some cases, it was possible to notice that this participation leaded to significant gains to the foreign firms outside Brazil. Otherwise, most of the cases concerned technology transfer contracts.

The second reason for the exclusion of participants from the study was their little engagement in project activities. This qualitative assessment was obtained during the interview with project's co-ordinators. Their engagement in the project was a very limited activity without any repercussion to contracted institutions.

We find also some difficulties to have access to the names of the persons from these external participants that were really engaged in project activities. There is also one case of a national firm that runed out of business after the project.

4. AGGREGATE FIGURES

The costs of the projects were estimated based on Petrobrás project expenditures. The effects were evaluated lie on the general framework delineated on section 2. The time period of the evaluation last from 1984 (start of the first projet) and 2007 (last year effect)[4]. The aggregate figures of the sample show an Effect/Cost ratio of 18,75, until 2007, and of 12,12, until 1997 (Table 5). These numbers, which are aggregate, hide very huge differences between projects. The average of this ratio in all the project of sample was much higher (38,6) and the standard deviation (63,7). These figures show a great variance among individual projects. The median of 10,73 indicates that most of the projects are under the mean and the aggregate values. These results corroborate a very frequent observation in evaluation studies about the existence of a great variety of results and the concentration of economic effects among projects and participants. The BRITE-EURAM evaluation study made by BETA demonstrates that large firms concentrate most of the economics effects.
The reasons behind this pattern of high standard deviation are diverse among evaluation studies. In the case of BRITE-EURAM, firm size is the prime reason for variance among projects. Only a minor group of firms is responsible for most projects economic effects. However, because Procap 1000 is in the main an internal programme of Petrobrás, the variation of the effect/cost ratio occurs rather among projects.

It is relevant to compare the results of Procap's 1000 evaluation with other studies that used the BETA methodology (Table 6). The figures show that the results of our study are very close to the others. Only indirect effects are a little higher.

We have also created a new indicator called SRR (Social Rate of Return), which is not very widespread in this kind of methodology. The effects, even quantified only among participants, indicate the level of impact of the project in the economic welfare of the Society. This is quite different from an IRR (Internal Rate of Return), which is a financial indicator. The social return is much more wider than a profitability indicator in terms of return on invested capital. A 97,6% rate reveals that Procap 1000 had a fast return (Table 5). Even during the programme, economic effects were very important (Graphic 1).

---

[4] Effects from 1998 until 2007 are based on expected output over running activities or investments. The effects estimated on creased output are limited for 7 year after their first commercialization. In some cases like patents they correspond to the annual cost of maintaining them over 15 years.

Table 5 : Aggregate Costs and Effects of Procap 1000 by year (November 1996 Reais)

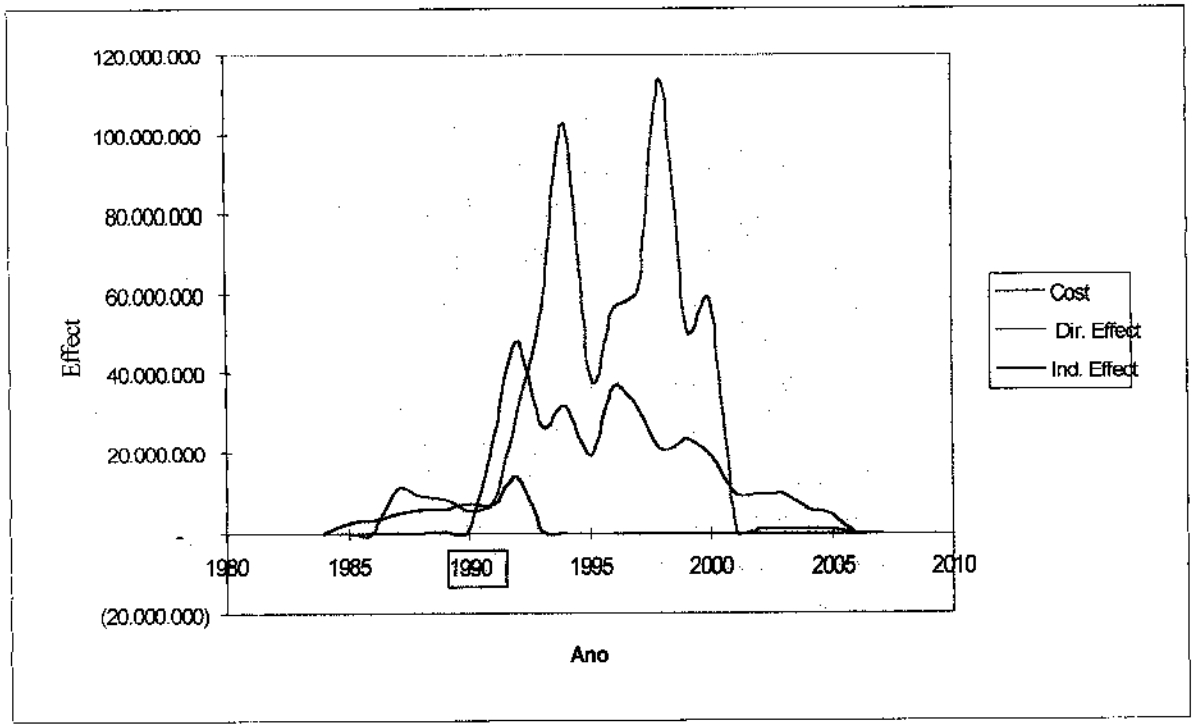
Year	Cost	Dir. Effects	Ind. Effects	Total Effects.	Acum. Costs	Ac. Dir. Effect	Ac. Ind. Effect.	Tot. Sum	SRR
1984	6.647	-	-	-	6.647	-	-	(6.647)	
1985	2.602.420		-	-	2.609.067	-	-	(2.602.420)	
1986	2.882.983	-	-	-	5.492.050	-	-	(2.882.983)	
1987	4.728.839	11.093.000	-	11.093.000	10.220.889	11.093.000	-	6.364.161	
1988	5.539.571	9.222.860	19.779	9.242.639	15.760.460	20.315.860	19.779	3.703.068	
1989	5.409.031	7.945.791	612.116	8.557.907	21.169.491	28.261.651	631.895	3.148.876	
1990	7.049.977	5.052.000	1.114.614	6.166.614	28.219.468	33.313.651	1.746.509	(883.363)	
1991	7.187.186	8.316.224	24.373.722	32.689.946	35.406.654	41.629.875	26.120.231	25.502.760	
1992	14.019.069	29.716.563	47.765.684	77.482.247	49.425.723	71.346.438	73.885.915	63.463.178	
1993	476.055	56.973.577	26.459.458	83.433.035	49.901.778	128.320.015	100.345.374	82.956.980	
1994	16.727	102.628.210	31.702.677	134.330.887	49.918.505	230.948.225	132.048.051	134.314.160	
1995		38.618.224	19.167.187	57.785.411	49.918.505	269.566.449	151.215.239	57.785.411	
1996	-	56.160.423	36.814.619	92.975.042	49.918.505	325.726.872	188.029.858	92.975.042	
1997	-	60.667.120	30.432.188	91.099.308	49.918.505	386.393.992	218.462.047	91.099.308	
1998	-	113.398.285	20.725.181	34.123.466	49.918.505	499.792.277	239.187.228	134.123.466	
1999	-	50.223.258	23.815.930	74.039.188	49.918.505	550.015.535	263.003.159	74.039.188	
2000	-	58.321.317	19.254.492	77.575.809	49.918.505	608.336.852	282.257.651	77.575.809	
2001	-	1.315.840	9.747.288	11.063.128	49.918.505	609.652.692	292.004.940	11.063.128	
2002	-	1.315.840	9.747.288	11.063.128	49.918.505	610.968.532	301.752.228	11.063.128	
2003	-	1.315.840	9.747.288	11.063.128	49.918.505	612.284.372	311.499.517	11.063.128	
2004	-	1.315.840	5.482.831	6.798.671	49.918.505	613.600.212	316.982.348	6.798.671	
2005	-	1.315.840	3.871.736	5.187.576	49.918.505	614.916.052	320.854.085	5.187.576	
2006	-	-	6.498	6.498	49.918.505	614.916.052	320.860.583	6.498	
2007	-	-	2.792	2.792	49.918.505	614.916.052	320.863.375	2.792	**97,59%**
Total	**49.918.505**	**614.916.052**	**320.863.375**	**935.779.427**					
Effect /Cost 2007		**12,32**	**6,43**	**18,75**					
Average				**38,57**					
Standard Deviation				**63,98**					
Median				**10,73**					
Effect/Cost 1997		**7,74**	**4,38**	**12,12**					

Table 6
Effect/Cost Ratio in Several Programmes Evaluation Using BETA Methodology

	BRITE-EURAM 1992	ASE 1980	ASE 1988	Canada 1989	Ecopetrol 1992	HPCN ESPRIT 1996	Procap 1997
Direct Effects	13,3					8,43	12,32
Indirect Effects	4,1	2,9	3,2	3,5	3,6	2,80	6,43
Total	17,4					12,23	18,75

Source: Bach & Lambert (1992a); Bach et alii (1994); Garcia et alii (1996); Ledoux et Bach (1997); Unicamp Study, 1998.

Graphic 1 : Costs and Effects of Procap 1000



5 DIRECT AND INDIRECT EFFECTS

Most of the effects, approximately two thirds, have been directly generated by the Programme (Table 7). However, these effects are concentrated in only 30% of the projects of the sample (8/27 see Table 8).

These results are coherent with other BETA studies, such as BRITE-EURAM or ESPRIT, where direct effects are less frequent among projects and participants, but higher in their economic magnitude (Table 5). In the case of Procap 1000, this difference occurs at the project level since the number of participant is smaller.

Table 7
Direct and Indirect Effects by Institutions (November 1996 real)(*)

	TOTAL	% TOTAL	% INDIRECT	E/C	Petrobrás	Others
PROJECTS TOTAL COST	**49.918.506**				**44.976.931**	**4.941.575**
EFFECTS						
DIRECT	**614.916.052**	**65,71%**		**12,32**	**614.896.052**	**20.000**
INDIRECT	**320.893.376**	**34,29%**		**6,43**	**296.451.105**	**24.442.271**
Technological	*224.893.913*	*24,03%*	*70,08%*		*205.940.187*	*18.953.726*
Product	2.160.366	0,23%	0,67%		0	2.160.366
Process	205.767.495	21,99%	64,12%		205.485.610	281.885
Service	16.851.902	1,80%	5,25%		340.427	16.511.475
Patents	114.150	0,01%	0,04%		114.150	0
Organisational	*7.261.096*	*0,78%*	*2,26%*		*7.261.096*	*0*
Project Management	0	0,00%	0,00%		0	0
Organisation	7.261.096	0,78%	2,26%		7.261.096	0
Method	0	0,00%	0,00%		0	0
Commercial	*59.060.691*	*6,31%*	*18,41%*		*58.812.788*	*247.903*
Network	1.295.795	0,14%	0,40%		1.170.341	125.454
Competition	57.764.896	6,17%	18,00%		57.642.447	122.449
WF	*29.677.676*	*3,17%*	*9,25%*		*24.437.034*	*5.240.642*
Critical Mass	27.654.414	2,96%	*8,62%*		23.951.423	3.702.991
Training	2.023.262	0,22%	*0,63%*		485.611	1.537.651
TOTAL EFFECTS	**935.809.428**				**911.347.157**	**24.462.271**
EFFECTS/COST	**18,75**				**20,26**	**4,95**
TOTAL EFFECTS UNITIL 97	**604.886.039**				**580.743.092**	**24.142.947**
EFFECT/COST	**12,12**				**12,91**	**4,89**

(*): 1 real of November 1996 = 1,05 US$ of 1996
Source: Unicamp Study, 1998

There is also a high level of indirect effect. The aggregate effect/cost ratio was 6,43 until 2007 and of 4,38 until 1997 (Table 5). There were significant cuts in the productive investments budget during the 80's and in the beginning of 90's that held back the initial prospects of Petrobrás in an important group of technologies. This fact increased the project propensity towards indirect effects.

In fact the drop in the investment budget of Petrobrás also affected the time-dynamics of direct and indirect effects, as well. During the second half of the 90's, a sharp increase in the volume of productive investments occasioned a second wave of impacts, after the first that happened at the end of the programme (Graphic 1).

There is a notable difference in the magnitude of effects between Petrobrás and external participants. In fact, we only evaluated 9 participants, 2 national firms and 7 university labs (Table 4). In this group, the effects were predominantly indirect (Table 7).

Because Procap 1000 was a learning oriented programme, projects had more frequently indirect effects. However, in terms of economic value, they only represent a little more than 1/3 of total effects value. Even so, this level is noteworthy. The aggregate effect/cost ratio is 6,43, the highest among the programmes studied with BETA approach (Table 6).

The high degree of indirect effects is related to Procap's 1000 vocation to be a technological capability programme with an important inducement potential inside and outside Petrobrás. Conversely to what we expected in the beginning of the study, the high programme endogeneity did not provoked less indirect effects. This proportion was elevated confirming the inducement capacity of the programme.

The empirical observation that indirect effects are more frequent ratifies criticism against linear model of innovation. This model gives theoretical support to most of the ex-ante research evaluation analysis done by firms and laboratories. In this framework, effects are expected to result from project initial objectives. However, indirect effects are much more frequent than direct effects. All the projects have at least one indirect effect while only 8 have direct effects. In number of total effects, the relation is 74 to 10, let say seven times more (Table 8).

It is expected, in the linear model framework, that patent licensing, know-how or technical assistance contracts would transfer the new knowledge created by the project formally to a supplier. However, this is not a very frequent form of technological transfer between Petrobrás and suppliers. Most of it happens freely outside these contractual arrangements. Even so, Petrobrás succeed in reappropriate partially these gains through inputs and equipment cost cuts. These are fluid forms of technological transfer that are hardly foreseen ex-ante.
Technological effects are the more weighty in value (70% in Table 7) and the second more frequent (Table 8) among indirect effects, revealing their importance for technological diffusion. All the evaluated institutions had this kind of effect. There was by far the most important effect for external institutions (77,5% of the total effects see Table 7). The concentration of technological effects in process for Petrobrás indicates that it is through a most of the time free and informal transfer of product and process technology to suppliers that Petrobrás appropriate the gains of innovation. By their side, external participants capitalise these gains by launching new products or new services into market (Table 7). Their technological transfer procedure is closest to what is known like a spin-off in the economic literature. It is important to remind that technological effects are the largest among indirect effects in several evaluation studies made with BETA methodology (Table 9). In HPCN-ESPRIT programme this proportion is beyond 73%.

Table 8
Number of Projects and Effects by Modality of Effect

	Direct	Indirect					Total
		Tecnolog.	Organis.	Comerc.	WF	Total Ind.	
Projects	8	21	2	5	23	27	27
Effects	10	30	2	5	37	74	84

Source : Unicamp Study, 1998

Organisational effects were less significant (0,78%) indicating that R&D activities were a routine inside Petrobrás. However, the empirical information of the study gives us some surety that organisational learning was really significant in some cases, even when economic outcomes were difficult to identify. But, because Petrobrás is at the same time the financial backer, the co-ordinator and the project executor, these effects cannot be so easily captured as if these functions were separated institutionally. As an example, new projects launched by Petrobrás after Procap 1000 end embodying organisational learning originated by this programme could not be included in the evaluation as new contracts, because these projects were sponsored by the company itself..

Table 9
Indirect Effects Decomposition in Evaluation Studies using BETA Methodology (%)

	BRITE EURAM	ASE 1980	ASE 1988	Canada 1989	Ecopetrol	HPCN ESPRIT 1996	Procap 1997
Technological	47,6	25	43	40	60	73,7	70,0
Organisational	11,6	19	7	18	20	6,7	2,2
Commercial	10,3	27	8	18	14	0,9	18,4
Human Factor	30,6	29	41	24	7	18,7	9,4

Sources: Bach & Lambert (1992a); Garcia et alii (1996); Bach et alii (1994); Ledoux et alii (1998), Unicamp Study (1998).

Competition Commercial effects were very important, especially for Petrobrás (18% of the indirect effects, Table 7), coming-up in the second place after the process technological effects. They occur because project execution allowed a better knowledge over commercial partners and increased competition. In general, these effects arise from modifications introduced in some high technology equipment or services market monopolised by foreign suppliers. The learning obtained almost in 3 project allowed a greater integration between supply and demand in these markets. The increase of information to users provoked a drop in input and equipment prices. Considering that the foreign suppliers imported a high level of those goods and services, competition effects contributed positively to national welfare.

Commercial effects are an important outcome of Procap 1000. Two main reasons collaborated to this. The first is that Procap 1000 had more technological capabilities than an innovation programme format. More than creating new technologies the main purpose of the programme was to create the ability to deal with them. The second is due to the interactive learning that happened with suppliers even when they were not directly involved in the project.

Human Factor effects were very frequent in number of effects and of projects (Table 8). Nevertheless, the economic magnitude of 9,4% is relatively smaller than in other similar studies (Table 9). In the case of BRITE-EURAM study, they were the second more important indirect economic effects. This fact is due to the relatively small number of institutions concerned with the evaluation process in Procap 1000 when compared to the European Programmes.

6 Final Remarks

Procap 1000 is a very large programme (116 projects) that ended 4 years before the beginning of this evaluation study. The assessment of the economic effects of Procap 1000 was a great methodological challenge and required a great volume of job. The study lasted almost 2 years.

The results offer a valuable first hand information regarding innovation process in Brazil. The study gives a real idea of what are the economic outcomes of a large technological programme, which were previously unknown, and confirms, by the magnitude of economic effects/cost ratio of 12,2 until 1997 and of 18,75 until 2007, the importance of R&D expenditures for economic growth. This first study offers the opportunity to produce similar evaluation studies in other large technological programmes in Brazil, enlarging the knowledge base about the efficacity these public policies tools.

The adaptation and the application of BETA methodology to the special case of Procap 1000 were extremely interesting from a methodological point of view. Procap 1000 had an institutional design that is very different from other government programmes because it was funded, managed and mostly executed by Petrobrás. Contractual relations 1 and 2, which define the evaluation approach, were almost completely internalised within this company.
The adaptation of BETA methodology gives us the means to identify more accurately the nature of innovation process in the context of Procap 1000. We identified clearly that direct effects are not very frequent, but contribute meaningfully to the total effects of the innovation process. There are, most of the time, technological and economic successes that payoff the entire programme. On the other hand indirect effects are much more usual. This fact proves the relevance of the learning process accomplished during the project that allows a large variety of economic effects. These effects are not usually quantified or identified by traditional evaluation methodologies. We completed this picture of the indirect effects of Procap 1000 by creating a special commercial effect originated in the relation with suppliers, called commercial effect.

One of the main features of Procap 1000 was that national suppliers had a weak direct participation in projects, contrarily to what was expected at the beginning of the study. This is due to the high proportion of national R&D activities in oil industry executed by Petrobrás. However, our study also revealed that national universities were important partners of Petrobrás in the programme. When national participants were involved they showed a good effect/cost ratio (4,95 in Table 7). This exhibits a very positive external inducement capacity of Procap 1000.

Nevertheless, the role of suppliers, not as project participants but like commercial partners of Petrobrás, was decisive for the diffusion process. This engagement didn't happened following a linear innovation scheme, where the new technology is formally transferred by license contracts to suppliers. Transfer happened by indirect means spilling over to suppliers and resulted in input and equipment price drop to Petrobrás. The identification of these processes was one of the most important contributions of this study to the understanding of the process of innovation in a peripheral economy.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

BACH, L. COHENDET, P., LAMBERT, G. et LEDOUX, M. (1992a) , L'espace est-il rentable? L'impact économique des programmes spatiaux, *Annales des Mines*, novembre, pp. 51-56.

BACH L. & LAMBERT G. (1992b)"Evaluation of socio-economic effects of European Community R&D programmes in the SPEAR network" in *Research Evaluation*, vol 2 N. 1, april.

BACH, L. COHENDET, P., LAMBERT, G. et LEDOUX, M. (1992c) "Measuring and Managing Spinoffs: The Case of Spinoffs Generated by ESA programs" in *Space Economics*, vol. 144, pp. 171-206.

BACH, L., MOLIST N.C., FRANTZ, C., MATT M. & LEDOUX, M. (1993), Economic evaluation of the effects of BRITE-EURAM programmes on the European Industry, Final Report January para a DG XII-4 Evaluation Unit, BETA-ULP.

BACH L., MOLIST N.C., LEDOUX M.J., MATT M. & SCHAEFFER V.(1994) , "Evaluation of the Economic Effects of Brite-Euram Programs on the European Industry" in *Anais do Eunetics Conference: Evolutionary Economics of Technichal Change: Assessment of results and new frontiers*, Strasbourg, October 6-7-8, pp.971-996.

FURTADO, A.T. (1998), "Technological Competition in Deep Water: The Success of a Company in a Country in the Periphery", in *Science, Technology & Society*, vol. 3, n. 1, pp. 75-109.

GARCIA, A., AMESSE, F. & SILVA M. (1996) "The indirect economic effects of Ecopetrol's contracting strategy for informatics development", in *Technovation*, vol. 16 n. 9, pp.469-485.

GRILICHES, Z. (1979), "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth", in *Bell Journal of Economics*, vol. 10, pp. 92-116.

JAFFE, A. (1996) "Economic Analysis of Research Spillovers, implications for Advanced Technology Program", Advanced Technology Program, NIST, http://www.atp.nist.gov/

LEDOUX, M. J. et BACH, L. (dir.) (1997), *Evaluation pilote des effets économiques des programmes HPCN (II et III) – ESPRIT*, Rapport Final – février 1997, ULP-BETA, Strasbourg.

MANSFIELD, E. (1991), "Academic research and industrial innovation" in *Research Policy*, vol. 20, pp. 1-12.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL (1996), *Assessing Fundamental Science*, A Report from the Subcommittee on Research Committee on Fundamental Science, July, Washington D.C.

OECD (1995), Impacts of National Technology Programmes, OECD, Paris.

PIMENTA-BUENO J. A. e OHAYON P. (1992) , "Subsídios para a Formulação de Mecanismos de Apoio aos Programas Mobilizadores Integrantes do PACTI", *Anais do XVIII Simpósio Nacional de Gestão da Inovação Tecnológica*, 26-28 de outubro, São Paulo, SP.

REORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL COMO UM PROCESSO DE MODERNIZAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE OS AGENTES DA INOVAÇÃO[1]

Sergio Salles-Filho*
Débora Mello**
Maria Beatriz M. Bonacelli***

*Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP.
**Estudante de doutorado, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP.
***Departamento de Engenharia Industrial, Universidade Federal de São Carlos.

[1] Texto apresentado na "II Conferência Internacional sobre Política Tecnológica e Inovação". Tópico: "Inovações Institucionais e Desenvolvimento Sustentável". Lisboa, 3-5 de agosto de 1998.

INTRODUÇÃO

A concepção e definição de pautas de programação e planejamento da pesquisa, bem como as estratégias dos institutos públicos de pesquisa foram durante muitos anos fortemente influenciadas pela divisão de tarefas entre os setores público e privado (divisão baseada em definições *ad hoc* que relacionam o desenvolvimento de bens públicos por instituições públicas e o desenvolvimento de bens privados por instituições privadas) e pela adoção de uma visão linear do processo de inovação (com a conseqüente separação das atividades de pesquisa em etapas sucessivas, iniciando-se na pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada até o desenvolvimento tecnológico).

Várias visões alternativas vêm colocando os conceitos nos seus devidos lugares (OCDE, 1992; Nelson 1990; Freeman, 1975). Recentemente, Callon (1994) tem demonstrado que o caráter privado ou público da ciência não lhe é intrínseco: depende, de um lado, de uma série de investimentos em instituições e recursos humanos e, de outro, da relação entre conhecimento e tecnologia. As tecnologias geralmente possuem retornos crescentes devido ao aprendizado e às externalidades positivas, vantagens adquiridas que reforçam a trajetória tecnológica inicial e criam irreversibilidades. A necessidade de aproveitar economias de escala em P&D, dividir riscos e incertezas e explorar a complementaridade de ativos (visando à obtenção de economias de escopo) leva à formação de múltiplas formas de cooperação, configurando redes para desenvolver e explorar conhecimento.

A adoção do enfoque de redes de pesquisa, segundo Salles-Filho & Kageyama (1998), permite abandonar o conceito de "oferta de conhecimento" e adotar o de "aprendizado compartilhado" e tem sido um meio eficaz para lidar com projetos tecnológicos complexos em ambientes de rápida mudança técnico-científica e institucional (na qual se destaca a globalização crescente dos mercados e a crise do papel do Estado em nível mundial). Entretanto, a constituição e/ou a participação em redes de pesquisa exige que a instituição esteja minimamente organizada para esse fim. Instituições mais dinâmicas têm procurado atingir maior autonomia financeira, administrativa e patrimonial e de ganhos de escala nas atividades de P&D. E, para tanto, têm inovado, introduzindo mecanismos diretos e indiretos de abertura institucional que alteram, em maior ou menor grau, o perfil do setor público de pesquisa.

O objetivo central desse trabalho é o de discutir os principais determinantes do processo de reorganização institucional em curso, a partir da análise da transformação do papel do Estado em nível global (item 1) e da alteração das relações entre setor público e privado e a emergência de novas formas de organização da pesquisa, com ênfase nos conceitos de redes (item 2). A argumentação se baseará, notadamente, nos *approaches* da Economia e da Sociologia da Inovação. Posteriormente (item 3), detalham-se as características

desse processo a partir de estudos realizados pelo GEOP[2] em três destacadas instituições públicas de pesquisa brasileiras: o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Os resultados obtidos permitem identificar os elementos determinantes do processo de reorganização institucional, destacando a necessidade do estabelecimento de uma nova relação com o Estado e a formação de um ambiente que possibilite uma maior integração entre os agentes do processo de inovação.

1. INSTITUIÇÕES DE PESQUISA NO CONTEXTO DE TRANSFORMAÇÃO DO PAPEL DO ESTADO

A lógica das formas contemporâneas de organização das atividades de P&D sugere que a noção de concorrência pode ser aplicada às instituições públicas de pesquisa, na medida em que elas passam a disputar recursos financeiros, visibilidade e oportunidades no sistema de C&T com outras entidades públicas e privadas. Este contexto está fortemente relacionado à crise do papel do Estado em nível mundial, apesar de, como será visto mais adiante, não ser este fenômeno o único a influenciar as mudanças que vêm sendo impostas e incorporadas na organização das instituições públicas de pesquisa.

A crise do Estado, segundo a avaliação de Salles-Filho et a. (1995), ocorre em três níveis: político, fiscal e institucional. Político, na medida em que os Estados Nacionais têm seu poder de intervenção sobre os respectivos espaços geográficos relativamente reduzidos pelo aumento do poder de influência de instituições como Organização Mundial para o Comércio, Banco Mundial e Fundo Monetário Internacional, que direcionam as políticas econômicas. Fiscal, devido à dificuldade do Estado em agir como financiador de atividades ligadas à produção e à prestação de serviços, em razão da reconfiguração da oferta internacional de capitais e das altas sucessivas das taxas de juros. A crise institucional decorre da proliferação da irracionalidade técnica e de favorecimento da "pequena política" por parte do subconjunto institucional encarregado de prestar serviços públicos. Assim, reformar o Estado do ponto de vista institucional significa tornar explícita a responsabilidade privada sobre aspectos que estavam travestidos de função pública e recuperar para o exercício da esfera pública atividades tanto de cunho social como estratégico que vêm sendo mal implementadas pelo Estado.

Assim sendo, as instituições terão que, sob a perspectiva política, subordinar-se às demandas de segmentos da sociedade civil muito mais do que às demandas advindas da lógica interna corporativa de seus funcionários; sob a perspectiva fiscal, fundar uma cultura de recursos públicos por cuja utilização e resultados tenham de se prestar contas a todos os segmentos da sociedade; e, sob o ponto de vista institucional, introduzir critérios de gerência técnica e de planejamento que os

[2] O GEOP - Grupo de Estudos sobre a Organização da Pesquisa, do Departamento de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP, vem trabalhando desde 1994 nesse tema. Os trabalhos mais importantes já realizados são o estudo de reorganização institucional do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), o estudo do processo de reorganização das instituições públicas de pesquisa agrícola nos países do MERCOSUL e a caracterização institucional das dezenove Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs) existentes no Brasil. Para detalhes desses trabalhos, ver Salles-Filho (1996); Salles-Filho & Tisseli-Filho (1998) e Albuquerque & Salles-Filho (1997).

aproximem - embora com objetivos diferentes - das formas mais eficientes de gestão.

Considerando esse quadro analítico de crise do Estado, muitos autores têm refletido sobre alternativas de configuração de um novo Estado que deve emergir após tal crise. Um dos aspectos que vem despertando atenção é a globalização da economia. O rápido processo de transformação tecnológica e de globalização dos mercados já apresenta impactos sobre a sociedade, exigindo que as instituições, no sentido mais amplo do termo, mudem. Segundo Martins (1998), há hoje um descompasso entre Estado e instituições, reforçado pelo processo de mundialização ou globalização. Se antes podia-se pensar somente no Estado-Nação como coordenador e centralizador das ações, hoje as novas formas de organização transnacional demandam um novo modo de produzir e de organizar a produção. As relações entre as economias nacionais, antes fundadas sobre os Estados Nacionais, hoje são mais complexas. A globalização financeira avançou sem que instituições adequadas tenham sido criadas.

Esse tipo de transformação vem estimulando, muitas vezes, avaliações sobre o tamanho ideal do Estado para esse novo ambiente. Alguns defendem que um Estado mínimo seria mais adequado, enquanto outros questionam tal assertiva. Offe (1998), porém, enfatiza que o desafio colocado pela transformação em curso questiona os tipos-ideais e afirma ser mais sensato uma "mistura híbrida de ação institucional" ou "capital social" entre Estado, mercado e comunidade. Sendo assim , autor sugere que sejam abandonadas as falácias que evocam ou o estatismo excessivo ou a perda de capacidade do Estado, a eficiência ou as limitações do mercado, o comunitarismo excessivo ou a negligência deste, e que se busque a interação desses agentes, voltada para uma disposição moral para a cooperação. Nem mesmo a exclusão de um dos componentes pode ser aceita: todos os três devem estar presentes no desenho de arranjos institucionais mais apropriados.

Ainda refletindo sobre as propostas de Reforma do Estado, Souza Santos (1998) sugere que nos anos 80 a reforma do Estado deu-se pela articulação, mais direta, entre o princípio do Estado e o princípio do Mercado, fato que não implicou na construção de um Estado mais fraco, mas sim de um Estado mais finamente sintonizado com as exigências políticas do capitalismo global. Nos anos 90, em razão, entre outros, dos resultados disfuncionais das reformas efetuadas anteriormente e da reorganização das forças progressistas, inicia-se uma nova fase da Reforma, que abre espaços para propostas que busquem uma articulação entre o princípio do Estado e o princípio da Comunidade, enfatizando uma maior busca dos isomorfismos entre Estado e Comunidade do que entre Estado e Mercado.

A procura por novas formas de organização do Estado tem sido freqüente. Castells (1998), por exemplo, defende que o Estado precisa se assumir como agente estratégico dos fluxos globais (aprendendo a agir de forma diferente em tal mundo globalizado), em substituição ao Estado como representação. Sugere, então, uma nova forma de organização e de atuação do Estado: um Estado flexível, que envolva ação estratégica e soberania para as formas de intervenção; em resumo, um Estado Rede.

A rapidez das mudanças tecnológicas e a flexibilidade exigida pelo novo sistema institucional e produtivo tornaram obsoletas as grandes organizações burocráticas e

centralizadas. Da mesma forma, as reformas organizacionais que se ocupam principalmente da estrutura interna dos organismos, ou seja que se dedicam à avaliação de mudanças organizacionais, não conseguem propor alternativas compatíveis com esse novo ambiente (André, 1994).

Nesse contexto, para que uma instituição pública de pesquisa seja preservada, deve-se enfatizar a competitividade institucional que, em grandes linhas, deve ser entendida como a capacidade de atuar simultaneamente nas seguintes frentes: a) impor-se junto à comunidade científica como uma organização de excelência; b) ser identificada pelo setor produtivo como uma instituição capaz de resolver problemas; c) ser vista pela sociedade como uma instituição que é essencial para a modernização da produção, para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento regional, adquirindo legitimidade social; d) fazer-se presente nas instâncias de definição de políticas públicas.

2. BENS PÚBLICOS, BENS PRIVADOS E A RECONCEITUAÇÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM E DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O contexto global da crise do Estado torna indispensável uma redefinição das esferas pública e privada e dos caminhos que se abrem para novos arranjos institucionais. Sob essa perspectiva, é necessário inicialmente discutir os conceitos de bens públicos e privados e caracterizar a maior complexidade das instituições envolvidas nas atividades de pesquisa, o que, em última instância, significa avaliar quais são os novos limites e interfaces das mencionadas esferas do público e do privado nesse campo. Para tal, reconsideram-se também os conceitos de aprendizagem, conhecimento e interação entre os agentes da inovação.

Na questão conceitual de definição de bens públicos, os atributos normalmente apresentados pela economia convencional para caracterizá-los baseiam-se em três princípios: a não rivalidade, a não exclusividade e seu caráter estocástico, ao qual se associa elevada incerteza e alto risco[3]. Bens que estejam disponíveis igualmente para todos não apresentam rivalidade; bens cujos benefícios não podem ser apropriados através dos preços de mercado são não exclusivos. Bens com estas características são considerados bens públicos, para os quais o esforço de investimento privado não levaria a um nível "socialmente ótimo" de oferta. Nesta perspectiva, o conhecimento científico fundamental (obtido pela pesquisa básica) seria não apropriável e seu uso por um indivíduo não inviabilizaria o uso por outros, fazendo-se então necessária a criação de instituições não lucrativas a fim de que o conhecimento se produza num nível socialmente ótimo.[4]

Essa concepção de benefício social sugere que caso a pesquisa fosse inteiramente conduzida pelo setor privado, haveria um forte viés na alocação dos recursos, deixando muitas áreas descobertas e comprometendo seriamente o desempenho da atividade produtiva. Esta argumentação, entretanto, não é um bom guia para definir

---

[3] O caráter estocástico das atividades de pesquisa e desenvolvimento é bem explorado por autores neo-schumpeterianos, tais como Rosenberg (1982), Freeman (1975) e Dosi (1984).

[4] Porém, como é largamente sabido, nada garante que o produto social da pesquisa pública seja bem distribuído. Normalmente, muitos financiam o usufruto de poucos.

os papéis dos setores público e privado, pois há muito mais a se considerar. A simples constatação de que firmas privadas investem em pesquisa básica, não apropriável, e que instituições públicas financiam o desenvolvimento de bens apropriáveis, sem que haja aí qualquer indício de má alocação de recursos, coloca em xeque o conceito mais comum de bem público.

Em primeiro lugar, a ciência, por mais básica que seja, sempre apresenta um grau de apropriabilidade, devido à sua natureza tácita, não codificável. Considerar ciência como um bem com característica de não exclusividade é considerá-la apenas em sua forma codificável, é ignorar o caráter não transferível, tácito-específico, inerente ao aprendizado. Mesmo nas formas mais codificáveis, o conhecimento isolado do seu contexto perde sentido prático, introduzindo elementos de rivalidade, isto é, permitindo formas de apropriação distinta do mesmo código, dadas as habilidades específicas anteriores dos atores envolvidos (Callon, 1994).[5] Por outro lado, se recordarmos que, ao contrário do que indica o senso comum, a maior parte do conhecimento é não codificável, tendo um forte componente tácito específico, reforça-se a idéia de que mesmo o conhecimento científico básico tem distintos graus de apropriabilidade. Assim, a natureza privada ou pública do conhecimento não seria uma propriedade intrínseca, nem tampouco definida por graus de apropriabilidade e de rivalidade, simplesmente porque estes são o "resultado de configurações estratégicas [assumidas pelos] atores relevantes, dos investimentos que eles já fizeram ou estão pensando em fazer" (Callon, 1994:407). Ou seja, foi o esforço de fazer da ciência um bem público que a tornou assim, não sua característica intrínseca.[6]

Salles-Filho et a. (1995), adotando a visão de Callon, mostram que nem mesmo o conhecimento científico fundamental (a chamada "pesquisa básica") está isento de um certo grau de apropriabilidade e de presença de aprendizado (e outros elementos não codificáveis), sendo artificial a divisão entre pesquisa básica x pesquisa aplicada e sua atribuição, respectivamente, ao setor público e ao setor privado. Ou seja, o conhecimento se torna público por ser genérico, não o contrário. Como aponta Nelson (1989:232), "a evolução da tecnologia envolve a co-evolução de um bem público latente - conhecimento genérico - e uma coleção de bens privados - práticas especificas."

Disso não decorre que firmas privadas ficam com novas técnicas específicas e instituições públicas ficam com o conhecimento genérico, pois: a) grande parte do conhecimento genérico é criado junto com o desenvolvimento de novas técnicas; b) para explorar as possibilidades práticas (e apropriáveis) do conhecimento genérico tem de se trabalhar freqüentemente com ele, fazê-lo evoluir; e c) em tecnologias mais complexas, cientistas e engenheiros de corporações e de universidades e instituições públicas partilham dos mesmos canais de formação e informação. Como decorrência, em muitos casos a pesquisa privada é também fonte para a pesquisa pública. As fronteiras entre ambas, na maioria das vezes, seriam pouco visíveis. O

---

[5] É o que Callon (1994:403) chama de "inutilidade intrínseca dos *statements*".

[6] Como aponta Rosenberg (1990), mesmo considerando-se mecanismos eficientes de apropriabilidade, haverá sempre *spillovers* e resultados imprevistos que não poderão ser integralmente apropriados. Porém, na visão do autor, o que importa não é o executor da pesquisa apropriar-se de tudo, mas do suficiente para lhe garantir uma vantagem estratégica em um futuro que ele julga poder prever.

tipo de conhecimento que será realmente desenvolvido e seus desdobramentos são imprevisíveis, até porque dependentes de outros avanços paralelos que podem conferir novo sentido e do contexto sócio-institucional no qual o conhecimento se desenvolve (Freeman, 1987).[7]

A requalificação das relações público-privado coloca também uma nova perspectiva de organização da pesquisa. A formação de redes de pesquisa é hoje o meio mais eficaz para lidar com projetos tecnológicos complexos em ambientes de rápida mudança e é um fenômeno que ganhou importância exatamente nesse momento de forte transformação tecnológica. "O desenvolvimento em redes deve ser visto como um processo evolucionário engatilhado pela inovação, isto é, pelo incremento de arranjos de sucesso entre conhecimento tecnológico e as necessidades dos usuários" (Teubal et a., 1991:383).

Callon (1992:73) propõe o conceito de redes tecno-econômicas (RTE) para representar "um conjunto coordenado de atores heterogêneos - por exemplo, laboratórios públicos, centros de pesquisa, empresas, organizações financeiras, usuários e o governo - que participa coletivamente na concepção, desenvolvimento, produção e distribuição ou difusão de procedimentos envolvidos na produção de bens e serviços". A formação de uma RTE é definida pelo grau de convergência entre os diferentes atores presentes; quanto maior o grau de convergência, maior a capacidade que um ator pertencente à rede tem para identificar e mobilizar outros atores (com diferentes habilidades) a fim de solucionar um problema ou enfrentar uma nova proposta.

Do ponto de vista da organização da pesquisa, o fundamental é administrar os mecanismos de coordenação. Assim, uma vez identificada a existência de uma rede que pode servir a certos propósitos, ou uma vez definida a necessidade de construção de redes para privilegiar determinado desenvolvimento, o ponto chave passa a ser a identificação dos atores, de suas habilidades e a implementação (ou o estímulo) dos mecanismos de coordenação (tradução) entre eles. As instituições públicas de pesquisa vêm compondo, no mundo todo, a formação de redes tecno-econômicas, deixando de lado um *modus operandi* endógeno, verticalizado e até certo ponto auto-centrado, para assumir uma postura de partilha de conhecimento. Sai-se da órbita da oferta do conhecimento para entrar na esfera do aprendizado compartilhado.

As transformações tanto no papel do Estado quanto na dinâmica do processo inovativo exigem que se abandone a idéia de instituição conservadora, voltada para si própria, dependente do orçamento estatal para desenvolver suas atividades administrativas e de pesquisa, entre outros. Passa-se para uma nova percepção das instituições, estas sendo vistas como entidades que aprendem e evoluem não apenas científica e tecnicamente como também e, principalmente, do ponto de vista organizacional. Nesse sentido, aprendizado e evolução decorrem tanto da necessidade de resposta às mudanças no ambiente e ao processo de competição, como da antecipação ao desenvolvimento de inovações. Para tanto, a instituição vê-

[7] Essa perspectiva se aplica à conceituação de tecnologia e inovação tecnológica e abre um vasto campo de discussão sobre as características da tecnologia (como a construção de qualidades de uma tecnologia, assunto explorado notadamente por Freeman, 1987; Arthur, 1989; Silverberg, 1988 e Dosi & Nelson, 1994).

se obrigada a criar mecanismos que resultem em maior eficiência e melhor desempenho de forma a preservar e/ou ampliar seu espaço de atuação. A alocação de recursos entre o curto e o longo prazo ou entre a demanda imediata e aquela potencial passa a ser uma decisão estratégica central. O próximo item, através da análise de processos de reorganização institucional em implantação em três centros de pesquisa no Brasil, ilustra, na prática, alguns dos aspectos aqui discutidos.

3. EXPERIÊNCIAS NACIONAIS DE REORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL: UMA BREVE ANÁLISE

Como visto no item 1 deste trabalho, há várias propostas de reorganização do papel e da forma de atuação do Estado. No caso brasileiro, as propostas de Reforma do Estado, divulgadas em 1995 no Plano Diretor da Reforma do Estado, prevêem quatro modalidades de atuação: o núcleo estratégico, responsável pelas atividades do Legislativo, Judiciário, Presidência e Cúpula dos Ministérios; atividades exclusivas, como regulamentação, fiscalização, fomento e seguridade social; serviços competitivos, como universidades, hospitais, centros de pesquisa e museus; e produção para o mercado, as empresas estatais. No núcleo estratégico e nas atividades exclusivas, a propriedade será, por definição, estatal. Na produção de bens e serviços deverá ser privada. Nos serviços não exclusivos, a alternativa é adotar o regime de propriedade pública não estatal e como opção, sua habilitação em Organização Social, que a rigor não é um novo tipo de pessoa jurídica. A novidade está nas regras para a qualificação como Organização Social e na liberação de normas de controle burocrático típicas da Administração Pública. Além disso, para que uma instituição se qualifique para a transformação em Organização Social deve contar com algumas características, como o planejamento interno sistemático e a administração por objetivos[8].

Nos últimos anos, o GEOP vem se dedicando ao estudo e à avaliação de instituições públicas de pesquisa, com destaque para aquelas que têm procurado rever sua forma de atuação e de organização, tanto em relação ao seu ambiente interno como em relação aos contatos com pares, usuários e a sociedade. De uma maneira geral, uma reestruturação institucional sempre contempla duas perspectivas: a busca de uma maior integração com outras instituições, sejam elas públicas ou privadas, e a redefinição da estrutura interna da instituição para que seja possível uma maior integração entre os agentes da inovação. Dentre as diferentes instituições estudadas, selecionaram-se três institutos de pesquisa brasileiros que permitem ilustrar alguns dos aspectos discutidos nesse artigo e exemplificam estratégias diferenciadas de condução de processos de reorganização: o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e o Laboratório Nacional de Luz Síncroton (LNLS).

O IPT é um instituto de longa tradição na pesquisa e prestação de serviços em tecnologia industrial, tendo sido criado no final do século passado. Atua em diversas áreas (metalurgia, geologia, metrologia, engenharia química e engenharia de

[8] No entanto, a transformação em Organizações Sociais ou em qualquer outra alternativa para a superação dos entraves colocados pela Administração Direta deve ser analisada de forma cautelosa. Di Pietro (1998), por exemplo, alerta para a possibilidade de que as recentes transformações no aparato legal das instituições públicas possam conduzir a riscos para os direitos sociais do cidadão.

sistemas, dentre outras) e possui larga capacitação no apoio aos projetos de engenharia para a construção de rodovias, hidroelétricas, aferição de equipamentos e métodos, entre outros. Apesar de vinculado ao Governo do Estado de São Paulo, atua em nível nacional. O IPT é uma empresa pública e conta atualmente com cerca de 1.300 funcionários, dos quais 900 são pesquisadores e técnicos de nível superior, e tem uma previsão orçamentária para 1998 de R$ 77 milhões.

O IAC é uma instituição cuja trajetória confunde-se com a própria história da pesquisa agronômica no Brasil. Suas contribuições para o desenvolvimento da agricultura do país são de tal ordem que seria impossível sumarizá-las num artigo. O foco dos trabalhos do IAC sempre foi o melhoramento vegetal e daí surgiram variedades de enorme importância para a economia nacional, bastando lembrar que o desenvolvimento da tecnologia para a produção de café e algodão (apenas para citar dois exemplos) originou-se, durante décadas, em seus laboratórios e campos experimentais. O IAC é um organismo da administração direta do Governo do Estado de São Paulo e conta, atualmente, com cerca 1.300 funcionários, entre estes 222 pesquisadores, e um orçamento de R$ 18 milhões.

O LNLS é uma instituição pública de pesquisa recentemente implantada, que tem como principal função desenvolver e auxiliar o desenvolvimento de pesquisas de alta qualidade conduzidas por diferentes áreas de conhecimento, por meio da utilização do acelerador circular de elétrons, também conhecido como anel de armazenamento de elétrons ou fonte de luz síncrotron. A consolidação do projeto de constituição do laboratório ocorreu em 1986 e sua construção estendeu-se até 1996, num local próximo à Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Criado como um dos Institutos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), logo após a inauguração oficial e a abertura para a comunidade científica, ocorridas em novembro de 1997, mudou seu regime jurídico, tornando-se a primeira instituição de pesquisa a se constituir como Organização Social. O laboratório conta com cerca de 150 funcionários e, devido a sua concepção, possui 8 pesquisadores em seu quadro e cerca de 40 pesquisadores de outras instituições.

As estratégias adotadas pelas instituições acima descritas em relação à estruturação e à condução de processos de reorganização foram bastante diferenciadas, podendo ser classificadas em três modelos: ênfase na relação com o mercado; ampla modernização da estrutura organizacional; e alteração da figura jurídica e, portanto, da forma de vinculação com o Estado.

A primeira estratégia – ênfase na relação com o mercado – foi adotada pelo IPT, cujo objetivo principal foi buscar uma maior sustentação financeira, política e institucional por meio da "produção para o meio externo", ou seja, pela venda de produtos e serviços. Após a condução de um amplo processo de Planejamento Estratégico, identificou-se que o problema principal da instituição residia na dependência ao Estado e na fragilidade financeira. Os montantes repassados pelo Governo do Estado de São Paulo, a principal fonte mantenedora da instituição, eram claramente insuficientes para propiciar não apenas a expansão das atividades de pesquisa e prestação de serviços, mas também a simples manutenção do patamar de gastos (pessoal+custeio). A cada ano observava-se a diminuição dos repasses do Governo, enquanto que o nível de captação de recursos junto a outras fontes não apresentava evolução. De uma forma geral, as quatro metas que orientaram o processo de reorganização foram: aumento das receitas próprias, maior

relacionamento com o setor produtivo, maior reconhecimento externo e uma maior capacidade de prestar contas à sociedade.

Diante desse quadro, em 1996 o IPT decide implantar as denominadas Áreas Estratégicas de Sustentação (AES) à semelhança das SBU (Strategic Business Units) do CSIR - Council of Scientific and Industrial Research, da África do Sul. Uma AES identifica possibilidades de interesse de atuação do IPT no mercado e estrutura propostas claras de atuação nesse mercado. Para tanto, ela deve contar não apenas com capacitação técnica, mas também em gerência de recursos, pois espera-se que ao longo da implementação uma AES torne-se mais autônoma na captação e no gerenciamento de recursos financeiros. Nesse caso, o estabelecimento de uma AES representa não apenas uma possibilidade de monitoramento do mercado e oferecimento de produtos e serviços por ele requeridos, mas também uma possibilidade de fortalecimento institucional por meio da validação da estratégia adotada.

Vale lembrar também que uma AES não é uma estrutura formal, mas sim uma nova forma de organizar atividades de pesquisa e prestação de serviços. E, nesse sentido, representa uma possibilidade de flexibilização da estrutura altamente departamentalizada, pois pode ser formada por pesquisadores de apenas uma unidade ou de diferentes unidades. Nesse último caso, uma AES seria uma rede interna voltada para um tema definido, que se sobrepõe às estruturas formais de organização da pesquisa e representa uma oportunidade para a revisão das áreas de atuação da instituição, pois podem ser propostas AES apenas quando há uma demanda identificada para determinado produto/serviço. Busca-se com isso um crescente direcionamento da instituição para assuntos considerados relevantes para os usuários, atualizando as linhas de atuação do Instituto. Porém, deve-se registrar que essa atuação voltada para o mercado pode conduzir ao excessivo foco em questões de curto prazo, levando a um esgotamento da capacitação institucional para a solução de problemas futuros. Os principais resultados obtidos no primeiro ano de implantação (1997) concentraram-se na área financeira: houve aumento de cerca de 70% das receitas próprias em relação aos últimos dez anos e maior autonomia para gerenciar tais recursos.

A segunda estratégia – ampla modernização da estrutura organizacional – pode ser exemplificada através da atuação do IAC. Desde 1995, mas de forma mais sistemática a partir de 1996, o IAC desencadeou um processo de mudanças institucionais com o objetivo de encaminhar soluções para sua condição de extrema dependência (financeira e política) em relação ao Estado e sua cultura organizacional autocentrada. Problemas de natureza financeira, aliados a um certo imobilismo frente às mudanças em curso no seu entorno econômico, político e social, a evasão de pessoal qualificado, a incapacidade para atrair jovens pesquisadores, a perda de competitividade institucional em algumas áreas, a queda de produtividade, a pesada burocracia interna e a insatisfação por parte de seus funcionários, vinham ameaçando seriamente o futuro da instituição. Após a elaboração de um amplo diagnóstico dos fatores que estavam dificultando ou impedindo a revisão das estratégias institucionais, foi elaborado um conjunto de propostas de reforma abrangendo desde a organização e o planejamento da pesquisa até a forma de inserção do Instituto junto ao Governo do Estado de São Paulo. Na verdade, os documentos apontavam alternativas para os seguintes temas: Reforma Jurídica, Reforma administrativa, Estrutura e sistema de planejamento e

avaliação da pesquisa, Gestão de recursos humanos, Gerenciamento de recursos financeiros e Gestão da informação e da comunicação[9].

A proposta do IAC centrou-se na busca de modelos organizacionais que engendrassem condições de competitividade num ambiente que exige, crescentemente, capacidade própria de captação de recursos, agilidade e flexibilidade para responder às demandas e capacidade de monitoramento e internalização das tendências de seu entorno (científico, econômico, social etc.). Assim, as propostas apresentadas para o IAC tiveram como alvo tornar a Instituição mais competitiva, ampliando seu grau de *autonomia* (administrativa, financeira, patrimonial, de recursos humanos), sua *flexibilidade* institucional e sua capacidade de vigília do meio – *awareness*, não se restringindo apenas à busca de alternativas para a recuperação do orçamento da instituição, mas incluindo outros temas, como acima indicado. Reorganizar a estrutura e o sistema de planejamento da pesquisa foi considerado um passo essencial para a abertura institucional e para a criação de interfaces com outros agentes do processo de inovação, fatores indispensáveis à competitividade institucional.

Os resultados já alcançados pelo IAC são diversos e deve-se destacar que a elaboração de uma proposta de reorganização institucional com as características descritas permitiu que o IAC realizasse uma ampla avaliação de sua programação de pesquisa, bem como de sua inserção no sistema de C&T do Estado de São Paulo[10]. No ambiente interno, a primeira modificação observada refere-se à reestruturação da estrutura de pesquisa: as 39 seções técnicas foram reorganizadas em 12 núcleos e um centro de P&D. Atualmente esses núcleos estão em fase de implementação de uma nova sistemática de planejamento da pesquisa.

A terceira estratégia – alteração da figura jurídica – foi adotada pelo LNLS. Nesse caso, um monitoramento atento do ambiente e a necessidade de encontrar alternativas que viabilizassem a manutenção da instituição fez com que o LNLS se candidatasse para tornar-se Organização Social tão logo surgiu a proposta no âmbito da Reforma do Estado no Brasil. Ele foi o primeiro laboratório de pesquisa brasileiro a adotar esse formato. O objetivo, com esta forma gerencial, é oferecer maior liberdade de ação para o gerenciamento dos recursos humanos, materiais e financeiros, desviando-se dos principais problemas enfrentados pela maioria das instituições públicas de pesquisa do país que se encontram imersas em sucessivos entraves burocráticos.

A transformação em Organização Social pôde ser feita ao menos por três fatores: i) desde 1987, o CNPq vinha utilizando um contrato com a FUNCAMP (Fundação da UNICAMP), que viabilizava a contratação de pesquisadores para o laboratório (Burgos, 1997); portanto, já existia uma experiência prévia na operacionalização de contratos, mas, existia também uma expectativa de que um contrato de gestão fosse firmado diretamente com o LNLS; ii) o LNLS já havia implantado seu Planejamento Estratégico e, assim, práticas como as de trabalhar sob demanda e monitorar resultados já eram rotineiras; iii) a direção do LNLS acompanhava de perto as

---

[9] Ver Salles-Filho & Tisselli-Filho (1998).

[10] Isso refletiu até mesmo nos demais institutos públicos que compõem o sistema de pesquisa agrícola do Estado, resultando numa mudança de estrutura do órgão que coordenava tal sistema. Para maiores informações, ver Salles-Filho & Tisselli-Filho (1998).

propostas do Governo Federal no que se referia as instituições públicas de pesquisa dentro do Plano Diretor da Reforma do Estado. Esses requisitos foram essenciais para implantação do novo modelo pelo LNLS, pois "a transformação em Organização Social não é o detonador de um processo de mudança e nem deve ser utilizada como instrumento único de recuperação de instituições problemáticas. Ela é, sim, uma opção para instituições que solucionaram anteriormente seus problemas organizacionais básicos e buscam uma alternativa para a aumentar a competitividade institucional"[11].

Com o novo modelo, o laboratório deixou de ser a unidade gestora e a responsabilidade das atividades que, até, o momento, cabia ao poder executivo, foi transferida para a Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron (ABTLuS), organismo privado, sem fins lucrativos. O CNPq assumiu a função de supervisor da execução do contrato, que tem duração de cinco anos. Nos primeiros meses de implantação, espera-se alcançar alguns resultados importantes: o orçamento tornar-se mais estável, propiciando o planejamento de longo prazo e a definição e implementação de priorização de atividades; os processos de compras tornarem-se mais rápidos e atraírem fornecedores mais competentes que antes não se sentiam motivados para participar de processos de compras em institutos públicos; ajustes na estrutura gerencial para acompanhar as transformações e com isso torná-la mais eficiente e o desenvolvimento de uma nova mentalidade de acompanhamento de custos[12]. Resumindo, a experiência do LNLS pode vir a demonstrar que a alteração da figura jurídica é um passo fundamental nos processos de reorganização institucional.

4. NOTAS FINAIS

Nesse artigo buscou-se avaliar a reorganização institucional como um processo de modernização das relações entre diferentes agentes da inovação. Para tal, analisou-se o processo de reestruturação institucional em três instituições públicas de pesquisa. Percebe-se que faz necessária uma nova postura das relações entre os setores público e privado, não mais orientada pela divisão de trabalho pautada por definições simplistas entre bens públicos e privados. Conceitos como aprendizagem, conhecimento compartilhado e competitividade institucional permitem estabelecer uma concepção alternativa baseada em redes de inovação e de interação entre os diferentes agentes aí envolvidos.

Os processos de reorganização escolhidos para ilustrar as diferentes estratégias adotadas pelos institutos públicos nos seus processos de reorganização permitem enfatizar que a busca isolada de mecanismos e formas para a elevação do patamar orçamentário das instituições de pesquisa (ainda que louvável dado que os orçamentos são claramente comprimidos) não é suficiente para estabelecer uma nova dinâmica institucional. Novos recursos podem ser conseguidos (como no caso do IPT, que aumentou as suas receitas), mas sua aplicação estará sujeita aos constrangimentos colocados pelo estatuto jurídico que rege a relação entre os institutos públicos e o Estado. Tal aspecto vem sendo fortemente sentido pelo IPT, por exemplo, que tem discutido propostas para um novo modelo jurídico.

---

[11] Informação obtida em entrevista.

[12] Informação obtida em entrevista.

Nem mesmo uma estratégia mais ampla, como a desenvolvida pelo IAC, parece ser suficiente. Questões discutidas e consideradas fundamentais, como a autonomia para aplicação de recursos financeiros e humanos, não puderam ser colocadas em prática, pois dependem de alterações no seu estatuto jurídico.

Nos processos de reorganização institucional analisados três elementos parecem ser fundamentais para imprimir uma nova dinâmica organizacional: flexibilidade, autonomia e *awareness*. No entanto, o modelo organizacional só se completa com a busca de uma nova relação com o Estado, preservando-se porém a função social das instituições públicas de pesquisa. Uma das alternativas jurídicas que surgiram na proposta de Reforma do Estado no Brasil é a de Organizações Sociais. Deve-se registrar, entretanto, que permanecem ainda dúvidas quanto à sua eficácia para garantir a sustentabilidade do conjunto de atividades de pesquisa desempenhadas por instituições públicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. & Salles-Filho, S. 1997, Determinantes das reformas institucionais, novos modelos organizacionais e as responsabilidades do SNPA. Relatório final. Campinas. (relatório final).

ANDRÉ, M.A. 1994, Contratos de gestão: texto básico para subsídio às discussões sobre a reforma do Estado. Convênio IBAM/IPEA/ENAP. IBAM, Rio de Janeiro, 72p.

ARTHUR, W. 1989, Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical évents, Economics Journal, vol. 99, n°1, pp.116-131.

BURGOS, M. 1997, Ciência e tecnologia no Brasil: o caso do Laboratório Nacional de Luz Síncroton, Ph.D. thesis, IUPERJ, Rio de Janeiro, 343 p.

CALLON, M. 1994, Is Science a Public Good?, Science, Technology & Human Values, v.19 n.4, pp.395-424.

CALLON, M. 1992, The dynamics of techno-economic networks, in Technological change and company strategies, eds. R. Coombs; P. Saviotti e V. Walsh, pp.72-102, London: Academic Press.

CASTELLS, M. 1998, Hasta el Estado red - globalización econômica e instituiciones políticas en la era de la información, Seminário Internacional Sociedade e Reforma do Estado, São Paulo.

Di PIETRO, M. S. 1998, Cidadão e sua Defesa – a "res pública" e sua defesa, Seminário Internacional Sociedade e Reforma do Estado, São Paulo.

DOSI, G. 1984, Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semi-conductor industry, Macmillan, London.

DOSI, G. & Nelson, R. 1994, An Introduction to evolutionary theories in economics, Journal of Evolutionary Economics, vol. 4, n° 3, pp.153-72.

FREEMAN, C. 1987, Technology policy and economic performance: lessons from Japan, Printer Publishers, Londres.

FREEMAN, C. 1975, La teoria económica de la innovación industrial, Penguin Alianza.

MARTINS, L. 1998, Economia, Sociedade e Instituições Políticas: o desafio da rearticulação, Seminário Internacional Sociedade e Reforma do Estado, São Paulo.

NELSON, R. 1990, Capitalism as an engine of progress, Research Policy, vol. 19, pp. 193-214.

NELSON, R. 1989, What is private and what is public about technology?, Science, Technology & Human Values, vol. 14, n. 3.

OCDE, Organisation de Coopération et de Développement Économiques, 1992, La Technologie et l'Economie – les relations déterminantes. OCDE, Paris, 364 pp.

OFFE, C. 1998, The present historical transition and some basic design options for societal institutions, Seminário Internacional Sociedade e Reforma do Estado, São Paulo.

ROSENBERG, N. 1982, Inside the black box: technology and economics, Cambridge University Press, London.

ROSENBERG, N. 1990, Why do firms do basic research with their own money?, Research Policy, v.19 n.2, pp.165-174.

SALLES-FILHO, S. 1996, Integração de mercados e privatização da pesquisa: impactos sobre a estrutura e a dinâmica organizacional dos INIAs, in Integração de mercados e privatização da pesquisa, J.E. Schneider; C. Costa Gomes e L. Nunes, EMBRAPA, Pelotas.

SALLES-FILHO, S. & Kageyama, A. 1998, A reforma do IAC: um estudo de reorganização institucional, forthcoming Revista de Administração Pública.

SALLES-FILHO, S. & Tisselli-Filho, O. (coords.) 1998, Reforma Institucional do Instituto Agronômico. Textos para Discussão, n. 22, DPCT/IG/UNICAMP, 38p.

SALLES-FILHO, S.; Albuquerque, R. & Mello, D. 1995, Repensando a organização da pesquisa agrícola: novos conceitos e a cooperação em redes, Workshop Fortalecimento Institucional da Pesquisa, San José, IICA, 4-6 dezembro de 1995.

SILVERBERG, G. 1988, Modelling economic dynamics and technical change, in Technical Change and Economic Theory, eds. G. Dosi; C. Freeman; R. Nelson; G. Silverberg e J.L. Soete, Pinter Publishers, London and New York.

SOUZA SANTOS, B. 1998, A reinvenção solidária e participativa do Estado, Seminário Internacional Sociedade e Reforma do Estado, São Paulo.

TEUBAL, M., Yinmon, T. & Zuscovitch, E.1991, Networks and market creation, Research Policy, v. 20, pp.381-392.

DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
TEXTOS PARA DISCUSSÃO

15. *Szmrecsányi, Tamás.* Origens da Liderança Científica e Tecnológica Paulista no Século XX. 1996.
16. *Saenz, Tirso W.* Ciencia e Innovación Tecnológica en Cuba: Situación actual y perspectivas. 1996.
17. *Costa, Maria Conceição da.* Mudanças institucionais e privatização na década de 90: uma comparação entre Europa e América Latina no setor de telecomunicações. 1997.
18. *Furtado, André T.* A Trajetória Tecnológica da Petrobrás na Produção Offshore. 1997.
19. *Silva, Elizabeth B.* Teorias sobre trabalho e tecnologias domésticas. Implicações para o Brasil, 1997.
20. *Pereira, Newton M.* Políticas Energéticas no Reino Unido: Da nacionalização à privatização, 1997.
21. *Thomas, Hernán; Gomes, Erasmo; Dagnino, Renato.* Alguns elementos para um "estado da arte" dos estudos em ciência, tecnologia e sociedade na América Latina, 1997.
22. *Salles Filho, Sergio; Tisselli Filho, Otávio.* Reforma Institucional do Instituto Agronômico, 1998.
23. *Velho, Léa; Pessoa Jr., Osvaldo.* O Processo Decisório na Implantação do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, 1998.
24. *Gitahy, Leda; Bresciani, L.P.* Reestruturação Produtiva e Trabalho na Indústria Automobilística Brasileira, 1998.
25. *Dagnino, R. ; Thomas, H.* Insumos para um planejamento de C&T Alternativo. 1998.
26. *Inzelt, A.,* The Use of S&T Indicators for Government Decision-making/Priority Setting in Hungary. 1998.
27. *Davyt A.; Velho, L.* Los Mecanismos de Evaluación en el Desarrollo de Agencias Brasileñas de Fomento a la Investigación: CNPq y FAPESP, 1999.
28. *Szmrecsányi, Tamás ; Alvares, V.M.P.* The search for a perfect substitute: technological and economic trajectories of synthetic sweeteners, from saccharin to aspartame. 1999

Próximo texto:

Ardila, J. La Tecnología y las organizaciones como variables críticas para el desarrollo agrícola en América Latina y Caribe: consideraciones sobre su impacto potencial. 1999