

**LES TRANSFERTS DE SAVOIRS
ENTRE
LA RECHERCHE PUBLIQUE
ET LE MONDE DES ENTREPRISES**

Une analyse critique

La raison ne garde sa compétence que si elle conserve un regard fixé sur les domaines pour lesquels elle n'a pas de compétences.

Saint Bonaventure (1221-1274), ministre général de l'ordre des franciscains.

ou, comme l'a exprimé bien plus tard Blaise Pascal, cet éminent janséniste :

Il n'y a rien de si conforme à la raison que le désaveu de la raison.

N.B.

Le présent texte date de 1997. Aussi convient-il d'être conscient qu'il comporte de nombreuses données chiffrées (données statistiques, montants monétaires, etc.) qui sont devenues obsolètes et qu'il conviendrait donc de réactualiser auprès des sources habilitées. L'un de mes chantiers est d'effectuer ce travail moi-même mais, jusqu'ici, le manque de temps en retarde la réalisation.

SOMMAIRE

	page
Introduction	5
1. Définitions et rappels	8
1.1. La technologie	8
1.2. Le transfert de technologie (TdT)	8
1.3. De la connaissance scientifique pure à la technologie (connaissance, savoir-faire, technique, technologie)	8
1.4. Transferts de savoirs et innovation	10
1.5. Cadre général de la problématique	11
2. Le processus de transfert de savoirs (TdS)	13
2.1. Les TdS involontaires (non planifiés)	13
2.2. Les TdS volontaires (planifiés)	13
2.3. Les TdS illicites	14
2.4. Environnement du TdS	15
2.5. Adéquation émetteur-récepteur	16
2.6. Objectifs de l'entreprise-cible	17
2.7. Objectifs du laboratoire-source	17
2.8. TdS et typologie des entreprises	17
2.9. TdS et typologie des laboratoires	18
2.10. Les hommes et le TdS	19
2.11. Quelques notions utiles	21
3. Les rationalités du TdS	24
3.1. TdS et pouvoirs publics	25
3.2. La valorisation de la recherche publique	27
3.3. TdS et organismes publics de recherche	34
3.4. TdS et laboratoires publics de recherche	35
3.5. TdS et chercheurs du secteur public	36
3.6. TdS et entreprises	37
3.7. Aspects internationaux du TdS	41
3.8. TdS et conflits	42
4. Les instruments du TdS et leurs limites	44
4.1. Les contrats de service	45
4.2. Les contrats de collaboration de recherche	45
4.3. Les contrats de licence	45
4.4. Le transfert par les hommes	46
4.4.1. La consultance	46
4.4.2. Les jeunes formés par la recherche	46
4.4.3. Les directeurs de recherche associés du CNRS	49
4.4.4. La mobilité des chercheurs vers les entreprises	49
4.5. La création d'entreprises	50
4.6. Les associations loi 1901	50
4.7. Aspects quantitatifs de la valorisation de la recherche	53
5. Les aides au TdS (l'Etat, les collectivités territoriales, l'Europe, etc.)	57
6. Etude sur la création d'entreprises par les chercheurs	61
6.1. Composition de l'échantillon	61
6.2. Présentation des résultats	62
6.3. Pourquoi des chercheurs créent-ils des entreprises ?	68

6.4. Les problèmes	70
6.5. Fragilités et défaillances de ces entreprises	74
6.6. Rôle des pépinières d'entreprises	76
6.7. Vers un guide de bonnes pratiques ?	76
6.8. Conclusion	78
7. Les technologies avancées et le futur	80
7.1. L'illusion de la fin de la science	81
7.2. La méfiance envers le progrès technique	82
7.3. Le conformisme dans la recherche	83
7.4. Le conformisme n'empêche pas les erreurs	85
7.5. Comment les idées neuves finissent par s'imposer	86
7.6. L'importance du facteur temps	88
7.7. Intelligence de la méthode ou méthode de l'intelligence ?	90
7.8. Le cas français	91
7.9. Scénarios pour le futur	93
7.10. Quelle place pour l'homme ?	97
Annexe 1 : Comparaison entre notre population d'entreprises créées par des chercheurs et celle de Philippe MUSTAR	99
Annexe 2 : Liaison entre notre population d'entreprises créées par des chercheurs et celles de l'étude de Jacques GARNIER	102

INTRODUCTION

Pourquoi ce livre ?

Dans les pays développés il existe un véritable culte de la science et de la technologie. Jules Verne, en particulier, a influencé des générations de petits Français et pas mal d'étrangers. La science et le savoir ont toujours fait rêver. La technologie, fille de la science, science "incarnée" en quelque sorte, est sensée apporter le bien-être aux hommes. En tous cas, les hommes attendent ses bienfaits depuis le début de l'ère industrielle et, régulièrement, quelque grand savant voit son nom attaché à tout jamais à une invention qui contribue à changer (de préférence en mieux) la face du monde : énergie hydraulique, métier à tisser, métallurgie moderne, électricité, vaccins, moteur à explosion, radio et télévision, etc. De temps à autre des inventions sont détournées de leurs buts humanitaires (mise au point d'armes de plus en plus destructrices par exemple) mais ceci sort de notre propos. Les savants doivent produire des résultats, inventer en permanence ; c'est leur mission. Depuis toujours, certains d'entre eux ont été associés – lorsqu'ils n'y ont pas joué un rôle déterminant – à la transformation de leurs résultats scientifiques en technologies nouvelles (nouvelles pour leur époque) ou en produits destinés à améliorer le sort de l'humanité (même si cette motivation est un peu angélique et ne correspond pas toujours à la réalité).

Ce phénomène continue à se produire quotidiennement sous nos yeux avec une efficacité remarquable dans bon nombre de pays à société peu cloisonnée, comme les Etats-Unis par exemple ⁽¹⁾. En France, pays dont la société évolue – malheureusement – vers davantage de cloisonnement ⁽²⁾ malgré toutes les tentatives des pouvoirs publics, le danger existe (on en voit des méfaits et nous en reparlerons le moment venu) que l'on essaie de confiner les chercheurs (ces modernes savants) dans leurs laboratoires en imaginant qu'il appartient à d'autres de manipuler leurs résultats pour les transformer en technologies. Cette tentative de confinement des chercheurs n'est pas toujours voulue et préméditée et elle est souvent inconsciente (parfois même dans l'inconscient collectif). Elle n'est que le résultat de la complexité de notre système qui en arrive à générer des dysfonctionnement qui, s'ils n'étaient pas souhaités, n'en sont pas moins dangereux dans certaines de leurs manifestations.

On pourra trouver mon jugement bien péremptoire. Il est pourtant dicté par mon expérience professionnelle et les très nombreux cas de transferts auxquels j'ai pris part, dont j'ai eu à m'occuper ou que j'ai observés au cours de quinze années de ce métier difficile et relativement nouveau en France : transfèreuse de technologie professionnelle. A priori, rien ne me destinait à cela. Fils d'entrepreneur, j'ai décidé – et mon père dut en être quelque peu déçu – d'embrasser une carrière de chercheur (1968-1979, ce qui m'a amené à entrer au CNRS en 1970), dans un domaine assez fondamental : la spectroscopie et les mécanismes réactionnels en chimie organique. Après quoi, trois années passées à Houston (Etats-Unis, 1979-1982) comme attaché scientifique m'ont permis de voir fonctionner le système américain sur lequel je n'hésite pas à jeter un regard plein de sympathie mais aussi, je crois, sans complaisance excessive. Je suis alors revenu au CNRS où j'ai exercé la fonction de chargé de mission aux relations industrielles pour les régions Provence-Côte-d'Azur et Corse (1982-1990) ; dans ces fonctions, j'ai touché à peu près tous à les problèmes que l'on peut rencontrer en matière de relations recherche/industrie ; j'ai pu mesurer les forces, les faiblesses et les limites de notre dispositif national et de nos pratiques en matière de transfert de technologie. J'ai d'ailleurs dû quitter ces fonctions à regret écrasé par un sentiment d'impuissance. A la suite de quoi, deux années (1991-1993) à l'Institut Méditerranéen de Technologie (IMT)⁽³⁾ m'ont permis d'approfondir ces questions et de mettre en pratique, au sein d'un incubateur/pépinière d'entreprises, les idées développées dans mes fonctions antérieures. Enfin, un passage au

¹ Il se produit aussi avec efficacité dans des pays cloisonnés, comme le Japon ; mais de même que le modèle américain ne me paraît pas transposable à la France, le modèle japonais me paraît l'être encore moins, issu qu'il est d'une civilisation complètement étrangère à la nôtre.

² Le lecteur n'est pas obligé d'adhérer à cette opinion. Je lui conseille néanmoins de se reporter à un ouvrage passionnant écrit par une psychosociologue, Dominique FRISCHER, et édité chez Robert Laffont en 1989 : La France vue d'en face.

³ L'IMT était un groupement d'intérêt public (GIP) qui a existé à Marseille de 1985 à 1996 et qui, entre autres fonctions, gérât et animait une pépinière d'entreprises.

laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (LEST) du CNRS à Aix-en-Provence (1994-1996) m'a permis d'acquérir un vernis (je n'ose dire une culture minimale) dans des domaines où de nombreux chercheurs ont travaillé et produit des résultats qui permettent d'éclairer utilement – et de comprendre – de nombreux faits liés au phénomène de transfert de savoirs.

En fait – et c'est de notoriété publique, nous y reviendrons – le système français gère très mal le problème du transfert de savoirs et de technologie entre la recherche et les entreprises (ceci n'exclut pas que l'on ait à montrer quelques succès tout à fait remarquables). La France, pays qui réussit plutôt bien dans les grands programmes, a du mal à gérer les transferts vers les PME/PMI (peut-être aussi ne dispose-t-elle pas de PME/PMI suffisamment agressives et en nombre suffisant). La raison de ces difficultés me semble être que le transfert de savoirs et de technologie est un phénomène très complexe et que les composantes (organisationnelles, culturelles, sociologiques, psychologiques, etc.) liées à la nature humaine y jouent un rôle essentiel. J'ai pu constater que des blocages mentaux empêchent bon nombre de décideurs et de technocrates d'acquérir une vision objective et saine de ces problèmes ; ce qui ne doit pas étonner car, si l'on se réfère au dictionnaire, le technocrate est quelqu'un qui pense que les problèmes n'ont que des solutions purement techniques, ce qui peut l'amener à sous-estimer ou négliger leur dimension humaine.

Le constat ci-dessus m'a amené à m'engager dans des tâches d'enseignement dans le but de transmettre aux plus jeunes les connaissances acquises au fil de mon expérience et de m'atteler à la rédaction d'un ouvrage destiné à décrire les multiples facettes du transfert de technologie, à en démonter ses rouages, peut-être à le démythifier afin de prêcher ce que je crois être la bonne parole, à savoir le nécessaire rapprochement entre la recherche française (et si le mot n'est pas trop fort, sa science) et sa technologie (et si le mot n'est pas trop mercantile, ses produits).

Ce livre devrait pouvoir être utile aux étudiants, aux entreprises, aux chercheurs, aux politiques et aux technocrates. Certes, pas à tous mais à ceux d'entre eux qui ont ou auront, à un moment ou à un autre, à manipuler de la technologie ou à gérer un problème de transfert entre la recherche et l'industrie. Il a pour ambition de contribuer à leur faciliter la tâche.

Parlons d'abord des entreprises auxquelles ce livre s'adresse. A priori, toutes sont concernées, du moins celles qui souhaitent injecter dans leurs activités un peu de matière grise (ne parlons même pas encore de technologie, encore moins de technologie avancée) extérieure. Il faut avouer que depuis une dizaine d'années, le traditionnel fossé entre le monde des entreprises et celui de la recherche est en train de se combler. L'accès des entreprises aux résultats de la recherche est à l'ordre du jour. Encore faut-il que les industriels sachent s'y retrouver. D'abord, les grandes entreprises. Elles sont mentionnées pour mémoire car elles sont traditionnellement les premières bénéficiaires des résultats de la recherche publique. Il n'est pas exclu qu'elles trouvent ici quelque information utile mais elles vont surtout y revoir pas mal de choses qu'elles connaissent déjà, peut être sous des angles différents et complémentaires. Ensuite les PME/PMI. Ce sont elles, à mon avis, qui trouveront ici le plus de clés susceptibles de mieux leur faire comprendre les contraintes qui pèsent sur les laboratoires publics, les pratiques en vigueur, l'état d'esprit, voire la psychologie qui y règne. Les informations qu'elles pourront y glaner sont destinées à leur éviter certaines erreurs plus ou moins classiques ou, plus modestement, des pertes de temps inutiles. Enfin, les entreprises de technologies avancées que l'on appelle de plus en plus fréquemment "high tech". Beaucoup d'entre elles ont développé des relations privilégiées avec le monde de la recherche quand elles ne sont pas issues elles-mêmes de ce monde-là. Elles trouveront dans cet articles des données et des réflexions actualisées. En effet, tout va très vite, et alors que certaines choses deviennent rapidement obsolètes, d'autres sont indicatives de tendances qu'il importe d'être parmi les premiers à savoir saisir.

Parlons ensuite des chercheurs auxquels ce livre s'adresse. Il s'agit des chercheurs que la valorisation de leurs résultats intéresse suffisamment pour qu'ils souhaitent s'y lancer ou y être

impliqués et qui désirent jeter un regard critique sur les procédures officielles que l'organisme de recherche auquel ils appartiennent entend leur proposer ou leur imposer.

Parlons enfin des politiques et des technocrates. Je souhaite qu'ils soient nombreux à y puiser des informations qui leur permettront, aux premiers, à élaborer des textes de lois plus souples et réalistes, et aux seconds, ayant mieux discerné où se situe l'intérêt supérieur de notre économie nationale, à prendre les mesures qui me semblent s'imposer d'elles-mêmes.

J'ai dit également que ce livre s'adresse aux étudiants. En fait, il a été fait, au départ pour des étudiants de troisième cycle engagés dans des cursus spécialisés de management de la technologie, de veille scientifique et stratégique ou des filières assimilées. Il n'est pas exclu qu'il puisse intéresser des étudiants engagés dans des spécialisations plus classiques dans la mesure où ils auront, plus tard et dans leur spécialité, à gérer des problèmes de cette nature. En réalité, donc, ce livre s'adresse d'abord aux étudiants – aux jeunes aurais-je dû dire, en gardant à l'esprit que l'on peut être jeune à tout âge – car c'est à eux qu'il appartient de construire le monde de demain. Ils s'appuieront, certes, sur l'héritage que nous leur aurons laissé mais ils sauront aller encore plus loin avant de transmettre à leur tour le flambeau. Pour la plus grande part de ceux de ma génération, en revanche, il est déjà trop tard ; beaucoup d'entre nous vivent avec des idées du passé, ils sont dépassés et appartiennent au passé. Comme l'a fort bien écrit le grand physicien allemand Max Planck (1858-1947) : "une nouvelle vérité scientifique ne triomphe pas en convainquant ses opposants et en leur permettant de voir la lumière, mais plutôt parce que ses opposants finissent par mourir, et une nouvelle génération se développe qui est familiarisée avec elle." ⁽⁴⁾. Un tel processus a évidemment besoin de temps pour se réaliser : c'est ainsi que la "dérive des continents", proposée par Wegener en 1912, a été rejetée pendant plus de 50 ans. Elle a commencé à être acceptée peu à peu à la fin des années 60, dans un cadre légèrement reformulé, et sous le nom de "tectonique des plaques" ⁽⁵⁾.

Pour terminer, j'aimerais que le lecteur soit bien pénétré de l'idée que ce livre ne prétend renfermer aucune vérité qui se voudrait définitive. Il veut simplement être un outil à la disposition des jeunes scientifiques et technologues d'aujourd'hui, de ceux qui vont entreprendre et créer demain et qui ont la lourde – mais, ô combien, enthousiasmante – tâche de faire progresser l'humanité, pour que le monde d'après-demain soit encore plus beau, plus facile à vivre, plus humain et aussi plus... étonnant. Si un homme du début du XX^e siècle revenait sur terre aujourd'hui, il serait surpris ; et combien d'objets ou d'outils qui nous sont si familiers n'auraient aucun sens pour lui ? Si l'on croit au progrès technique – et il n'y a aucune raison pour qu'il soit terminé – il faut admettre que le monde futur, n'en doutons pas, sera tel que nous ne pourrons jamais l'imaginer même dans nos délires les plus fous ; et qu'une bonne partie de ce qui nous attend demain est déjà en train d'être concoctée aujourd'hui et se trouve à l'état embryonnaire – parfois encore à l'état de promesse – dans nos laboratoires de recherche et dans les cervelles des chercheurs qu'ils abritent.

* *
*

⁴ Tiré de son ouvrage : Scientific autobiography and other papers, Philosophical Library, New York, 1949, p.33-34. Traduction libre.

⁵ Organisation de la recherche et conformisme scientifique, ouvrage collectif dirigé par A. ESTERLE et L. SCHAFFAR, PUF Nouvelle Encyclopédie Diderot, Paris, 1994, p.7-9.

1. DEFINITIONS ET RAPPELS

1.1. LA TECHNOLOGIE :

Il existe de multiples définitions de la technologie. Nous opterons arbitrairement ici pour celle qu'en donne l'ONUDI (Organisation des Nations-Unies pour le Développement Industriel) :

" La technologie est l'ensemble des techniques, des méthodes et des moyens matériels et immatériels permettant la production de biens ou de services donnés. "

Se basant sur cette définition relativement restrictive, certains ont pu en conclure (et nous y reviendrons plus loin) que les transferts de technologie à partir de laboratoires de recherche de type universitaire vers des entreprises ne peuvent exister qu'en nombre relativement limité dans la mesure où la vocation de tels laboratoires n'est bien évidemment pas de mettre au point des moyens de production.

Cependant, l'usage a consacré l'expression "transfert de technologie entre la recherche et l'industrie". Aussi, convient-il d'être conscient que, dans cette expression, le mot "technologie" possède une acception beaucoup plus large et représente en fait plus souvent des connaissances ou du savoir-faire que de la technologie au sens strict. C'est pourquoi nous continuerons délibérément à utiliser le mot "technologie" dans son acception la plus large, ainsi utilisée dans les milieux académiques (enseignement supérieur et recherche).

1.2. LE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE (TdT) :

Le transfert n'a pas, lui non plus, une définition univoque. De plus, il existe de nombreux types élémentaires de TdT qui correspondent à des réalités, et donc des contraintes, fondamentalement différentes :

- D'une entreprise à une autre.
- Au sein d'une même entreprise, d'une unité opérationnelle (service, division, filiale, centre de recherche intégré, etc.) à une autre.
- D'un secteur socio-industriel à un autre (de l'industrie de l'armement à l'aviation civile par exemple).
- D'un pays industrialisé à un pays en voie de développement.
- D'un laboratoire de recherche public à une entreprise privée.

En outre, il existe des TdT hybrides qui recouvrent plusieurs des types élémentaires ci-dessus, de sorte que le nombre de possibilités réelles est très grand. A chacun de ces cas réels correspondent des contraintes, des outils et des pratiques particulières. Dans cet ouvrage, nous limiterons notre champ d'investigation aux TdT entre laboratoires publics de recherche et entreprises. Cependant, certaines observations ou conclusions sont facilement transposables à d'autres types de TdT.

1.3. DE LA CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE PURE A LA TECHNOLOGIE :

On distingue traditionnellement, et de façon plus ou moins arbitraire d'ailleurs : recherche fondamentale, recherche appliquée, développement, industrialisation, fabrication. Ces différents types d'activité produisent des résultats dont on peut essayer de faire une typologie sommaire :

La connaissance (ou le savoir) : en gros, c'est tout ce qui vient accroître le patrimoine scientifique, intellectuel et culturel de l'humanité ou, plus modestement, de la collectivité. Ces acquis (soit parce qu'ils ne sont pas brevetables, soit parce qu'ils sont déjà tombés dans le domaine public) sont la propriété de tous et il ne peut s'y attacher aucun droit privatif (par exemple, de propriété industrielle)⁽⁶⁾. En revanche, la propriété intellectuelle est reconnue aux découvreurs et les noms des scientifiques restent en général attachés aux découvertes qu'ils ont faites. Le savoir est consigné dans des publications, des ouvrages scientifiques ou des banques de données. Il est transmis et diffuse d'un chercheur à un autre, d'un laboratoire à un autre, d'un secteur scientifique à un autre, d'un laboratoire public au monde socioéconomique et notamment aux entreprises. Les véhicules de transmission sont les écrits, les colloques, les collaborations, les consultants, les jeunes formés par la recherche.

Le savoir-faire (la compétence, le tour de main, l'expertise) : le dictionnaire en donne la définition suivante : "*Compétence acquise par l'expérience dans les problèmes pratiques, dans l'exercice d'un métier. Synonyme de know-how.*" C'est de la connaissance que l'on peut mettre en oeuvre dans la poursuite d'un objectif précis : savoir reconnaître certains signes ou phénomènes expérimentaux, interpréter des résultats, trouver une solution à un problème technique, voir d'autres applications possibles pour des choses déjà connues, être capable de répondre à un besoin exprimé par un client, identifier des marchés potentiels, etc. C'est une notion extrêmement importante à tel point qu'un brevet peut être tout à fait inexploitable s'il n'est pas accompagné du savoir-faire qui lui est associé. Le savoir-faire n'est pas facile à transmettre car c'est une denrée en peine élaboration, évoluant parfois rapidement au fil du temps et ne pouvant donc pas être suffisamment décrite et codifiée.

On trouve le savoir-faire dans les papiers techniques (publications, rapports, thèses), moins souvent dans des ouvrages ou des revues. C'est un bien qui peut être doté d'une valeur marchande. Il est transmis et diffuse d'un chercheur ou d'un laboratoire à un autre (formation et apprentissage), d'un laboratoire public à une entreprise (contrat de licence), d'un chercheur à une entreprise (consultance et transfert par les hommes en général). Les hommes jouent un rôle central dans sa transmission.

La technique et la technologie : dans ce qui va suivre nous considérerons que ces deux termes sont des quasi synonymes ⁽⁷⁾.

La technique : c'est une somme d'actes élémentaires pouvant être catalogués c'est-à-dire clairement définis, susceptibles d'être fixés dans des protocoles techniques – un scientifique dirait "expérimentaux". Ces protocoles sont précis et permettent à la technique de pouvoir être mise en oeuvre, c'est-à-dire reproduite facilement par des individus autres que ceux qui l'ont mise au point (par exemple un homme de l'art). Ils sont, de plus, suffisamment décrits pour pouvoir être transportés sur un support approprié (papier, informatique, etc.) sous forme de check-listes, modes d'emplois, manuels, etc. Enfin, la technique peut être enseignée et donc transmise à d'autres par apprentissage.

La technologie : avec la définition de l'ONUDI, on pourrait dire que c'est de la technique qui a réussi et qui est utilisable ou utilisée industriellement pour produire des biens ou des services. Le mot technologie est souvent plus générique que le mot technique et, généralement, une technologie recouvre en fait un assemblage de plusieurs techniques diverses.

Techniques et technologies sont souvent mises en oeuvre à l'aide d'instruments et d'outils (ou elles se concrétisent en eux). Elles comportent donc une forte composante matérielle. On pourrait dire que c'est du savoir-faire incorporé, c'est-à-dire qui a pris corps dans des objets matériels.

⁶ Aucun droit privatif, ce qui ne veut pas dire aucun caractère privatif.

⁷ Ce point pourrait être considéré comme problématique (cf. les articles de l'Encyclopaedia Universalis consacrés respectivement à technique et à technologie) mais nous ne souhaitons pas nous y arrêter si ce n'est que pour rappeler le glissement sémantique (probablement sous l'influence de l'anglais) du mot "technologie" qui, de *logos sur* la technique, est devenu *synonyme de* technique, mot qu'il a progressivement supplanté car il apparaît "plus noble, plus chargé de science, plus avancé".

Le brevet représente un cas particulier de technique formalisée puisqu'un brevet est décrit et codifié et qu'il doit pouvoir être reproduit par un "homme de l'art"⁽⁸⁾. Une invention (ce peut être un produit ou un procédé) peut être brevetée lorsqu'elle répond à certains critères ad hoc (que l'on appelle justement les critères de brevetabilité). Avec le brevet, on entre ainsi de plain pied dans le domaine de la technique. Un brevet est la propriété de l'organisme public dont relève le chercheur⁽⁹⁾. Il est transmissible à tout tiers par un contrat de cession (vente du titre de propriété représenté par le brevet) ou de licence (vente du droit d'exploiter industriellement ou/et commercialement le brevet)⁽¹⁰⁾. Il peut donc être transmis d'un laboratoire public⁽¹¹⁾ à une entreprise ou d'un individu à une entreprise. Il peut être aussi transmis d'une entreprise à une autre.

Le produit : c'est un bien matériel ou un service réalisé grâce à la mise en oeuvre de tout ou partie des connaissances ci-dessus. On pourrait s'amuser à essayer d'imaginer quelle somme de technologies différentes, de techniques diverses, de savoir-faire distincts il est nécessaire de rassembler pour fabriquer un produit donné un tant soit peu complexe comme une automobile ou un micro-ordinateur ou... un parfum. En corollaire, il est facile à comprendre que plus un produit contient de savoir-faire, plus il sera difficile à reproduire ou à imiter par un concurrent éventuel.

Remarques :

- la typologie ci-dessus doit être considérée comme sommaire est n'est qu'une simplification à but pédagogique. La réalité est beaucoup plus subtile ; les frontières entre connaissance, savoir-faire, technique et technologie ne sont pas toujours aussi nettes, ni les mêmes pour tout le monde et peuvent, de plus, évoluer avec le temps. C'est pourquoi nous proposons de les qualifier collectivement de "savoirs" (au pluriel) et nous parlerons dorénavant de transfert de savoirs (TdS) pour caractériser un processus au cours duquel ces savoirs sont transférés entre des acteurs différents ;
- une notion pertinente qui n'a été qu'effleurée est celle de l'invention. Une invention est le processus par lequel une nouvelle idée est découverte ou créée⁽¹²⁾. Par extension, une invention est le produit résultant d'un tel processus ;
- parfois, une technologie peut devenir simple produit. C'est le cas pour certaines entreprises qui vivent en vendant des technologies qui, dans ce cas, doivent être considérées comme des produits au même titre que tant d'autres (c'est, par exemple, ce qui se passe lorsqu'une entreprise cède à une autre une licence pour exploiter une technologie qui lui appartient).

1.4. TdS ET INNOVATION :

Ces deux concepts sont étroitement imbriqués l'un dans l'autre. Innover consiste à introduire quelque chose pour la première fois, ou introduire quelque chose de nouveau pour remplacer quelque chose d'ancien, dans un champ d'activité quelconque. Tous les domaines de l'activité humaine sont concernés ; on peut parler ainsi d'innovations commerciales, sociales, etc. Pour nous limiter au domaine qui nous concerne (celui de l'activité scientifique et technique), une innovation peut donc être définie comme l'introduction d'une méthode, d'un procédé ou d'un

⁸ Un brevet peut en effet être invalidé pour description insuffisante par une décision de justice. En réalité, tout l'art du rédacteur du brevet consiste à en dire suffisamment tout en dissimulant du mieux possible la partie "sensible" du savoir-faire.

⁹ En application du droit du travail, une invention réalisée par un salarié appartient à son employeur (sauf si l'invention n'a pas de rapport avec la mission qui lui a été confiée). Si l'employeur n'est pas intéressé par l'invention, l'inventeur est alors libre d'en disposer.

¹⁰ Mais un brevet peut être tout à fait inexploitable s'il n'est pas accompagné du savoir-faire qui lui est associé. C'est pourquoi un brevet est parfois considéré comme une forme achevée de savoir-faire (évidemment un savoir-faire formalisé).

¹¹ En réalité, par l'organisme public – personne morale – qui exerce la tutelle sur le laboratoire qui n'est pas, lui, doté de la personnalité juridique.

¹² Voir par exemple : E.M. ROGERS, Diffusion of Innovations (3rd ed.), Macmillan Publishing Co., New York, 1982, p.138.

équipement nouveau, dans le processus de conception, de production et/ou de vente d'un produit donné. Par extension, on appelle innovation l'ensemble du processus qui va depuis la naissance de l'idée jusqu'à sa matérialisation (lancement d'un produit), en passant par l'étude de marché, le développement du prototype et les premières étapes de la production. Pour faire le lien avec la notion d'invention, une innovation se produit chaque fois qu'une nouvelle idée est adoptée et/ou utilisée.

Une innovation majeure est parfois dite "de rupture" lorsque son adoption entraîne une discontinuité, une rupture majeure dans le mode de fonctionnement du système technique (par exemple dans un système de fabrication ou d'usage) ou dans les comportements ou habitudes des consommateurs, bref aboutit à un changement radical de paradigme. Dans le cas contraire où l'innovation entraîne des changements moins radicaux on parlera d'innovation incrémentale pour signifier qu'elle n'apporte qu'une – plus ou moins – légère modification de l'état de l'art existant (cette modification vient s'ajouter à la manière d'un incrément à d'autres innovations adoptées antérieurement).

Il est clair qu'un TdS aboutit généralement à une (ou plusieurs) innovation ne serait-ce que parce qu'il va induire des changements dans l'entreprise réceptrice ; celle-ci va devoir s'y adapter, accommoder cet élément étranger, changer certaines de ses façons de travailler et/ou de ses habitudes. Au passage, il convient de remarquer que l'acquisition, par une entreprise, d'une nouvelle technologie, ne sera complète que lorsque l'entreprise aura phagocyté la technologie en question, l'aura faite sienne, se la sera appropriée. Cette appropriation peut être réalisée de différentes manières et l'on peut essayer d'en dégager une typologie (donc avec sa part d'arbitraire) :

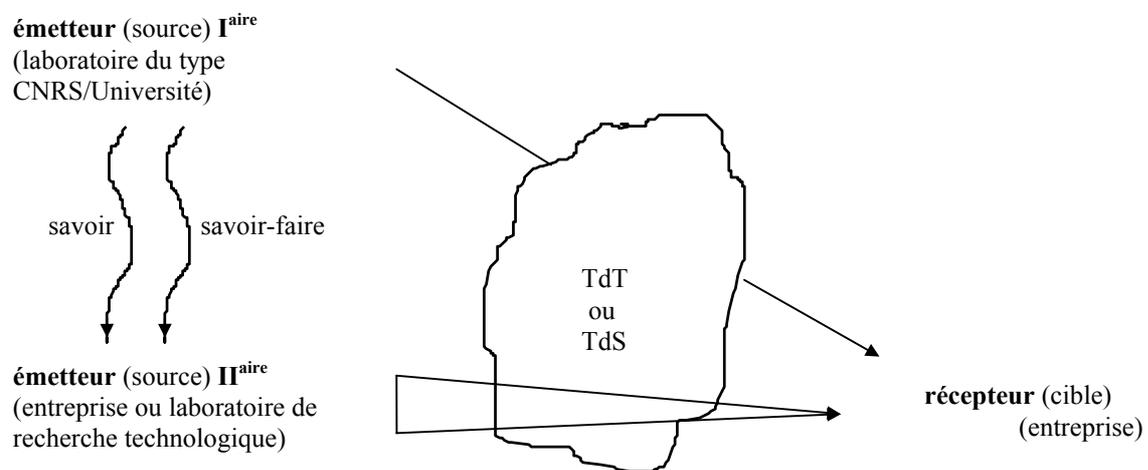
- **Achat "clés en mains"** auprès d'un partenaire (généralement une autre entreprise) qui la possède et la maîtrise déjà. Ceci inclut l'acquisition de licences ou le rachat d'une entreprise existante. Par exemple, l'achat d'une usine de production de polyéthylène.
- **Embauche d'hommes qui la maîtrisent** : des hommes que l'on peut éventuellement débaucher chez un concurrent ; des jeunes qui ont acquis la connaissance d'une technique apparue depuis peu au cours de leur formation par la recherche, par exemple.
- **Acquisition**, à partir des laboratoires publics de recherche (et/ou d'autres prestataires de service comme les sociétés d'ingénierie), **des connaissances et du savoir-faire** de base qui permettront à l'entreprise d'élaborer sa propre technologie à partir de ces éléments. C'est d'autant plus facile que l'entreprise est déjà en relation avec tel ou tel laboratoire universitaire (ou tel lycée technique) dont elle utilise régulièrement des stagiaires.

Terminons par quelques considérations sur une technique particulière qui s'est largement répandue à travers le monde, surtout depuis que les Japonais ont su y exceller dans les années 50 et 60 : le "reverse engineering". On se procure des échantillons des produits que l'on veut imiter, on les désosse, on observe les solutions adoptées par le fabricant pour effectuer telle ou telle fonction, les matériaux mis en oeuvre, on analyse les points faibles, on fait faire des études, analyses et essais dans des laboratoires universitaires bien équipés et on aboutit à des solutions nouvelles et originales qu'il ne reste plus qu'à injecter dans ses propres produits. Ce comportement s'est tellement banalisé qu'il est devenu la règle pour tous et ce n'est plus une surprise de voir par exemple les constructeurs automobiles s'affairer à démonter les modèles de la concurrence pour éviter d'être pris au dépourvu par quelque innovation surprise.

1.5. CADRE GENERAL DE LA PROBLEMATIQUE :

Nous examinerons, dans cet ouvrage, l'ensemble du processus par lequel de la "matière première" (connaissances, résultats, savoir-faire, etc.) issue de laboratoires publics de

recherche (source ou émetteur primaire) se retrouve sous forme de technologie (cette fois, au sens strict) utile dans une entreprise (cible ou récepteur).



2. LE PROCESSUS DE TdS

2.1. LES TdS INVOLONTAIRES (NON PLANIFIES) :

Il convient tout d'abord de remarquer qu'un certain nombre de TdS se produisent spontanément et ne sont pas planifiés. Par exemple, telle entreprise soucieuse de muscler son service informatique va recruter un jeune formé dans un laboratoire de recherche public. Ce faisant, elle introduit en son sein de nouvelles compétences (quelqu'un qui a peut-être participé au cours de sa thèse à la réalisation d'un logiciel intéressant) qui vont permettre, pour peu que le contexte soit favorable (ambiance créative, bonne opportunité de marché), le lancement d'un nouveau produit commercial. Ce qui va apparaître macroscopiquement comme un TdS – et il en a toutes les caractéristiques –, n'est que le résultat d'un acte dont la finalité n'était pas un TdS particulier. Toutes les tentatives faites par les pouvoirs publics pour pousser et aider les entreprises à recruter des jeunes formés par la recherche se justifient par ce type de considération. Le jeune recruté dont il est question ici apparaît comme un germe autour duquel des innovations pourront cristalliser.

De même, lorsque une entreprise (généralement de taille importante) recrute pour son centre de recherche, plusieurs jeunes formés dans un même laboratoire (même école de pensée), elle s'inocule un germe qui (s'il parvient à atteindre la taille critique) est susceptible de conduire l'entreprise à la mise en oeuvre de techniques auxquelles elle n'aurait peut-être pas fait appel (en tout cas de manière aussi rapide et efficace). En effet, un groupe d'individus partageant la même culture (culture scientifique en l'occurrence !) constitue, comme l'enseigne la psychologie des organisations, un groupe d'intérêts pouvant évoluer vers un groupe de pression c'est-à-dire un lobby capable d'influencer les activités (et accessoirement le mode de développement) de l'entreprise. D'ailleurs, certaines entreprises qui ont bien analysé ce phénomène s'efforcent d'en tenir compte et de l'organiser de manière moins irrationnelle. Si l'objectif visé est un TdS bien particulier (récupérer un savoir-faire donné), on se rapproche alors du cas du TdS planifié.

Nous n'en dirons pas plus sur les TdS non planifiés car le rôle joué par le hasard est maximal et qu'ils échappent ainsi à toute tentative de rationalisation a priori (il reste toujours possible, évidemment, de rationaliser a posteriori !). Afin d'accroître ce type de TdS, il convient de créer les conditions les plus favorables à la manifestation du hasard lui-même. La mobilité des personnes et leur brassage est l'un des moyens (parmi tant d'autres) permettant aux opportunités de naître au hasard des rencontres. A la sélection naturelle ensuite de jouer en permettant aux plus viables de subsister.

2.2. LES TdS VOLONTAIRES (PLANIFIES) :

Une opération de TdS volontaire est un processus complexe qui demande, de la part du chef de projet chargé de le mener à bien, une approche du type ingénieur et des compétences dans de nombreux domaines qui constituent ce que l'on appelle parfois l'environnement de l'ingénieur. C'est souvent une mise (ou une remise) en forme de la technologie primaire en vue de rendre son transfert acceptable et jouable sur un certain nombre de plans :

- **Stratégique** : est-ce que la nouvelle technologie s'inscrit raisonnablement dans le plan stratégique de l'entreprise ? Exemples : crins végétaux et mousses synthétiques ; savons et détergents de synthèse.
- **Technique** : la nouvelle technologie est-elle suffisamment validée (Rolls Royce et les aubes de réacteurs en résine et fibres de carbone) ? L'entreprise a-t-elle une technicité suffisante pour pouvoir absorber la nouvelle technologie ?

- **Economique** : la nouvelle technologie permettra-t-elle une production à un coût acceptable par le marché (l'histoire de la LSI-VLSI-ULSI, etc.) ?
- **Financier** : les ressources financières de l'entreprise lui permettent-elles de s'offrir cette technologie ? Dans la négative où peut-on se procurer les ressources financières ? Par exemple, dans les pays à économie "assistée" par l'Etat, auprès des pouvoirs publics. Aux Etats-Unis, en faisant appel au capital-risque ou par l'introduction en bourse.
- **Psychologique et sociologique** : quelles risquent d'être les conséquences de l'introduction de la nouvelle technologie sur les personnels de l'entreprise ? Exemples : automatisation des mines ; explosion du nombre de robots ou des postes de travail informatiques ; problème de qualification des personnels.
- **Marketing** : la nouvelle technologie permet-elle de satisfaire un réel besoin du marché ? Si non, comment créer ce marché ? L'entreprise en a-t-elle les moyens ? Que fait la concurrence ? Histoire de Steve Jobs. Histoire du leader français de la planche à voile.

2.3. LES TdS ILLICITES :

La discussion serait incomplète si elle passait sous silence les TdS s'effectuant contre la volonté ou malgré la vigilance de la source. Ces TdS, que des considérations éthiques pourraient permettre de qualifier d'illicites, sont monnaie courante. Ils vont depuis les formes les plus légales (mais non les moins dangereuses, comme le "reverse engineering" ou le contretypage) jusqu'aux pratiques les plus sophistiquées de l'espionnage industriel (dont certaines – et certaines seulement – sont illégales)⁽¹³⁾.

Un laboratoire public est, par nature, très mal armé pour se défendre contre de telles menaces. Hormis quelques sites sur lesquels les activités sont classifiées et dont l'accès est contrôlé (avec plus ou moins de rigueur), l'ensemble des laboratoires a pu être comparé à une vaste passoire. Voici quelques exemples de cas réellement vécus :

- Une tentative (celle-là avait pu être déjouée) de vol d'un échantillon par un visiteur extérieur, étranger de surcroît, et provenant de l'un des anciens pays de l'Est.
- De nombreuses copies de programmes d'ordinateurs de la part de stagiaires ou assimilés. L'un de ces pillages était le fait d'un ancien thésard du laboratoire, employé par une entreprise (française, et même locale, ce qui est un moindre mal !).
- Des copies de dessins et plans de dispositifs et instruments divers.
- Visite d'une équipe de recherche du CNRS par le responsable du bureau Europe d'un grand groupe japonais qui a proposé d'acheter un prototype "sensible".

On se souvient également de la controverse entre Montagnier et Gallo sur la paternité de la découverte du virus HIV qui avait été réglée (entre 1986 et 1988) au plus haut niveau entre le premier ministre français et la présidence américaine avant de rebondir quelques années après. Ou encore, l'histoire de Bull qui reprochait à Texas Instruments d'utiliser indûment un de ses brevets, Texas reprochant à Bull de s'être en fait approprié ladite technologie grâce à une action d'espionnage de la DGSE (fin 1994, l'affaire était en train de se régler à l'amiable).

¹³ La DST a repéré près de 760 cas d'espionnage industriel en 1992 et autant pour le seul 1^{er} semestre 1993 ! Il faut aussi garder à l'esprit, dans ce domaine, le fait que le carnet de chèque est une arme aussi efficace que l'appareil photo !! On pourra aussi consulter avec profit une liste (sans doute non exhaustive) de moyens immoraux et répréhensibles de ce que l'on nomme pudiquement "le suivi de la concurrence" dans l'ouvrage de M. REYNE, Le développement de l'entreprise par la veille technico-économique, éd. Hermès, Paris, 1990, p.31.

2.4. ENVIRONNEMENT DU TdS :

Ce que l'on appelle classiquement le TdS et que l'on limite souvent tacitement à la phase d'appropriation de la technologie par l'entreprise n'est, en fait, qu'une partie – éminemment importante, certes – d'un processus complexe que l'on peut décomposer en différentes phases, approximativement de l'amont vers l'aval :

- **Le management des ressources technologiques :**

Les ressources technologiques d'une entreprise doivent être considérées comme une partie intégrante essentielle de son patrimoine. En conséquence, une entreprise doit – ou devrait – consacrer une certaine quantité d'énergie pour, en permanence, défendre ses ressources technologiques et les enrichir ⁽¹⁴⁾. L'un des outils privilégiés du management des ressources technologiques est constitué par la surveillance de l'environnement.

- **La veille technologique et stratégique :**

La fonction de veille technologique dans une entreprise est destinée à extraire de l'environnement les informations stratégiques qui permettront aux instances de direction de l'entreprise de prendre leurs décisions en toute connaissance de cause ⁽¹⁵⁾. Nous appellerons information stratégique toute information, quelle que soit sa nature (scientifique, technologique, commerciale, économique, etc.) dont la maîtrise par l'entreprise qui la détient lui permet d'influer favorablement sur le développement de ses activités (histoire de la PMI japonaise de récifs artificiels).

- **La décision d'acquérir une nouvelle technologie :**

Il s'agit là de l'étape clé de tout le processus et il va de soi que la décision doit avoir été préparée et prise en parfaite connaissance de cause si l'on veut que l'opération possède le maximum de chances de succès. Les méthodes modernes d'aide à la décision peuvent être appliquées au TdS et font l'objet d'un certain nombre de recherches.

- **L'acquisition de la technologie :**

C'est la phase de TdS proprement dit qui peut prendre la forme d'actes commerciaux ou juridiques simples : acquisition d'une licence, rachat d'une entreprise, signature de contrats, etc. desquels il ne faut pas conclure que le transfert est terminé pour autant. En effet, il faut encore que l'entreprise s'approprie la technologie qu'elle vient d'acquérir afin de la faire véritablement sienne.

Cette appropriation passe généralement par une certaine adaptation réciproque de la technologie à transférer et de l'entreprise qui doit la recevoir. La raison en est que la technologie à transférer ne trouve généralement pas, ipso facto, les conditions idéales pour exprimer toutes ses potentialités. Peut être la culture de l'entreprise-cible est-elle mal préparée à recevoir la nouvelle technologie ? Celle-ci ne risque-t-elle pas de faire l'objet d'une réaction de rejet ? (Syndrome "NIH" – *Not Invented Here*). Peut être n'a-t-on pas fait complètement le tour des potentialités de la nouvelle technologie ou de ses difficultés de mise en oeuvre ? Il faut, à cet égard, être conscient que l'absorption d'une nouvelle technologie par une entreprise est en général un phénomène perturbateur qui va induire certains changements : organisationnels, dans les habitudes des hommes, dans leurs outils et leurs méthodes de travail, dans la vision même qu'a l'entreprise de son environnement et de son propre avenir. Ce sera peut être pour l'entreprise l'occasion d'entrevoir de nouveaux marchés possibles ou de s'engager dans une diversification. Il est donc préférable que le TdS ait été mûrement préparé et fasse l'objet de mesures d'accompagnement adéquates (formation du personnel impliqué, recrutements éventuels, révisions organisationnelles, etc.).

¹⁴ J. MORIN, L'excellence technologique, Picollec et Publi-Union, Paris, 1985. Voir aussi : J. MORIN, Des technologies, des marchés et des hommes, Les Editions d'Organisation, Paris, 1992.

¹⁵ Fr. JAKOBIAK, Pratique de la veille technologique, Les Editions d'Organisation, Paris, 1991.

On peut prévoir que le processus de TdS sera d'autant plus perturbateur que la nouvelle technologie ne sera peut être pas absorbée telle quelle. Parfois, au contraire, elle devra s'intégrer à d'autres technologies existantes au sein de l'entreprise et qui devront elles-mêmes s'adapter à la nouvelle venue. Ceci est particulièrement sensible dans le cas où la nouvelle technologie affecte le processus de conception d'un produit fabriqué par l'entreprise (ce qui inclut les phases de création, ergonomie, design, analyse de la valeur et marketing).

2.5. ADEQUATION EMETTEUR-RECEPTEUR :

Dans le cas général, un facteur critique influençant fortement la manière dont va se passer un TdS est constitué par les positions respectives des métiers de l'émetteur et du récepteur sur une échelle allant de la recherche la plus fondamentale jusqu'au processus de fabrication. Par exemple, et au risque d'être un peu schématique, l'un et l'autre peuvent appartenir à l'une ou l'autre des catégories suivantes (on peut très bien construire des typologies différentes ; certaines entreprises pouvant exercer plusieurs métiers), en allant depuis l'amont vers l'aval :

- études, faisabilité ;
- ingénierie, conception ;
- développement de prototypes ;
- assembleur fabricant ;
- fabricant sous-traitant.

Plus la distance entre l'émetteur et le récepteur sur cette échelle est faible (**toutes choses restant égales par ailleurs**), plus le dialogue sera *a priori* facile et plus la section efficace du TdS sera élevée. Cette distance n'est pas forcément facile à déterminer et doit être évaluée dans un univers multidimensionnel : métiers et cultures comparées de la source et de la cible, changements prévisibles dans la cible induits par la nouvelle technologie, etc.

Il existe de nombreux exemples d'échecs au cours de TdS entre laboratoires de recherche très fondamentaux et PME/PMI. L'explication, souvent, ne doit pas être recherchée ailleurs que dans les problèmes de communication entre les deux partenaires : ils ne partagent pas la même culture, ne vivent pas au même rythme, les mots – ainsi que le non-dit – n'ont pas la même signification, leurs objectifs ne sont pas identiques.

Les choix stratégiques du récepteur seront également déterminants. L'entreprise entend-elle rester dans une filière donnée ? Le groupe CEA dans le nucléaire, Michelin dans le pneu, Total dans l'énergie. Est-il indispensable pour elle de maîtriser l'ensemble d'une grappe technologique ? Aérospatiale et Eurocopter et la mécanique des fluides, les éléments finis, la CAO, l'usinage, la mise en forme des composites, etc.

Bien que moins critique, la politique menée par l'émetteur pourra jouer un rôle important : veut-il accorder une simple licence de fabrication ? Ou bien une licence de fabrication et de commercialisation ? Celle-ci sera-t-elle exclusive ou non ? Géographiquement bien délimitée ou mondiale ? L'émetteur sera-t-il strict sur les modifications (améliorations) éventuelles apportées au produit par son licencié ? Le contrat de licence règle-t-il équitablement les problèmes de concurrence ?

De ce simple échantillonnage de questions possibles il ressort que l'adéquation entre les stratégies de l'émetteur et du récepteur revêt la plus grande importance. S'agissant du TdS entre un laboratoire de recherche public et une entreprise privée, les métiers de base des deux partenaires sont – en théorie – suffisamment différents, ce qui devrait être à même de limiter fortement les risques de conflits, pour peu que chacun comprenne bien les objectifs de l'autre (vaste programme car ceci est facile à dire mais moins facile à réaliser).

2.6. OBJECTIFS DE L'ENTREPRISE-CIBLE :

- Améliorer un produit ou un procédé existant.
- Créer un nouveau produit ou procédé.
- Le faire dans des conditions économiquement rentables.
- Le faire avant un éventuel concurrent, si possible de façon exclusive.
- Bénéficier de ce TdS au meilleur coût possible.

2.7. OBJECTIFS DU LABORATOIRE-SOURCE :

- Continuer à faire de la recherche ; ne pas trop s'écarter de la recherche fondamentale.
- Voir un de ses savoir-faire être utilisé dans un produit ou un process industriel (satisfaction de type intellectuel).
- En tirer une gratification financière la plus élevée possible.
- Pouvoir continuer à utiliser son savoir-faire pour résoudre d'autres problèmes du même type posés par d'autres partenaires industriels. Et ceci, tant que ce savoir-faire ne sera pas relativement banalisé.

Ce dernier point peut parfois être à l'origine de malentendus ou de frictions durant les TdS entre recherche publique et industrie. En effet, un industriel répugne toujours à l'idée qu'un concurrent potentiel puisse obtenir une aide du laboratoire avec lequel il a lui-même collaboré. Certains laboratoires ont bien perçu la difficulté et n'hésitent pas à donner des garanties à leur partenaire même si un tel accord viole le principe de non exclusivité selon lequel un laboratoire ne doit pas, dans un contrat de service ou de collaboration de recherche (les cessions de licence exclusive ne sont bien évidemment pas concernées), se lier pieds et poings de manière exclusive avec un partenaire industriel plutôt qu'un autre. Le savoir-faire dont il dispose doit pouvoir être mis à la disposition de tout partenaire qui le souhaite et qui est prêt à payer pour cela (en revanche, les résultats d'un contrat de collaboration appartiennent, quant à eux, bien évidemment à l'industriel qui a payé pour les avoir).

Illustrations : Travaux du LMA pour Renault et FIAT.
Travaux du GS Hyperbare pour COMEX et l'US Navy.

2.8. TdS ET TYPOLOGIE DES ENTREPRISES :

Les grandes entreprises d'une part et les PME/PMI d'autre part possèdent des caractéristiques propres (hiérarchies, structures de décision, activités multi-métiers, etc.) qui les rendent difficilement comparables face au TdS.

Les grands groupes sont traditionnellement les premiers bénéficiaires des résultats de la recherche publique. Cela leur est *a priori* facile : ils utilisent des consultants chercheurs parfois de très haut niveau, ils possèdent souvent des laboratoires de recherche qui n'ont pas grand chose à envier aux laboratoires publics car ils disposent généralement des mêmes équipements. Leurs chercheurs ont souvent été formés dans les mêmes laboratoires que leurs confrères du secteur public. Ils sont abonnés aux mêmes revues spécialisées, fréquentent les mêmes congrès, etc. Ils sont capables (ou devraient l'être) de s'approprier les connaissances les plus fondamentales à partir desquelles ils ont la capacité d'élaborer eux-mêmes de nouvelles technologies.

Les PME/PMI, quant à elles, ont une souplesse et une rapidité de réaction que n'ont pas les grands groupes mais, à cause de la différence de culture, sont bien moins placées pour dialoguer avec les laboratoires publics. Elles ont tendance à considérer parfois que les laboratoires sont (ou devraient être) à leur service. Elles se font quelquefois des idées sur ce qu'un laboratoire peut et sait faire. Là où l'entreprise s'attend à recevoir une technologie clés

en main, le laboratoire n'a le plus souvent à proposer qu'un transfert de résultats, de connaissances, de compétences, ou au mieux, de savoir-faire. Même si le laboratoire est à peu près bien outillé pour réaliser une étude de faisabilité technique débouchant, le cas échéant, sur une maquette de laboratoire (que le laboratoire appelle prototype). La PME/PMI, pour sa part – et ceci est d'autant plus vrai que la taille et la technicité de l'entreprise diminuent – s'attend à obtenir, après une étude de faisabilité technique positive, un prototype (au sens où peut l'entendre un industriel). Le malentendu au sujet du sens du mot prototype peut rapidement devenir rédhibitoire : pour un laboratoire, le prototype se réduit souvent à une maquette de faisabilité alors que pour une PME, un prototype est pratiquement un objet quasi fini qu'il ne reste plus qu'à industrialiser.

Enfin, les entreprises de technologies avancées que l'on appelle de plus en plus fréquemment "high tech". Beaucoup d'entre elles ont développé des relations privilégiées avec le monde de la recherche quand elles ne sont pas issues elles-mêmes de ce milieu-là. Cette proximité intellectuelle les place en position privilégiée pour des échanges efficaces avec les laboratoires. Les entreprises créées par les chercheurs sont, du moins à leurs début, des PME minuscules ce qui ne les empêche pourtant pas d'être en prise directe avec la recherche la plus fondamentale dont elles ne sont en quelque sorte qu'un prolongement (¹⁶). Elles n'ont pas, avec cette dernière, et contrairement aux PME/PMI traditionnelles, de gros problèmes de dialogue dans la mesure où elles possèdent le même type de culture. Il y a là matière à réflexion et nous reviendrons sur ce point.

Les sociétés de recherche sous contrat sont également dans un cas favorable et se positionnent le plus souvent en traducteurs de connaissance et d'adaptateurs d'impédance (pour utiliser une expression favorite des spécialistes en TdS). Elles jouent un rôle de diffuseurs et de "banalisateurs" de technologies de pointe.

Illustrations : l'effet des grands programmes, l'effet d'entraînement de l'OHP ou du CEN de Cadarache, le rôle de la houille blanche en Rhône-Alpes Est, les essaimages en cascade à partir de Comex.

2.9. TdS ET TYPOLOGIE DES LABORATOIRES :

Les laboratoires publics de recherche se livrent au TdS avec plus ou moins d'efficacité et de réussite. Certes, les qualités et les compétences des hommes sont cruciales mais la nature des activités de recherche du laboratoire est tout aussi importante, ainsi que les missions de l'organisme auquel ils sont rattachés. Par exemple, pour les laboratoires du CNRS, il est bien connu que ce sont ceux de chimie et ceux des sciences physiques pour l'ingénieur qui réalisent le plus de contrats avec les entreprises. Ceci paraît normal dans la mesure où toutes les disciplines scientifiques n'ont pas la même potentialité de savoir-faire à valoriser. Un astrophysicien ou un archéologue auront *a priori* beaucoup plus de mal à vendre ce qu'ils savent faire à une entreprise. Il faut toutefois se garder d'être péremptoire ou définitif en la matière, une bonne preuve étant fournie par le développement prodigieux du volume de contrats avec les entreprises que les laboratoires des sciences de la vie ont connu depuis moins d'une dizaine d'années (ceci traduit les immenses attentes, au plan économique notamment, qui reposent sur les biotechnologies.)

Le succès relatif de la valorisation dans les écoles d'ingénieurs par rapport à la valorisation des universités et du CNRS est une illustration des propos ci-dessus. Les écoles d'ingénieurs assument mieux le rôle de traduction et d'adaptation des connaissances aux besoins industriels grâce notamment à la présence en leur sein de laboratoires de développement fréquemment directement branchés :

¹⁶ P. MUSTAR, Processes of integrating science with the market: the creation of technology-based businesses, communication au colloque "Management de la technologie", Paris, mai 1991, p.27.

- En amont, sur un laboratoire plus fondamental, source de la technologie (et qui relève le plus souvent des sciences pour l'ingénieur ou de la chimie).
- En aval, sur l'entreprise-cible et ses hommes qui vont devoir absorber cette technologie (les réseaux d'anciens élèves, les junior entreprises, les stages d'élèves en entreprise ainsi que la présence d'enseignants issus du monde de l'entreprise jouent un rôle important).

2.10. LES HOMMES ET LE TdS :

De nombreux auteurs sont unanimes à relever l'importance du facteur humain dans le TdS au sein d'une même entreprise ou entre deux entreprises différentes. Or, dans ce cas, les hommes "ne font que" accompagner la transmission d'un cahier de fabrication extrêmement précis, et donc facilement accessible (du moins, en théorie !) à l'homme de l'art.

En revanche, dans un TdS entre un laboratoire de recherche et une entreprise, le transfert porte plutôt sur des résultats, des connaissances, du savoir-faire ou des techniques, rarement sur des technologies "prêtes à l'emploi" selon la définition de l'ONUDI. Le facteur humain y sera alors d'autant plus critique. Il joue un rôle crucial dans la création d'entreprise, mais il peut prendre plus souvent la forme plus banale – mais, ô combien ! utile – d'un chercheur-consultant ou d'un jeune qui va être formé par la recherche dans le laboratoire, et qui sera ensuite embauché par l'entreprise dans laquelle il ira apporter son savoir.

Or, les caractéristiques essentielles de l'être humain sont :

- qu'il vit en société où il est intégré au sein de groupes ou de sous-groupes sociaux pouvant être multiples, imbriqués et très divers. D'où l'importance du rôle joué par les réseaux de personnes dans le TdS ;
- qu'il possède une psychologie très élaborée et il serait illusoire – et dangereux – de vouloir faire abstraction de cette dimension du problème. Sans entrer dans des considérations de type psychanalytique, il convient de faire, à cet égard, deux remarques préliminaires :

1) Tout individu s'attend à recevoir, en échange de son travail, une **gratification**. Celle-ci peut être de nature honorifique, financière ou autre mais sa non obtention entraîne fréquemment un sentiment de frustration pouvant avoir les pires conséquences. Lorsqu'un chercheur a participé à un TdS et qu'il s'estime (à juste titre ou pas, d'ailleurs) lésé dans l'opération, on imagine aisément comment il considérera à l'avenir tout projet similaire dans lequel on voudrait l'impliquer.

2) Quinze années d'expérience sur le terrain dans le domaine du TdS ont permis à l'auteur de rencontrer bon nombre de chercheurs ayant fait des découvertes susceptibles d'applications. Ces chercheurs-inventeurs étaient tous, à des degrés divers, affectés par le **syndrome du cordon ombilical** ⁽¹⁷⁾. Celui-ci doit être considéré comme normal (au sens de non pathologique) mais il a pour conséquence de créer un lien extrêmement solide entre le "père" d'une découverte et "sa chose" (synonyme : son bébé). La solidité de ce lien est telle qu'elle peut empêcher (ou du moins fortement contrecarrer) toute tentative de transfert qui viendra se heurter aux défenses (conscientes ou subconscientes) dressées par le sentiment de paternité.

¹⁷ Le "syndrome du cordon ombilical" : tout inventeur ou créateur (et l'ANVAR, chargée d'aider les inventeurs indépendants, est bien placée pour le savoir), est relié à son invention (que l'on appelle sa créature ou son bébé) par un lien extrêmement fort et quasi charnel, d'où le nom que l'on pourrait donner au syndrome. A noter que d'autres auteurs (par exemple : M. ABADIE et B. DYAN, L'inventeur sur le divan, dans Les héros de l'économie, ouvrage collectif, Collection Autrement, n°59, avril 1984) ont décrit certaines manifestations de ce syndrome sans lui en donner le nom. Ce cordon ombilical est tel que l'inventeur regarde avec méfiance, voire hostilité, toute personne ou organisation qui s'approcherait un peu trop de son bébé. Le chercheur ne fait pas exception à cette règle. Or, au cours du processus de valorisation des résultats de ses recherches, il finit toujours par arriver un moment où il va falloir couper ce cordon et ceci se passe rarement sans douleur. C'est même une cause importante d'échec en matière de transfert de technologie.

A illustrer par le test de paternité de Ernest Dubois conduit chez Bertin à propos de la mise au point de l'hydroglisseur (la somme des revendications de paternité était < 100 % à la fin).

En outre, puisque nous sommes plus spécifiquement concernés par les TdS impliquant la France il est bon d'avoir à l'esprit un certain nombre de caractéristiques sociologiques qui particularisent notre pays par rapport aux autres ⁽¹⁸⁾. Or, prendre en compte les aspects sociologiques d'un problème amène à s'intéresser à des aspects étroitement inter corrélés. Nous ne pouvons donner ici qu'un rapide aperçu de quelques points significatifs en nous gardant bien d'entrer dans l'histoire de la poule et de l'œuf :

- Elitisme du système éducatif : hiérarchisation des grandes écoles exprimant la faible considération dont jouit tout ce qui est technique.
- Rôle excessif des grands corps dans la vie économique, politique et sociale : cette confiscation du pouvoir nuit aux innovations qui naîtraient hors de ces réseaux.
- Rigidité et complexité des structures hiérarchiques : une idée provenant d'un subalterne est toujours suspecte quand elle n'est pas forcément mauvaise.
- Particularismes des habitudes de travail (horaires de travail, comportement multichrone, barrière du téléphone) induisant une organisation peu propice à l'innovation.
- Regret (chez certaines élites) de la grandeur et des réalisations passées de la France.

Ces caractéristiques sociologiques sont à l'origine de certains comportements particuliers :

- Formalisme des relations interpersonnelles (et création de relations interpersonnelles peu rapide à la fois par rapport aux pays anglo-saxons et aux pays plus latins).
- Suffisance, voire arrogance, assez répandue chez certaines élites.
- Frustration des exclus par rapport aux élites (ce qui induit des problèmes liés à l'importance excessive accordée au statut social).
- Méfiance envers l'autorité, esprit de fronde ou attitudes de sabotage.
- Archaïsme, passéisme, "hexagonalité" ⁽¹⁹⁾ assez répandus.

Ces attitudes sont assez bien décelées par les étrangers, qui en sont parfois surpris, qui doivent en tenir compte et faire l'effort de s'y habituer d'autant qu'elles sont accentuées par des facteurs supplémentaires, entre autres :

- Rôle historique de la langue et de la culture françaises.
- Monolinguisme caricatural des Français ⁽²⁰⁾.
- Rôle du vouvoiement et du tutoiement.
- Emploi du patronyme dans les relations professionnelles.

Ces trois derniers points sont, heureusement, en train d'évoluer fortement en particulier grâce à l'arrivée de générations plus jeunes à des niveaux décisionnels importants.

2.11. QUELQUES NOTIONS UTILES :

¹⁸ D. FRISCHER, *La France vue d'en face*, Robert Laffont, Paris, 1989. R. SAINSAULIEU, *L'entreprise. Une affaire de société* (ouvrage collectif), Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris, 1990 ; en particulier articles (i) de M. BAUER, *Pas de sociologie de l'entreprise sans sociologie de ses dirigeants* (p.148-174) sur la singularité du cas français et (ii) de Ph. d'IRIBARNE, *Misère et grandeur d'un modèle français d'entreprise* (p.254-266) sur nos formes archaïques d'organisation. M. CROZIER, *Etat modeste, Etat moderne*, Fayard, Paris, 1991 (en particulier p.73-80).

¹⁹ Substantif qui caractérise de manière globale les défauts des Français dans ce qu'ils ont de plus caricatural et qui est devenu synonyme de tare typiquement française. L'appellation trouve son origine dans l'autre nom de la France : l'Hexagone, lié à la forme géométrique de son territoire. Voir par exemple : E. COHEN, *La Tentation hexagonale*, Fayard édit., ouvrage dans lequel est dénoncée l'incompétence de toute une génération de patrons de l'industrie française, fruits de notre mélange dirigisme-libéralisme.

²⁰ Seulement 47 % des Français maîtriseraient une langue étrangère (90 % des 15-19 ans contre 23 % des 60 ans et plus). Source : enquête "Vocabulaire"-IPSON, décembre 1994.

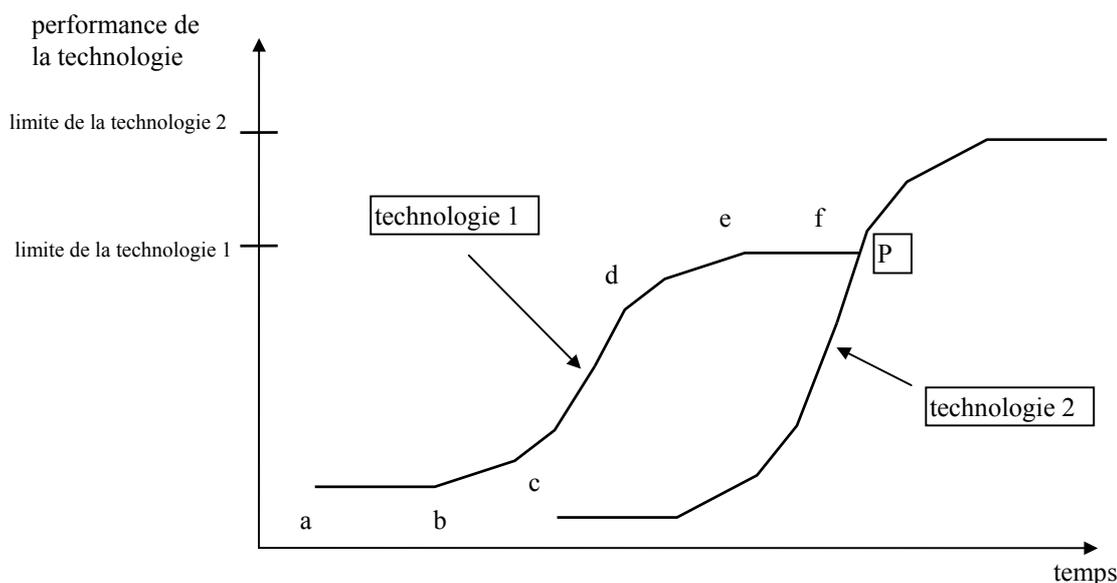
Il s'agit simplement de rappeler ici quelques notions sortant du cadre strict de cet ouvrage mais sur lesquelles le lecteur est invité à réfléchir. Les avoir assimilées et bien les maîtriser peut s'avérer fort utile et permettra en tous cas de mieux situer le TdS dans une perspective plus globale. Aussi, un supplément d'information pourra être trouvé dans des ouvrages plus spécialisés.

- **Sciences pour l'ingénieur** : il s'agit d'un ensemble de disciplines scientifiques se situant en prise directe sur les problèmes techniques que les ingénieurs sont habitués à aborder et à résoudre. On peut citer en particulier la mécanique, la thermique, l'informatique, la mécanique des fluides, l'optique, le génie chimique, etc. Elles concourent à l'amélioration de la connaissance que nous pouvons avoir des phénomènes physiques, mais dans le but bien précis d'améliorer la maîtrise que nous pouvons en avoir et de rendre possibles certaines applications. Elles se différencient en cela des autres sciences que l'on appelle "fondamentales" ou "de base" dont le but est (que l'on me passe l'expression) simplement d'accroître la somme globale des connaissances que nous possédons sur l'univers qui nous entoure. Les spécificités des sciences pour l'ingénieur ont justifié la création, en 1975, au CNRS, d'un département scientifique qui leur est consacré.
- **Diffusion technologique** : c'est le processus par lequel une technologie donnée, apparue dans un produit donné, va se propager à d'autres secteurs et, de proche en proche, occuper des secteurs plus ou moins vastes de l'activité économique. Cette diffusion peut s'opérer selon la logique des retombées technologiques comme par exemple les composites techniques à hautes performances qui sont passés de la NASA à l'US Air Force, puis à l'aviation civile, et enfin au grand public. Elle peut s'opérer aussi selon une logique de "remontées" technologiques comme par exemple l'affichage à cristaux liquides depuis les montres en 1976 jusqu'aux téléviseurs couleur portatifs en 1986 ; ou encore les disques compacts utilisés d'abord pour écouter de la musique puis pour stocker des données (CR-ROM, CDI). Cette dernière logique de remontées possède une dynamique financière originale et largement utilisée par les Japonais ⁽²¹⁾ : l'attaque par un marché grand public permet de réaliser plus rapidement des bénéfices qui peuvent alors être réinvestis (i) pour amortir les énormes dépenses d'investissement et (ii) pour améliorer et faire progresser la technologie.
- **Filières technologiques** : c'est une manière ordonnée, cartésienne, de représenter les liens existants entre des technologies ou des secteurs industriels différents. Chacun de ces éléments (technologie, secteur, entreprise, etc.) est à la fois une ressource (ou un fournisseur, ou un prestataire) pour les éléments qui sont situés en aval et un débouché (ou un utilisateur, ou un client, ou un marché) pour les éléments situés en amont. Une telle présentation a le mérite de montrer que toute modification de l'un des éléments de la filière se manifeste par des conséquences sur les éléments situés en aval – et souvent en amont – de ce dernier (exemple : la filière électronique depuis les semi-conducteurs, les circuits de plus en plus intégrés, les microprocesseurs et les ordinateurs de plus en plus petits, puissants et bon marché, les logiciels, etc.).
(Exemples d'autres filières : le pétrole, l'automobile, le nucléaire).
- **Grappes technologiques** : modèle plus élaboré que le précédent dans lequel les technologies et les secteurs industriels ne sont plus reliés en filières indépendantes mais plutôt de façon très interconnectée et maillée ⁽²²⁾. Ce modèle est particulièrement bien illustré par le *bonsai* de l'entreprise japonaise. On parle aussi à ce propos d'inter-fertilisation pour dire qu'un progrès technologique dans un secteur donné va se traduire par des progrès dans d'autres secteurs (proches ou parfois très éloignés) qui pourront induire en retour (de façon directe ou indirecte) des évolutions dans le premier secteur.

²¹ Voir, par exemple : J.J. DUBY, Gérer les ressources technologiques, Actes du colloque de Lyon, 18-19 juin 1991, Ministère de la Recherche et de la Technologie, p.161.

²² J.B. ZIMMERMANN, Groupes industriels et grappes technologiques, Revue d'Economie Industrielle, n°47, 1^o trim. 1989.

- **Courbes en "S" : ou cycles de vie des technologies.**



On a pu observer que le cycle de vie des technologies suit une courbe ayant grossièrement la forme d'un "S" très ouvert ou plus exactement du signe mathématique "intégrale". Par exemple, pour la technologie 1, la première phase a-b correspond à l'émergence de la technologie, lorsque celle-ci est encore balbutiante. La deuxième phase b-c correspond à une technologie jeune en plein développement. La troisième phase c-d marque sa période de maturité. La quatrième phase d-e caractérise la technologie qui est entrée dans période de vieillissement. Enfin, la dernière phase e-f est celle où la technologie n'est plus capable d'évoluer, où elle risque de devenir obsolète. C'est d'ailleurs ce qui se passe au point P où une deuxième technologie arrive, pleine encore de capacités de développement, et qui va prendre la relève et remplacer à terme la première. Ce qui se passe au point P caractérise ce que l'on appelle une rupture technologique. Pour approfondir ces points on aura intérêt à se reporter à des ouvrages plus spécialisés ⁽²³⁾.

- **Relations technologie-fonction-produit :** dans la littérature, on rencontre parfois un peu de flou dans l'utilisation de ces termes dû à la différence d'approche de ceux qui les utilisent. Ces deux approches sont aussi légitimes l'une que l'autre et bien qu'il ne s'agisse – à la limite – que d'un problème de langage, ce point mérite quelques éclaircissements car il importe de ne pas tomber dans un faux problème.

Dans l'approche de l'ingénieur (que l'on pourrait qualifier d'approche descendante), approche des problèmes plus mécaniste (due à la spécialisation technique de l'ingénieur), c'est grâce à la mise en oeuvre d'une (ou plusieurs) technologie que l'on va pouvoir fabriquer un produit. Le produit, lui, a pour rôle de remplir une fonction donnée (en général, au sein d'un ensemble plus vaste qui le contient).

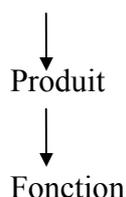
Dans l'approche du commercial (que l'on pourrait qualifier d'approche montante), le rôle d'une entreprise est de mettre des produits (produits matériels ou services) sur le marché. Chaque produit est destiné à remplir une (ou plusieurs) fonction donnée qui est ce que l'acheteur recherche. Chaque fonction pourra être réalisée par la mise en oeuvre d'une (ou plusieurs) technologie donnée.

Technologie

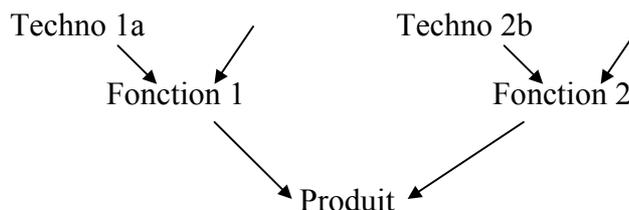
Techno 1b

Techno 2a

²³ Voir par exemple : L.W. STEELE, Gérer la Technologie, AFNOR Ed., Paris, 1990, en particulier pp. 44-46.



Approche de l'ingénieur

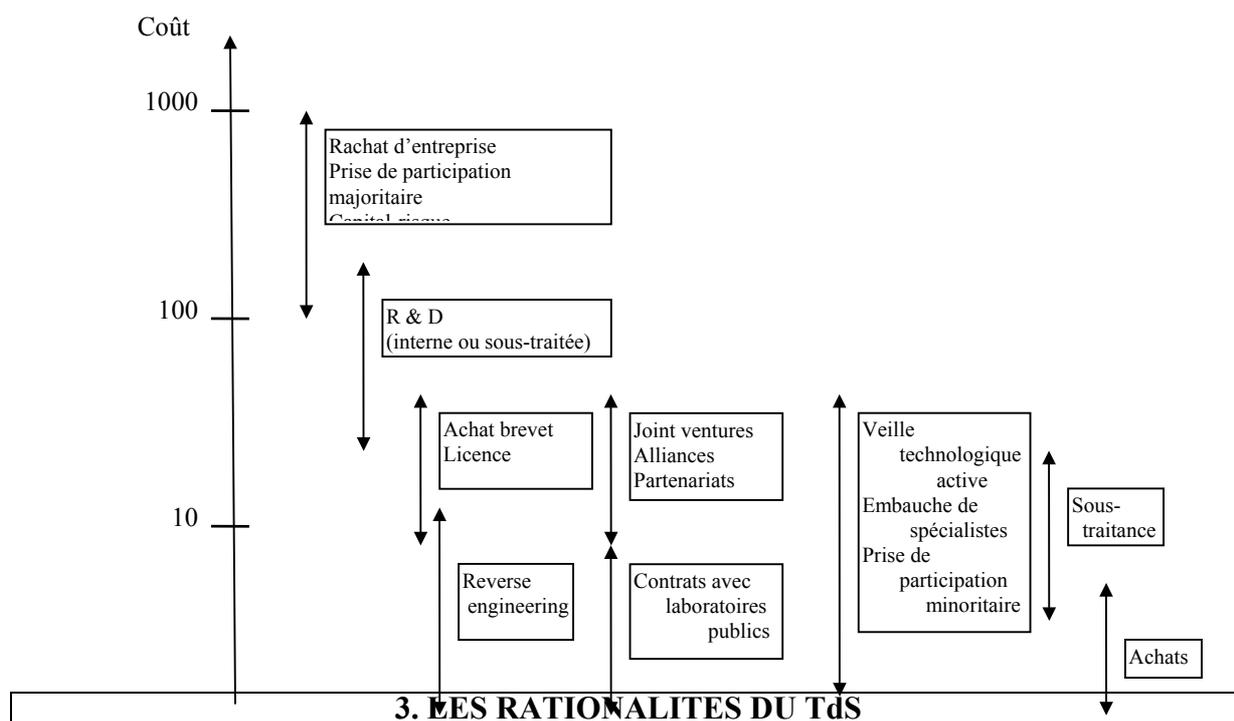


Approche du commercial

- **"Technology push" ou "market pull" ("demand pull") ?**

Ou en d'autres termes, est-ce que c'est la demande du marché – et donc du consommateur – en aval qui pousse à innover ou bien est-ce en amont la pression du progrès technologique ? La réponse n'est certainement pas simple. Une enquête "innovation", effectuée à ce propos en France en 1991 par le ministère de l'industrie, a cependant montré que près de 60 % des entreprises innovantes déclarent être fortement guidées dans leur décision d'innovation par la pression du marché (market pull) ; 26 % seulement se déclarent guidées par une poussée de même intensité exercée par la technologie (technology push). Toujours dans les entreprises innovantes, 6 % s'estiment complètement insensibles au marché dans leur décision d'innover alors que 17 % n'attachent aucune importance à l'évolution des techniques (²⁴).

- **Coûts d'acquisition de la technologie :**



L'histoire de l'humanité fourmille de technologies qui sont apparues un beau jour quelque part à la surface de la planète. C'est le rôle des historiens des sciences et des techniques ainsi que des archéologues de nous éclairer sur leur genèse et les conditions qui ont présidé à leur diffusion. Ce processus de diffusion des techniques (ces ancêtres des technologies) est aussi ancien que l'humanité. La maîtrise du feu a dû constituer une étape cruciale de l'histoire des

²⁴ Les chiffres clés. L'innovation technologique, éd. 1994, ouvrage collectif, Ministère de l'Industrie, des P&T et du Commerce Extérieur, Dunod et DGSJ-SESSI, Paris, p.35.

hommes ; de même le peuple qui, le premier, a su fabriquer le fer a dû disposer d'un bel avantage – on dirait aujourd'hui : une avance stratégique – sur ses voisins.

La diffusion des techniques s'effectuait au hasard des conquêtes et des voyages des marchands et prenait très longtemps, parfois des siècles. Ainsi, la Chine ancienne fut le théâtre d'un grand nombre d'innovations majeures qui furent transmises à l'Occident via, tour à tour, les Arabes, les Croisés, les Turcs, les Vénitiens, les Portugais : l'étrier, apparu vers l'an 300 est arrivé en Europe quatre siècles plus tard ; le gouvernail de poupe, utilisé dès le I^{er} siècle, ne nous est parvenu qu'à la fin du XII^e ; le papier, apparu au tout début du II^e siècle, diffuse dans le monde musulman au VIII^e et le premier moulin à papier est attesté en Espagne au milieu du XII^e ; la vaccination antivariolique elle-même, attestée dans l'Empire du Milieu dès le XI^e siècle n'a été redécouverte chez nous qu'au XVIII^e.

Une invention était sans doute imitée, copiée, apprise, améliorée et transmise de proche en proche au fur et à mesure que le besoin de l'utiliser se faisait sentir parce qu'elle apportait un avantage manifeste ou un gain par rapport à ceux qui n'en disposaient pas. La convoitise n'avait pas d'autre régulateur que la loi du plus fort ou du plus habile. La notion de propriété industrielle est une invention récente du droit (aussi récente que l'industrie – et pour cause !) mais qui prend en fait le relais des lettres patentes en vigueur sous l'ancien régime, en leur donnant, cependant, beaucoup plus de rigueur et d'ampleur.

Aujourd'hui, la complexification croissante des techniques et des technologies fait que leur maîtrise n'est plus que rarement l'apanage de quelques hommes seuls (ou de corporations) mais plutôt celui d'entreprises dont la fonction est de mettre sur le marché des biens réalisés grâce à la mise en oeuvre d'un certain nombre de technologies. Celles-ci n'ont même plus besoin, à la limite, d'être maîtrisées par l'entreprise elle-même qui pourra utiliser, pour ce faire, les services d'une autre en vertu du principe économique classique de la répartition du travail basée sur les économies d'échelle.

Il existe de très nombreuses raisons pouvant pousser une entreprise à s'intéresser à une nouvelle technologie. Or, comme l'introduction d'une nouvelle technologie est un phénomène perturbateur, qui dérange les habitudes, l'entreprise ne s'y lancera que si elle est (ou si elle se sent) relativement forcée à le faire ⁽²⁵⁾ :

1) Soit qu'elle éprouve des difficultés dans ce qu'elle estime être un développement harmonieux de ses activités :

- Difficultés pour faire croître son volume de production ou sa part de marché.
- Difficultés à rendre ses produits plus performants ou plus économiques.
- Difficultés pour en lancer de nouveaux.

2) Soit qu'elle ait, dans son environnement, détecté une menace ou perçu une opportunité :

- Menace de la part d'un concurrent.
- Opportunité d'un nouveau marché sur lequel elle veut entrer.

Après examen, il peut s'avérer que ses ressources techniques et technologiques propres soient insuffisantes pour lui permettre de résoudre elle-même le problème et que la solution retenue par l'entreprise soit d'acquérir à l'extérieur la (ou les) technologie qui lui fait défaut. Nous ne considérerons ici que le cas où la source identifiée de la technologie est un (ou plusieurs) laboratoire public de recherche. Il est intéressant de voir comment les différents acteurs ou entités, parties prenantes dans le processus, abordent le problème, chacun avec sa propre organisation, ses objectifs, son idéologie dominante, bref, sa culture et sa propre logique.

²⁵ Les chiffres clés. L'innovation technologique, éd. 1994, op. cit., p.35.

3.1. TdS ET POUVOIRS PUBLICS :

3.1.1. L'Etat et ses services :

Compte tenu des particularismes français ⁽²⁶⁾, il n'est pas surprenant que les enjeux importants liés à la valorisation de la recherche aient pu la transformer en une affaire d'Etat, autrement dit que l'Etat s'en soit saisi pour l'ériger en véritable grand programme. La création de la DGRST (1959) marque une étape essentielle dans la structuration de la politique nationale de recherche – fondamentale aussi bien qu'appliquée ⁽²⁷⁾. Celle de l'ANVAR (1966) continue à s'inscrire dans cette même logique typiquement française ⁽²⁸⁾ : l'identification de grands enjeux associés à un problème posé ou un objectif à atteindre (ici la valorisation de la recherche) s'accompagne de la mise sur pied d'un grand programme national et de la création d'un organisme *ad hoc* chargé de le réaliser (ici l'ANVAR). Il serait sans doute intéressant de regarder (dans une optique plus tournée vers les sciences juridiques) comment la prise en compte de la valorisation a évolué dans le statut des grands organismes de recherche depuis leur création jusqu'à la période actuelle.

Une étape particulièrement importante – et médiatisée – a été le Colloque national sur la recherche et la technologie de 1981 (la gauche au pouvoir) qui a, en quelque sorte, officialisé la transformation des normes et des représentations des chercheurs en matière de relations entre recherche et industrie. Il serait sans doute à cet égard intéressant de pouvoir analyser plus finement les relations ayant pu exister entre (i) le changement politique qu'a connu la France, (ii) le Colloque national et (iii) l'évolution des mentalités des chercheurs. Quoiqu'il en soit, il est sorti du Colloque national la ré-élaboration des politiques publiques envers l'innovation, la redéfinition des missions de l'ANVAR, la création de mesures incitatives, etc. On pourrait également, ici, orienter facilement la discussion sur le colbertisme high tech ⁽²⁹⁾.

Une autre phase particulièrement importante fut l'alternance politique (la droite au pouvoir) entre 1986 et 1988 marquée notamment par le projet – avorté – de suppression de l'ANVAR.

Au plan opérationnel, l'Etat a largement délégué ses pouvoirs en matière de valorisation aux grands organismes de recherche et ceci dans le cadre de l'autonomie de chacun d'entre eux et à l'intérieur des domaines qui lui sont dévolus.

L'enjeu est de taille : la recherche publique étant financée par la collectivité (l'argent du contribuable), les pouvoirs publics ont le souci légitime de voir les résultats de cette recherche irriguer l'économie nationale (tous les pays développés manifestent d'ailleurs ce type de préoccupation). Ils affichent donc une politique volontariste en faveur du TdS de la recherche vers les entreprises.

Ceci se traduit par des mesures incitatives nombreuses et, afin de les faire mieux connaître, par un travail de communication intense. En France, l'un des rôles des ministères est de veiller à ce que les activités des organismes publics de recherche soumis à leur tutelle soient conformes aux missions qui leur sont dévolues, dans le respect des lois et autres règles administratives. Les ministères ont également pour rôle d'impulser, inciter et orienter la recherche dans l'intérêt supérieur du pays. C'est dans ce cadre que l'on peut faire entrer,

²⁶ Les spécificités, voire la singularité, du "cas" français ont été souvent mises en avant par différents auteurs (cf. par exemple : M. CROZIER, *Etat modeste, Etat moderne*, Fayard, Paris, 1991, op. cit. ; P. MULLER, 1992, *Entre le local et l'Europe, la crise du modèle français de politiques publiques*, *Revue française de science politique*, n°2, p.275-297).

²⁷ P. PIGANIOL, *Laying the foundations of French science policies*, *Science and Public Policy*, vol. 18, n°1, p.23, 1991.

²⁸ P. COHENDET et A. LEBEAU, *Choix stratégiques et grands programmes civils*, *Economica*, Paris, 1987.

²⁹ E. COHEN, 1992, *Dirigisme, politique industrielle et rhétorique industrialiste*, *Revue française de science politique*, n°2, p.199-218. Cite : E. COHEN, 1992, *Le colbertisme "high tech"*, Hachette Ed., Paris.

notamment, toutes les aides financières en direction des laboratoires et des entreprises (crédits incitatifs des ministères, crédit d'impôt, aides de l'ANVAR, appels d'offres divers, etc. ⁽³⁰⁾).

3.1.2. Les collectivités territoriales :

Les lois de décentralisation de 1982 ont attribué aux collectivités territoriales un certain nombre de possibilités d'intervention dans le domaine du développement économique local. Les élus locaux, comme les parlementaires (le fait que ce soient parfois les mêmes n'est pas indifférent), se sont montrés sensibles au discours technologique : des pans entiers de l'économie traditionnelle sont condamnés ; la sortie de la crise sera tirée par la création de petites entreprises *high tech* ; si l'on veut développer les technologies avancées, il convient de favoriser le rapprochement, ou mieux encore l'osmose, entre la recherche et l'industrie. D'où un fourmillement d'initiatives très diverses : création de CRITT, d'incubateurs et de pépinières d'entreprises, de réseaux de conseillers technologiques, de technopôles et de technopoles, mise en place (collectivités seules ou avec les services de l'Etat) de fonds ou de crédits incitatifs, etc.

Les CRITT (Centres Régionaux d'Innovation et de Transfert Technologique) méritent une discussion particulière. Ce sont en général des émanations des contrats de plan entre l'Etat et la Région. Ils sont financés par ces deux derniers auxquels viennent parfois s'ajouter d'autres partenaires (tels que conseil généraux, syndicats professionnels, entreprises). Leur statut est le plus souvent celui d'Association loi 1901 (mais on voit aussi des Sociétés d'Economie Mixte ou des Groupements d'Intérêt Public). Leur structure est en général assez légère et leur rôle est de servir d'interface, d'entremetteur, d'intermédiaire entre les offreurs et les demandeurs de technologie et d'aider les opérations de transfert à s'effectuer dans les meilleures conditions. Quelques-uns peuvent jouer un rôle d'ingénieristes de projets (par exemple le CRITT Productique de Cherbourg, le CRITT Mécanique - Automatique d'Ile-de-France, le CRITT Collage - Assemblage de Pau). Plus rarement, ils disposent de moyens lourds tels que laboratoires ou centres d'essais (c'est par exemple le cas du CRITT Matériaux de Strasbourg, du CRITT Traitement de surface de Charleville-Mézières, du CRITT Industries agroalimentaires de Quimper). Certains CRITT sont très ciblés sur une technologie ou un métier donné, d'autres ont une vocation plus transversale. Certains peuvent même ne pas porter la dénomination générique de CRITT. Fin 1994, on en comptait quelques 130, répartis sur l'ensemble du territoire, départements d'Outre-Mer compris.

On peut aboutir ainsi à des situations extrêmement complexes sinon compliquées. A titre d'illustration, on a pu dénombrer dans une seule région française – la région PACA – et sans que cette liste veuille prétendre à l'exhaustivité, les structures suivantes :

- CRITT Chimie - Matières plastiques ;
- CT-Bio (qui est le CRITT biotechnologies) ;
- IIRIAM (Institut International de Robotique et d'Intelligence Artificielle de Marseille). C'était une société d'économie mixte jouant le rôle de CRITT Productique (en liquidation fin 1996) ;
- CRITT Agroalimentaire ;
- IMQ et Club de la Mesure (ils jouent le rôle d'un CRITT "métrologie dimensionnelle et qualité") ;
- CETREM (qui est le CRITT généraliste du CEA chargé de la diffusion des technologies du CEN de Cadarache) ;

structures auxquelles sont venues se rajouter à un moment ou à un autre (ici aussi sans prétention d'exhaustivité) :

- Réseau GBM-PACA (avait une fonction de CRITT Génie biomédical) ;

³⁰ Voir, par exemple : D. CHASTENET, B. REVERDY et E. BRUNAT, Les interfaces universités-entreprises, ANCE et DATAR, Paris, 1990.

- IMT (Institut Méditerranéen de Technologie). C'était un GIP (Groupement d'Intérêt Public), actif de 1985 à 1996, qui avait, entre autres missions – recherche et enseignement – celle d'animer un incubateur/pépinière d'entreprises ayant vocation à accueillir des projets de création d'entreprises notamment de la part de chercheurs ;
- CEERTE (environnement) ;
- CTME (environnement) ;
- ACTIME (énergies) ;
- Pôle CIOMEX (milieux extrêmes) ;
- Réseau des conseillers technologiques ;
- CEDIA (productique, automatique)
- CETELEM (micro-électronique et électronique de puissance)
- CLAIRE (lasers industriels)
- Phytoparc (filiale plantes et végétaux)
- RHT (Route des Hautes Technologies). C'est une association loi 1901, bras séculier du Conseil Régional, chargé notamment d'assurer l'interface avec les programmes communautaires) et qui, en 1994, a pris sous sa tutelle les CRITT ainsi que le Réseau des conseillers technologiques.
- Interfaces (vitrine du potentiel régional de recherche et qui fédère 25 partenaires).
- CIANS (alimentation, nutrition, santé).

On semble se diriger de plus en plus – économies et rationalisation obligent – vers une diminution du nombre de ces structures d'interface ainsi que des moyens dont elles disposent. Ainsi la fusion du CT-Bio et du réseau GBM a récemment donné naissance au CRITT Santé. Mais les initiatives n'ont pas de raison de cesser. Aussi est-il permis par moments de se poser la question de la cohérence de tels foisonnements et des redondances éventuelles auxquelles ils peuvent conduire en une période de diminution globale des ressources financières.

3.1.3. Le niveau supranational :

Ce même souci des pouvoirs publics existe au plan supra-national. Ainsi, bon nombre de programmes de la CCE (Commission des Communautés Européennes) sont destinés à favoriser le TdS – forcément transnational, compte tenu des objectifs de l'Union Européenne (l'ex CEE, Communauté Economique Européenne). Ou encore, le programme EUREKA, destiné à développer la coopération technologique industrielle entre les 19 pays de l'Europe Occidentale.

Débat : les pouvoirs publics sont-ils toujours les mieux placés pour prévoir ? Problème du pilotage de l'économie par l'Etat. Histoire d'Atout Vent. Syndrome de l'avion renifleur.

3.2. LA VALORISATION DE LA RECHERCHE PUBLIQUE :

Les laboratoires publics de recherche sont des lieux privilégiés dans lesquels se construisent les connaissances et s'élabore le savoir. Ils sont aussi, notamment grâce à leurs interactions avec les entreprises, des lieux où prennent corps des savoir-faire et des techniques qui rendront possible la mise au point de nouvelles technologies et serviront de base à un certain nombre d'innovations ⁽³¹⁾.

Le chemin qui conduit d'un résultat de recherche à un nouveau produit ou à une nouvelle technologie est souvent long, voire très long ⁽³²⁾. Il est, en outre, souvent tortueux, comporte

³¹ Selon J. LOWE (Commercialization of University Research: A Policy Perspective, Technology Analysis and Strategic Management, 5, n°1, p.27, 1993) aux Etats-Unis 10 % des produits et process commercialisés entre 1975 et 1985 en traitement de l'information, équipement électrique, produits chimiques, instrumentation, pétrole, métallurgie, médicaments n'auraient pas pu être développés autrement (ou alors avec un retard considérable) que grâce à la recherche académique.

³² De 10 à 20 ans selon les études Insight et Traces (citées dans "Une politique industrielle pour la France, Actes des journées de travail des 15 et 16 novembre 1982", Ministère de la Recherche et de l'Industrie, La Documentation Française, p.127) ; de 7 à 15 ans selon une étude de

fréquemment de nombreuses boucles de rétroaction et peut faire intervenir de multiples acteurs ou opérateurs. Ce chemin, que l'on appelle parfois la valorisation de la recherche et que nous allons nous efforcer d'explicitier, apparaît comme un lieu de rencontre – parfois de télescopage – entre des politiques publiques et des trajectoires d'acteurs. Il peut prendre des formes multiples, liées aux politiques mises en place par les organismes de tutelle des laboratoires et auxquelles correspondent des formules diverses s'appliquant dans tel ou tel cas de figure (brevets et licences, contrats de collaboration, consultants, etc.). Les chercheurs, qui sont pour leur part des acteurs importants – sinon essentiels – du processus de valorisation de la recherche, appliquent ces formules avec un degré d'autonomie assez large qui les amène parfois à prendre des libertés avec la stricte orthodoxie (i.e. utiliser une formule donnée en lieu et place d'une autre par exemple).

Parler d'orthodoxie en matière de valorisation de la recherche renvoie à l'existence d'un code de bonnes pratiques ou de règles c'est-à-dire finalement de normes que les acteurs pourront être amenés à respecter, contester ou transgresser en fonction des circonstances. C'est pourquoi il nous faudra aborder l'important problème de la légitimité de ces règles ce qui ne manquera pas de déboucher sur des questions de déontologie, voire d'éthique. Ces questions nous amèneront également à faire des observations sur le rôle joué par les négociations, les controverses, les compromis, ainsi que les conflits qui peuvent émailler le déroulement d'une opération de valorisation donnée.

Dans ce cadre général, la création d'entreprises par les chercheurs des grands organismes publics de recherche français tient une place particulière. Régulièrement souhaitée, voire encensée par les pouvoirs publics puis vouée aux gémonies – et ceci dans des contextes politiques variés, y compris récents –, elle semble actuellement comme mise en sourdine. Après une période où elle s'apprêtait à se voir attribuer toutes les vertus d'une panacée, voici que l'on semble se souvenir que les chercheurs sont souvent des fonctionnaires sur lesquels risquerait donc de planer le spectre du délit d'ingérence.

Pourtant, la poursuite, de la part de chercheurs, d'activités privatives ne date pas d'hier et est un fait bien établi. Outre l'activité de consultant qui est généralement encouragée par les principaux organismes de recherche (CNRS, universités), il existe des disciplines dans lesquelles l'habitude est établie depuis longtemps : paradoxalement en apparence, c'est dans des sciences non technologiques (comme le droit, les sciences de gestion, l'économie) ou peu technologiques (comme la médecine) que certains chercheurs entretiennent avec le monde des entreprises des relations bien établies. Des enseignants travaillent comme consultants pour des cabinets-conseil privés dans lesquels ils peuvent être ou pas associés ; d'autres disposent de leur propre cabinet (et opèrent alors soit sous forme de société soit en profession libérale).

Parler des laboratoires publics de recherche comme de lieux où se crée de la technologie renvoie au problème plus général des relations entre la recherche et les entreprises et il n'est pas inutile de revenir sur ce point de manière plus approfondie. En effet, de plus en plus, la capacité des entreprises à développer de nouveaux produits pour faire face aux défis qui se présentent à elles dépend de leur capacité à s'alimenter en matières premières dont une partie est élaborée dans des laboratoires publics de recherche. Ce problème représente un enjeu planétaire, du moins dans les pays développés (pour preuve l'abondance de la littérature américaine ⁽³³⁾ dénonçant l'insuffisance des échanges entre recherche et industrie aux Etats-Unis alors que l'on a tendance à croire – non sans quelques raisons d'ailleurs – que cette question est plutôt bien résolue outre-Atlantique comparativement à la France.

3.2.1. L'origine du concept de valorisation de la recherche :

Bossard Consultants pour la CCE (Etude sur les orientations et pratiques en matière de valorisation de la RDT, avril 1990) ; de 7 à 10 ans selon J. LOWE aux Etats-Unis (op. cit.).

³³ On pourra s'en convaincre facilement en procédant, comme nous l'avons fait, à quelques interrogations de banques de données.

D'abord, il convient de remarquer que le concept de valorisation de la recherche (VR) lui-même ne va pas nécessairement de soi selon que l'on se place du point de vue de la collectivité nationale (et donc de l'Etat) ou du point de vue des entreprises. Ces dernières considèrent en effet le plus souvent que la recherche publique étant financée sur fonds publics, ses retombées devraient être mises gratuitement à la disposition de celles d'entre elles – il est implicite qu'elles sont françaises – désirant se les approprier. Ce propos, visant à considérer la *recherche publique* comme un *service public* à part entière – c'est-à-dire gratuit pour la collectivité – est tellement réducteur qu'il débouche sur des problèmes majeurs : comment organiser en pratique une telle mise à disposition gratuite afin qu'elle soit efficace ? Comment, dans ce cas, procéder à un choix rationnel parmi toutes les entreprises qui se porteraient candidates au développement d'un résultat de recherche donné ? Comment empêcher que des entreprises étrangères ne viennent s'approprier les fruits du travail de nos chercheurs nationaux ? Nous aurons à revenir sur les implications de ce point de vue des entreprises ; retenons simplement à ce stade que le concept de VR tel qu'il peut être entendu par les pouvoirs publics leur est en partie étranger.

On peut alors essayer de préciser ce que l'on entend par VR lorsque l'on se place d'un point de vue autre que celui des entreprises ainsi que les modalités qui permettent à la valorisation de se réaliser.

D'abord – et c'est là son acception la plus immédiate –, au plan pécuniaire, la VR est un processus destiné à transformer certains acquis de la recherche en des objets (matériels ou immatériels) ou "denrées" échangeables contre des financements. On part du présupposé (vérifié par l'expérience et la multitude des exemples existants) qu'un certain nombre d'acquis de la recherche ont une valeur marchande (ou pécuniaire) et que certains clients (les entreprises) sont prêts à payer pour se les approprier.

Ensuite, donner de la valeur à des résultats de recherche c'est aussi les extraire de leur inutilité relative. Cette assertion mérite un développement. En effet, un résultat scientifique nouveau a pour utilité intrinsèque de venir compléter les connaissances dont l'homme dispose sur l'univers qui l'entoure et de contribuer, par là, à l'édification de la connaissance. Si le sort d'un fait scientifique important est de provoquer un écho largement entendu, repris, utilisé et éventuellement amplifié dans la communauté scientifique, le sort d'un fait scientifique plus banal est "simplement" d'être dûment compilé dans des revues ou des ouvrages scientifiques dans l'attente que d'autres scientifiques s'en emparent un jour, l'extrayant de l'oubli, et l'utilisent pour faire progresser leurs recherches, parfois dans d'autres domaines (et même des domaines éloignés). Aussi, essayer de matérialiser un résultat de recherche en (ou de l'incorporer à) un objet industriel représente une manière immédiate (ou rapide, du moins vait-on l'espérer) de le tirer d'un statut peu valorisant (surtout s'il s'agit d'un résultat n'ayant pas de caractère révolutionnaire au plan des théories et des concepts) de fait scientifique destiné à "dormir" dans des bibliothèques pour en faire un objet visible et peut-être utile. On est donc bien là en plein processus de création. De plus, si cet objet peut être fabriqué et commercialisé (c'est-à-dire vendu) alors c'est qu'il possède bien une valeur intrinsèque reconnue puisque d'autres sont prêts à payer pour pouvoir en user, en disposer et/ou se l'approprier. Si enfin le produit ainsi créé est doté – en plus – d'une valeur sociale (médicament, vaccin, etc.) alors le mot "valorisation" peut prendre la totalité de sa dimension. Il est d'ailleurs significatif à cet égard que l'expression "valorisation économique et sociale de la recherche" soit utilisée par l'INSERM là où le CNRS parle de valorisation tout court ; ceci n'est pas surprenant : l'INSERM est un EPST beaucoup plus spécialisé (recherche médicale) que le CNRS et se positionne plus près des applications (cliniques en particulier) de ses résultats.

3.2.2. Les enjeux de la valorisation de la recherche :

Si l'enjeu général de la valorisation de la recherche est clair – réussir à transférer, dans les meilleures conditions, les résultats de la recherche vers des partenaires *ad hoc* (le plus souvent des entreprises) capables de les utiliser et les mettre en oeuvre dans des produits, procédés ou technologies nouvelles – les modalités pratiques renvoient immédiatement à un

certain nombre de questions dont celles qui suivent ne donnent probablement qu'un simple aperçu.

La valorisation est-elle toujours fondée ? Doit-on, notamment, chercher à valoriser n'importe quel résultat ? (Cf. le débat actuel sur les manipulations d'embryons humains). Comment prendre en compte les problèmes éthiques qui ne manqueront pas de se poser de manière accrue ?

Une collectivité (que ce soit un pays ou une entreprise) qui obtient des résultats de recherche doit-elle (et peut-elle) tout mettre en oeuvre pour s'en approprier, de manière aussi exclusive que possible, les applications ? Ceci débouche sur la question du renforcement de certains monopoles et de la paupérisation croissante des pays les plus pauvres.

Doit-on et peut-on essayer de décider *a priori* de qui doit se charger de la valorisation de la recherche : les organismes ou les chercheurs ? Etant donné le caractère souvent collectif ou coopératif – y compris transnational ou international – de la recherche et des découvertes, il est fréquent que plusieurs chercheurs, parfois plusieurs organismes, voire des entreprises, de surcroît éventuellement situés dans des pays différents soient impliqués. Si ce sont les chercheurs qui doivent se charger de la valorisation, lesquels ? Si ce sont les organismes, et s'il y en a plusieurs, comment peuvent-ils se répartir les rôles ? Si des industriels ont participé au financement des recherches, quel rôle entendent-ils et peuvent-ils jouer ? Pour ces questions, il faudra se reporter au droit du travail (à propos des inventions de salariés par exemple) et au droit commercial (à propos des règles contractuelles à prévoir dans les conventions et contrats réglant les relations entre les différents partenaires).

L'activité de recherche a pour objectif de produire du savoir c'est-à-dire de nouvelles connaissances qui viennent enrichir le patrimoine collectif en donnant à l'homme les moyens de mieux connaître l'univers qui l'entoure. Une partie de ces connaissances peut être mise en oeuvre dans des techniques, des procédés et des produits nouveaux et contribue donc au progrès technologique de l'humanité tendu vers l'amélioration constante – malgré les incidents ou les accidents de parcours qui se produisent parfois – des conditions de vie des hommes. Certains domaines de recherche ou certaines disciplines, se prêtent plus que d'autres à des développements et des applications technologiques. C'est pourquoi on est parfois amené à parler de recherche plus ou moins fondamentale ou appliquée en fonction de l'esprit dans lequel elle est poursuivie et de la distance qui la sépare de ses applications éventuelles.

Pour pouvoir être appliqués, les résultats de la recherche ont le plus souvent besoin d'être "traduits", c'est-à-dire être mis sous une forme plus facilement utilisable et assimilable par d'autres. Il ne suffit pas d'avoir pu démontrer qu'un neutron est capable de provoquer la fission du noyau d'un atome d'uranium 235 en dégageant une grande quantité d'énergie pour être capable de construire une centrale nucléaire. Il ne suffit pas d'avoir su faire réagir deux molécules M et N pour obtenir de la vitamine A si les conditions opératoires ne peuvent pas être maîtrisées de manière industrielle dans des conditions économiquement viables.

La traduction de résultats de recherche en technologies ou en produits est un processus souvent complexe et qui peut faire intervenir des étapes et des intervenants en nombre parfois important. Certains pays ont, semble-t-il, réussi mieux que d'autres cette traduction et sont toujours cités en exemple. Les raisons invoquées pour ces réussites peuvent être très diverses. Ainsi, le Japon a su développer une recherche appliquée extrêmement efficace en choisissant des objectifs bien précis et affectant des moyens adéquats à la poursuite de ces objectifs. Aux Etats-Unis, c'est le foisonnement des initiatives (dues parfois à des entrepreneurs particulièrement actifs, parfois à de grands groupes industriels déjà constitués, parfois aux grands programmes militaires notamment) qui permet par une méthode du type essai/erreur et sous la pression ou la sanction du marché de produire des innovations. La France, elle, a plutôt misé sur la recherche fondamentale et hormis quelques grands programmes à caractère technologique (par exemple le nucléaire, le militaire, ou – mais avec moins de succès –

l'informatique) présente un déficit en matière de recherche appliquée (notamment celle financée par, et effectuée dans, les entreprises).

3.2.3. Le difficile consensus sur la valorisation de la recherche :

Les relations entre la recherche et les entreprises, avec en filigrane, le transfert des résultats de l'une vers les autres est à l'ordre du jour, et ceci quel que soit le pays. La valorisation de la recherche publique est désormais perçue comme une mesure de bonne gestion du patrimoine collectif de la nation, conduite dans l'intérêt supérieur du pays. Ceci ne doit pas occulter le fait que des divergences subsistent quant au bien fondé de l'expression "valorisation de la recherche publique" ⁽³⁴⁾ et certains lui préfèrent celle de "transfert de technologie".

En France, le consensus sur la nécessité de la valorisation de la recherche ne s'est pas fait en un jour et l'examen de ce cas devrait pouvoir, dans une perspective historique, apporter quelques éclairages intéressants. Les relations recherche-industrie (bien que cette expression ne soit pas synonyme parfait de l'expression "relations recherche-entreprises", on emploie souvent indistinctement les deux) ont longtemps posé problème en France ⁽³⁵⁾ et l'existence, chez nous, d'une agence spécialisée dans cette activité – l'ANVAR – doit être considérée comme un élément révélateur significatif. Ces problèmes se sont manifestés par un certain nombre de paradoxes ⁽³⁶⁾ dont deux méritent d'être mentionnés :

Le premier paradoxe est que ce soit sous un gouvernement de gauche (1981-86) que se soit produite la réconciliation entre chercheurs et entreprises. A cette époque, tout était à faire en ce domaine de la VR où la pratique institutionnelle était limitée – du moins dans les EPST et les universités (le cas était quelque peu différent dans certains EPIC comme le CEA). Les décideurs d'alors (gouvernement, responsables d'organismes) ont d'emblée placé la VR dans une logique d'offre basée sur le raisonnement selon lequel les tiroirs des chercheurs seraient pleins de richesses potentielles dans lesquelles les industriels n'ont qu'à venir puiser ⁽³⁷⁾.

Le deuxième paradoxe est que ce soit sous un gouvernement de droite (1986-88) – donc *a priori* plus porté vers la prise en compte des réalités des entreprises, de leurs problèmes et de leurs intérêts – qu'ait été bousculée la politique de valorisation mise en place au CNRS dans la période précédente.

L'époque n'est pas très lointaine – cf. mai 1968 – où les chercheurs éprouvaient globalement une méfiance certaine envers les entreprises et les positions affichées étaient assez radicales : pour la majorité d'entre eux, la recherche n'avait pas à se compromettre avec le "grand capital" ; pour une petite minorité, il fallait cacher à tout prix le fait d'avoir des relations contractuelles avec des entreprises. Au niveau des technocrates et des gestionnaires de la recherche, en revanche, les choses étaient beaucoup plus claires et la nécessité de relations étroites entre recherche et industrie allait de soi.

La valorisation de la recherche répond à la nécessité impérieuse de faire profiter la nation des retombées des efforts qu'elle consent en faveur de la recherche publique (financement du BCRD, etc.) ; cette nécessité est inscrite, par exemple, dans le texte du décret organique du CNRS de 1982 (la valorisation des résultats de ses recherches est l'une de ses missions). A

³⁴ Son idée même n'est pas acceptée par tous ; par exemple, Th. DURAND considère (La Recherche, 23 (249), p.1410) que "c'était une fausse piste" ; ou encore le fait que le CNRS ait remplacé la Direction de la Valorisation de la Recherche (DVAR) par la Mission des Relations avec les Entreprises (MREN).

³⁵ Cf., par exemple, la signature des accords entre le CNRS et Rhône-Poulenc au milieu des années soixante-dix qui avaient déclenché une vague de protestations et de manifestations de la part des chercheurs.

³⁶ Du moins en apparence car ces paradoxes s'estompent si l'on en croit certaines analyses de politiques publiques françaises : cf. B. JOBERT, 1992, Représentations sociales, controverses et débats dans la conduite des politiques publiques, Revue française de science politique, n°2, p.219-234. Voir également : P. MULLER, 1992, Entre le local et l'Europe, la crise du modèle français de politiques publiques, Revue française de science politique, n°2, p.275-297.

³⁷ Voir par exemple : Une politique industrielle pour la France, Actes des journées de travail des 15 et 16 novembre 1982, Ministère de la Recherche et de l'Industrie, La Documentation Française, p.125. On y lit notamment : "Les laboratoires de recherche fondamentale sont des mines de technologies avancées."

l'intérieur de ce cadre général, chaque organisme de recherche a été amené à développer sa propre politique, ainsi que ses outils et pratiques de valorisation.

Il est également à noter que ce souci d'utiliser les résultats de la recherche publique se manifeste au-delà du plan national, au niveau de l'Union Européenne qui utilise elle aussi le même mot de "valorisation" (qui recouvre le même concept) mais appliqué cette fois à la recherche publique financée de manière collective au plan supranational.

3.2.4. Processus linéaire ou va-et-vient complexe ?

Le concept de VR pourrait laisser croire que la science la plus fondamentale ne fait que nourrir une recherche plus finalisée laquelle alimente à son tour la recherche appliquée qui, elle-même, sert de vivier à la recherche technologique (ou au développement) placée à son tour en amont de la production et en prise directe sur cette dernière. Cette vision possède d'évidentes vertus pédagogiques et peut être utilisée pour schématiser les relations entre les différentes catégories de recherche et son caractère mécaniste s'applique à peu près bien qui se passe dans une entreprise. La hiérarchisation cartésienne qu'elle implique a son utilité mais ne doit pas dissimuler le fait que les différents types d'activités associées à ces différents types de recherche se nourrissent en fait les uns des autres et s'enrichissent les uns les autres. Un progrès ou une avancée réalisés dans une activité plus aval ne manqueront pas d'affecter les outils, les instruments, les matériaux ou les méthodes utilisés dans l'activité plus amont. De plus, ce "retour" n'est pas forcément direct mais peut faire intervenir des résultats obtenus dans d'autres disciplines ; ces dernières ayant elles-mêmes tiré profit d'avancées réalisées dans d'autres disciplines encore, chacune étant en quelque sorte redevable à d'autres de lui avoir transmis un certain nombre d'acquis nouveaux.

En outre, le raisonnement ci-dessus peut facilement être étendu au phénomène d'innovation lui-même dans la mesure où une innovation est le plus souvent le résultat d'un assemblage de pièces élémentaires empruntées à des domaines techniques et des disciplines pouvant être très variés et multiples. Aussi, on a de plus en plus tendance aujourd'hui à abandonner le modèle linéaire classique de l'innovation par un nouveau modèle comportant de nombreuses boucles de rétroaction⁽³⁸⁾. A noter qu'il en existe diverses variantes : ainsi, ZIMAN propose un modèle qu'il appelle neuronal⁽³⁹⁾ par analogie avec la manière dont les neurones sont tridimensionnellement interconnectés dans le cerveau ; LATOUR évoque quant à lui un modèle tourbillonnaire⁽⁴⁰⁾.

3.2.5. L'appropriation des résultats de la recherche :

Nous avons vu que la VR implique le transfert de "denrées" du laboratoire à l'entreprise. Ce transfert ne peut être efficace que dans la mesure où il se produit une réelle appropriation de ces denrées par l'entreprise qui va donc devoir les faire siennes c'est-à-dire les absorber et les phagocyter. Les questions que l'on peut alors se poser sont celles de l'appropriabilité des résultats de la recherche publique et, en préalable, celle de leur statut – biens publics ou biens privés. Sans chercher à faire de distinction trop fine entre biens publics et biens collectifs il est peut-être pertinent d'évoquer ici la thèse d'OLSON qui affirme que "toute organisation produisant des biens collectifs diminue les libertés économiques" alors que "la production de biens non collectifs n'entame pas les libertés économiques"⁽⁴¹⁾.

Biens publics et biens privés

³⁸ Voir par exemple : J.L. GAFFARD, 1989, Organisation des relations de recherche et création de technologie, dans L'interface Entreprise-Université : recherche, formation, création, Actes du Colloque d'Orsay des 7 et 8 juin 1989, ouvrage collectif de J.M. LE DUC, D. CHASTENET et G. GAUTHERIN, Transinnova et Université de Paris-Sud.

³⁹ J. ZIMAN, 1991, Neural net model of innovation, Science and Public Policy, 18, n°1, p.65.

⁴⁰ B. LATOUR, 1992, Aramis ou l'amour des techniques, La Découverte, p.103.

⁴¹ M. OLSON, 1978, Logique de l'action collective, PUF, Paris, p.123.

Il paraît évident que la publication, dans un journal spécialisé par exemple, d'un résultat scientifique confère à celui-ci un caractère public. Quiconque en prendra connaissance et sera capable de le reproduire pourra l'utiliser y compris à des fins industrielles et commerciales *sauf* – et la restriction est importante – si le résultat a fait l'objet de titres de propriété (brevet par exemple) assurant à son détenteur le monopole de l'exploitation ; d'où, au passage, l'importance de disposer d'une bonne stratégie et de pratiques adéquates en matière de propriété industrielle.

Si la recherche publique (en particulier celle fondamentale) a vocation à produire surtout des biens publics, elle est amenée à générer aussi des résultats susceptibles d'être transformés en biens privatifs. Le problème de cette transformation (qui va la décider ? Qui a la capacité de la mener à bien ? Qui va être titulaire des droits de propriété ?) est crucial. Dans la mesure où de multiples acteurs vont avoir leur mot à dire ou vont pouvoir influencer sur le cours des événements, les réponses à toutes les questions pouvant se poser seront le résultat de processus complexes où joueront des forces agissantes multiples pouvant être coopératives ou antagonistes.

Aussi la science prend-elle de plus en plus d'importance pour les acteurs ayant des intérêts à faire valoir ou à défendre. Si l'on admet, pour simplifier, que ces intérêts peuvent être soit économiques soit non économiques, on peut considérer que tous les acteurs ne vont pas se positionner de la même manière par rapport à ces intérêts. Il est évident que les entreprises ont plutôt des objectifs économiques alors que les chercheurs – traditionnellement du moins – sont mus par des intérêts plutôt non économiques tels que la notoriété (et ses formes plus achevées : le prestige ou la gloire) qui peut être considérée comme l'un des capitaux spécifiques du champ scientifique ⁽⁴²⁾.

Certains chercheurs placés dans une position dominante dans leur champ (et visant plutôt à accroître encore leur notoriété) seront d'abord stimulés par la publication – si possible de classe internationale – et auront tendance à laisser de côté – pour plus tard ou à d'autres – les applications éventuelles (ou certaines d'entre elles) de leurs découvertes. D'autres chercheurs, au contraire, peut-être moins bien placés que les précédents pour une reconnaissance internationale (on pourrait donc les qualifier de dominés), essaieront de trouver une autre forme de reconnaissance à travers les applications de leurs travaux. Le comportement des dominés dans le champ scientifique s'apparente aux stratégies de compensation et de substitution étudiées par BOURDIEU en milieu universitaire ⁽⁴³⁾ ou à l'attitude plus générale de défection dans les organisations décrite par HIRSCHMAN ⁽⁴⁴⁾. Si l'on poursuit sur cette lancée, on peut faire l'hypothèse que dominants et dominés s'inscrivent dans des réseaux socio-techniques au moins en partie différents (composés entre autres d'individus dotés de profils différents) susceptibles de se mobiliser et de jouer un rôle plus ou moins actif et efficace dans la recherche et l'invention d'applications possibles des dernières découvertes effectuées dans leur discipline.

CALLON exprime ceci en disant que le monde de la recherche scientifique est soumis à deux logiques contradictoires : la première est celle de la publication et donc de la libre circulation de l'information et la seconde celle de la propriété privée et de la rétention de l'information ⁽⁴⁵⁾. L'information étant entendue comme "de la connaissance réduite sous la forme de messages pouvant être transmis à des agents de décision" donc destinée à leur usage propre c'est-à-dire privé – au moins en partie.

L'appropriabilité des résultats de la recherche

⁴² M. CALLON, 1989, L'agonie d'un laboratoire, in "La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques", M. Callon Ed., op. cit., p.174.

⁴³ P. BOURDIEU, 1984, Homo academicus, Les Editions de Minuit, Paris, p.32 (voir en particulier la note n°21).

⁴⁴ A.O. HIRSCHMAN, 1972, Face au déclin des entreprises et des organisations, Les Editions Ouvrières, Paris.

⁴⁵ M. CALLON, Is science still a public good?, 1993, Fifth Mullins Lecture, Virginia Polytechnics Institute, March 23.

Ce n'est pas parce qu'un bien est public qu'il est nécessairement facilement appropriable par un acteur économique. En effet, la littérature (en particulier en management de l'innovation⁽⁴⁶⁾) abonde d'articles et d'ouvrages où sont discutés les problèmes qui se posent lorsque l'on veut transférer des résultats de recherche vers des utilisateurs potentiels tels que les entreprises ainsi que les difficultés qu'il va falloir vaincre. Une bonne partie de ces références ne manque bien évidemment pas de discuter des coûts d'acquisition qui constituent un facteur pouvant rendre compte au moins d'une partie de ces difficultés d'appropriation. Certains théoriciens comme GAFFARD vont jusqu'à considérer que la technologie en tant que résultat du processus d'innovation a, de ce fait, un caractère cumulatif et inappropriable⁽⁴⁷⁾.

Comment expliquer ces difficultés d'appropriation ? Remarquons d'abord qu'elles semblent inhérentes à la nature même de la nouveauté. Celle-ci nécessite un apprentissage sans lequel des faits, des énoncés, des instruments même, peuvent être totalement inintelligibles et donc inutilisables. Un fait scientifique est généralement consigné dans des écrits et fait l'objet d'un (ou de plusieurs) énoncé qui doit pouvoir être lu et compris par ceux qui veulent se l'approprier faute de quoi il risque fort de leur être inutile. Or, pour comprendre véritablement et pleinement un énoncé, il faut être en mesure d'appréhender un certain nombre de ses conséquences possibles et il n'existe aucune raison *a priori* pour que tous les acteurs fonctionnent exactement de la même manière et soient capables d'envisager exactement les mêmes conséquences. La fécondité d'un énoncé dépend donc du terrain sur lequel il tombe, mais à la différence de la graine, la nature même des fruits (et non pas seulement leur qualité) portera ici fortement l'empreinte du terrain. CALLON parle joliment à ce propos de "l'inutilité intrinsèque des énoncés" et du fait que "deux énoncés utilisés dans deux situations différentes constituent deux biens distincts"⁽⁴⁸⁾.

Enfin, et dans la mesure où nous avons vu que le propre de l'information est d'aider la prise de décision (c'est-à-dire en définitive à orienter des décisions voire à les induire ou à les provoquer), même si l'on suppose que la connaissance ou le savoir scientifique sont parfaitement appropriables, il semble difficile de prévoir *a priori* quelles vont être les conséquences de cette appropriation. En effet, les cognitivistes ont montré de façon magistrale que les choix faits par des opérateurs humains sont influencés par la forme (la formulation elle-même sous ses formes lexicale, sémantique et grammaticale) que l'on donne à l'énoncé du choix⁽⁴⁹⁾.

3.3. TdS ET ORGANISMES PUBLICS DE RECHERCHE :

Les grands organismes de recherche, contrairement à ce que pourrait laisser entendre leur appellation générique, ne sont pas des organisations monolithiques possédant des modes de fonctionnement uniformes et rigides. Leur fonction est de rassembler et de gérer de manière rationnelle un certain nombre de laboratoires qui ont été placés sous leur tutelle. À côté des tâches habituelles de gestion administrative et financière, ils sont censés veiller à ce que ces laboratoires remplissent correctement les missions qui leur ont été confiées dans le cadre général de la politique scientifique qui est la leur.

Les laboratoires publics de recherche ont été organisés en un certain nombre d'établissements : universités, écoles d'ingénieurs, EPST (tels que CNRS, INSERM, INRA, INRIA, ORSTOM), EPIC ou assimilé (tels que CNES, IFREMER, CEA), centres techniques industriels, centres de recherche collective, etc., possédant des statuts particuliers en fonction des tâches qui leur ont été confiées. Un corollaire important est que les laboratoires n'ont pas,

⁴⁶ Voir par exemple : J. BROUSTAIL et F. FRERY, 1993, Le management stratégique de l'innovation, Collection Précis de Gestion, Dalloz.

⁴⁷ J.L. GAFFARD, 1989, Organisation des relations de recherche et création de technologie, in "L'interface Entreprise-Université : recherche, formation, création", Actes du Colloque d'Orsay des 7 et 8 juin 1989, ouvrage collectif de J.M. LE DUC, D. CHASTENET et G. GAUTHERIN, Transinnova et Université de Paris-Sud.

⁴⁸ M. CALLON, *Is science still...*, op. cit. Cette "inutilité intrinsèque" n'est pas limitée aux énoncés mais s'étend aussi aux aptitudes et aux instruments.

⁴⁹ R.M. HOGARTH, 1987, *Judgement and Choice* (2nd edit.). The Psychology of Decision, John Wiley.

eux-mêmes, la personnalité morale (pas d'existence juridique), c'est-à-dire que leurs directeurs ne peuvent pas – du moins théoriquement – prendre d'engagements contractuels.

Ces organismes sont tenus à remplir les missions qui leur ont été confiées par les pouvoirs publics. Les principales sont : recherche plus ou moins fondamentale ou finalisée, formation des jeunes par la recherche, transfert des résultats des recherches vers les entreprises. C'est cette dernière mission que l'on appelle aussi la valorisation de la recherche. Ainsi, chaque organisme de recherche a été amené à mettre sur pied, en fonction de ses particularismes, sa propre politique de valorisation, avec ses règles, ses formules plus ou moins codifiées ainsi que ses pratiques. Le CNRS, par exemple, travaille essentiellement avec les grands groupes et éprouve des difficultés à accroître son volume d'affaires avec les PME/PMI⁽⁵⁰⁾.

La complexité de la situation peut être illustrée par ce qui se passe au niveau des universités. Ces dernières constituent globalement avec leurs 53000 enseignants-chercheurs (chiffres 1990-1991) la première force – du moins au plan des effectifs – de recherche fondamentale française. La liste des structures interfaces que les universités ont été amenées à créer pour faciliter leurs échanges avec le monde des entreprises est extraordinairement foisonnante (voir paragraphe suivant)⁽⁵¹⁾.

Ainsi, chaque organisme de recherche est plus ou moins actif et efficace en matière de valorisation (cf. par exemple le rapport d'audit sur la politique de valorisation du CNRS). Il pourrait être intéressant à cet égard de replacer ce problème dans le cadre plus général de la fluctuation des politiques scientifiques corroborée par diverses études⁽⁵²⁾. De même, on s'aperçoit que les différents organismes ont des politiques et des pratiques différentes en matière de création d'entreprise à l'initiative de leurs chercheurs et ce point fera l'objet d'une analyse particulière.

Débat : problème de la continuité des politiques (changements, fluctuations, etc.).
Evolution des missions de l'ANVAR.

3.4. TdS ET LABORATOIRES PUBLICS DE RECHERCHE :

L'appellation "laboratoires publics de recherche" est très réductrice et peut être trompeuse dans la mesure où elle recouvre des laboratoires possédant des statuts, des missions, et donc des pratiques qui peuvent être extrêmement éloignés les uns des autres. La réalité est, cependant, moins tranchée dans la mesure où il est fréquent qu'un laboratoire donné soit à cheval sur plusieurs établissements publics (tel laboratoire universitaire peut être simultanément unité INSERM et unité de recherche associée au CNRS). Aussi, avec le temps, la circulation accélérée de l'information et le brassage accru des personnes, les frontières qui assuraient des particularismes marqués se sont considérablement estompées.

Ces laboratoires sont les lieux où s'effectue la recherche et où s'élaborent de nouveaux savoirs. Ils sont l'unité de base de la production scientifique mais n'ont pas d'existence juridique et à ce titre sont donc placés sous la tutelle d'un (ou plusieurs) organisme de recherche qui leur impose (ou est censé leur imposer, ou essaie de leur imposer) le respect de ce que l'on pourrait appeler un code de bonnes pratiques (politique générale, règles administratives et comptables, code de déontologie). Ici encore, l'existence de tutelles multiples peut constituer une source d'anomie dans la mesure où les politiques des différentes tutelles relatives à la manière de traiter une question donnée ne sont pas, le plus souvent,

⁵⁰ Valorisation, Cahier gris n° 3 de la Délégation aux Etudes et Audits, CNRS, op. cit., p.31. Sur le total des contrats passés par le CNRS avec les entreprises, 29 % concernent les PME/PMI.

⁵¹ Le lecteur s'en convaincra à la lecture de l'ouvrage de D. CHASTENET, B. REVERDY et E. BRUNAT, Les interfaces universités-entreprises, ANCE et DATAR, Paris, 1990.

⁵² Politiques et management public, 1994, vol.12, n°2. Voir dans différents articles mais en particulier p.58 et 170.

strictement identiques et peuvent donc, au moins théoriquement, se télescoper (différences d'appréciation, de priorités ou de pratiques, problèmes de présence).

En outre, la spécialité du laboratoire (discipline scientifique, domaines de recherche, techniques et outils utilisés), les réseaux socio-techniques dans lesquels il s'insère, sa culture, etc., ont une grande influence sur le volume de ses activités de valorisation (entre autres) et sur leur performance⁽⁵³⁾. Ainsi, il n'est pas surprenant, par exemple, qu'au CNRS, ce soient les laboratoires des sciences pour l'ingénieur qui sont les plus actifs en matière de création d'entreprise.

Si les laboratoires n'ont pas de personnalité juridique, cela ne les empêche pas de prendre des initiatives. Cela signifie simplement que leurs projets de contrats doivent être soumis à des avis et signés par des responsables habilités et que la gestion des crédits est soumise aux règles de la comptabilité publique. Ce qui se traduit parfois par des lourdeurs et des lenteurs que leurs partenaires ne comprennent pas toujours et explique aussi que certains établissements aient suscité ou toléré la création de circuits parallèles permettant de tourner une partie au moins des difficultés : associations du type loi 1901, ADER, filiales, junior entreprises, etc.

Un simple exemple : prenons un laboratoire placé sous la triple tutelle d'une université, de l'INSERM et du CNRS, ayant un projet de contrat avec un industriel. Théoriquement, son projet doit être soumis aux avis des trois tutelles qui vont devoir décider quelles clauses contractuelles appliquer, qui va signer et qui va gérer le contrat. Certains avis et/ou signatures ayant lieu à Paris ou localement, on imagine la longueur des délais nécessaires, sans parler du cas où l'opération intervient pendant une période de congés ou de vacances ! Heureusement, certains établissements se sont liés entre eux par des conventions destinées, entre autres, à simplifier ces circuits. Néanmoins, le système reste encore suffisamment complexe pour bon nombre de responsables qui n'hésitent pas – pour la bonne cause – à se mettre parfois dans une certaine illégalité : se passer de certains avis, faire gérer son contrat par une association, déguiser une prestation de service par de la consultance, etc. Notons qu'il n'est pas du tout question, ici, de malhonnêteté.

Mais les laboratoires ne sont pas les briques élémentaires, les composants ultimes et insécables de la recherche. Ils sont en effet composés à leur tour de personnels que nous appellerons par convention des chercheurs (même si ce mot inclut, dans la présente perspective, des ingénieurs et même – quoique plus rarement – des techniciens).

3.5. TdS ET CHERCHEURS DU SECTEUR PUBLIC :

De tous les acteurs de la recherche, les acteurs humains s'avèrent être investis d'une importance particulière car ils sont *in fine* les véritables détenteurs des savoirs et des savoir-faire qu'ils contribuent en fait à élaborer dans leurs activités au jour le jour. Ils travaillent en général en équipes de recherche de dimensions variables autour de domaines, de thèmes, de projets ou d'opérations communes.

La manière dont ils mènent leurs activités (et cela est d'autant plus vrai que le chercheur a la responsabilité d'un groupe plus important de chercheurs) a pu être comparée à celle d'un chef d'entreprise⁽⁵⁴⁾. Certains d'entre eux adoptent parfois, face au problème de la valorisation, des attitudes novatrices qui les amènent à prendre des libertés avec les règles – d'ailleurs plus ou moins strictes – auxquelles ils sont soumis et à créer des structures juridiques extérieures à leur organisme de recherche (associations loi 1901, sociétés civiles, entreprises). Il est

⁵³ P. LAREDO et P. MUSTAR, 1994, Les institutions face aux stratégies des laboratoires de recherche, Politiques et management public, vol.12, n°2, p.99-114.

⁵⁴ J. LAW, 1989, Le laboratoire et ses réseaux, in "La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques", M. Callon Ed., Editions La Découverte/Conseil de l'Europe/UNESCO, Paris, p.117-148.

intéressant de remarquer que ces pratiques permettent au chercheur d'assurer l'accompagnement, pendant un temps, de ses résultats de recherche sur le long chemin du transfert vers la production. L'importance du rôle joué par cet accompagnement par les hommes a été observée au Japon dans le processus de mobilité des ingénieurs de l'industrie⁽⁵⁵⁾.

Ces chercheurs – comme, d'ailleurs, toute autre catégorie de salariés – ont un certain nombre de devoirs vis-à-vis de leur employeur. Notamment, les inventions qu'ils sont amenés à faire dans le cadre de leur mission appartiennent à l'organisme auquel ils sont rattachés. Certes, il leur sera reconnu la qualité d'inventeurs assortie le plus souvent d'une gratification ou d'un intéressement financiers, mais la propriété industrielle, c'est-à-dire le droit de disposer de l'invention et de prendre toute décision à cet égard, appartiendra à l'organisme public.

Débat : la valorisation est-elle considérée comme un plus pour la carrière des chercheurs ?

Les chercheurs, généralement agents de l'Etat ou fonctionnaires, ont très souvent la possibilité légale, dans le cadre d'une collaboration avec une entreprise, de percevoir, de la part de cette dernière, un complément de rémunération comme consultant. C'est à eux qu'il appartient de faire les démarches éventuelles auprès de leur administration et de se soumettre aux règles qui leur seront dictées. La consultance est – théoriquement du moins – une prestation purement intellectuelle, qui ne doit pas, en tout cas, mettre en oeuvre des moyens appartenant au laboratoire. Le montant de la rémunération résulte d'une libre discussion entre les deux parties selon les lois du marché (le record qu'il m'a été donné de voir était de 9 903,10 F TTC par jour au milieu des années 80, mais on a vu aussi beaucoup moins et... beaucoup plus)⁽⁵⁶⁾.

A un moment particulièrement troublé de l'histoire économique (et pas seulement française) valoriser les résultats de la recherche c'est aussi – pour les acteurs de la recherche que sont les chercheurs – s'inscrire dans un processus destiné à déboucher sur la création d'activités nouvelles (devant générer des produits, des procédés et des technologies), donc porteuses de richesses et *in fine* d'emplois. Pour ceux des chercheurs qui ont été sensibilisés à ces enjeux, il peut donc y avoir là matière à réflexion et à action.

3.6. TdS ET ENTREPRISES :

Un retour sur cette notion juridique simple qu'est l'entreprise n'est pas inutile⁽⁵⁷⁾. Le droit appréhende l'entreprise comme l'activité d'un individu ou d'un groupe de personnes qui font un projet et le mettent à exécution. Peu importe la forme juridique adoptée : entrepreneur individuel ou société dotée de la personnalité morale, société de personnes ou société de capitaux. Dans la présente perspective, l'association selon la loi de 1901 entre pleinement dans ce cadre et, bien que son objet ne puisse être purement commercial, mérite un intérêt particulier dans la mesure où bon nombre de chercheurs (approche individuelle) ou de laboratoires (approche collective) ont jugé utile (pour des raisons qui peuvent être très diverses) d'en créer⁽⁵⁸⁾. D'autres formes juridiques d'entreprise telles que la société civile par exemple sont également intéressantes à analyser dans une optique comparable et ceci méritera d'être développé ultérieurement. Nous nous limiterons ici aux véritables entreprises (en excluant les activités de type libéral) qui possèdent un caractère commercial et/ou industriel

⁵⁵ C. LANCIANO, M. MAURICE, H. NOHARA, J.J. SILVESTRE, 1992, Innovation : Acteurs et organisations. Les ingénieurs et la dynamique de l'entreprise. Comparaison France-Japon. Résumé de la recherche, Mars 1992, CNRS-LEST, Aix-en-Provence, p.37.

⁵⁶ Il convient de noter qu'un tarif de 10 000 F/jour n'a rien d'anormal (cf. les prix pratiqués par les ingénieurs-conseils du secteur privé). A signaler également que des juristes universitaires vedettes (travaillant notamment sur des arbitrages entre multinationales) facturent autour de 1000 F de l'heure et que, dans ce cas, des notes d'honoraires de plusieurs centaines de milliers de francs ne sont pas rares) : A. BANCAUD et Y. DEZALAY, Politiques et Management Public, vol.12, n°2, juin 1994, p.203.

⁵⁷ M. COORNAERT, Entreprise, droit et justice. Un enjeu de société, in "L'entreprise. Une affaire de société" (ouvrage collectif dirigé par R.SAINSAULIEU), Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris, 1990, (p.72 à 76).

⁵⁸ Il est à noter que les ADER sont très généralement des "associations loi 1901" et que les universités leur sont souvent liées par des conventions.

explicite, et dont l'activité consiste à produire et/ou commercialiser des biens ou des services. Ce sont essentiellement des sociétés de capitaux : sociétés anonymes (SA) et sociétés à responsabilité limitée (SARL).

Les entreprises ainsi définies sont les principales intéressées aux fruits du TdS mais elles n'ont pas toutes les mêmes capacités à en tirer profit et ce point doit être explicité de manière plus appropriée en distinguant les grands groupes, les PME/PMI, et les entreprises de technologies avancées. De telles distinctions sont courantes⁽⁵⁹⁾ et se justifient, par exemple dans le cas des grandes entreprises et des PME/PMI, par le fait que leurs caractéristiques propres (hiérarchies, structures de décision, intégration de leurs activités, etc.) les rendent difficilement comparables face au TdS ; ceci semble confirmé par le fait que "les grandes entreprises s'adressent aux universités pour améliorer la technologie de leur process industriel tandis que les firmes petites ou moyennes (inférieures à 500 personnes) sont à la recherche de nouveaux produits"⁽⁶⁰⁾.

L'entreprise qui souhaite acquérir une nouvelle technologie est essentiellement préoccupée par sa facilité de mise en oeuvre ainsi que par les avantages que cette technologie va lui apporter par rapport à la concurrence. Les facteurs critiques seront donc :

- Le coût d'acquisition (et le temps qu'il faudra pour l'amortir).
- La facilité de mise en oeuvre (compatibilité avec l'outil de production existant ; le personnel existant a-t-il les compétences et la culture nécessaires ?).
- Les avantages retirés (diminution des coûts de fabrication, des temps de fabrication, économies de matière première ou de personnel, allègement, durabilité, etc.).
- La plus ou moins grande exclusivité de ces avantages (liée aux questions de propriété industrielle).
- Les opportunités nouvelles ouvertes par la nouvelle technologie (accès à de nouveaux marchés, moindre dépendance par rapport à certains fournisseurs, diversification vers un nouveau métier).

3.6.1. Les grands groupes industriels :

Les grands groupes sont traditionnellement les premiers bénéficiaires des résultats de la recherche publique (cf. par exemple les indicateurs de valorisation du CNRS).

Cela leur est *a priori* facile : ils utilisent des consultants chercheurs parfois de très haut niveau, ils possèdent souvent des laboratoires de recherche qui n'ont pas grand chose à envier aux laboratoires publics car ils disposent généralement des mêmes équipements. Leurs chercheurs ont souvent été formés dans les mêmes laboratoires que leurs confrères du secteur public. Ils sont abonnés aux mêmes revues spécialisées, fréquentent les mêmes congrès, etc. Il est également bon de noter que des représentants des grands groupes siègent dans un certain nombre d'instances (comme par exemple le Comité national du CNRS, des conseils d'administration d'universités et de grandes écoles, etc.) où ils peuvent effectuer une veille technologique active et exercer une influence sur certains choix stratégiques. En parallèle, ils utilisent comme consultants des chercheurs extrêmement bien placés (chercheurs de base aussi bien que responsables divers) qu'ils vont jusqu'à recruter s'il le faut et devraient donc être à même de détecter les technologies en émergence et les découvertes porteuses d'avenir. Ils ont donc – théoriquement – la possibilité de s'approprier les connaissances, y compris les

⁵⁹ Industrie et université. Nouvelles formes de coopération et de communication, rapport de l'OCDE, 1984, voir en particulier pp. 30 et 70. R. LARUE de TOURNEMINE, 1991, Stratégies technologiques et processus d'innovation, Les Editions d'Organisation, Paris.

⁶⁰ Voir M. CASSIER, Les conventions de recherche Université-entreprises : du nouveau dans les services publics de recherche ?, rapport ronéo, CSI de l'Ecole des Mines de Paris.

plus fondamentales, à partir desquelles ils vont pouvoir élaborer eux-mêmes – ceci serait à nuancer – les nouvelles technologies dont ils ont besoin.

Lorsqu'un grand groupe a identifié un verrou technologique ou une opportunité, il sait en général comment faire pour trouver le laboratoire ou les chercheurs compétents sur ce problème. Il lui suffira ensuite, en fonction de l'importance du problème, d'utiliser la formule la plus appropriée : passer un contrat de recherche, utiliser des chercheurs de haut niveau comme consultants, etc.

Un corollaire de ce qui précède est que les grands groupes industriels n'ont pas grand intérêt à ce que les organismes de recherche aient des politiques de valorisation efficaces car cela se traduirait pour eux par une augmentation du coût d'acquisition des technologies. Comme l'a exprimé sous forme d'un raccourci saisissant (et provocateur) au cours d'un entretien le directeur d'une Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs :

" Pendant des années les grands groupes ont pillé nos laboratoires en échange de quoi nos laboratoires ont pu vivre confortablement grâce à des contrats qu'ils n'ont jamais honorés. Et tout le monde était content."

Un autre danger serait que les grands groupes succombent à la tentation de faire effectuer par des laboratoires publics (donc à bon compte) des travaux de développement qui devraient, au contraire, leur incomber. Il faut espérer que ce danger reste purement théorique et/ou marginal et que, par souci de performance – compétitivité industrielle internationale oblige – les grands groupes préféreront effectuer ces travaux eux-mêmes en interne plutôt que de les sous-traiter à des laboratoires qui ne sont pas toujours organisés pour respecter des échéances draconiennes et d'autres contraintes industrielles.

Ce constat d'"efficacité" des grands groupes montre que tout est encore loin d'être parfait. De plus, il est malheureusement de notoriété publique qu'il arrive régulièrement aux grands groupes de laisser filer ou de rater certaines opportunités technologiques. Ces échecs sont parfois dus à des erreurs humaines (mauvais choix stratégiques) le plus souvent exacerbées par des facteurs structurels :

- Lourdeurs et lenteurs des circuits de décision (dans des structures de grande taille).
- Carriérisme parfois effréné de certains dirigeants qui refusent toute prise de risques (politique du "pas de risques, pas de vagues" ou politique du parapluie) ou qui perdent leur temps à des conflits internes dévoreurs d'énergies.
- Effets pervers de la consanguinité (telle entreprise – ou tel service de telle entreprise – est noyauté par les anciens élèves de telle école) qui rend plus difficile l'introduction d'idées et de sang neufs ⁽⁶¹⁾.
- Mobilité excessive des responsables qui perturbe la mémoire de l'entreprise et gêne le maintien des actions à long et moyen termes (tout nouvel arrivé se doit de prendre des mesures se démarquant de celles de son prédécesseur !) et induit peut-être trop de révisions et de changements de politiques.
- Pour les économistes libéraux, rôle excessif de l'Etat dans les politiques industrielles.
- Enfin, application du principe bien connu de Peter (chaque individu grimpe dans la hiérarchie de la structure à laquelle il appartient jusqu'à atteindre son point d'incompétence).

Sans oublier le problème dont nous avons déjà parlé lié à l'internationalisation croissante des grands groupes industriels.

⁶¹ Voir, par exemple : S. FENEUILLE, Gérer les ressources technologiques, Actes du colloque de Lyon, 18-19 juin 1991, Ministère de la Recherche et de la Technologie, p.163.

3.6.2. Les PME/PMI traditionnelles :

Malgré leur souplesse et leur rapidité, en général supérieures à celles des grands groupes grâce notamment à leurs circuits de décision raccourcis, les entreprises de cette catégorie souffrent de quelques handicaps qui rendent le dialogue avec les laboratoires publics plus difficile :

- Leur culture différente de celle des grands groupes les coupe de contacts structurés et fréquents avec le monde de la recherche et des chercheurs. Parmi les causes : absence d'activité de recherche bien identifiée, absence de cadres formés par la recherche, patron souvent autodidacte... qui sont autant de freins à toute possibilité d'ouverture.
- La structure souvent très fermée de leur capital (c'est caricatural dans les entreprises traditionnelles où le capital appartient en totalité aux membres d'une même famille) accompagnée d'une gestion de type très patrimonial (l'entreprise est un élément du patrimoine familial qu'il convient de faire fructifier au mieux). Ces PME/PMI traditionnelles ont souvent à leur tête un patron-proprétaire ⁽⁶²⁾ – mais on dit tout aussi bien un patron-proprétaire-homme-à-tout-faire – et manquent généralement d'une vision stratégique tout au moins dans le domaine de la technologie.

Cet ensemble de raisons a pu faire dire à certains que les grands organismes de recherche ne pourront jamais valoriser avec efficacité – du moins en quantité importante – vers les PME/PMI traditionnelles.

Il faut cependant remarquer que cette situation évolue très vite dans le sens d'une plus grande ouverture dans le cas des entreprises les plus récentes ou avec les chefs d'entreprises des plus jeunes générations.

3.6.3. Les sociétés de recherche sous contrat :

Les sociétés de recherche sous contrat (SRC) sont un cas particulier d'entreprises privées qui se positionnent à la charnière de la recherche et de la production industrielle et qui méritent quelques mots à part.

Les SRC contribuent à combler le vide existant entre la recherche (notamment fondamentale) et les entreprises de production. La recherche produit souvent des résultats difficilement assimilables en l'état par des entreprises. En effet, ces résultats doivent, en général, afin d'acquérir une certaine crédibilité industrielle, subir toute une série de transformations. Par leur position originale de traducteurs du savoir scientifique en technologies opérationnelles, les SRC sont choyées par les pouvoirs publics qui les soutiennent financièrement (entre autres).

Ainsi, l'ANVAR leur attribue une subvention égale à 11,5 % du chiffre d'affaires relatif à des études qui leur sont commanditées par des entreprises. Cette subvention est surabondée au taux de 50 % pour le chiffre d'affaires réalisé avec des PME de moins de 500 personnes.

3.6.4. Entreprises issues de la recherche publique :

Ces entreprises peuvent être :

- soit filiales des établissements publics de recherche (l'organisme auquel elles sont rattachées détient une part plus ou moins importante de leur capital) ;

⁶² M. BAUER, 1990, Pas de sociologie de l'entreprise sans sociologie de ses dirigeants, in "L'entreprise. Une affaire de société", op. cit., p.148-174.

- soit résultent de l'initiative d'un groupe de chercheurs appartenant à des laboratoires rattachés à ces établissements (le capital est partagé entre ces chercheurs et éventuellement des partenaires extérieurs).

Elles occupent des segments de marché voisins de ceux sur lesquels se positionnent les SRC. D'ailleurs, un certain nombre d'entre elles sont effectivement reconnues comme des SRC.

Nous reviendrons plus loin sur les problèmes liés à la création d'entreprises par les chercheurs mais il est bon de noter dès à présent, que grâce à la proximité culturelle (psychologique, voire idéologique) entre ce type d'entreprises et les laboratoires d'où elles sont issues, le TdS devrait s'y effectuer dans les conditions les plus favorables (**toutes choses étant égales par ailleurs**). Cette consanguinité est capable d'estomper en partie les manifestations du syndrome du cordon ombilical.

3.7. ASPECTS INTERNATIONAUX DU TdS :

Dans le contexte largement accepté de guerre économique, le problème se ramène pour tous les pays à essayer de favoriser au maximum le TdS à l'intérieur de ses propres frontières afin que l'effort réalisé par la collectivité nationale (financement de la recherche) bénéficie en priorité aux entreprises du pays. L'enjeu est donc, pour chaque pays, de limiter au maximum la fuite incontrôlée de technologies vers l'étranger. La tâche, cependant, est plus complexe qu'il n'y paraît. En effet, avec l'internationalisation croissante des grands groupes industriels, la nationalité d'une entreprise devient une notion de plus en plus floue. Dans les cas extrêmes, une entreprise peut même changer de nationalité du jour au lendemain à l'occasion d'un rachat par exemple.

Tout le monde connaît, avec l'espionnage industriel (qu'il soit privé ou d'état), la forme extrême que peut prendre le TdS international. Tous les pays ont pris conscience que ce problème pouvait affecter aussi les laboratoires publics de recherche soumis au pillage de la part d'organisations mal intentionnées. Les mesures correctives vont de la sensibilisation des personnels jusqu'à la classification de certains laboratoires ou centres de recherche dits "sensibles" avec limitation et contrôle de la pénétration des éléments étrangers.

Cette fuite de technologies prend parfois des formes plus subtiles ou anodines, et donc plus difficiles à détecter et à combattre. Lorsqu'une telle affaire vient sur le devant de la scène (cf. la polémique franco-américaine sur la paternité de la découverte du virus HIV) on ne peut s'empêcher de penser que l'on a affaire à la partie émergée de l'iceberg. D'ailleurs, les grandes entreprises multinationales possèdent souvent des centres de R & D dans plusieurs pays différents. Chacun de ces centres peut ainsi plus aisément puiser dans les ressources scientifiques et technologiques des laboratoires publics du pays dans lequel il est implanté. Et ceci, bien sûr, en toute légalité. C'est ce que l'on appelle – pudiquement sans doute – l'internationalisation de la R & D.

A titre indicatif, sur les 752 contrats de collaboration de recherche passés entre les laboratoires du CNRS et les entreprises en 1988, 4 % ont concerné des firmes étrangères (basées à l'étranger ou filiales d'entreprises étrangères basées en France). Cette même année, c'était 9 % des 113 licences du CNRS qui étaient concédées à des étrangers. Quant aux mises à disposition de personnel (voir chapitre IV.4.d.), elles ont concerné 12 agents sur un total de 66, toujours pour 1988.

A titre indicatif également, il est bon de noter que, dans une région comme PACA, 25 % des entreprises de 200 à 500 personnes (donc la bonne taille pour pouvoir tirer le meilleur profit de relations avec le monde de la recherche) appartiennent à des étrangers ; ce pourcentage est

de 10 % pour l'ensemble des entreprises de 20 à 500 salariés ⁽⁶³⁾. Il serait intéressant de pouvoir disposer des chiffres dans les autres régions.

Un facteur supplémentaire vient encore augmenter les flux transnationaux de technologies : l'existence de programmes de recherche internationaux et supranationaux. L'existence de ces programmes obéit pourtant à une rationalité évidente : compte tenu de l'investissement colossal que représentent certains programmes de recherche dans le budget d'un pays, on peut se demander s'il ne serait pas plus sage d'en partager les coûts à plusieurs. C'est, par exemple, le but du programme Eurêka. C'est aussi le rôle de bon nombre d'organisations supranationales que de financer activement de tels programmes. Parmi ceux-ci, signalons, sans pouvoir les citer tous, l'ESA, le CERN, le JET, etc. Même des organisations pour lesquelles la recherche n'est pas la raison d'être principale, comme l'OTAN ou l'Union Européenne (ex CEE), ont dévolu une partie de leur budget au financement d'actions de recherche. Ainsi, l'UE, via son bras séculier la CCE, consacre des sommes très importantes (1,5 milliards d'ECU par an) au financement de programmes de recherche destinés à accélérer les échanges transnationaux. Dans ces programmes, une attention particulière est portée aux TdS (en particulier programme VALUE).

De façon générale, l'internationalisation de la recherche n'a aucune raison prévisible de diminuer dans le futur. De toutes les institutions françaises c'est le CNRS qui tend à la pratiquer le plus et cet organisme note dans les publications scientifiques un accroissement considérable des articles cosignés avec des étrangers : de 1986 à 1994, les cosignatures internationales sont passées de moins de 18 % à plus de 31 % ⁽⁶⁴⁾.

3.8. TDS ET CONFLITS :

Il est intéressant de dire quelques mots sur cette problématique dans la mesure où l'on peut observer que le TdS est rarement un processus parfaitement consensuel et s'accompagne très souvent de conflits (ou du moins de désaccords, de controverses ou de litiges).

Ce fait ne doit pas trop nous surprendre. D'une part, nous avons vu que toute innovation dérange l'ordre établi (la littérature sur ce point est très abondante) et nous savons qu'un TdS peut être assimilé à une innovation. D'autre part, l'activité scientifique elle-même s'accompagne de discussions, de controverses, parfois de vives polémiques ; pour être validé et admis par la communauté, un fait scientifique a besoin de se nourrir de ces débats afin d'en sortir conforté ou... rejeté.

Ces controverses se produisent et circulent dans ce que certains appellent des réseaux socio-techniques ⁽⁶⁵⁾ dans lesquels les acteurs humains jouent un rôle central ; elles mobilisent les efforts de groupes d'individus qui se déterminent, se rassemblent et parfois se disputent dans le but d'imposer leur vision ou leur interprétation des faits scientifiques. Le mot "imposer" est d'ailleurs impropre dans la mesure où la bataille scientifique évolue plus par recherche de consensus de plus en plus larges que par affrontements directs (même si ces derniers arrivent à se produire inévitablement).

Aussi, la controverse fait-elle partie de l'univers des chercheurs pour qui elle n'est que l'un des nombreux outils dont ils se servent dans leurs activités quotidiennes. Quoi de plus naturel pour eux que d'utiliser cet outil lorsqu'ils ont à gérer un TdS ? Ceci ne veut pas dire que l'utilisation du conflit soit préméditée, mais signifie que le conflit est le résultat d'un processus complexe aboutissant parfois à une situation de blocage de laquelle il n'est pas possible de sortir de manière consensuelle.

⁶³ "La voie de l'innovation", rapport-bilan ronéo de l'ANVAR PACA, 1992.

⁶⁴ Le journal du CNRS, novembre 1996, p.8.

⁶⁵ Pour la notion de réseau socio-technique voir par exemple M. CALLON, "La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques", ouvrage collectif, éditions La Découverte, Conseil de l'Europe, UNESCO, Paris, 1988.

Des conflits peuvent se produire au cours de toutes les phases d'un TdS et car de nombreux événements peuvent être source ou cause de controverses et la liste qui suit n'a pas l'ambition d'être exhaustive :

- au niveau d'un pays : un changement de politique technologique (en France : options de politique énergétique, informatique nationale avec Bull, vente de la CGR à General Electric) ;
- au niveau d'un organisme de recherche : le lancement ou la conduite d'une nouvelle politique (politique de valorisation au CNRS) ;
- au niveau d'un laboratoire : choix entre plusieurs orientations de recherche prônées par différents groupes de chercheurs ; choix entre différents équipements ;
- conflits entre un industriel et un laboratoire sur les conditions ou la conduite d'une opération de valorisation ou de transfert (respect du cahier des charges, respect des délais, questions de secret, propriété industrielle, etc.) ;
- conflits entre chercheurs : autour de la paternité d'une idée ou de résultats de recherche ; sur la meilleure manière de valoriser leurs résultats ;
- conflits entre chercheurs associés dans une entreprise : sur les priorités à donner à l'activité de l'entreprise ou sur la manière de la gérer.

L'existence de controverses ou de conflits n'est pas nécessairement mauvaise en soi. Elle est plutôt l'occasion de réajustements destinés à permettre d'atteindre de nouveaux équilibres. Aussi, notre but ici n'est pas de donner des recettes (est-il d'ailleurs possible d'en donner ?) qui auraient pour objectif d'essayer de les éviter ou d'en minimiser les effets mais plutôt de faire prendre conscience du phénomène afin de pouvoir le connaître, l'appivoiser et peut-être l'utiliser. Un conflit peut permettre l'émergence d'une autre manière de voir les choses et être l'occasion de développements qui n'auraient pas été envisagés autrement. La sagesse commande d'éviter d'y dépenser ses énergies et l'habileté consiste à savoir en tirer profit.

4. LES INSTRUMENTS DU TdS ET LEURS LIMITES

Au cours d'un TdS entre un laboratoire et une entreprise, peu importe de savoir qui a pris l'initiative : le chercheur qui a trouvé une entreprise s'intéressant à ses travaux ; ou bien l'entreprise qui a détecté des potentialités dans un laboratoire donné. Ce qui importe, dans cette optique, c'est la nature des "denrées" qui vont donner lieu à la transaction :

- **L'utilisation d'appareils** (de mesure, d'essais, d'analyse ou de calcul) ou de logiciels (traitement de données, modélisation, etc.) que l'on ne trouve pas encore sur le marché ainsi que les interprétations des résultats correspondants. Il s'agit d'une activité de service (à plus ou moins haute valeur ajoutée) que les tutelles des laboratoires de recherche souhaitent maintenir à un niveau minimal.
- **Un appui scientifique** dans un domaine donné. Soit que le laboratoire soit un leader reconnu (ou très bien placé, ou tout simplement disponible) dans un savoir-faire ou une technique susceptible de déboucher sur une technologie que l'entreprise aura identifiée comme pouvant lui être utile et dont elle espère des résultats. Soit, plus prosaïquement, que le laboratoire dispose du savoir-faire capable de résoudre un problème qui se pose à l'entreprise.
- **Des jeunes formés par la recherche** et dont le profil, les compétences et le savoir-faire sont susceptibles d'intéresser l'entreprise dans l'optique d'un recrutement ultérieur. Les pouvoirs publics et les organismes ont mis en place des formules fortement incitatives (par exemple conventions CIFRE, BDI du CNRS cofinancées par les entreprises, thésards rémunérés sur contrat industriel).
- **Une licence pour l'utilisation d'un savoir-faire** bien identifié breveté antérieurement ou non breveté (dans ce cas non encore dans le domaine public à cause, par exemple, des problèmes de tour de main).
- **Last but not least ! de la connaissance pure.** On sous-estime trop souvent l'importance stratégique de cette denrée. Et pourtant ! Par ses activités de pointe, qui s'apparentent à de la veille scientifique, un laboratoire est à même de savoir parfaitement ce qui se fait – dans son domaine – à travers le monde, quelles sont les tendances, les faits porteurs d'avenir. Cette connaissance prend parfois les formes les plus inattendues : on a vu un spécialiste de l'Afrique Orientale identifier au premier coup d'œil une maladresse dans le conditionnement d'un produit destiné à ce marché et qui le rendait inadapté au goûts ou aux usages locaux (savonnettes emballées dans un magnifique papier design vert et noir : couleurs de deuil). Il a suffi d'une seconde à un spécialiste de la turbulence pour repérer un vice de conception dans un circuit de ventilation (l'arrivée d'une conduite à faible section dans une autre à plus forte section, loin de diminuer les pertes de charge, les augmentait en raison de phénomènes de turbulence), ce qui a permis à une PMI de réaliser de grosses économies.

Nous examinerons dans ce chapitre les instruments du TdS entre la recherche et les entreprises, c'est-à-dire les différentes formules qui sont utilisées dans la pratique :

- Les contrats de service.
- Les contrats de collaboration de recherche.
- Les contrats de licence.
- Le transfert par les hommes.
- La création d'entreprise.

4.1. LES CONTRATS DE SERVICE :

Comme le laisse entendre leur dénomination – qui a tendance à être un peu péjorative – les contrats de service ne sont pas censés mobiliser un niveau de matière grise très élevé de la part du laboratoire qui les réalise. Ils consistent à utiliser de manière "routinière" une partie des moyens (instrumentaux et autres) dont dispose un laboratoire, afin de répondre à une question, le plus souvent ponctuelle (ce qui ne veut pas dire qu'elle soit toujours très facile ou même très précise !) posée par une entreprise.

Ce type de contrat est souvent regardé, par les tutelles des laboratoires, avec quelque peu de condescendance (le CNRS ne souhaite pas leur développement). Or, s'il est vrai qu'il peut être pour une grande entreprise (dotée de services de recherche) l'occasion de faire réaliser à bon compte une campagne de mesures et d'essais, il est presque toujours, pour une PME/PMI, le moyen d'injecter un supplément de matière grise dans son fonctionnement quotidien. Et même si le laboratoire qui effectue le contrat n'en est pas toujours conscient, il s'agit là d'une opération qui se traduira par un accroissement de la culture technique, sinon scientifique, de la PME/PMI, c'est-à-dire, d'une certaine manière, un début de TdS.

4.2. LES CONTRATS DE COLLABORATION DE RECHERCHE :

Les contrats de collaboration de recherche permettent à une entreprise et à un laboratoire de réaliser en commun un programme de recherche à court ou moyen terme (rarement inférieur à 6 mois, le plus souvent entre 1 et 2 ans, quelquefois plus).

Le programme est défini en fonction du problème technique rencontré par l'industriel et des possibilités de la recherche. Il peut y avoir à la clef, par exemple, l'amélioration d'un produit ou d'un procédé existant ou la mise au point de nouveaux. Les résultats des recherches peuvent *a priori* donner lieu à des brevets. Il serait bon que ces brevets soient pris par l'entreprise, celle-ci souhaitant en général l'exclusivité mais les tutelles du laboratoire peuvent avoir des exigences différentes par exemple pour des raisons stratégiques ; en tout état de cause, ce point mérite d'être négocié. On peut aussi prévoir, en théorie, des redevances pour le laboratoire mais l'expérience montre que cette clause est très difficile à appliquer et à contrôler.

Un contrat bien rédigé doit définir :

- le programme de recherche ;
- la participation de chaque partenaire ;
- le montant et les modalités du financement ;
- les principes de secret en prenant soin de préciser les acquis antérieurs ;
- la durée du contrat ;
- les règles de propriété industrielle et d'exploitation industrielle et commerciale des résultats.

4.3. LES CONTRATS DE LICENCE :

L'organisme de tutelle du laboratoire concède à une entreprise une licence d'exploitation d'un brevet ou d'un dossier technique pour industrialiser une innovation.

Pourquoi ? Comment ?

Le laboratoire est un producteur de savoir-faire, de procédés, de logiciels et de produits nouveaux. Les organismes publics de recherche possèdent, en tant qu'employeurs des

chercheurs, la propriété industrielle de ces découvertes. Ces organismes ont des attitudes diverses en la matière et il est bon de savoir qu'il y a parfois un décalage entre la politique affichée officiellement et les pratiques réelles.

On peut passer ainsi du plus grand laisser-faire (sur le modèle de ce qui se fait dans bon nombre d'universités) à une véritable politique (ce qui ne veut pas dire nécessairement qu'elle soit appliquée) de protection des inventions (cf. les résultats de l'audit sur la valorisation au CNRS). Chaque solution possède des avantages et des inconvénients. Ainsi, prendre des brevets ou constituer des dossiers techniques (pour les inventions non brevetables) coûte de l'argent avant d'en rapporter. L'existence de ce portefeuille d'innovations ne se justifie que si l'on peut en faire efficacement la promotion et s'il peut être mis réellement à la disposition des entreprises qui souhaitent bénéficier d'une cession de licence en vue de l'industrialisation et/ou de la commercialisation.

Une telle opération doit donner lieu à un contrat entre l'organisme public et l'entreprise, fixant les modalités pratiques, en particulier le montant des redevances (taux et assiette) versées par l'entreprise à l'organisme.

4.4. LE TRANSFERT PAR LES HOMMES :

4.4.1. La consultance :

L'efficacité de ce type de formule n'est plus à démontrer. Il est très largement utilisé aux Etats-Unis ⁽⁶⁶⁾, dans d'autres pays industriels, et l'on peut dire que la France a rattrapé une bonne partie de son retard dans ce domaine. Le CNRS, par exemple, encourage largement ses agents à se livrer à ce type d'activité (maximum 20 % de leur temps de travail).

Un consultant est un expert, chercheur ou ingénieur de haut niveau, qui exerce, à temps partiel, des activités de conseil auprès d'une entreprise. Le conseil peut porter sur des points très techniques, sur la stratégie de recherche et de développement de l'entreprise ou prendre la forme d'une expertise scientifique de ses travaux de recherche. Ces activités de conseil peuvent également être exercées par des équipes d'experts travaillant collectivement.

Les modalités pratiques :

La consultance est une prestation purement intellectuelle qui ne doit pas, en tout cas, mobiliser des ressources ou des moyens d'essai appartenant au laboratoire (dans ce cas, un contrat de service ou de collaboration est plus indiqué).

Le consultant doit théoriquement demander une autorisation à sa tutelle. Après quoi, il est recommandé – quoique non obligatoire – que l'entreprise et lui-même signent un contrat (de droit privé) précisant notamment :

- la rémunération personnelle du consultant ;
- l'obligation de secret du consultant ;
- la propriété industrielle des inventions ;
- la durée de l'activité de conseil.

4.4.2. Les jeunes formés par la recherche :

Tous les observateurs s'accordent à penser que l'embauche, par une entreprise, d'un jeune ayant été formé par la recherche, est un moyen privilégié d'introduire de la matière grise et

⁶⁶ Voir par exemple : J. BODELLE et G. NICOLAON, Les universités américaines, Tech & Doc Lavoisier, Paris, 1985, p.199.

des nouveaux savoir dans l'entreprise. C'est pourquoi l'Etat, mais aussi des collectivités territoriales diverses, ont ajouté cette formule à leur panoplie de moyens incitatifs.

Les conventions CIFRE :

Les CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) permettent, depuis leur création en 1981, l'accueil, dans des laboratoires de recherche publics, de jeunes diplômés (niveau DEA ou Bac + 5), pour acquérir, à l'issue de leur scolarité, une formation complémentaire par la recherche sanctionnée par une thèse de doctorat. Le jeune est recruté par l'entreprise sur un contrat de travail (à durée déterminée ou indéterminée mais supérieur à 128 400 F bruts/an en 1993, montant réévalué chaque année). L'entreprise reçoit pendant 3 ans une subvention annuelle de 92 700 F H.T. en 1993 (50 % du montant ci-dessus) allouée par l'Etat (Ministère responsable de la recherche). En 15 ans, 5950 CIFRE ont été attribuées (entre 600 et 700 par an depuis les années 90).

A signaler qu'il existe une procédure comparable s'appliquant à des jeunes formés à Bac + 2 (BTS ou DUT) et qui se nomme CORTECHS (Convention de Recherche pour Technicien Supérieur).

Les Bourses de Doctorat pour Ingénieurs du CNRS (BDI) :

Une partie de ces BDI peut être cofinancée par les entreprises ce qui rend la philosophie de cette formule analogue à celle des conventions CIFRE (quelques modalités en sont légèrement différentes). 261 BDI ont été accordées en 1993-1994 (contre un peu plus de 200 en 1991-1992).

L'accueil se fait dans les Unités de Recherche propres ou associées du CNRS. Le jeune doit être titulaire d'un diplôme d'ingénieur (ou titre équivalent). Le coût de la formation (environ 177.000 F/an) est partagé entre le CNRS et l'Entreprise. Le boursier est recruté par le CNRS sur un contrat à durée déterminée. Le jeune doit être :

- de nationalité française ;
- âgé de moins de 27 ans au 1er Octobre de l'année considérée ;
- titulaire d'un diplôme délivré par une grande école ou devant être diplômé avant le mois de septembre de l'année en cours.

Les modalités d'attribution des bourses sont les suivantes :

- les nominations prennent effet au 1er septembre ;
- les bourses sont attribuées pour 3 ans ;
- un contrat est signé entre l'entreprise et le CNRS précisant les participations des deux parties, le déroulement des travaux de recherche, les publications, la propriété industrielle ;
- le coût annuel pour l'entreprise est de 88.606 F.TTC en 1990 (sauf en chimie où il est de 104.289 F.TTC) ;
- le taux mensuel brut de la bourse est fixé à 9.380 F (année universitaire 1990/1991). Son versement entraîne pour le bénéficiaire l'assujettissement à l'impôt sur le revenu des personnes physiques.

Les Bourses des autres organismes de recherche :

La plupart des organismes de recherche financent des aides à la formation au niveau doctoral. Une partie de celles-ci sont cofinancées par des entreprises ou des régions et sont numériquement moins nombreuses que les précédentes. Il convient de s'adresser directement au service compétent de chaque organisme (les principaux pourvoyeurs de ces bourses sont le CEA, l'INRA, l'ORSTOM, l'ADEME, le CNES, l'ONERA, le CEMAGREF et l'IFREMER).

Les Bourses du Ministère des Affaires Etrangères (MAE) :

Un certain nombre de possibilités sont offertes par le MAE (environ 500 bourses de recherche de 6 à 12 mois sur le programme "Lavoisier" et des bourses de 12 mois sur le programme CITERE pour lequel un partenariat avec une entreprise française est obligatoire). Les renseignements doivent être demandés au MAE (DGRCST, Division de la formation des Français à l'étranger, 6 rue Marignan, 75008 Paris).

Les Bourses Post-Doctorales du CNRS :

Accueil dans les Unités de Recherche propres ou associées du CNRS, de jeunes déjà titulaires d'un doctorat, afin qu'ils puissent, tout en se perfectionnant, conduire des recherches intéressant directement une entreprise. Environ 20/an.

Le coût de cette formation (environ 280.000 F/an) est partagé entre le CNRS et l'entreprise. Cette dernière a la possibilité, dans certaines régions d'être soutenue financièrement par le Conseil Régional. Modalités pratiques :

- le dépôt de la demande peut être effectué à tout moment de l'année (mais attention en cas de cofinancement par le Conseil Régional) ;
- l'entreprise doit être située en France ;
- le candidat doit être titulaire d'une thèse de doctorat ;
- la rémunération mensuelle brute du boursier est de 14.000 F ;
- le boursier est lié au CNRS par un contrat de travail ;
- un contrat est passé entre l'entreprise et le CNRS (et éventuellement le Conseil Régional). Ce contrat règle également les problèmes de propriété industrielle et d'exploitation des résultats ;
- une sélection des meilleurs candidatures sur critères scientifiques est effectuée par le CNRS.

Les bourses de la CCE :

Il s'agit de la possibilité de faire financer par la CCE des bourses, de niveau et de durée variables, concernant une opération de collaboration qui associe :

- un laboratoire situé dans l'un des pays de l'Union Européenne (UE) et une entreprise située dans un autre ;
- deux laboratoires situés dans deux pays différents de l'UE (le fait que le projet implique des industriels est considéré comme un plus).

Les stages en entreprise d'élèves-ingénieurs : pour mémoire.

Destinés à contribuer à la formation du futur ingénieur, ces stages n'ont pas pour finalité le TdS. Cependant, ils peuvent être l'occasion, en particulier pour des PME/PMI, de jeter un pont vers la recherche. A travers les yeux et les connaissances – certes encore un peu théoriques, mais fraîches – du jeune élève-ingénieur, l'entreprise pourra être amenée à jeter un autre regard sur son métier et acquérir une ouverture sur l'état de l'art dans des domaines connexes. Ce peut donc être un bon moyen pour elle de se sensibiliser à de nouvelles approches, à des outils plus modernes et pour envisager des solutions auxquelles elle n'aurait sans doute pas pensé. Un bon moyen, peut-être d'envisager de mettre le doigt dans une logique de TdS.

4.4.3. Les directeurs de recherche associés du CNRS :

C'est la possibilité, pour un ingénieur (ou un chercheur) d'une entreprise de travailler dans un laboratoire du CNRS à 20 % de son temps environ. Il y effectue des recherches, peut y diriger des thèses, etc... Il est nommé pour une période de deux ans renouvelable deux fois. Il bénéficie d'une indemnité versée par le CNRS.

La mise sur pied de cette formule découle du constat qu'il existe (même si elle est encore trop faible) une réelle mobilité des chercheurs du CNRS vers les entreprises industrielles alors que la mobilité inverse est quasi nulle. Pourtant, il existe une demande dans les laboratoires publics où un ingénieur de l'industrie, de par son profil et son expérience, peut contribuer à mener à bien des projets de valorisation tels que le pré-développement d'une maquette, la préproduction d'un matériau, ou contribuer à former de jeunes chercheurs à des méthodes de travail en recherche fondamentale qui faciliteront la valorisation ultérieure des résultats.

L'obstacle à ce type de mobilité est sans doute qu'aucune facilité n'existe pour favoriser le passage de l'industrie au CNRS et notamment pour résoudre le problème de la disparité des salaires. Devant l'ampleur de ces difficultés, la solution retenue est de faciliter la mobilité, non pas à temps complet mais à temps partiel.

On remarquera que ces dispositions sont en accord avec l'un des objectifs fixés par la loi d'orientation et de programmation de la recherche de juillet 1982 qui stipule que les chercheurs des entreprises doivent bénéficier "de dispositions favorisant leur mobilité tant à l'intérieur des entreprises que vers des organismes publics de recherche".

4.4.4. La mobilité des chercheurs vers les entreprises :

Les organismes publics de recherche ont mis en place des formules permettant à ceux de leurs chercheurs qui le souhaitent d'aller passer un certain temps dans une entreprise.

Au CNRS, par exemple, il s'agit de ce que l'on appelle la mise à disposition de personnel (autre formule voisine : l'année sabbatique en entreprise) :

- Un chercheur, un ingénieur, ou un technicien (plus rarement) peuvent être mis à disposition d'une entreprise. Ce "prêt" de personnel est accordé pour une durée pouvant aller jusqu'à 3 ans, et éventuellement renouvelable.
- L'entreprise assure la rémunération principale du chercheur et sa couverture sociale mais elle peut demander au CNRS de les prendre en charge les 6 premiers mois (et éventuellement la totalité de la première année – libéralité assez facilement accordée). L'entreprise peut faire bénéficier le chercheur d'un complément de rémunération.
- Le chercheur s'engage à ne pas divulguer ou publier sans l'approbation de l'entreprise des informations sur les travaux qu'il y mène.
- L'entreprise conserve la propriété industrielle des inventions effectuées par le chercheur pendant la mise à disposition.

Les universités, pour leur part, ont mis en place des dispositions tout à fait analogues s'appliquant à leurs enseignants chercheurs.

4.5. LA CREATION D'ENTREPRISES :

Il s'agit, en fait, d'un cas très particulier de TdS par les hommes et qui débouche sur la création d'une entreprise nouvelle. Son pendant, dans les entreprises, constitue ce que l'on appelle l'essaimage. Ce même mot d'essaimage est utilisé par le CEA.

La création d'entreprises de technologies avancées est un des enjeux importants de notre époque. Or, il est bon de remarquer que les savoir-faire qui sont souvent à la base de ces technologies, sont entre les mains – il vaudrait mieux dire dans la tête – des chercheurs. Certains d'entre eux sont parfois amenés, pour de nombreuses raisons qui feront l'objet d'un développement séparé (chapitre 6), à créer une entreprise ou à prendre part à la création d'une entreprise.

Ce phénomène, que la France a découvert très tardivement, a tendance à s'amplifier depuis moins d'une dizaine d'années. On signale ainsi de temps à autre, que telle entreprise a été créée par un chercheur, ou que telle autre est fortement impulsée par un ou plusieurs chercheurs actionnaires. Les pouvoirs publics n'ont pas encore consacré à ce phénomène une réflexion suffisante, mis à part le fait de souhaiter son développement. Les universités ont généralement une position libérale, le CNRS une position plutôt ambiguë malgré le fait qu'il essaie de promouvoir un certain nombre de formules (mise à disposition de l'ANVAR ou mise en disponibilité pour création d'entreprise) trop tièdes pour pouvoir remporter un véritable succès.

Les études sur la création d'entreprise par les chercheurs en France sont très rares ⁽⁶⁷⁾. Dans une étude, dont les résultats feront l'objet du chapitre 6, nous avons recensé 83 entreprises créées par des chercheurs et enseignants-chercheurs appartenant à des laboratoires publics de recherche situés en région PACA. Le décompte inclut 21 sociétés qui ont disparu, ce qui donne néanmoins un bilan global contrariant certaines idées reçues selon lesquelles la création d'entreprises par les chercheurs est quasi inexistante en France. Or, cette statistique est, de plus, vraisemblablement incomplète dans la mesure où les informations ne sont pas toujours faciles à obtenir pour des raisons que nous nous efforcerons d'analyser.

4.6. LES ASSOCIATIONS LOI 1901 :

Bien qu'une association selon la loi du 1^{er} juillet 1901 ⁽⁶⁸⁾ n'ait pas vocation à se livrer à des activités commerciales, on ne saurait passer sous silence le rôle que certaines d'entre elles peuvent être amenées à jouer dans les processus de TdS entre la recherche publique et le marché. Ainsi, on a pu observer les divers cas de figure suivants :

- Des chercheurs (ou des laboratoires) ont créé des associations loi 1901 afin de faciliter la gestion de contrats de recherche qu'ils ont obtenus.
- Des collectivités territoriales ont créé (en association avec d'autres partenaires : parfois l'Etat, parfois des chercheurs, parfois des syndicats professionnels) de telles structures dans le but d'aider le développement d'un secteur économique donné.
- Lors du montage d'un projet, des chercheurs hésitent, quant à la forme juridique à lui donner, entre la société de capitaux (SA ou SARL) et une forme associative.
- Des chercheurs ayant créé une association destinée à développer une activité nouvelle l'ont faite évoluer par la suite vers une société de capitaux.

⁶⁷ Ph. MUSTAR, "Science et Innovation", CPE Economica, Paris, 1988. E. FLESIA et H. DOU, La création d'entreprise par les chercheurs : une donnée sociologique nouvelle en France, Politiques et Management Public, vol.12, n°2, 1994, p.115.

⁶⁸ Appellation ci-après abrégée en "association loi 1901" ou plus simplement "association".

Nous allons tenter ici de jeter quelques lumières sur certaines relations existant entre, d'une part, le phénomène association loi 1901 et, d'autre part, le TdS entre la recherche publique et le secteur productif.

Qu'est-ce qu'une association loi 1901 ?

En France, c'est la loi du 1^{er} juillet 1901 qui régit le droit d'association, droit fondamental reconnu aux personnes aussi bien physiques (⁶⁹) que morales afin de leur permettre de mettre en commun d'une manière durable leurs ressources (connaissances ou activités) dans un but autre que d'en partager les bénéfices (⁷⁰). La loi prévoit trois catégories : les associations non déclarées, les associations déclarées et les associations reconnues d'utilité publique.

Les associations non déclarées sont créées sans aucune formalité obligatoire mais sont dépourvues de toute capacité juridique. Aussi, nous ne nous y intéresserons pas plus avant. Concernant les associations reconnues d'utilité publique, les pouvoirs publics exercent sur elles une certaine tutelle (⁷¹) en échange de l'autorisation qui leur est donnée de recevoir des libéralités (dons et legs) souvent exonérées de droits de mutation. Leur reconnaissance est le résultat d'une procédure administrative précise ce qui fait un peu d'elles des prolongements des pouvoirs publics. C'est pourquoi nous nous intéresserons ici surtout aux simples associations déclarées ; rappelons que les CRITT sont le plus souvent des associations de ce type (et pas forcément d'utilité publique).

Les associations déclarées

Une association déclarée ne peut, en principe, recevoir des legs ou des dons par acte notarié mais elle a capacité à accepter des libéralités si son but exclusif est l'assistance, la bienfaisance, *la recherche scientifique ou médicale*. En revanche, une association peut recevoir librement des dons manuels (ce que l'on appelle des "libéralités modiques").

Une association ne peut avoir de buts commerciaux mais peut accessoirement accomplir des actes de commerce de toute sorte, certains étant assujettis à la TVA. Elle ne doit pas répartir les bénéfices éventuels entre ses membres mais les réinvestir en son sein. Ne pas respecter une gestion désintéressée peut entraîner l'assujettissement à l'impôt sur les sociétés. Certaines de ses activités, par leur nature, peuvent être soumises à cet impôt. A signaler qu'il existe en France un véritable engouement pour les associations déclarées : en 1990, il en existait entre 650 et 700 000.

Les associations gravitant autour de la recherche publique

Un certain nombre d'acteurs (organismes ou personnes physiques) appartenant au monde de la recherche publique sont parfois amenés à participer à la création d'une association et il est peut-être utile d'essayer d'en faire une typologie sommaire :

1) Associations destinées à simplifier et à faciliter la gestion de contrats :

Lorsqu'un laboratoire public obtient un contrat (par exemple avec une entreprise), le financement obtenu doit théoriquement être géré par un comptable public. Pendant longtemps, la gestion et la comptabilité publiques ont impliqué le respect d'un certain nombre de règles qui ont été perçues par les chercheurs – et parfois leurs partenaires – comme des contraintes difficiles à vivre et à supporter au quotidien (⁷²).

⁶⁹ Depuis la loi du 9 octobre 1981 abrogeant le Titre IV de la loi de 1901, les étrangers sont traités de la même manière que les ressortissants français.

⁷⁰ Deux personnes au minimum sont nécessaires pour pouvoir constituer une association.

⁷¹ La récente affaire impliquant l'ARC (Association pour la Recherche sur le Cancer) est une illustration du fait que cette tutelle et ce contrôle n'empêchent pas forcément de possibles dérives.

⁷² Ces règles, qualifiées d'anachroniques par les intéressés, avaient souvent des conséquences regrettables – et certaines existent encore – parmi lesquelles on peut mentionner : lourdeur et lenteur toute "bureaucratique" dans la signature et dans la gestion des contrats,

C'est dans le but d'éviter ces contraintes que se sont peu à peu créées des associations spécialisées destinées à se substituer aux organismes de tutelle de certains laboratoires pour la gestion de ces contrats. Ces associations, présentes à travers tout le territoire s'appellent souvent des ADER⁽⁷³⁾ mais le respect du sigle n'est pas une obligation. Ces ADER ont signé avec les universités⁽⁷⁴⁾ des conventions qui gèrent leurs relations mutuelles et prévoient notamment le reversement à l'université d'un petit pourcentage prélevé sur le montant des contrats qu'elles gèrent.

Ce type d'association nous concerne peu même si certaines d'entre elles se sont livrées à des tâches présentant un intérêt évident⁽⁷⁵⁾ ou sont devenues, en sus de leur fonction principale, des lieux d'échanges entre la recherche et les entreprises. Comme elles salarient des personnels (thésards, post-docs étrangers) rémunérés grâce aux contrats qu'elles gèrent, elles ont parfois fait évoluer leur organisation vers des formes plus "professionnelles"⁽⁷⁶⁾.

On peut rattacher aux ADER d'autres type d'association ayant des buts et des modes de fonctionnement comparables : des associations spécifiques à un organisme de recherche particulier (par exemple, les associations ARMINES⁽⁷⁷⁾ de l'École des Mines de Paris ou GRADIENT de l'université de technologie de Compiègne) ; les Junior Entreprises qui existent dans pratiquement toutes les écoles (d'ingénieurs, de commerce...) ; etc.

2) Associations qui prolongent l'action de la puissance publique :

Il s'agit ici d'associations créées à l'initiative d'un organisme ou d'une institution⁽⁷⁸⁾ et desquelles l'institution est qualifiée de membre fondateur. L'organisme peut être un organisme de recherche (par exemple le CNRS qui a suscité la création de l'association ECRIN chargée de gérer le fonctionnement des clubs CRIN), une collectivité territoriale (par exemple des conseils régionaux qui ont joué un rôle clé dans la création des CRITT)⁽⁷⁹⁾.

On peut rattacher à ce type d'association celles qui visent d'emblée à être reconnues d'utilité publique (ou qui évoluent vers un tel statut) et sur lesquelles la puissance publique exerce une certaine tutelle (par exemple l'ARC ou l'Association Bernard Grégory qui aide les jeunes formés par la recherche à trouver un emploi).

On peut également inclure dans cette catégorie d'association celles qui avaient été créées en 1981 dans toutes les régions françaises sous l'impulsion du ministère de la recherche et de la technologie pour assurer la préparation et le cadrage du Colloque National de la Recherche et de la Technologie ainsi que la démultiplication de ses retombées⁽⁸⁰⁾.

On peut peut-être également rattacher à ce type d'association celles qui, bien que servant des objectifs plus particuliers, sont parfois amenées à rendre des services spéciaux à leurs membres (par exemple, les associations d'anciens élèves des écoles d'ingénieurs qui aident pour la recherche d'un emploi ou qui offrent des prêts d'honneur à ses membres temporairement dans le besoin).

remboursement de frais souvent effectués sur le régime du forfait et notoirement sous-évalués, difficultés à obtenir le remboursement de péages d'autoroutes, de frais de taxi, de parking ou de réception, impossibilité de payer du personnel sur contrats, etc.

⁷³ Associations pour le Développement des Enseignements et des Recherches. Créées le plus souvent par des enseignants universitaires et des industriels et présentes dans toutes les régions.

⁷⁴ C'est le cas en région PACA.

⁷⁵ Par exemple, l'ADER PACA a réalisé vers le milieu des années quatre-vingt un annuaire des laboratoires de recherche publics de la région.

⁷⁶ Ainsi l'ADER PACA a créé une "filiale" (Aderlog – "log" pour "logistique") qui a également un statut d'association loi 1901.

⁷⁷ A signaler qu'ARMINES possède une filiale, Transvalor, qui possède un statut de société anonyme.

⁷⁸ Ce qui n'exclut pas que la création ait pu être, à l'origine, pensée, voulue ou préparée par le travail et l'action d'un collectif plus ou moins limité et, à la limite, d'un seul individu.

⁷⁹ Cf. la liste des "organisations" qui "s'occupent" de transfert de technologie en région PACA, en particulier celles inscrites au contrat de plan Etat-Région ou celles gravitant autour de la Route des Hautes Technologies, et sur lesquelles il y aurait toute une étude à faire.

⁸⁰ L'ensemble de ces associations régionales (celle en région PACA s'appelait l'AARRT) étaient fédérées au plan national dans le cadre d'une autre association, l'ADEMAST.

3) Associations destinées à développer une nouvelle technologie :

C'est cette catégorie d'association qui nous intéresse plus particulièrement dans le cadre du TdS. Il s'agit ici d'associations impulsées d'abord et surtout par des personnes physiques (des chercheurs pour le problème qui nous concerne) ayant choisi ce type de structure juridique pour développer une nouvelle technologie.

Considérons un groupe d'individus incluant des chercheurs. Ils ont pris conscience ou sont convaincus qu'il faut développer un domaine nouveau (l'énergie éolienne, l'intelligence artificielle, une banque de données) ou encore ils pensent – plus ou moins consciemment – que leur savoir-faire peut trouver une expression dans une technologie nouvelle (ou un nouveau type de produit). Soit que l'idée même de marché ne les effleure pas, soit qu'ils considèrent qu'il n'y a pas encore de marché ou que la création d'une entreprise pose trop de problèmes et représente pour eux un saut "culturel" trop important, soit que le succès de leur projet leur paraisse trop incertain ou risqué et les profits trop hypothétiques, ils peuvent être tentés par la possibilité de se lancer dans le projet à travers une association. Lorsque le projet et les activités auront suffisamment mûri, il pourra se dégager un ou plusieurs individus plus motivés que les autres qui souhaiteront donner au projet un caractère plus industriel et qui décideront de créer une véritable entreprise. C'est ainsi qu'une association destinée à développer l'énergie éolienne a fini par donner naissance à une société de fabrication de pales en matériaux composites très élaborés qui est devenue un des leaders mondiaux dans cette activité. Ou encore une association de linguistes spécialisés en langues exotiques qui s'est orientée vers le traitement informatique de ces langues que l'on écrit avec des caractères autres que ceux de l'alphabet latin ; elle a évolué par la suite vers une société d'informatique qui réalise du matériel et des logiciels permettant de traiter n'importe quelle écriture du monde.

4.7. ASPECTS QUANTITATIFS DE LA VALORISATION DE LA RECHERCHE :

Nous allons essayer de voir dans ce paragraphe s'il est possible de se faire une idée de ce que représente la valorisation de la recherche dans l'ensemble de l'activité nationale de R&D publique.

En fait, l'étude des aspects quantitatifs de la valorisation de la recherche s'avère très difficile à cause de l'absence de chiffres globaux au plan national. En effet, chacun des organismes de recherche réalise probablement des bilans annuels des opérations de relations industrielles et de transfert de savoirs vers les entreprises mais il nous a semblé que la tâche consistant à effectuer le recensement de tous ces bilans, à comparer et harmoniser les chiffres afin de tirer un bilan global au plan national serait extrêmement laborieuse. Il nous a paru plus simple et tout aussi pertinent d'examiner les chiffres de la valorisation pour le seul CNRS. Les raisons de ce choix sont nombreuses :

- Le CNRS est le premier organisme français de recherche aussi bien en termes de budget que d'effectifs : il représente, avec ses 26000 agents, entre un quart et un cinquième de l'effort national français de recherche publique.
- Il est un organisme de recherche plutôt fondamentale et élitiste ; les recherches trop appliquées n'y ont pas très bonne presse et les laboratoires ou les chercheurs qui s'y livrent n'en font pas nécessairement toujours état dans leurs rapports d'activités. Aussi, les chiffres que nous allons voir ci-après, donneront une vision minimaliste de la valorisation au CNRS. Toute tentative d'extrapolation à la valorisation totale pour la France devra tenir compte de ce type d'effet.
- Il est étroitement lié, à travers des laboratoires communs, aux universités et aux autres grands organismes de recherche français tels que INSERM, CEA, INRA, INRIA, ORSTOM, etc. : sur ses 1500 unités de recherche, seules 500 sont des unités qui lui sont propres mais on trouve souvent dans celles-ci des personnels appartenant à ces autres organismes de recherche.

- Il a été l'un des premiers organismes de recherche à tenir, à travers ses bilans annuels, une comptabilité précise des opérations de transfert de savoirs vers les entreprises – même si, comme nous l'avons expliqué, cette comptabilité est largement sous-estimée – et ses chiffres officiels possèdent une homogénéité raisonnable sur une période de près de 15 ans (1982-1996).
- Comme nous allons le voir, la tâche d'analyse critique des chiffres est déjà bien difficile pour le seul CNRS. Elle serait quasi impossible pour l'ensemble des organismes de recherche.

Le tableau 4.1 présente les chiffres tirés des bilans annuels successifs dressés par le CNRS de 1983 à 1989. La forme adoptée est celle utilisée initialement par le CNRS.

Tableau 4.1

Evolution des chiffres annuels de la valorisation au CNRS de 1982 à 1989.

Nature des opérations	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Contrats de collaboration signés par le CNRS	109	172	271	377	645	644	752	1150
Montant (en MF)	9,6	20,3	30,8	56	104	124	152	230
Aides ANVAR	29	66	56	48	57	65	47	23
Montant (en MF)	6,5	26,5	25,6	16,6	30,5	28,5	16	8,3
Dossiers de valorisation	176	239	348	386	343	206	202	164
Brevets déposés	71	91	133	151	141	103	91	88
Licences et cessions de brevets	38	48	61	81	115	176	113	84
Montant des redevances (en MF)	1,8	2,3	3,7	5,3	7,5	8	9,5	13,9
Mises à disposition de personnels auprès d'entreprises et centres techniques	37	36	41	50	90	76	66	71
Nouveaux consultants auprès d'entreprises et centres techniques	41	70	113	142	234	225	366	411
Bourses :								
BDI			53	61	63	74	122	
CIFRE	57	90	189	179	183	140	282	
Post-Doc							27	

En fait, à partir de 1990, le bilan tel qu'il apparaît dans le tableau ci-dessus et qui permet des comparaisons faciles entre années cesse d'être publié sous cette forme. Pour l'année 1989, les données ont alors dû être rassemblées à partir de documents variés et donc non homogènes. De plus, à partir de 1991, on assiste à des tentatives de redéfinir certains au moins des indicateurs utilisés jusque là, en passant notamment des chiffres annuels aux chiffres cumulés. Le changement le plus important concerne l'indicateur contrats de collaboration : on passe du nombre de contrats *signés* par le CNRS au nombre de contrats *connus et recensés* ce qui triple pratiquement la valeur de l'indicateur. De sorte qu'en 1995, le CNRS pouvait faire état de l'existence de 3000 contrats *en cours* pour environ 700 MF, de 90 licences signées et de 30 MF de redevances perçues dans l'année (pour 500 licences en cours)⁽⁸¹⁾.

⁸¹ Nous ne porterons pas de jugement sur la pertinence de tels changements dans les indicateurs. Le principal avantage est l'impact médiatique des nouveaux chiffres – qui sont bien sûr plus élevés. Le principal inconvénient est que les changements ne permettent plus des comparaisons aussi faciles avec les chiffres antérieurs.

Ces chiffres sont à mettre en regard du budget consolidé du CNRS qui était de 13 milliards de francs en 1995 dont 77 % consacrés à la masse salariale. Si l'on ôte encore 8,5 % consacrés aux grands projets internationaux (le très grand télescope, le collisionneur du CERN, etc.), il reste 15 %, c'est-à-dire près de 2 milliards pour le fonctionnement des laboratoires. Les sommes tirées de la valorisation de ses recherches représentent donc pour le CNRS un apport tout à fait irremplaçable pour le bon fonctionnement de ses laboratoires.

Malgré tous les commentaires que nous avons faits plus haut sur les précautions à prendre lorsque l'on veut manier les valeurs numériques des chiffres utilisés dans les bilans officiels, il n'est pas moins vrai que l'ensemble de ces données constitue en quelque sorte un ensemble d'indicateur qui renseigne assez bien sur l'évolution de l'activité de valorisation au CNRS. Il convient cependant de ne jamais perdre de vue la pertinence de ces indicateurs :

- **Les contrats de collaboration :** Le nombre de contrats de collaboration signés par le CNRS pour le compte de ses laboratoires sous-estime largement la réalité. En effet, si on peut lui faire une *relative* confiance pour les unités de recherche propres du CNRS (il est interdit à ces laboratoires de faire gérer leurs contrats par d'autres instances que le CNRS, mais la réalité est plus nuancée), il en va différemment avec les unités de recherche que le CNRS partage avec d'autres organismes et qui peuvent avoir des comportements extrêmement variés. Ainsi, les 1050 contrats *signés* par le CNRS en 1989 sont à rapprocher des 2200 contrats *connus et recensés* pour la même année. Ceux qui avouent cacher des contrats le font de leur propre aveu, pour éviter les lourdeurs, lenteurs et contraintes administratives. L'indicateur contrats de collaboration est donc un assez bon indicateur de tendance mais il convient de ne pas accorder trop de crédit aux chiffres annoncés.
- **Les aides de l'ANVAR :** Il s'agit d'aides financières destinées à permettre le financement des travaux de développement d'innovations prometteuses et attribuées après expertise minutieuse des dossiers. Les chiffres reflètent la réalité. Il faut signaler cependant que les critères ont varié plusieurs fois en fonction des fluctuations de politique qu'a connues l'ANVAR au cours de son existence ce qui est la cause directe des fluctuations observées dans les chiffres annuels. Cet élément met à mal la pertinence de l'indicateur aides de l'ANVAR.
- **Les dossiers de valorisation :** Chaque fois que les services compétents du CNRS sont saisis d'un dossier relatif à une innovation (invention, nouveauté technique ou nouveau logiciel), l'opération se traduit par l'ouverture d'un nouveau dossier dit dossier de valorisation. Après une phase d'expansion (chasse aux nouveaux dossiers) de 1982 à 1985, le CNRS a décidé, par mesure d'économie, d'être beaucoup plus sélectif ce qui a eu pour effet de faire diminuer le nombre de ces dossiers. Les chiffres reflètent la réalité. Mais l'indicateur dossier de valorisation a une faible pertinence car ses variations reflètent surtout les réorientations successives de la politique de valorisation du CNRS.
- **Les brevets :** Le nombre de brevets ne concerne que les brevets déposés par le CNRS comme suite donnée aux dossiers de valorisation les plus prometteurs. Les chiffres reflètent la réalité. Le nombre de brevets pris annuellement est passé de 71 pour l'année 1982 à 151 pour l'année 1985, puis les chiffres ont décliné régulièrement jusqu'à atteindre 88 en 1989. La cause majeure de cette baisse doit être attribuée, comme pour les dossiers de valorisation, à une plus grande sélectivité à partir de 1986⁽⁸²⁾. En revanche, il a été montré que pour un brevet ainsi déposé, on peut compter entre deux et trois brevets déposés par des entreprises sur les résultats de travaux effectués en commun. Cette donnée a pour mérite de montrer que l'impact des recherches du CNRS sur le tissu industriel va bien au-delà que ne l'indique le nombre de brevets déposés par le CNRS. Même s'ils montrent les efforts faits par le CNRS en la matière, les brevets ne constituent donc pas un

⁸² En 1986, il a été décidé de réduire le nombre de brevets, car le coût financier de la propriété industrielle commençait à devenir très lourd (environ 15 MF par an) et on ne voyait pas comment il pourrait être équilibré à terme par les redevances perçues grâce à l'exploitation des licences – et ceci malgré l'augmentation rapide du montant de ces redevances. A cet élément est venu se rajouter l'effet déstabilisateur du projet avorté de suppression de l'ANVAR (mais l'Agence perdit environ 10 % de ses effectifs). Par la suite, en 1988, l'ANVAR a perdu le monopole de la valorisation des résultats de la recherche du CNRS, mission qu'elle assurait jusque là.

indicateur très pertinent d'autant plus que tous ne donnent pas lieu à la signature d'une licence d'exploitation avec un industriel.

- **Les licences** : Le nombre des licences accordées par le CNRS à des entreprises pour l'exploitation de brevets, de savoir-faire ou de logiciels est un indicateur un peu plus pertinent. Les chiffres reflètent la réalité. Cependant, les chiffres apparaissant dans les bilans incluent les simples options sur licence qui ne sont pas toutes suivies d'une licence ferme. Il faut remarquer aussi que même une licence ferme ne signifie pas nécessairement exploitation industrielle. En effet, de nombreux facteurs peuvent intervenir en cours de route et empêcher une exploitation industrielle et commerciale effective. Néanmoins cet indicateur possède une certaine pertinence puisqu'il traduit au moins une marque d'intérêt industriel fort pour l'objet de la licence. On peut observer que le nombre de licences accordées annuellement par le CNRS a augmenté régulièrement jusqu'en 1987, puis s'est mis à décroître. Le montant annuel des redevances, quant à lui, n'a pas cessé sa progression, pour atteindre 19,2 MF en 1991 et 30 MF en 1995.
- **Les mises à disposition de personnels** : Les chiffres reflètent la réalité.
- **Les consultants** : Le nombre de consultants recensés correspond au nombre d'agents qui ont demandé l'autorisation et qui l'ont obtenue, l'autorisation étant quasiment automatique. Cet indicateur est en hausse constante (il a été multiplié par 10 de 1982 à 1989) mais sous-estime la réalité dans la mesure où bon nombre d'agents négligent de demander l'autorisation, en particulier lorsque l'opération est très ponctuelle ou de courte durée. Les raisons invoquées sont la mauvaise connaissance des règles (quelquefois) ou le fait que l'autorisation risque d'arriver lorsque la consultance est terminée (pour les opérations ponctuelles). S'y ajoute aussi parfois une certaine méfiance envers l'administration. Il faut ajouter que le statut fiscal du consultant français a longtemps été d'une très grande complexité et a parfois découragé des candidats qui, confondant TVA, URSSAF, taxe professionnelle, impôt sur le revenu, fisc et administration, en arrivaient parfois à commettre des irrégularités sans même s'en douter. Le statut fiscal des consultants a cependant été grandement amélioré depuis les années 90.
- **Les bourses** : Les chiffres reflètent la réalité.

5. LES AIDES AU TdS

Le nombre d'intervenants divers susceptibles d'être mêlés à un TdS est extraordinairement varié. Le rapport CHABBAL⁽⁸³⁾ parle d'une véritable pléthore d'organismes divers (jusqu'à 150 pour la seule région Nord-Pas-de-Calais). En région PACA, d'autres sources en ont compté un nombre variant entre 70 et 87⁽⁸⁴⁾. En relation avec ce point, il convient de rajouter qu'en 1991 on avait recensé 112 aides aux entreprises distribuées par 57 guichets différents⁽⁸⁵⁾.

Bien sûr, toutes ces aides ne sont pas forcément applicables au TdS mais il est bien rare qu'une opération de TdS ne s'accompagne pas d'opérations plus classiques telles qu'achats de machines ou de locaux, travaux immobiliers ou d'aménagement, embauches, etc. qui, elles, sont susceptibles de faire l'objet de procédures d'aides particulières. La multitude des aides possibles permet de se faire une idée des innombrables possibilités offertes à ceux qui veulent bien se donner la peine de chercher. Ceci débouche d'ailleurs au passage sur un effet pervers que l'on dénonce régulièrement mais pour lequel on ne possède pas de parade parfaitement efficace à savoir l'éclosion de vocations d'entrepreneurs "chasseurs de primes"⁽⁸⁶⁾.

L'ensemble de ces raisons fait que l'on ne pourra mentionner ici que les principales sources auxquelles on peut s'adresser pour obtenir de l'aide lors de la conduite d'un TdS donné. Il est à noter que ces aides ne sont pas forcément des aides financières dans la mesure où certaines se résument à de l'information (ce qui peut parfois s'avérer très précieux comme nous l'avons vu) et d'autres coûtent de l'argent (par exemple l'intervention d'un cabinet conseil extérieur).

Enfin, comme le paysage des aides dont on peut bénéficier en matière de TdS est par nature évolutif, il est amené à se modifier en permanence. On ne peut donc espérer en donner qu'une photographie valable à un instant donné.

5.1. LES MINISTERES :

En France, un bon nombre de ministères (en dehors du Ministère de la recherche dont c'est la mission principale) peuvent être amenés à financer de la recherche. Pour accéder à ces financements, il convient de se tenir informé des divers appels d'offres publiés à travers les relais de ces ministères. On pourra également consulter avec profit le Bulletin Officiel des Annonces de Marchés Publics (le BOAMP) qui peut constituer une source d'inspiration à ne pas négliger même si son objet n'est pas spécifiquement la recherche ou la technologie.

Dans les régions, la DRRT (Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie) constitue une source d'informations particulièrement précieuse à cet égard.

5.2. LES GRANDES AGENCES : ANVAR, ADEME, INERIS, ARIST, DRET, etc

⁸³ R. CHABBAL, Rapport sur l'innovation dans les PME, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Paris, 1993.

⁸⁴ Ce dernier chiffre est cité par J.L. GEIGER dans son livre : *La route des hautes technologies ou le défi du futur en Provence-Alpes-Côte d'Azur*, Edisud, collection *Tribune des Régions*, Aix-en-Provence, 1996. L'auteur, chef d'entreprise et homme politique, fut en charge pendant plus de 10 ans à partir de 1986, de la politique du conseil régional PACA en matière de technologies et de développement économique. Il écrit (pp. 83-84) qu'en 1992, "le recensement des structures prétendant intervenir dans le transfert de technologies nous amena à en comptabiliser quatre-vingt-sept au financement desquelles nous [le conseil régional, N.d.A.] participions !"

⁸⁵ Travaux du groupe de travail "PME/PMI" de l'Assemblée Nationale présidé par Christian Pierret. Le rapport GISSEROT sur les structures d'aide aux entreprises recensait quant à lui selon les zones géographiques de 19 à 21 aides au niveau régional et 8 au niveau départemental.

⁸⁶ Bien que ce thème sorte un peu de notre propos, le lecteur pourra consulter avec profit l'ouvrage de Laurence ESTIVAL : *Le guide du chasseur de primes - Concours, primes, cadeaux et subventions*, Editions Défis (Les guides pratiques pour entreprendre), Paris, 1987.

Sous cette appellation générale sont regroupés un certain nombre d'organismes publics ou para-publics ayant pour vocation de contribuer au développement économique. La nature et le domaine des interventions de chacun est fonction de son statut, de l'organisme de tutelle duquel il dépend, des moyens dont il dispose, etc.

5.3. LES COLLECTIVITES TERRITORIALES :

A la suite des lois de décentralisation de 1982, les Conseils Régionaux ont reçu un certain nombre d'attributions en matière de recherche. Ils ont généralement créé des services ad hoc chargés de mettre en oeuvre une politique dans ce domaine et dotés d'un budget spécifique servant à financer, par exemple, des opérations de recherche et de transfert vers les entreprises (équipement de certains laboratoires, financement de bourses, soutien au fonctionnement de pépinières ou incubateurs d'entreprises, fonds régionaux spécialisés, etc.). La Région PACA a mis en place (sous forme d'une association "loi 1901") une structure spécifique d'aide et soutien aux TdT nommée Méditerranée Technologies (qui prend en fait la suite d'une structure antérieure, la Route des Hautes Technologies).

Certains Conseils Généraux importants et certaines municipalités consacrent également une partie de leurs ressources au financement d'opérations analogues susceptibles d'avoir un effet d'entraînement sur l'économie locale.

Les informations doivent être demandées au service recherche correspondant.

5.4. LES CRITT ET STRUCTURES APPARENTEES :

Les CRITT (Centres Régionaux d'Innovation et de Transfert Technologique) sont en général des émanations des contrats de plan entre l'Etat et la Région. Ils sont financés par ces deux derniers auxquels viennent parfois s'ajouter d'autres partenaires (tels que conseil généraux, syndicats professionnels, entreprises, etc.).

Leur statut est le plus souvent celui d'Association loi 1901 (on voit aussi des Sociétés d'Economie Mixte ou des Groupements d'Intérêt Public). Leur structure est en général assez légère et leur rôle est de servir d'interface, d'entremetteur, d'intermédiaire entre les offreurs et les demandeurs de technologie et d'aider l'opération de transfert à s'effectuer dans les meilleures conditions. Certains CRITT sont très ciblés sur une technologie ou un métier donné, d'autres ont une vocation plus transversale. Certains peuvent même ne pas porter la dénomination générique de CRITT. Certains disposent parfois de moyens lourds tels que laboratoires ou centres d'essais et portent alors plutôt l'appellation – qui est aussi un label – de "Centres Technologiques" ou "Centres Technologiques Régionaux".

Là où ils existent, les réseaux de conseillers technologiques (la dénomination peut varier d'une région à l'autre) jouent un rôle plus ou moins comparable à celui des CRITT et, bien souvent, complémentaire.

A titre d'illustration, on pourra se reporter à la liste des structures présentes ou ayant fonctionné en Région PACA et que nous avons déjà vue dans la section 3.1.2.

5.5. LES LYCEES TECHNIQUES :

Il convient de rendre justice à ces établissements auxquels on ne pense généralement pas assez lorsque l'on évoque le TdS. Pourtant, avec les équipements dont ils disposent parfois et le fait qu'ils sont très souvent en prise directe sur des entreprises et à leur écoute (en particulier beaucoup de PME/PMI), ils sont à même de jouer un rôle très utile dans l'accompagnement de certains TdS (appui pour la réalisation de prototypes en mécanique et en électronique et même – ceci est moins banal – aide à la mise au point d'un procédé de fabrication en chimie comme j'ai pu l'observer sur le terrain).

On rencontre dans un certain nombre de lycées professionnels des enseignants extrêmement motivés pour des opérations de coopération à trois (avec des chercheurs et une entreprise) et le seul problème est de réussir à les identifier et à les localiser. Dans ce cas, on peut s'adresser avec profit directement au proviseur de chaque établissement ou, si l'on souhaite avoir une vision d'ensemble, au rectorat de l'académie dans laquelle on se trouve. Parfois, la DRRT ou le bureau de l'ANVAR le plus proche disposent de bonnes informations sur les domaines de compétence et sur l'expérience acquise par tel ou tel lycée technique et peuvent donc être de bon conseil.

5.6. LA Commission Européenne :

La Commission (ex-Commission des Communautés Européennes ou CCE) a, entre autres objectifs, celui de favoriser les échanges trans-nationaux entre laboratoires de recherche et entreprises des différents pays membres de l'Union Européenne. Elle met régulièrement en place des programmes cadres de R&D (PCRD) qui ont une durée aujourd'hui de 5 ans. Les différentes Directions Générales de la Commission lancent régulièrement des appels d'offres dont les plus connus en matière de recherche sont ceux de la DG XII et de la DG XIII. Mais les autres DG ont parfois des programmes dans lesquels peut s'insérer une opération de transfert de technologie. En outre, la Commission dispose d'un programme spécifique (nommé VALUE dans les PCRD précédents) de valorisation transnationale de la recherche communautaire.

Certains programmes peuvent parfois impliquer des pays extérieurs à l'Union Européenne (pays de l'AELE notamment).

Tous les renseignements utiles peuvent être obtenus dans les divers bureaux d'information et autres Euro-info-centres disposés un peu partout en Europe ainsi que dans les nombreux relais d'information existants (Chambres de Commerce et d'Industrie par exemple). Un contact direct avec Bruxelles ou Luxembourg peut aussi s'avérer très productif.

5.7. LES CABINETS PRIVÉS :

Il existe également des initiatives privées en matière de TdS. Ce sont des cabinets conseils ou des entreprises dont on peut utiliser le savoir et le savoir-faire pour des études de marché ou de stratégie, la recherche de partenaires, la réponse à des appels d'offres, etc. Certains se font rémunérer au pourcentage de l'aide obtenue ; d'autres, après un droit d'entrée fixe (quelques dizaines de milliers de francs), demandent un montant forfaitaire en cas de succès. Il existe différentes aides permettant d'alléger les dépenses de l'entreprise souhaitant faire appel à ces prestataires de services : par exemple le FRAC (Fonds Régional d'Aide au Conseil) ou les aides de l'ANVAR. A titre illustratif, c'est plus de 10 % des crédits de l'ANVAR PACA qui ont servi à financer du conseil en 1992 (12,8 MF sur un total de 120,88 MF).

Certaines de ces structures privées se positionnent comme de véritables négociants en technologies. C'est ainsi que la société Innovation 128 publie annuellement un catalogue de technologies disponibles (le CATECH).

5.8. LE CAPITAL-RISQUE :

Les difficultés qu'il y avait traditionnellement en France, jusqu'à un passé très récent, à mobiliser du capital-risque ont fait couler beaucoup d'encre. La situation est heureusement en train d'évoluer rapidement et gageons que les obstacles qui persistent encore sauteront progressivement.

Un indice favorable est le fait que l'on commence à trouver des sociétés faisant du capital d'amorçage (traduction désormais acceptée de l'expression "seed capital") c'est-à-dire du capital permettant de faire fonctionner une entreprise dès sa naissance (et même durant la période qui précède sa création juridique proprement dite). Une autre nouveauté qui va également dans le bon sens est la création des FCPI (Fonds Communs de Placement d'Innovation) fin 1996.

Il ne faudrait pas conclure de tout ceci que le capital-risque est une panacée. En effet, la plupart des entreprises qui débutent n'ont pas forcément besoin de capitaux considérables et ces montants sont parfois trop faibles pour intéresser le capital-risque institutionnel ⁽⁸⁷⁾ d'autant plus que d'autres pratiques commencent à apparaître : on voit de plus en plus – c'est encore timide mais ceci constitue une véritable révolution culturelle – du capital de proximité se mobiliser à travers des réseaux sociaux plus ou moins informels (parents, amis, relations, clubs d'investisseurs ⁽⁸⁸⁾, etc.)(voir section 6.2.4. au chapitre suivant).

5.9. LES "BUSINESS ANGELS" :

Ce sont d'anciens chefs d'entreprises qui ont fait fortune en revendant leur société. Ils profitent de leur richesse pour aider de jeunes créateurs d'entreprise en prenant une part de capital – typiquement de 100 à 1000 kF mais on a pu voir jusqu'à 5 MF – et pour une durée d'environ 3 à 4 ans. Les "*business angels*" sont extrêmement sélectifs mais, lorsqu'ils ont décidé d'entrer dans une entreprise donnée, apportent, en plus de leur argent, un peu de leur temps et un savoir-faire éprouvé et servent parfois de caution morale pour le capital-risque traditionnel qui se laissera ainsi plus facilement entraîner dans l'aventure. Début 1998, on en compte environ une centaine en France contre 5600 en Grande-Bretagne par exemple et beaucoup plus encore aux Etats-Unis qui ont vu naître ce type d'initiative et de comportement. Ceci montre le chemin qui reste à parcourir si l'on souhaite que ce type de formule se développe dans notre pays. Pour en savoir plus, consulter le site Internet qu'ils ont réalisé : <http://clubbusinessangels.com>.

⁸⁷ A. BUCAILLE et B. COSTA de BEAUREGARD, PMI - Enjeux régionaux et internationaux, CPE-Economica, Paris, 1987, p.249.

⁸⁸ Dont certains affichent de fortes originalités ; par exemple les CIGALE (Clubs d'Investisseurs pour une Gestion Alternative et Locale de l'Épargne). On pourra consulter avec profit l'ouvrage Financements de proximité, 382 structures locales et nationales pour le financement de la création de petites entreprises en France, Série Dossiers pour un débat n°33, juin 1994, Fédération des Cigales et Fondation pour le Progrès de l'Homme, Paris.

6. ETUDE SUR LA CREATION D'ENTREPRISES PAR LES CHERCHEURS

Il est reconnu que la création d'entreprises de technologies avancées par des chercheurs est un moyen privilégié de lutter contre les méfaits de la crise industrielle car elle a un effet d'entraînement évident sur l'économie. Si cette formule marche très bien aux Etats-Unis, il est aussi de notoriété publique qu'elle a l'air d'être beaucoup moins efficace en France. Je me propose de montrer que cela est surtout dû à la quasi absence de données en la matière et je vais essayer de faire, dans ce chapitre, un large tour de la question.

En fait, depuis quelques années, on constate, dans notre pays, l'apparition de comportements nouveaux chez des chercheurs qui n'hésitent pas à participer à la création (et parfois au capital) d'une entreprise. Les études dans ce domaine sont extrêmement rares⁽⁸⁹⁾. Pour ma part, j'observe depuis 1982 l'évolution de la situation dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (en abrégé PACA). Ceci signifie que j'ai constitué et je tiens à jour un fichier d'entreprises créées par des chercheurs, que j'ai rencontré de nombreux acteurs (plus de 260 personnes) ayant joué un rôle dans ces créations et le contenu de ce chapitre est tiré de ces travaux.

Dans ce chapitre le mot chercheur possède un sens restrictif : il qualifie tout agent de l'Etat (chercheur, ingénieur, technicien, enseignant-chercheur, etc.) participant aux activités d'un laboratoire public de recherche. De même, dans le cas d'entreprises créées par plusieurs associés, le "créateur principal" est celui qui a joué le rôle moteur principal. Ce jugement contient évidemment une certaine part de subjectivité.

6.1. COMPOSITION DE L'ECHANTILLON :

J'ai recensé aujourd'hui plus d'une centaine d'entreprises créées par des chercheurs ou des anciens chercheurs et le fichier s'accroît régulièrement. Ce qui va suivre est tiré de l'étude des 83 d'entre elles dont j'ai une bonne connaissance personnelle, sur lesquelles je dispose d'informations significatives et que je m'efforce de suivre dans leur développement. Ce chiffre inclut 21 sociétés ayant cessé d'exister.

6.1.1. Forme juridique des entreprises retenues :

N'ont été retenues que les véritables entreprises, sociétés anonymes (SA) ou sociétés à responsabilité limitée (SARL) sauf 3 exceptions : 1 entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée (EURL), 1 Société Civile et 1 entreprise artisanale. Il s'agit de 3 cas très particuliers et il faut préciser que l'EURL et l'entreprise artisanale font partie des entreprises ayant disparu.

6.1.2. Rôle des chercheurs impliqués :

N'ont été retenues que des entreprises dont au moins l'un des actionnaires fondateurs est chercheur statutaire (c'est-à-dire occupe un poste) dans un organisme public de recherche ; c'est sur ce point que cette étude se différencie des travaux de Ph. MUSTAR qui prennent également en compte la création d'entreprises par des chercheurs non statutaires : chercheurs issus de l'industrie ou jeunes ayant été formés par la recherche. Quant au nombre total de chercheurs impliqués, dans les 83 entreprises de l'échantillon, a été identifiée parmi les actionnaires la présence d'au moins 162 chercheurs.

6.1.3. Zone géographique étudiée :

⁸⁹ Ph. MUSTAR, "Science et Innovation", CPE Economica, Paris, 1988. E. FLESIA et H. DOU, La création d'entreprise par les chercheurs : une donnée sociologique nouvelle en France, Politiques et Management Public, vol.12, n°2, 1994, p.115. On pourra se reporter à l'annexe 1 pour voir en quoi se distinguent les populations étudiées dans ces deux études.

Pour des raisons de facilité d'accès aux informations, n'ont été retenues que (i) des entreprises situées dans la région PACA ou (ii) des entreprises dont l'un des créateurs au moins est un chercheur rattaché (ou ayant été rattaché) à un laboratoire public de recherche situé dans la région PACA.

Sur les 83 entreprises étudiées :

- 74 sont situées dans la région PACA, à proximité du laboratoire-père (49 autour d'Aix-Marseille, 17 autour de Nice). Sur ces 70 sociétés, 3 sont issues de chercheurs rattachés à des laboratoires extérieurs à la région.
- 9 se sont installées à l'extérieur de la région PACA (3 autour de Paris, 2 autour de Lyon, 1 près de Nîmes, 1 près d'Orléans, 1 aux États-Unis et 1 au Maroc).

6.1.4. Laboratoires de quels organismes de recherche ?

A priori, de tout organisme public de recherche français. En pratique, à cause de mon profil de chercheur du CNRS et des réseaux relationnels auxquels j'appartiens, les laboratoires ayant le statut d'unité (propre ou associée) du CNRS y dominant largement : 63 cas sur 83. Sur ces 63 cas, 21 se rapportent à des unités propres (3 sur 21 à une unité sous double tutelle CNRS-INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale)). Ce point est simplement destiné à illustrer le fait que, contrairement aux idées reçues, même la recherche la plus fondamentale (telle que celle pratiquée au CNRS) est susceptible d'être à l'origine de la création d'entreprises nouvelles.

Ils sont suivis par des laboratoires universitaires (17 cas ; la région PACA possède 6 universités), ou appartenant à des écoles d'ingénieurs (1 cas) ou au CEA (Commissariat à l'Energie Atomique ; 2 cas). Dans les cas où le créateur principal dépend d'un autre organisme que le CNRS, une université, l'INSERM ou le CEA (par exemple l'INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et Automatique), Ecole des Mines de Paris, Ecole Polytechnique)), on rencontre presque toujours la présence d'un (ou plusieurs) autre chercheur rattaché à l'un des quatre organismes précédents. Je n'ai donc pas eu accès à des cas d'entreprises issues exclusivement de laboratoires placés sous la *tutelle unique* d'autres organismes.

6.2. PRESENTATION DES RESULTATS :

Cette étude portant sur 83 entreprises seulement, il ne convient pas de lui attribuer une valeur statistique qu'elle ne prétend pas avoir.

Le chiffre total de 83 – lui-même – doit être considéré comme simplement indicatif par défaut. C'est une limite inférieure dans la mesure où (i) certains chercheurs tiennent à ce que leur participation à de telles créations ne soit pas connue (nous en verrons plus loin les raisons) et (ii) certaines de ces sociétés possèdent des filiales qui n'ont pas été prises en compte (mais dont nous discuterons plus loin).

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 6.1. Le découpage entre les disciplines scientifiques ainsi que la nomenclature sont ceux du CNRS en 1992.

Tableau 6.1

Les 83 entreprises de la population classées en fonction de la discipline d'origine du créateur principal et de sa catégorie.

Catégorie du créateur principal	Discipline scientifique							Total
	PNC	SPM	SPI	SC	SDU	SDV	SHS	
CR		3 (0)	2 (2)		1 (1)	1 (0)		7 (3)
DR		1 (0)	5 (1)		2 (1)	4 (1)		12 (3)
Ing.	1 (0)		2 (1)		7 (2)	3 (1)	6 (1)	19 (5)
Tech.				1 (0)	2 (2)			3 (2)
Prof.			10 (1)	3 (0)	2 (1)	2 (0)	1 (0)	18 (2)
M.Conf.		2 (2)	4 (1)	4 (1)			1 (1)	11 (5)
Assist.						2 (0)		2 (0)
Ext.		1 (0)	3 (0)	2 (1)	1 (0)	4 (1)		11 (2)
Total	1 (0)	7 (2)	26 (6)	10 (2)	15 (7)	16 (3)	8 (2)	83 (22)

Légende : PNC (Physique nucléaire et corpusculaire), SPM (Sciences physiques et mathématiques), SPI (Sciences pour l'ingénieur), SC (Sciences chimiques), SDU (Sciences de l'univers), SDV (Sciences de la vie), SHS (Sciences de l'homme et de la société).

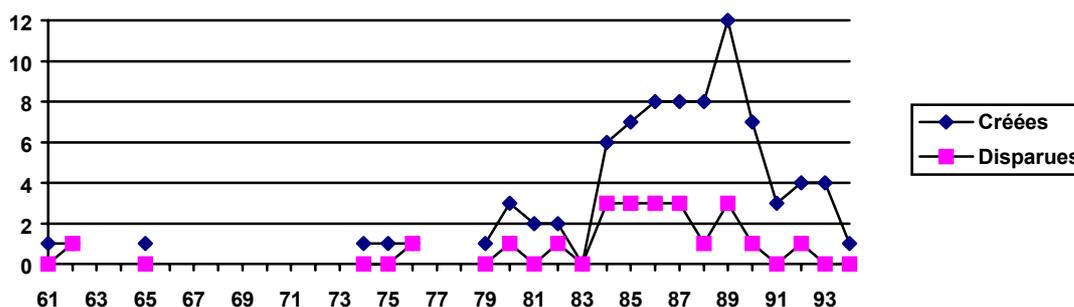
CR (Chargé de recherche), DR (Directeur de recherche), Ing. (Ingénieur), Tech. (Technicien), Prof. (Professeur), M.Conf. (Maître de conférence), Assist. (Assistant), Ext. (Extérieur).

8 (2) se lit : 8 entreprises recensées dont 2 ayant disparu.

Dans le cas où le créateur principal est une personne extérieure à la recherche nous avons affecté l'entreprise à la discipline du chercheur principal (c'est-à-dire celui dont le savoir-faire scientifique a joué le rôle le plus important et sur lequel l'entreprise a développé ses produits).

6.2.1. Evolution dans le temps :

Le graphique 6.1 représente le nombre annuel de créations ainsi que, pour chaque année, le nombre de ces entreprises qui ont disparu depuis.



Graphique 6.1 : Nombre annuel de créations recensées

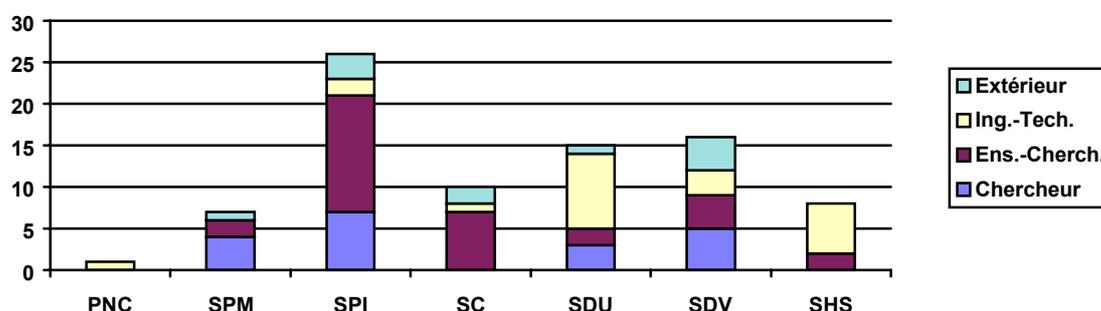
L'allure plate de la courbe entre 1961 et 1979 s'explique par la difficulté d'obtenir des informations sur des périodes trop anciennes (perte de la mémoire due au fait que – et ceux-ci ne sont que des exemples : le chercheur à l'origine de deux de ces entreprises était déjà décédé ; dans certains cas, des responsables d'entreprises ne savaient pas qu'un chercheur en avait été à l'origine). Il est donc possible qu'un certain nombre de sociétés créées dans cette période aient échappé au recensement mais probablement pas en nombre important car tout semble indiquer que l'implication de chercheurs dans des créations d'entreprises est un phénomène plutôt récent.

Il faut rester très prudents à cause du caractère partiel des données mais l'allure de la courbe après 1979 fait plutôt apparaître une tendance à l'augmentation. Pour les mêmes raisons, il ne faut pas attacher de signification particulière aux points relatifs aux années 1983 ou 1988. En revanche, la baisse pour les dernières années du graphique s'explique (i) par le fait que l'on ne peut pas disposer de l'information sur les créations en temps réel et (ii) par la crise économique actuelle qui est peu propice aux créations en général.

Cette augmentation reflète le changement qui s'est opéré dans les mentalités des chercheurs depuis une douzaine d'années avec une accélération depuis environ 1985. Il existe des raisons de penser que cette augmentation pourrait se confirmer dans l'avenir si des conditions économiques favorables se présentaient. En outre, on note au cours des entretiens individuels des signes montrant une différence d'approche et de comportements nette entre les "jeunes" chercheurs et les "vieux". La charnière étant constituée par les classes d'âge 1945-1950. Les "vieux" étant plutôt nés avant et les "jeunes" plutôt après (avec des modulations en fonction de la discipline scientifique, des traditions de l'organisme de recherche ou du laboratoire, etc.). A titre indicatif, j'ai eu l'occasion d'entendre, au moins à trois reprises, des jeunes chercheurs recrutés au CNRS depuis moins d'un an, m'exposer un projet de création d'entreprise basée sur leur savoir-faire.

6.2.2. Dans quelles disciplines scientifiques ?

Le graphique 6.2 reprend les données du tableau 6.1. Il représente la répartition des entreprises en fonction de la discipline scientifique. La catégorie professionnelle à laquelle appartient le créateur principal y apparaît sous forme simplifiée : chercheur, enseignant-chercheur, ingénieur et technicien ou extérieur.



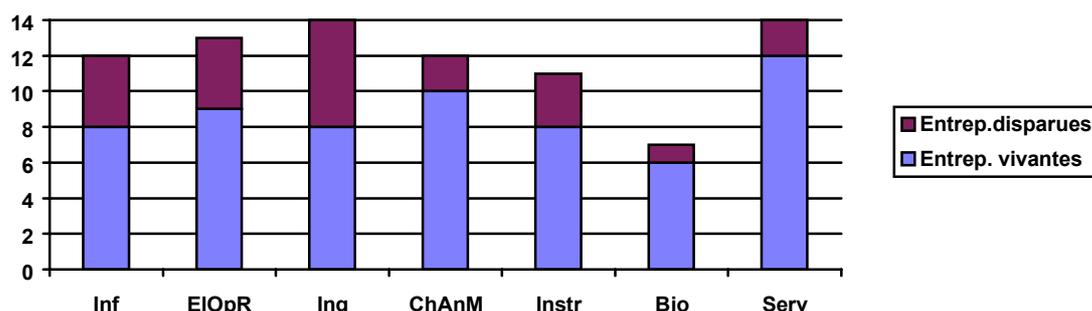
Graphique 6.2 : Discipline scientifique et catégorie d'origine du créateur principal

On constate qu'en Sciences de l'Univers et Sciences Humaines et Sociales la création d'entreprise est surtout le fait des ingénieurs (et accessoirement des techniciens). Cela ne doit pas surprendre : dans ces disciplines, le savoir-faire est le plus souvent entre les mains du personnel technique (informatique, traitement de données, de signaux ou d'images, conception mécanique, etc.).

Il est également utile de préciser que sur les 14 entreprises issues des sciences de l'univers 10 concernent l'astronomie/espace, 3 l'océanologie et 1 les sciences de la terre.

6.2.3. Domaine d'activité des entreprises créées :

Le graphique 6.3 représente la répartition des entreprises en fonction de leur secteur d'activité économique.



Graphique 6.3 : Secteur d'activité économique

Légende : Inf = informatique, intelligence artificielle ; EIOpR = électronique, optique, robotique ; Ing = ingénierie ; ChAnM = chimie, pharmacie, analyse, matériaux ; Instr = instrumentation ; Bio = biotechnologies, zootechnie ; Serv : services, formation.

On constate qu'elles se répartissent dans tous les domaines techniques. On en compte un peu moins en biotechnologies peut-être à cause du caractère plus récent des applications de ces sciences. La mortalité est très faible en biotechnologies et en chimie-analyses-matériaux, faible dans les services-formation. Elle est la plus forte en ingénierie et en informatique (la mauvaise position de ce dernier secteur d'activité n'est pas surprenante : rappelons qu'il est marqué, de façon générale, par un taux de renouvellement d'entreprises particulièrement élevé).

6.2.4. Composition de l'actionariat :

Il serait très intéressant de pouvoir analyser de façon précise la manière dont se sont regroupés les actionnaires des 83 entreprises suivies, quelles sont leurs origines, comment évolue le capital, etc. Malheureusement, ces données sont pour le moment trop fragmentaires. Aussi, nous nous contenterons de quelques éclairages sur les éléments les plus significatifs. C'est ainsi que le tableau 6.2 représente la distribution des entreprises étudiées en fonction de leur capital social.

Tableau 6.2

Distribution des 83 entreprises de notre population en fonction de leur capital (capital actuel pour les sociétés existantes et capital au moment de la disparition pour les autres).

Capital (kF)	Nombre d'entreprises		Total
	Existantes	Disparues	
Nul ou non disponible	4	3	7
≤50	10	4	14
50,1 à 100	8	2	10
100,1 à 250	13	5	18
250,1 à 500	2	1	3
500,1 à 1000	11	1	12
1001 à 2000	6	2	8
2001 à 3000	2	2	4
3001 à 5000	2	1	3
>5000	3	1	4
Total	61	22	83

Le problème des fonds propres est très fréquent dans la vie de ces entreprises. Elles démarrent souvent dans l'enthousiasme par mobilisation de capital de proximité (amis, collègues, parents, clubs d'investisseurs) jusqu'à atteindre les seuils légaux (50 000 francs pour une SARL ou 250 000 francs pour une SA). Il s'en suit, très souvent, une importante sous-capitalisation que l'entreprise essaiera de corriger par la suite jusqu'à ce qu'elle réussisse à atteindre des niveaux de plus grande crédibilité. Arrivée à ce stade, deux voies possibles : (i) croître, donc ouvrir le capital à des partenaires extérieurs (entreprises plus importantes, capital-risque, etc.) ou (ii) rester petit, donc entre soi (plus fréquent chez les sociétés de services).

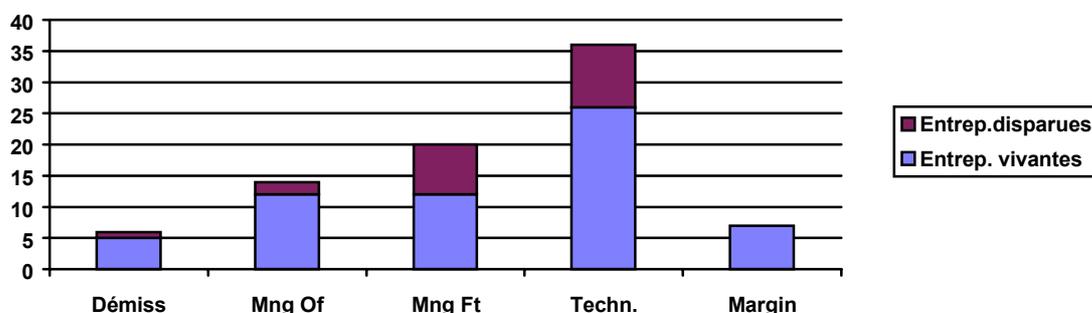
En ce qui concerne le nombre des associés, il est intéressant de noter que parmi les 8 sociétés ayant plus de 10 actionnaires, on en compte 1 qui en a 15, 2 qui en ont 14 et 1 qui s'était créée avec 10 actionnaires est passée à 30 un an après afin d'augmenter son capital. La plus originale a environ 70 actionnaires (dont une quinzaine de chercheurs). Enfin, 4 sociétés ont des chercheurs étrangers dans leur capital⁽⁹⁰⁾.

4 sociétés voient une partie de leur capital détenu par des sociétés étrangères (américaines dans 3 cas).

Il faut noter que, sur les 62 sociétés pour lesquelles on dispose de meilleures informations : dans 29 cas il s'agit d'un seul chercheur qui s'est associé avec un (ou plusieurs) partenaire extérieur ; dans 25 cas de plusieurs chercheurs provenant de plusieurs laboratoires (parfois de villes, de pays et d'organismes différents) ; et dans 8 cas seulement de plusieurs chercheurs du même laboratoire.

6.2.5. Fonction du chercheur principal :

Le graphique 6.4 représente la répartition des 83 entreprises de notre population selon les fonctions qu'y exerce le chercheur créateur principal.



Graphique 6.4 : Fonctions exercées par le chercheur créateur principal

Légende : Démiss = fonctions de direction (a démissionné de l'organisme de recherche) ; Mng Of = fonctions de direction officielles ; Mng Ft = fonctions de direction de fait (poursuit en parallèle ses activités normales de chercheur) ; Techn. = fonctions scientifiques et techniques ; Margin = rôle marginal dans l'entreprise.

Dans 20 cas, le chercheur principal est le dirigeant officiel de l'entreprise qu'il a créée. Soit, il a démissionné de son organisme de recherche (6 cas ; souvent après quelques années dans l'ombre pour permettre à l'entreprise de se consolider). Soit il est dans des positions administratives qui lui permettront de revenir dans ses fonctions antérieures s'il le souhaite (14 cas).

⁹⁰ Le nombre élevé d'actionnaires ne doit pas trop surprendre : la création d'entreprises est de plus en plus un phénomène d'équipe (voir A. BUCAILLE et B. COSTA de BEAUREGARD, PMI - Enjeux régionaux et internationaux, op. cit., p.247).

Dans 20 cas, il continue à exercer ses activités de recherche ou d'enseignement dans son laboratoire mais il joue un rôle majeur dans les prises de décision qui affectent la vie de l'entreprise (orientations stratégiques, évolution du capital, recrutements, etc.). Il en est donc l'un des dirigeants de fait même s'il ne fait pas partie officiellement des instances de direction de la société. Il faut noter que la mortalité est la plus élevée dans ce cas de figure.

Dans 36 cas, il a surtout des fonctions scientifiques et techniques entrant dans ses domaines de compétence (orientation scientifique, savoir-faire, expertises, conseils). Ce qui n'exclut pas, dans certaines sociétés ou accessoirement, des contributions plus importantes au niveau décisionnel.

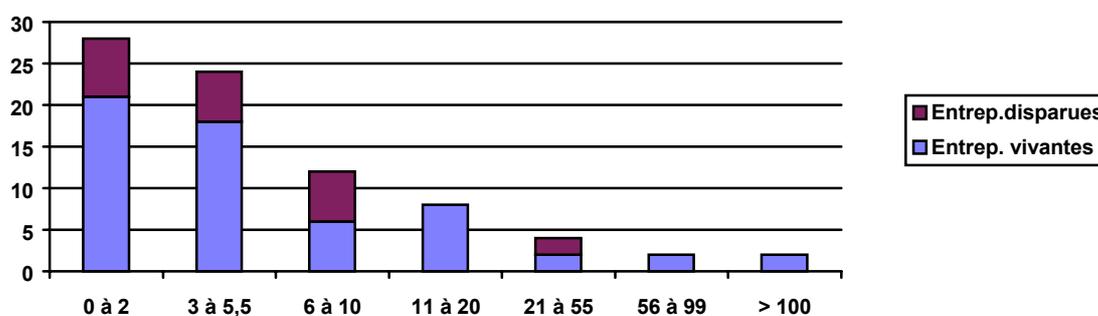
Dans 7 cas, son rôle est marginal dans la vie de l'entreprise. Il lui arrive d'intervenir ponctuellement à la demande des dirigeants de la société, en général sur des questions techniques (activité de veille scientifique).

6.2.6. Création d'emplois :

Le graphique 6.5 représente la répartition de 80 entreprises de notre population en fonction du nombre de leurs salariés pour un total de 1 076,5 emplois (fin 1994). Pour les entreprises ayant disparu, le nombre de salariés figure pour mémoire et était celui au moment de leur disparition.

Les données manquent pour trois entreprises (mais elles sont de taille modeste (<10 personnes). La moyenne sur les 80 restantes est donc de 13,2 salariés par entreprise. La somme des salariés des 22 entreprises disparues est de 155 (les deux plus grosses d'entre elles totalisaient 80 personnes).

L'échantillon est donc constitué de toutes petites PME. La plus importante d'entre elles a eu jusqu'à plus de 2000 personnes mais se retrouve aujourd'hui à 400 par suite de la vente de sa principale filiale à un groupe international.



Graphique 6.5 : Répartition selon le nombre de salariés

6.2.7. Induction d'activité économique :

Il est communément admis que la création d'un emploi industriel dans une entreprise crée, par induction, de l'activité économique à l'extérieur. Ce phénomène est difficile à chiffrer mais il convient de signaler un travail de recherche effectué par Jacques GARNIER en 1991 sur les entreprises de haute technologie du pays d'Aix. Il se trouve qu'un bon nombre des entreprises qu'il a étudiées font partie de notre population, ce qui montre l'influence qu'ont pu avoir ces entreprises sur le tissu industriel de toute une région allant de Manosque à Marseille ⁽⁹¹⁾.

⁹¹ On pourra se reporter à l'annexe 2 pour voir comment les entreprises étudiées par GARNIER se relient à notre propre population d'entreprises créées par les chercheurs.

Une autre manière d'apprécier comment des entreprises peuvent induire de l'activité économique est de regarder celles qui créent des filiales. Selon ce critère, il faut signaler que sur les 83 entreprises étudiées, 9 possèdent une ou plusieurs filiales.

La première est devenue un groupe important ayant au moins 3 filiales en France (sa quatrième a été vendue récemment à un groupe international). Une autre (elle-même filiale d'une université) possède à son tour 6 filiales (qui totalisent environ 40 salariés). Une autre a 5 filiales (12 salariés). Une autre en a 3 (dont une aux Etats-Unis). Une autre a transféré sa fabrication aux Etats-Unis et n'a plus en France qu'une filiale commerciale. Sur les 4 dernières (qui en ont 1 chacune), une a racheté une entreprise et une autre a créé une filiale en Italie.

6.2.8. Que deviennent les entreprises qui disparaissent ?

Sur 18 entreprises parmi celles ayant disparu, 11 ont vu leur activité être reprise par une autre société : rachat d'une partie de l'actif s'accompagnant de la reprise d'une partie des salariés et donc du savoir-faire (5 cas), récupération du projet (5 cas) ou du produit (1 cas ; en informatique). Donc, même dans le cas où ces entreprises disparaissent, on peut affirmer que le bilan économique global reste néanmoins positif.

6.3. POURQUOI DES CHERCHEURS CREENT-ILS DES ENTREPRISES ?

6.3.1. Les motivations des chercheurs créateurs d'entreprise :

Les éléments ci-après ont été tirés des entretiens avec les chercheurs impliqués dans des créations d'entreprises. Ils sont classés dans un ordre arbitraire et n'ont pas d'autre ambition que de refléter les motivations qui ont été exprimées le plus fréquemment. Ils interviennent souvent de manière coopérative ou antagoniste.

- **L'argent** : cette préoccupation reste certainement toujours présente en filigrane mais il est encore, en France, relativement difficile d'aborder librement ce sujet avec tout le monde. Quelques chercheurs avouent que les perspectives de gagner de l'argent ont joué un certain rôle dans leur décision mais la plus grande partie d'entre eux considèrent que leur motivation principale est ailleurs. Blocage ou pas, le chercheur est pourtant amené à parler d'argent, notamment avec ses associés, au moment de la constitution de la société. Un effet pervers de ce tabou se retrouve sans doute (sans en être la cause unique) dans la sous-capitalisation relativement très générale avec laquelle ce type d'entreprise démarre ses activités. Cette situation s'améliore lorsque le chercheur est associé avec des partenaires qui ont déjà une certaine pratique des milieux économiques.
- **L'idéal** : cette motivation est présente de manière plus apparente et peut-être plus fréquente chez les chercheurs que chez les non-chercheurs. Ils y font, en tous cas, plus souvent appel pour expliquer leurs motivations. Une expression qui revient souvent est : "participer à la création de richesses et/ou d'emplois". Un certain nombre d'emplois ainsi créés étant d'ailleurs occupés par des anciens thésards élèves du chercheur. Chez certains, créer une petite entreprise est aussi un acte de foi en une forme d'entreprise plus humaine (ou humaniste ?) que celle des grands groupes industriels (ce sont les partisans du "small is beautiful").
- **Le jeu** : l'aspect ludique attaché à certains actes de la création d'une entreprise (recherche de partenaires complémentaires, de financements, ou simple défi intellectuel) apparaît chez un certain nombre de chercheurs participant au capital, mais plus rarement chez le leader du projet. Celui-ci, manifestement, s'investit plutôt dans d'autres affects.
- **Le moyen de tourner certaines difficultés (vraies ou perçues comme telles) dans la vie quotidienne au laboratoire** : Comment se procurer et gérer des ressources financières

supplémentaires à une époque où les dotations budgétaires sont insuffisantes ? Comment payer des étudiants ou des thésards en évitant des contraintes administratives ? Comment échapper aux lourdeurs et lenteurs de l'administration à qui on reproche d'être inefficace (remboursements de missions sur la base des frais réellement engagés, paiement plus rapide des factures des fournisseurs, etc.) ?

- **Le moyen de conserver la maîtrise de la valorisation de ses propres recherches :** penser que l'on va valoriser au moins aussi bien que sa propre administration. Ceux ayant un certain goût du pouvoir pensent qu'ils "pourront mieux s'exprimer dans une structure privée qu'au sein de la pesante machine administrative briseuse d'initiatives".
- **Le mauvais souvenir d'une opération de valorisation antérieure qui a mal réussi (la sienne ou celle d'un autre) :** on accuse en général l'incapacité des opérateurs officiels de l'époque (ANVAR, Direction de la Valorisation et des Applications de la Recherche du CNRS, Direction du laboratoire, administration, etc.) de ne pas avoir fait leur travail, de l'avoir mal fait, ou de ne pas savoir le faire.

6.3.2. Le rôle de l'environnement :

Les stimuli auxquels est soumis le chercheur jouent sans conteste un rôle important dans l'élaboration de sa décision. Tout en remarquant que la sensibilité des chercheurs aux divers stimuli possibles varie fortement de l'un à l'autre on peut essayer d'en faire une typologie, probablement assez sommaire et susceptible d'évoluer dans le futur :

- **L'attente du corps social :** la recherche se doit, désormais, de contribuer au bien-être général. La collectivité lui réclame des solutions à ses problèmes (ou à ses interrogations). L'un des paradoxes français est certainement que l'arrivée de la gauche au pouvoir en 1981 a réussi (peut-être involontairement mais nous ne verserons pas, ici, dans la psychanalyse) à "décoincer" les chercheurs vis-à-vis de l'entreprise et des réalités économiques. Les slogans de mai 68 ont été balayés de manière tranquille. La recherche se devait de contribuer à la création d'activités économiques. Les pouvoirs publics ont grandement poussé dans ce sens : l'Etat, à partir notamment du Colloque national de la recherche et de la technologie en 1981 ; par la suite, les collectivités territoriales (d'abord les Régions, puis d'autres) investies de nouvelles missions en matière de développement économique. Sans oublier l'Union Européenne (ex CEE) et son bras séculier, la Commission des Communautés Européennes. L'esprit d'entreprise a germé chez certains chercheurs convertis au culte de "l'entreprise créatrice de richesses".
- **L'air du temps :** l'idée que le produit est une retombée naturelle de la recherche, la circulation accélérée de l'information, un brassage social accru accompagnant un certain décloisonnement de la société, le rôle catalyseur des médias, des effets de mode, la présence, à proximité, d'autres sociétés créées par des chercheurs, le souci des entreprises existantes d'externaliser une partie de leur R & D permettent au chercheur de baigner dans un environnement plus propice que par le passé à l'éclosion d'entreprises nouvelles.
- **Le blocage des carrières :** le vieillissement du corps des chercheurs dans les organismes de recherche fait que certains d'entre eux (y compris des jeunes) se sentent assez frustrés par des perspectives de carrière relativement bouchées. Les stimuli divers vont trouver en eux des terrains favorables déclenchant, parfois, l'envie d'entreprendre. Les plus jeunes étant sans doute psychologiquement moins inhibés que leurs aînés, cet effet pouvant causer des fractures entre les générations parfois au sein d'un même laboratoire.

6.4. LES PROBLEMES :

6.4.1. Les problèmes déontologiques et éthiques :

Lorsque, au sein d'un laboratoire ou d'une équipe de recherche, un ou plusieurs chercheurs participent à la création d'une entreprise, l'un des problèmes qui se posent est celui de l'appropriation, par quelques-uns, des résultats :

- 1) de la recherche publique de la nation ;
- 2) du travail plus ou moins collectif de leur équipe ou de leur laboratoire.

La question qui se pose peut être reformulée de la façon suivante : à qui appartiennent, en droit et en fait, les résultats de la recherche publique ?

- La réponse paraît évidente : à la collectivité, c'est-à-dire à tout le monde. C'est exact mais il faut préciser. La collectivité va bien sûr profiter un jour de ces résultats (on peut l'espérer) mais après qu'ils auront été validés, testés, mis sur le marché et exploités par des intermédiaires. Parmi ces intermédiaires on compte naturellement les organismes de recherche auxquels la collectivité a délégué ses pouvoirs en la matière (le droit du travail précise que la propriété d'une innovation faite par un salarié appartient à son employeur – sauf s'il s'agit d'une innovation sans rapport avec l'emploi occupé ou si elle a été réalisée pour le compte d'un tiers). Parmi ces intermédiaires on compte aussi des entreprises qui vont devoir, au passage, s'approprier ces résultats (sans quoi, il n'y aurait pas véritablement transfert de technologie).
- Une autre réponse possible est : au chercheur. C'est le régime de la propriété intellectuelle et de son corollaire, le droit d'auteur (qui s'applique aux oeuvres de l'esprit, livres, oeuvres artistiques, logiciels). Dans le cas des livres, les choses sont simples : lorsqu'un chercheur publie un ouvrage, il empoche les droits d'auteur correspondants. Dans le cas des logiciels, les choses se compliquent : quand il réalise un logiciel dans le cadre de ses activités professionnelles, la propriété intellectuelle lui appartient mais la propriété industrielle appartient à son employeur. Mais la complexité ne s'arrête pas là car lorsqu'on parle du chercheur, il existe une ambiguïté supplémentaire. S'agit-il du chercheur, des chercheurs, de quels chercheurs ? Nous connaissons tous le caractère souvent collectif de la recherche, des découvertes et des innovations. Que se passe-t-il dans le cas d'équipes comportant des chercheurs de plusieurs nationalités régis par des droits – voire des us et coutumes – divers ? Les conflits qui en résultent parfois peuvent être virulents (cf. la polémique Montagnier/Gallo au sujet du HIV).
- Mais dans la réalité les situations sont souvent encore plus complexes : prenons une innovation qui voit le jour dans le cadre d'un contrat entre un laboratoire et un partenaire extérieur, souvent un industriel. Dans ce cas, il faut se référer aux termes du contrat qui spécifiera le plus souvent (encore faut-il, que le contrat soit bien explicite sur ce point !) qu'elle appartient à ce dernier. Le principe n'est pas choquant mais les choses ne sont pas si simples et la situation peut être dangereuse. En effet, on connaît pas mal d'innovations qui ont été inexploitées, enterrées, bradées ou simplement mal gérées, par des industriels.
- Par-dessus le marché, bon nombre d'industriels considèrent que, puisqu'ils paient des impôts, ils devraient pouvoir puiser gratuitement (ou à bon prix) dans les résultats de la recherche de la nation.

6.4.2. Les problèmes juridiques et réglementaires :

En France, le chercheur est généralement agent de l'Etat ou fonctionnaire et est soumis notamment aux dispositions de la loi n° 83 634 du 13 juillet 1983, qui stipule (article 25, alinéa 2) :

"Les fonctionnaires ne peuvent prendre, par eux-mêmes ou par personnes interposées, dans une entreprise soumise au contrôle de l'administration à laquelle ils appartiennent ou en relation avec cette dernière, des intérêts de nature à compromettre leur indépendance."

Les chercheurs ne jouissent donc pas, en matière de création d'entreprise, d'une liberté totale. Un certain nombre de restrictions continuent d'ailleurs à s'appliquer pendant une période de cinq ans après que le fonctionnaire ait quitté la fonction publique (article 175-1 du code pénal). Il est à remarquer que ceci n'empêche nullement la pratique du pantouflage sur lequel nous ne porterons, ici, aucun jugement de valeur.

Or, si la loi est la même pour tous, elle peut donner lieu à diverses interprétations. Ainsi, les dispositions adoptées par les différents organismes de recherche ne sont pas toujours identiques :

- **Les universités ont des positions assez libérales** : sans entrer dans un débat sur l'autonomie réelle ou supposée des universités françaises, il faut constater que ces dernières ont tendance à prendre des initiatives diverses et originales en matière de création d'entreprises. Il existait en France, fin 1989, trente-et-une filiales directes d'universités ⁽⁹²⁾. Dans certaines, une part du capital appartient à des personnels des laboratoires. Il est à noter que la loi impose à l'université de détenir au moins 20 % du capital au moment de la création ⁽⁹³⁾. Ce pourcentage pouvant, par la suite, diminuer à l'occasion, notamment, d'une (ou plusieurs) augmentation du capital de la société. Parmi les exemples les plus connus :
 - Lyon I et sa filiale Ezus
 - Bordeaux II et sa filiale OVI
 - Compiègne et sa filiale CSI
 - Aix-Marseille III et sa filiale Cervac (absorbée par le groupe SGS Qualitest en 1995)
 - Paris VI et sa filiale Ichor (dépôt de bilan en 1995)
- **L'INRIA avait une position libérale** : il dispose de quatre filiales et au moins quinze entreprises non filiales ont été créées par ses propres chercheurs. Il a encouragé cette pratique qui aboutit parfois au départ du (ou des) chercheur concerné. Sa position est devenue plus restrictive depuis 1990.
- **Le CNRS a une position plus timorée** : il a abandonné de fait (malgré la création, en 1992, de FIST SA avec d'autres partenaires dont l'ANVAR – Agence Nationale de Valorisation de la Recherche) sa politique de création de filiales. L'efficacité de sa politique de valorisation a été critiquée ⁽⁹⁴⁾. Il est le plus souvent réticent à traiter avec une entreprise créée par ses chercheurs. Il essaie de promouvoir – avec un succès assez faible – des formules telles que la mise en disponibilité pour création d'entreprise ainsi que la mise à disposition auprès de l'ANVAR pour création d'entreprise.
- **Les écoles d'ingénieurs ou assimilés** : certaines d'entre elles ont lancé ou accepté des initiatives intéressantes :
 - l'Ecole Centrale avec Centrale Recherche SA
 - l'Ecole des Mines de Paris avec Armines et Transvalor
 - l'INSA de Lyon avec Insavalor
 - l'INP de Toulouse avec Midivaleur
 - l'Ecole Polytechnique avec X-Recherche Service
 - l'ENS de Physique de Marseille avec Inoptic

⁹² D. CHASTENET, B. REVERDY et E. BRUNAT, Les interfaces universités-entreprises, ANCE et DATAR, Paris, 1990, p.49.

⁹³ Décret n° 85-1298 du 4 décembre 1985 fixant les conditions dans lesquelles les établissements publics à caractère scientifique, culturel et professionnel peuvent prendre des participations et créer des filiales, J.O. du 10 décembre.

⁹⁴ C'est de notoriété publique. Voir par exemple le "cahier gris" (résumé du rapport d'audit) sur la fonction de valorisation au CNRS, CNRS, Paris, 1990.

6.4.3. Les pratiques et les comportements des chercheurs :

L'ensemble des implications éthiques, juridiques et réglementaires est source d'ambiguïtés qui expliquent la méfiance observée chez bon nombre de chercheurs qui préfèrent que l'on ne fasse pas trop de publicité autour de leur expérience. Leurs attitudes sont très diverses. Elles traduisent des différences individuelles ou/et de l'environnement. On trouve :

- **Ceux qui osent parler :** leur cas est souvent sur la place publique. Ils en parlent assez librement et ont plutôt bonne conscience : celle du devoir accompli (ils participent à la création d'emplois, de richesses et de technologies nouvelles). Ceux dont les affaires marchent suffisamment bien, arrivent à admettre qu'ils en tirent des gratifications financières, de leur point de vue, juste retour de leur travail. Leur montant est presque toujours qualifié de raisonnable. Parmi ceux qui osent parler on rencontre beaucoup d'universitaires. Dans 4 cas sur 79, une convention (prenant éventuellement la suite d'accords oraux antérieurs) lie l'université et la société.
- **Ceux qui se méfient :** ils demandent la discrétion. Il est cependant très rare d'en trouver qui aient mauvaise conscience. La confidentialité demandée est rarement absolue. Elle peut l'être lorsque le chercheur impliqué admet être membre des instances de direction de la société (administrateur par exemple) et qu'il sait que c'est illégal. La méfiance a tendance à augmenter depuis quelques années à la suite de tracasseries dont quelques chercheurs se sont sentis victimes. Parmi eux, beaucoup d'agents du CNRS et, de façon plus générale, les chercheurs en sciences humaines et sociales.
- **Ceux qui utilisent des "écrans" masquant leur participation :** un parent, une société civile, une société en participation occulte⁽⁹⁵⁾, une association selon la loi de 1901, etc. La liste n'est probablement pas exhaustive. Par ailleurs, un certain nombre des entreprises étudiées sont dotées d'un conseil scientifique (qui n'est pas *stricto sensu* une instance de direction de la société) auquel appartiennent naturellement les chercheurs impliqués dans l'opération (qu'ils soient, d'ailleurs, actionnaires ou non). On nous a également rapporté l'existence de sociétés montées à l'étranger, ce que nous n'avons vérifié qu'une seule fois (Maroc, cas très spécial).
- **Ceux qui sont dans l'illégalité :** nous ne l'avons vu que dans 4 cas. La participation d'un fonctionnaire aux instances de direction d'une société privée est interdite à moins que le fonctionnaire ne soit mandaté par l'Etat. A fortiori, un fonctionnaire ne peut en être le dirigeant en titre (gérant d'une SARL ou PDG d'une SA). Tous ne connaissent pas ces dispositions et certains se placent parfois dans ce type de situation illégale sans le savoir. D'autres, au contraire, le font en toute conscience et expliquent leur comportement en disant "que c'était le seul moyen de permettre à la société de voir le jour" et qu'ils "régulariseront leur situation dès que possible".

6.4.4. Les contradictions :

Les difficultés ci-dessus traduisent en fait un certain nombre de contradictions dans le paradigme de la valorisation de la recherche. Il n'est sans doute pas facile d'apporter des réponses définitives mais on peut cependant essayer de formuler (ou reformuler) quelques questions qui n'ont pas toujours des réponses simples. Elles peuvent constituer autant de pistes de réflexion possibles :

- A qui appartiennent (en droit et en fait) les résultats de la recherche publique : à l'Etat, à celui qui finance la recherche (parfois un industriel), au chercheur ? Dans la mesure où le dépôt de brevets coûte cher, qui doit assumer ces dépenses ? L'organisme de recherche en a-t-il toujours les moyens ? Et sait-il le faire efficacement ?

⁹⁵ F. DE LONGEVIALLE, La vérité sur les sociétés occultes, Le Revenu Français, n°219, janvier 1989.

- Un organisme de recherche fondamentale, tributaire des règles de la fonction et de la comptabilité publiques, peut-il avoir une politique de valorisation efficace dans un contexte scientifique, technique et économique mouvant et qui exige, de plus en plus, des décisions rapides ? En a-t-il les moyens ?
- Les grands groupes industriels français se sont trouvés en position d'être les premiers bénéficiaires des résultats de la recherche publique du pays. Ils ont cependant laissé passer un certain nombre d'opportunités ⁽⁹⁶⁾. Ne faudrait-il pas mettre en place de nouveaux circuits permettant d'éviter que ce type de mésaventure ne se multiplie ? Les PME/PMI existantes sont-elles à même de pouvoir jouer ce rôle ?
- Les entreprises utilisent de plus en plus de chercheurs comme consultants. Il est largement admis que cette forme de transfert de savoir-faire est extrêmement efficace et souhaitable ⁽⁹⁷⁾ et ceci dans tous les pays. La consultance est donc largement encouragée par bon nombre d'organismes de recherche. Il a été montré, aux Etats-Unis, que les considérations bassement pécuniaires n'étaient pas forcément l'élément de motivation le plus important ⁽⁹⁸⁾. La consultance procure pourtant aux chercheurs qui s'y adonnent des gains parfois substantiels avec moins de soucis et de risques qu'en créant une entreprise. Dans la mesure où elle est encouragée, pourquoi n'encourage-t-on pas la création d'entreprise de manière plus volontariste ?

6.4.5. Comparaison avec les pratiques américaines :

Parler des pratiques américaines en matière de création d'entreprises par les chercheurs n'est pas inutile dans la mesure où l'on y rencontre sans doute les plus beaux exemples de créations d'entreprises de haute technologie à partir de la recherche universitaire. Certes, les chercheurs (et les universitaires) américains ne sont pas des fonctionnaires et le système est, contrairement au nôtre, globalement très pragmatique. Il semble également acquis que ce modèle ne puisse pas être transposé, tel quel, à la France ; cependant, pouvoir faire quelques observations sur les pratiques aux Etats-Unis me paraît indispensable.

Le succès des transferts recherche/industrie aux Etats-Unis n'est pas surprenant ⁽⁹⁹⁾. Pendant des années, les universités américaines ont poussé leurs enseignants vers les affaires en :

- créant des incubateurs d'entreprises ;
- mettant en place des fonds de capital-risque ;
- accordant parfois à leurs enseignants des décharges (de cours ou d'autres obligations envers l'université).

Cette situation a conduit ça et là à des conflits. Certains se sont vus accusés (parfois à juste titre) d'avoir "détourné" des moyens appartenant à l'université. Mais il est à remarquer que – en l'absence de malversations – la notion d'abus n'apparaît pas. Ainsi, Herbert W. Boyer, professeur à l'université de Californie à San Francisco et co-fondateur de Genentech Inc., a été "évalué" un moment à 80 millions de dollars en actions. Personne n'a trouvé cela immoral, anormal ou excessif.

Cependant, peu à peu, un consensus semble se dégager en faveur d'un accroissement de la transparence avec des modalités variables d'une université à l'autre ⁽¹⁰⁰⁾, ce qui traduit, au

⁹⁶ Voir par exemple : P. COHENDET et A. LEBEAU, Choix stratégiques et grands programmes civils, CPE Economica, Paris, 1987.

⁹⁷ D. REBNE, Faculty Consulting and Scientific Knowledge ; A Traditional University-Industry Linkage, Educational Administration Quarterly, vol.25, n°4, November 1989, p.338.

⁹⁸ R. BOGLER, The Funding Preferences of University Researchers, Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, March 27-31, 1989.

⁹⁹ Voir par exemple : J. BODELLE et G. NICOLAON, Les universités américaines, Tech & Doc Lavoisier, p.191, 1985.

passage, la – réelle – autonomie de ces dernières. Ainsi, l'université de Harvard ou celle de Stanford qui demandent à leur personnel de déclarer les activités auxquelles ils se livrent à l'extérieur. Ou encore, l'université d'Illinois qui demande aux siens (depuis l'automne 1989) de déclarer leurs consultances, les activités de management auxquelles ils se livrent à l'extérieur ainsi que les parts de sociétés qu'ils détiennent (sauf si elles sont inférieures à 7,5 %).

6.5. FRAGILITES ET DEFAILLANCES DE CES ENTREPRISES :

Parmi les 83 entreprises que nous avons étudiées, 21 ont disparu. Ceci nous a conduits à essayer d'identifier des fragilités et causes de défaillances propres à ce type de sociétés.

Il faut d'abord remarquer que créer une entreprise dans le domaine des hautes technologies, "c'est être en avance d'une idée, mais en retard sur tout le reste : expérience, mise au point, notoriété, points d'appuis commerciaux, service après vente, etc..." ⁽¹⁰¹⁾.

Ensuite, il est évident que les métiers de chercheur et de responsable d'entreprise (que ce soit de patron en titre ou à un autre niveau décisionnel) sont complètement différents. Remarquons, par exemple, que si le doute est une qualité essentielle du chercheur, il a peu de place dans la psychologie du chef d'entreprise. En outre, très peu de chercheurs ont reçu une formation dans les domaines suivants :

- administratif et juridique (montage de la société, propriété industrielle...),
- financier et comptable,
- gestion,
- relations humaines,
- marketing,
- commercial,

qui sont essentiels de la vie d'une entreprise.

Ce manque de formation n'a réellement d'importance que si le chercheur entend rester le porteur du projet et en conserver la maîtrise jusqu'au bout (cas du chercheur créant "son" entreprise). Dans ce cas, si le chercheur ne pallie pas rapidement à ses insuffisances, l'échec est presque garanti.

A ce stade, il est bon de remarquer que tous les chercheurs (même ceux ayant participé à la création d'une entreprise) n'ont pas vocation à devenir chefs d'entreprise. D'ailleurs, si tel était le cas, cela se saurait ! Toute la problématique se résume donc à l'art et la manière de faire prendre conscience au chercheur de la nature des véritables problèmes et des solutions envisageables. La pire des approches consisterait à dire que puisque le chercheur n'a pas les qualités pour faire un bon chef d'entreprise il convient de l'écarter, le plus tôt possible, du processus de valorisation pour le confier à d'autres. Certes, il est plus raisonnable que le management de l'opération soit confié à quelqu'un de compétent mais ne pas associer très étroitement – selon des modalités à trouver au cas par cas – le chercheur aux décisions reste l'une des manières les plus sûres de tuer le projet dans l'œuf.

Gardant bien présentes les remarques préliminaires ci-dessus, on peut essayer de faire une typologie sommaire (et susceptible d'évoluer dans le futur) des raisons de la défaillance des entreprises créées par des chercheurs :

¹⁰⁰ J. BOURKE, The New Classified Research. Corporate Sponsored Biomedical Research and the Reign of Secrecy at Harvard University. A Harvard Watch Report, Harvard Watch, Cambridge (USA), November 16, 1988. J. FLYNN SILER, J. CAREY, et R. BRANDT, Million-dollar professors: should the ivory tower be a gold mine? Business Week, August 1989, p.50.

¹⁰¹ A. BUCAILLE et B. COSTA de BEAUREGARD, PMI - Enjeux régionaux et internationaux, op. cit., p.251.

- **Sous-capitalisation** : comme nous l'avons vu, elle est extrêmement répandue et quasi chronique. Conséquences : lenteur au démarrage et lors de la croissance initiale ; si ce problème n'est pas corrigé rapidement par arrivée de nouveau capital ou/et dégageant rapide de valeur ajoutée et de profits, risque de dépôt de bilan.
- **Erreurs ou fautes de gestion** : comme nous l'avons vu, les chercheurs ne sont pas formés à la gestion d'entreprises. Nous avons pu voir aussi des plans d'entreprise irréalistes ou non respectés (dérapages de calendrier). Les plus lucides ou motivés acquièrent une formation complémentaire dans ces disciplines ou s'entourent d'associés ou de collaborateurs disposant de ces compétences. On peut rattacher à ce paragraphe quelques cas (rares) d'escroquerie (où le chercheur a pu être victime ou coupable).
- **Carences au plan commercial** : ici aussi, les carences des chercheurs sur le plan commercial et marketing sont en cause. Beaucoup de chercheurs restent fréquemment enfermés dans une logique d'offre au lieu d'être à l'écoute de la demande du marché, de son évolution et de ce que fait la concurrence. Souvent, un excès de perfectionnisme technique qui pousse le créateur à améliorer, à peaufiner inlassablement "son bébé" alors que celui-ci est peut-être déjà viable (éventuellement sur un marché différent de celui que le créateur avait imaginé initialement, ce qui illustre l'importance de savoir toujours conserver un regard "latéral") vient encore aggraver cet effet de déconnexion par rapport aux besoins réels du marché (il vaudrait d'ailleurs mieux dire ici au pluriel : "des marchés possibles").
- **Conflits internes** : avec de multiples causes possibles (par exemple, divergences de vues sur la stratégie) et renforcés par l'émiettement du capital. C'est parfois un moindre mal qui peut se solder par le départ d'un (ou plusieurs) associé qui parfois, va participer à une autre création d'entreprise par essaimage (éventuellement, avec d'autres partenaires et éventuellement plus ou moins concurrente de la première).
- **Psychologie des chercheurs** : certaines fragilités sont dues à des traits psychologiques propres aux chercheurs : illusion de savoir tout faire tout seul, difficultés à s'entourer de compétences complémentaires et à déléguer le pouvoir, attachement excessif à sa technologie (surinvestissement affectif ou ce que l'on pourrait appeler "syndrome du cordon ombilical"), aveuglement qui le poussera à poursuivre une technologie parce qu'elle est satisfaisante pour l'esprit plutôt que d'adapter son savoir-faire aux besoins du marché, perfectionnisme excessif. Ici encore, ceux qui savent s'entourer pourront pallier à ces difficultés.
- **Manque de motivation** : dans un petit nombre de cas l'équipe de créateurs ne comportait pas d'individu suffisamment motivé pour continuer et l'entreprise, après avoir vendu ses produits et/ou son savoir-faire a cessé ses activités (en général avec des pertes nulles ou insignifiantes ou même un profit lorsque l'entreprise a pu être vendue convenablement à un repreneur).

Un certain nombre des difficultés ci-dessus peuvent être fortement estompées si l'entreprise a pu bénéficier d'un environnement coopératif : incubation et démarrage dans une pépinière d'entreprise, aides multiples par des structures appropriées (chambres de commerce, centres de transfert ou de développement technologiques, conseillers technologiques, etc.).

6.6. ROLE DES PEPINIÈRES D'ENTREPRISES :

Une pépinière ⁽¹⁰²⁾ d'entreprises est un lieu destiné à accueillir des porteurs de projets de création d'entreprise et à héberger un certain temps ces entreprises après leur création. Ce lieu

¹⁰² Nous réserverons l'appellation "incubateur d'entreprises" à un lieu qui n'accueille des projets que dans la phase de maturation qui précède la création proprement dite.

est organisé de manière à offrir un environnement le plus favorable possible sur les plans matériel (locaux adaptés, loyer avantageux, matériel bureautique et secrétariat en temps partagé, accès à divers services, etc.) et immatériel (accès à de l'information, à des réseaux, à des formations spécifiques, aux aides publiques, etc.). Cet environnement a pour but de faciliter au maximum le travail des créateurs en les déchargeant de nombreuses tâches qui risqueraient de disperser inutilement leurs énergies. L'objectif est de donner aux projets les meilleures chances de succès et aux entreprises résultantes le maximum d'atouts pour réussir.

Les enjeux de l'opération sont tels que les collectivités territoriales s'investissent souvent dans la création puis dans le soutien de ces structures qu'elles aident de diverses manières (construction, dotations d'équipement et/ou de fonctionnement, participation à la sélection et au suivi des projets, etc.). Certaines pépinières se spécialisent plus ou moins (dans les technologies avancées par exemple), d'autres restent généralistes ; certaines sont plus industrielles, d'autres plus commerciales ; etc.

Les pépinières sont un outil qui peut s'avérer très puissant. Sur les 83 entreprises de la population (et dont 21 ont disparu), 8 sont passées par la pépinière de l'IMT (Institut Méditerranéen de Technologie) à Marseille et sont toujours en vie ⁽¹⁰³⁾. Bien qu'il ne faille pas attacher à ces ratios une trop grande signification statistique, ils semblent néanmoins indiquer qu'une pépinière peut sans doute accroître de manière déterminante les chances de survie des entreprises qui y sont passées.

En effet, lorsque ces pépinières sont situées à proximité des laboratoires publics de recherche et en prise directe sur ces derniers, elles constituent un cadre privilégié où les technologies en émergence pourront trouver un début de validation et acquérir un peu plus de crédibilité industrielle et économique. L'expérience acquise au sein de l'IMT montre que, lorsque ces pépinières sont une émanation d'un organisme de recherche, il est important de permettre également l'injection de projets en provenance de l'extérieur, et ceci pour différentes raisons :

- Il est toujours bon de s'appuyer sur un volume de technologies disponibles qui soit le plus grand possible.
- L'innovation naît souvent de la rencontre et de la combinaison de technologies, de savoir-faire, d'expériences et d'individus d'origines diverses.
- Les projets externes apporteront des gens nouveaux, et donc du sang neuf, ce qui limitera les effets négatifs liés à la consanguinité (celle-ci possède bien sûr aussi des effets positifs qui ne sont pas remis en cause). La pépinière assume ainsi l'un de ses rôles – et ce n'est pas le moindre – de brassage de populations.

6.7. VERS UN GUIDE DE BONNES PRATIQUES ?

En supposant résolu – ce qui ne sera pas une mince affaire ! – les problèmes éthiques, déontologiques, juridiques et réglementaires liés à la création d'entreprises par les chercheurs, l'intérêt du pays commanderait d'essayer de canaliser les énergies mises en jeu dans ces processus, non pas dans le but de les contrôler, mais tout simplement pour éviter le gaspillage.

Aussi, il serait – de mon point de vue – urgent de revisiter les textes juridiques et réglementaires régissant l'activité professionnelle des chercheurs en matière de création d'entreprises. Une réinterprétation voire une réécriture de ces textes dans un sens plus réaliste,

¹⁰³ Ces chiffres sont à rapprocher de l'activité globale de la pépinière de l'IMT : de 1986 (date de sa création) à 1992 inclus, la pépinière a examiné 274 projets. Elle en a acceptés 43. Parmi ces derniers, 3 n'ont pas abouti et 40 ont conduit à la création d'une entreprise. A la fin de l'année 1993, 30 de ces entreprises étaient en vie, représentant au total environ 170 emplois.

sinon plus libéral, en tous cas plus conforme aux intérêts supérieurs du pays, me paraîtrait s'imposer (¹⁰⁴).

En supposant ces conditions réunies, on peut espérer aboutir, à terme, à un guide de bonnes pratiques en matière de création d'entreprises par les chercheurs. Un tel guide ne doit pas être entendu comme un schéma rigide devant être suivi à la lettre et apportant des solutions toutes faites ; il s'agit plutôt d'un modèle ou d'une grille d'analyse destinée à poser les bonnes questions et à rappeler que, comme en pareil cas, les bonnes réponses ne sont pas toujours dans les modèles. Un tel guide pourrait, en gros, intégrer les éléments généraux suivants :

- 1) Détection des bons projets : cette phase nécessite un esprit de confiance, voire de complicité, entre le porteur du projet et les gens chargés de la détection. Éviter la paperasse inutile et démobilisante. Éviter aussi, en censurant a priori, de décourager les initiatives au simple motif que le marché est encore trop mal appréhendé ; dans les innovations de rupture le marché n'existe pas, par définition : il faut le créer.
- 2) Le regroupement géographique dans un incubateur ou une pépinière d'entreprises est une approche susceptible d'apporter un plus très important. Une pépinière, outre une source d'informations stratégiques (scientifiques, techniques, commerciales, financières, etc.) et de conseils, est un excellent "melting pot" potentiel pour faire se frotter les uns aux autres des personnalités et des projets pouvant être complémentaires. Dans un souci d'efficacité, on devrait pouvoir trouver une pépinière à proximité immédiate des centres producteurs de savoir-faire (laboratoires de recherche, d'écoles d'ingénieurs, etc.) voire l'intégrer à ces derniers.
- 3) Penser à la formation des porteurs de projets. Au-delà de la formation dans les domaines classiques (juridique, gestion, marketing, finance, relations humaines, etc.), insister sur les difficultés qu'ils ne vont pas manquer de rencontrer (en tous cas, celles qui sont classiques, bien identifiées et connues). Les avertir aussi du fait qu'ils en rencontreront certainement d'autres qui n'étaient pas prévues et qu'ils se préparent à les affronter et à les traiter). Le fait qu'ils puissent se former ensemble permettra de fructueux échanges d'expériences et leur fera toucher du doigt certaines réalités.
- 4) Tenir le plus grand compte des facteurs humains : dans un projet, il y a d'abord des individus avec leurs qualités et leurs défauts. En cas de plusieurs projets identiques, semblables ou simplement voisins, ou même parfois qui n'ont – en apparence – aucun rapport les uns avec les autres, essayer de jouer les synergies (combien de projets concurrents se sont stérilisés mutuellement au lieu de profiter des économies d'échelle). Si cela s'avère impossible, jouer le réalisme : on ne peut pas forcer des individus qui n'ont pas d'atomes crochus à s'entendre, mais on peut les aider à comprendre les raisons de leur mésentente ; se souvenir que l'émulation et la saine (cela va de soi !) concurrence accompagnées de la sélection naturelle ont malgré tout du bon.
- 5) Un organisme de recherche est toujours amené à faire un tri entre les "gros" et les "petits" dossiers. Dans toute la mesure du possible (sauf si le chercheur ne le souhaite pas), il faut s'efforcer de garder le chercheur associé à cette phase de tri. Les gros dossiers sont ceux ayant – pour l'organisme ou pour la collectivité – une valeur stratégique et qui méritent un pilotage serré : être confiés à un chef de projet, éventuellement à des partenaires extérieurs, etc.
- 6) Les gros dossiers nécessitant des moyens lourds devraient être gérés par les organismes eux-mêmes. Mais il ne faut pas écarter a priori l'idée que, pour des raisons particulières, à

¹⁰⁴ Un projet de loi (dite "loi sur l'innovation") vient d'être présenté en conseil des ministres le 13 janvier 1999. La future loi autorisera expressément les chercheurs à diriger des entreprises et à détenir ou à prendre des parts de leur capital (mais ceci dans un certain nombre de cas de figure bien précis). Nous examinerons les implications de ce texte lorsqu'il aura été voté. Il s'agit bien sûr d'une avancée considérable par rapport à la situation antérieure mais les différents textes préparatoires auxquels j'ai pu avoir accès appellent à mon sens des réserves importantes.

examiner au cas par cas, le dossier doit être piloté différemment, sous la tutelle des pouvoirs publics (qu'ils soient nationaux ou locaux), ou à l'initiative de personnes physiques disposées à entreprendre.

- 7) Les petits dossiers (ou ceux insuffisamment crédibles – au sens industriel et/ou économique du terme – donc ceux qui nous intéressent au premier chef ici) devraient être confiés à des équipes légères incluant si possible le chercheur (sauf s'il ne le souhaite pas). Ces petits dossiers intéresseront peut-être moins l'organisme qui ne devra pas hésiter, le cas échéant, à les rétrocéder aux inventeurs. Dans ce cas, en s'y investissant personnellement (a priori plus facile, puisque c'est leur bébé), ces derniers pourront être amenés à trouver (après s'être éventuellement entourés de compétences extérieures) des voies de valorisation auxquelles la logique orthodoxe n'aurait pas été en mesure de penser. Se méfier de tout excès de cartésianisme : une stratégie universelle capable de conduire au succès à tous les coups ou des procédures passe-partout ne peuvent exister. Chaque cas est quasiment unique : il convient donc plutôt de faire l'effort de s'adapter à chaque cas que de tenter d'adapter chaque cas à nos structures administratives ou à nos schémas de pensée.
- 8) Au moment de tirer des bilans, se souvenir qu'une entreprise est comme un être vivant. Lorsqu'elle meurt, elle ne disparaît généralement pas dans le néant. Sa substance, c'est-à-dire tout ce qui la compose (au-delà des simples actifs comptables : les savoir-faire, les technologies, les produits, les hommes eux-mêmes), servira au développement d'autres êtres vivants. Méditer le fait qu'aux Etats-Unis, sur 10 entreprises spin-off de la recherche, 9 meurent au cours des cinq premières années après leur création.

6.8. CONCLUSION :

Ce chapitre, basé sur une étude portant sur 83 entreprises créées par des chercheurs, ne prétend pas avoir une valeur absolument générale mais indique des tendances qui semblent sociologiquement significatives. L'implication de chercheurs dans la création d'entreprises, si elle reste encore quantitativement limitée est un élément nouveau dont il faudra tenir compte dans l'avenir car elle bouscule les comportements des individus, des équipes et des organismes de recherche eux-mêmes qui devront impérativement s'adapter à cette nouvelle donnée.

Bon nombre de sociétés créées par des chercheurs ont été à l'origine de l'apparition de technologies nouvelles et de la naissance en cascade d'autres entreprises par effet d'essaimage ou d'induction. Cette activité est donc génératrice d'emplois et de richesses. Malgré l'existence de problèmes éthiques, déontologiques, juridiques et réglementaires, ces initiatives paraissent aller dans le sens de l'intérêt économique et social de la France. Elles contribuent également à réduire le décalage entre la France et le reste de l'Europe en estompant une partie de ce que certains appellent – de manière un peu péjorative – tantôt l'originalité, tantôt la spécificité, voire la singularité ou l'anomalie, françaises.

Ces entreprises affichent souvent un certain nombre de fragilités intrinsèques liées en grande partie aux traits psychologiques des chercheurs et à leur manque de formation dans le domaine du management au sens large. De plus, l'existence de problèmes administratifs amène un certain nombre de créateurs à se placer dans des situations relativement inconfortables pouvant parfois mettre en danger la survie de l'entreprise. D'autres déploient des trésors d'imagination ou des subterfuges qui détournent ainsi une partie de leurs énergies de ce qui devrait être leur unique but.

Il serait urgent que les pouvoirs publics prennent sur cette question des positions très claires et de préférence bienveillantes. Il leur appartient (i) de bien prendre conscience de toute la complexité du phénomène de création d'entreprises par les chercheurs et des enjeux qu'il sous-tend, (ii) de tirer profit de ces initiatives, (iii) de prendre des mesures capables de

canaliser les énergies au profit de la collectivité et (iv) de mettre en place des dispositifs d'aide, de soutien et d'accompagnement pouvant donner à ces initiatives le maximum de chances de succès.

7. LES TECHNOLOGIES AVANCEES ET LE FUTUR

Le contenu de ce chapitre, tel qu'il figure ci-après, a été réactualisé pour la dernière fois en 1997 ; or, il évolue souvent. Le lecteur aura donc intérêt à le remplacer par le texte actuel qui est accessible en ligne à l'adresse : <http://www.chez.com/flesia/prospect.htm>

En cette fin de millénaire, nombreux sont ceux, penseurs ou simples citoyens, qui en observant ce qui se passe autour d'eux, en viennent à se poser de nombreuses questions. Les plus pessimistes vont même jusqu'à s'interroger sur le bien-fondé du progrès technique et, même si ceci est inconscient chez eux, ils donnent parfois l'impression de désirer un arrêt du processus ou du moins un moratoire. Or, une partie du progrès technique est de plus en plus tributaire des découvertes réalisées dans les laboratoires de recherche et si l'on n'y prête garde les "savants" pourraient fort bien, dans un avenir pas très lointain, être désignés comme les boucs émissaires pour une bonne partie des maux qui nous accablent. Le lecteur aura compris que si des chercheurs créateurs d'entreprises venaient à être accusés de gagner de l'argent ou de s'enrichir cela ne serait qu'un moindre mal. Un danger plus grave serait que, utilisant l'argument précédent comme un prétexte, la collectivité, inconsciente que nos problèmes sont dus en fait aux dysfonctionnements de notre système de recherche et de notre système économique dans son ensemble, refuse de se donner les moyens d'avancer plus vite sur la voie du progrès technique. Une telle attitude serait la manifestation d'une frilosité excessive et ne manquerait pas d'avoir des conséquences graves pour notre société. Ne nous y trompons pas ; le progrès technique n'est pas terminé et il est incontournable. Si nous le rejetons, ce sont les autres qui en seront les acteurs et les principaux bénéficiaires. Le but de ce chapitre est d'étayer cette thèse afin que, malgré les limites de l'esprit humain, les insuffisances de notre société et les imperfections de nos organisations, on n'en vienne jamais à entraver le processus de découverte scientifique et le progrès technique qui doit nécessairement en découler.

Nous allons également voir dans ce chapitre que la science est habitée par l'imprévu de sorte que la découverte scientifique s'avère être un processus de nature essentiellement imprévisible⁽¹⁰⁵⁾. Ceci signifie que l'on ne peut jamais, même par le plus grand effort d'imagination qui soit, réussir à imaginer le futur de manière un tant soi peu réaliste. Tantôt on pêche par excès lorsqu'on surestime les promesses du futur ; tantôt on pêche par défaut quand on les sous-estime. Le péché par excès est tellement bien connu que peu d'individus – les individus sensés bien sûr – le commettent : par exemple, croire qu'un jour l'homme pourra voler ou traverser les murailles ! Certains diront qu'il est provoqué par l'excès d'optimisme ou la crédulité ; par exemple, la crédulité de celui qui prend ses rêves pour la réalité (il convient cependant, comme nous le montrerons par la suite, de tempérer cette assertion par le fait qu'un rêve d'aujourd'hui peut fort bien devenir une réalité de demain). Le péché par défaut est, lui, commis beaucoup plus fréquemment : par exemple, penser qu'il est impossible de faire voler un objet plus lourd que l'air ! Certains diront qu'il est provoqué par l'excès de pessimisme ; par exemple, le pessimisme de celui qui se trouverait dans l'incapacité de rêver et/ou de croire à ses rêves sous le prétexte que les rêves ne sauraient se transformer en réalité. On sait pourtant que les spécialistes du sommeil disent que le rêve est indispensable à l'homme ; on pourrait ajouter : croire à certains d'entre eux aussi, car c'est cette attitude qui rend inventif. Robert (Bob) Kennedy disait : *"Certains voient les choses telles qu'elles sont et disent : pourquoi ? Je rêve de choses qui n'existent pas et je me dis : pourquoi pas ?"* Une

¹⁰⁵ Voir M. POLANYI, *The Republic of Science*, Minerva, Autumn 1962, vol.1, n°1, p.54 ; cité par P.E. Stephan, *The Economics of Science*, *J. of Economic Literature*, vol.34, Sept.1996, pp.1199-1235.

telle attitude est d'ailleurs tellement ancrée dans la culture américaine qu'elle est inscrite dans un dicton populaire qui dit à peu près ceci : "*Comme il ne savait pas que ce qu'il voulait faire était impossible, il l'a fait*". Et voici un grand mot de lâché : impossible. Un autre grand mot est : jamais. C'est Auguste Comte ⁽¹⁰⁶⁾ qui affirmait en 1844 qu'on ne pourrait jamais connaître la composition des étoiles et des planètes. Et puis Kitchhoff et Bunsen inventèrent le spectroscope, ce qui rendit possible l'étude des étoiles sans avoir à y mettre les pieds, mission qui eût été ô combien périlleuse.

Il est indéniable que les rêves et les mythes constituent de puissants ressorts pour la créativité. Or, les scientifiques sont aussi comme tous les autres êtres humains : ils subissent l'influence des mythes et il leur arrive de rêver. Mais lorsqu'ils travaillent, ils laissent généralement leurs rêves de côté pour s'efforcer de devenir des esprits aussi froidement rationnels que possible. Ils partent de ce qu'ils savent – ou croient savoir – (état de la connaissance, théories et modèles existants), se posent des questions, observent, expérimentent, reformulent leurs questions ou celles que leurs collègues se sont posées, analysent des résultats et sont amenés ainsi à faire des découvertes. Il est intéressant d'observer que le hasard a joué un rôle magistral dans bon nombre de découvertes scientifiques majeures ; les erreurs aussi. A tel point même que l'on a pu dire que la fonction de la recherche fondamentale est de fournir des réponses à des questions que l'on n'a pas posées.

7.1. L'ILLUSION DE LA FIN DE LA SCIENCE

Vers la fin du XIX^e siècle, de très grands scientifiques considéraient que l'édifice de la physique était quasiment achevé. C'est ce qui a pu faire dire en 1887 à Marcellin Berthelot, célèbre chimiste français (1827-1907), mais aussi pourfendeur des atomistes (autre prise de position contestable !) : "*L'univers est désormais sans mystère.*"⁽¹⁰⁷⁾ C'était la "fin de la physique" ; certes, on allait améliorer par ici, peaufiner par là, mais l'essentiel était fait : on avait terminé de faire les grandes découvertes... Et l'avenir a donné tort à ces prophètes. Coup sur coup, ou presque, Röntgen découvre les rayons X (1895), Marconi découvre (brevet déposé en 1896) que les ondes radio peuvent porter à de plus grandes distances que les quelques dizaines de mètres que l'on croyait, Becquerel (1896) découvre la radioactivité ⁽¹⁰⁸⁾. Vers la même époque, Clément Ader réussit à faire décoller (1890) un avion à vapeur ⁽¹⁰⁹⁾. Au même moment, le moteur à explosion à quatre temps dont le principe est découvert en 1862, fait des progrès considérables et rendra possibles (période 1883-1890) l'automobile et, plus tard (avec les frères Wright en 1903), l'avion moderne. La face du XX^e siècle en a été complètement changée, rendant caduques les prévisions des futurologues du siècle précédent qui prévoyaient, à cause du développement inouï de la circulation à traction animale, que les rues des grandes villes du monde développées seraient bientôt recouvertes par plusieurs dizaines de centimètres de... crottin de cheval.

On voit donc ce que peuvent espérer faire les spécialistes de prospective : extrapoler dans le futur les courbes qui se dessinent sous leurs yeux, celles-ci étant réalisées grâce aux données extraites du passé. Peu d'entre eux sont capables de discerner (mais qui en est capable ?),

¹⁰⁶ Auguste Comte (1798-1857), polytechnicien et philosophe, apôtre du positivisme, ce culte de la science triomphante, niait par ailleurs l'existence des cellules, constituants essentiels de tout tissu vivant végétal ou animal.

¹⁰⁷ Il existe différentes formulations de cette déclaration. Selon d'autres sources, Berthelot aurait affirmé : "*Grâce à la science, la connaissance de l'Univers est désormais achevée.*" Ceci ne change rien, bien entendu, à notre démonstration.

¹⁰⁸ En fait, le mot "radioactivité" sera forgé par Marie Curie, découvreuse du radium en 1898.

¹⁰⁹ Ce "décollage" de 20 centimètres sur une distance de 50 mètres environ reste controversé.

dans le bruit de fond de l'activité scientifique et technique, les faits réellement porteurs d'avenir. Ils doivent, de plus, s'efforcer de garder à l'esprit que, comme l'assure Bill Gates, le patron de Microsoft, *"Il y a une tendance à surestimer ce qui peut arriver dans deux ans et à sous-estimer ce qui va se passer dans dix."*

Il est indéniable que l'énergie électrique a révolutionné le monde. La première grande station de production d'électricité à haute tension a été réalisée à Londres en 1887-89. Quel savant de l'époque – même parmi les plus cultivés – aurait été capable de mesurer la portée réelle d'un tel événement ? Erasmus Wilson, professeur à Oxford, n'avait-il pas affirmé en 1878 que *"Lorsque la foire internationale de Paris fermera ses portes la lumière électrique s'éteindra avec elle et l'on n'en entendra plus jamais parler."* ⁽¹¹⁰⁾ De la même manière, quelques années plus tard, qui aurait pu réellement écrire de plausibles scénarios pour le futur prévoyant le rôle qu'allaient y jouer les aciers spéciaux, l'aluminium, la radio, l'électroménager, le silicium ? Probablement peu de gens, car pour cela, il aurait fallu être au courant de beaucoup d'autres choses dans des domaines extraordinairement variés. Il aurait fallu savoir que trois nouveaux procédés de fabrication de l'acier (ceux de Bessemer, Martin, et Thomas-Gilchrist), mis au point de 1856 à 1880, vont en faire baisser le coût de production de 80 à 90 % de 1860 à 1890 ; que William Siemens vient d'inventer (1878) un four métallurgique à l'électricité permettant un contrôle très fin sans lequel le développement des aciers spéciaux d'abord, puis d'autres alliages, et enfin du silicium électronique aurait posé de sacrés problèmes ; que le procédé électrolytique de production de l'aluminium de Hall aux Etats-Unis et Héroult en France (1886) va rendre possible l'utilisation industrielle à grande échelle de ce métal ; que la lampe électrique à incandescence apparue vers 1880 va faire exploser l'éclairage ⁽¹¹¹⁾ chez les particuliers et dans les rues des villes avec le développement des réseaux de distribution ; que l'invention des lampes électroniques (1906) trouvera une application de choix dans la radio ; et tellement d'autres choses encore. Qui aurait pu prévoir enfin que la production mondiale d'électricité hydraulique passera de 510 millions de kwh (c'est-à-dire 800 000 tonnes d'équivalent-charbon) à 120 milliards de kwh (100 millions de tonnes d'équivalent-charbon) de 1913 à 1929 et que ceci changera de manière indélébile la physionomie de la planète toute entière ?

7.2. LA MEFIANCE ENVERS LE PROGRES TECHNIQUE

Si la créativité, c'est-à-dire, au fond, le goût pour la nouveauté, est bien ancrée dans la nature humaine, la peur du changement l'est tout autant. C'est le goût pour la nouveauté, stimulé par l'esprit d'imitation, qui a permis la diffusion des innovations et le progrès technique. La peur du changement, elle, est inscrite aussi bien dans les individus que dans les structures sociales et Louis Armand, président de l'Euratom de 1957 à 1959, avait remarqué que *"le danger n'est pas le progrès technique, c'est l'inertie des structures."* Ceci ne doit pas surprendre : toute structure (ou toute organisation) possède une histoire et n'est pas autre chose que le résultat d'actions qui s'inscrivent dans un contexte donné ; portant l'empreinte de ce contexte, de cet environnement, une structure aura tendance à rejeter tout ce qui est étranger à ce contexte et qui risque de perturber ou de remettre en cause son mode de fonctionnement normal. Paul Valéry, ce génial touche-à-tout, dans une fulgurance de visionnaire, a écrit *"ce qui gêne l'innovation c'est ce qui existe déjà"* faisant écho en cela à Claude Bernard convaincu que

¹¹⁰ Cité par Victor NAVASKY, Courrier International, n°320-321, 19 décembre 1996, p.58. L'auteur, journaliste américain, est coauteur avec Christopher CERF, de l'ouvrage *The Experts Speak : The Definitive Compendium of Authoritative Misinformation.*

¹¹¹ Remarquons au passage que l'électricité n'a pas été découverte en cherchant à améliorer la chandelle.

"*c'est l'ancien qui nous empêche de comprendre le nouveau.*" Au-delà de ce qui est beaucoup plus qu'une simple boutade, on entend souvent dire que l'innovation dérange les organisations existantes (et ceci est d'autant plus vrai que l'organisation a un fonctionnement rigide ou une taille importante, les deux allant souvent de pair) car elle perturbe leurs habitudes, leurs routines. C'est la raison pour laquelle elle a tant de difficulté à s'imposer et a tendance à être facilement rejetée, éliminée comme un corps étranger pourrait-on dire. C'est aussi la raison pour laquelle elle a tendance à apparaître et à mieux s'exprimer dans les organisations de petite taille (les petites entreprises sont souvent plus innovatrices – en tout cas elles innovent plus facilement – que les grosses).

Le rejet du progrès technique prend souvent des aspects inattendus. Ainsi, durant les débats électoraux qui émaillent régulièrement la crise économique et sociale que nous connaissons actuellement. Afin de faire diminuer le chômage, certains hommes politiques ont même suggéré de relancer les "petits boulots". On a proposé ainsi de remplacer par des hommes les péages automatiques des autoroutes ! Ce retour en arrière (comment qualifier autrement le fait de faire effectuer par des êtres humains un travail bête et répétitif qui peut être fait par des machines ?) ne saurait bien évidemment pas constituer un quelconque progrès. Dans cette affaire on a mélangé deux choses : progrès technologique et progrès social. Remplacer l'homme par la machine chaque fois que cela est possible est un progrès technologique. Mieux répartir entre les hommes les fruits du progrès technologique est un progrès social et ceci suppose des... décisions politiques. Mais il s'agit là d'un autre problème qui sort bien évidemment du cadre du présent ouvrage.

L'auteur du présent ouvrage est profondément convaincu (mais comment peut-on être sûr de quoi que ce soit ?) que le progrès technologique est, sinon illimité, du moins bien loin d'être terminé. Il pense aussi que le progrès scientifique et technique est, de plus, infiniment souhaitable. Mais il ne faut pas se tromper de cible et bien se garder de tomber dans l'illusion scientifique qui, comme le dit Jean-Jacques Salomon, "*consiste à concevoir la technologie comme un substitut aux choix sociaux et politiques*".

Le progrès technique, de par son caractère perturbateur aussi bien pour les hommes que pour les structures, a tendance à mettre en danger et à faire voler en éclats les situations acquises, les rentes de situation, les monopoles dont bénéficient certains individus ou certaines organisations. De plus, comme il est souvent promu par des originaux, des marginaux, en tout cas des acteurs qui n'occupent pas des positions centrales au sein de l'establishment, il possède un caractère pouvant être qualifié de révolutionnaire ce qui permet de comprendre la méfiance dont il fait l'objet de la part des acteurs dominants avec lesquels il entre en concurrence et qu'il contribue à déstabiliser.

7.3. LE CONFORMISME DANS LA RECHERCHE

Selon Michel Crozier, grand sociologue français contemporain, "*La recherche et l'innovation sont des activités individualistes qu'on pourrait qualifier d'aristocratiques [...] qui exigent des comportements non-conformistes*" de sorte que "*le management (hiérarchique, bureaucratique ou du style business schools) des chercheurs étouffe la créativité*" ⁽¹¹²⁾. Et pourtant, contrairement à ce que l'on pourrait penser et espérer, la recherche est une activité

¹¹² M. CROZIER, Peut-on manager la recherche et l'innovation ?, Politiques et Management Public, vol.12, n°2, juin 1994, p.13.

qui comporte beaucoup de conformisme ⁽¹¹³⁾. En effet, on commence généralement sa carrière dans un laboratoire où l'on subit les influences de son maître, de ses collègues, de sa propre communauté scientifique, bref d'une certaine école de pensée. Ensuite, la publication des résultats doit respecter des canons qui varient d'ailleurs d'une discipline scientifique à une autre.

Aussi n'est-il pas étonnant que les non conformistes, les moutons noirs, les marginaux, les originaux, les têtes brûlées, les incompris dans l'organisation à laquelle ils appartiennent, bref, les déviants, jouent un rôle essentiel en matière d'innovation ⁽¹¹⁴⁾. Ce qu'Albert Jacquard exprime autrement en disant, dans son *Eloge de la différence*, que la réalisation du présent dépend de la moyenne, mais les promesses de l'avenir dépendent de la variance.

Le conformisme, donc, est partie intégrante de la recherche. Il ne faut pas en faire un jugement de valeur ; ceci n'est ni bien ni mal : c'est ainsi, tout simplement. Mais ce phénomène a des effets pervers : il ralentit parfois l'émergence d'idées réellement neuves et originales en les tuant en quelque sorte dans l'oeuf en les soumettant à une censure quasi impérialiste. Si l'on effectue des recherches dans des domaines trop exotiques ou l'on s'écarte trop de la norme, point de salut. C'est ainsi qu'Harriet Zuckerman, sociologue à Columbia, a observé qu'aux Etats-Unis, la moitié des prix Nobel ont été les élèves de précédents lauréats du prix. Une autre confirmation du fait que même le Nobel n'échappe pas à certaines formes de contrôle institutionnel ou social réside dans le constat que de 1934 à 1940, aucun prix Nobel de physique n'a été décerné à un juif. Il existe donc, à toutes les époques, et sous toutes les latitudes, des sujets tabous. Souvenons-nous du "*Et pourtant, elle tourne*" de Galilée. Un autre exemple, moins connu celui-ci, de censure sociale – heureusement avorté ! – s'est produit le 13 janvier 1535, jour où François 1^{er} signa une incroyable ordonnance qui interdisait l'imprimerie ! Et c'est la Sorbonne, effrayée par l'agitation culturelle et sociale provoquée par cette invention diabolique qui facilitait la propagation des idées neuves, donc subversives, qui poussa le roi à se décider. Il est probable que la méfiance envers Internet observée aujourd'hui dans certains milieux soit provoquée par les mêmes ressorts.

Les organisations, quelles qu'elles soient – l'Université comme les autres –, tendent à se défendre contre les nouveautés et les innovations. Certains domaines sont même considérés comme tabous (les fantômes, les soucoupes volantes et, plus récemment, la mémoire de l'eau ou la fusion froide) et celui qui décide de s'y intéresser le fait à ses risques et périls. C'est ce genre de constat qui a pu amener Anatole France à proclamer, sans doute de manière un peu provocatrice, que "*les savants ne sont pas curieux*". On pourrait ajouter qu'ils ne sont pas toujours parfaitement honnêtes non plus et les cas de tricheries ou autres manquements à l'éthique sont légion et ont parfois été commis même par les plus célèbres d'entre eux.

Pour terminer, il est bien évident que le contrôle social ne saurait, en soi, suffire à expliquer de moindres performances en matière d'innovation. Le Japon est, à cet égard, un contre-exemple patent. Ce pays, où le contrôle social est si fort que l'on a pu dire que c'est le règne du conformisme ⁽¹¹⁵⁾, a tiré plutôt remarquablement bien son épingle de la crise actuelle – du moins, jusqu'au milieu des années 90.

¹¹³ Voir l'ouvrage : *Organisation de la recherche et conformisme scientifique*, ouvrage collectif dirigé par A. Esterle et L. Schaffar, PUF Nouvelle Encyclopédie Diderot, Paris, 1994. En particulier les chapitres rédigés par M. MORANGE sur les "effets de mode" en recherche (p.263) et par A. ESTERLE sur la recherche vécue dans les laboratoires (p.287).

¹¹⁴ Cf. D. BLONDEL, *L'innovation pour le meilleur... et pour le pire*, Hatier éd., Paris, 1990, p.131.

¹¹⁵ J.L. LEVET et J.C. TOURRET, *La révolution des pouvoirs. Les patriotismes économiques à l'épreuve de la mondialisation*, Economica Ed., Paris, 1992, p.96.

7.4. LE CONFORMISME N'EMPECHE PAS LES ERREURS

Nous avons vu dans ce qui précède que même le fonctionnement des instances qui attribuent le prix Nobel n'est pas à l'abri d'un certain contrôle social, lui-même source de conformisme. Or, comme nous allons essayer de le montrer ici, le conformisme n'est absolument pas une garantie contre le risque d'erreur. L'erreur, on le sait, est humaine et la sagesse populaire ajoute que les grands hommes font de grandes erreurs ; les savants aussi ⁽¹¹⁶⁾. Il ne faut pas s'en offusquer. "*Si vous fermez la porte à toutes les erreurs, la vérité restera dehors*" disait Rabindranath Tagore.

Passons sur les cas – que l'on peut considérer comme individuels – de quelques grands savants du XIX^e qui, comme Tesla, étaient convaincus que la planète Mars était habitée ⁽¹¹⁷⁾. Les communautés scientifiques elles-mêmes – en tant que telles – ne sont pas à l'abri des erreurs. Ainsi, le comité Nobel qui s'est fourvoyé dans l'attribution – contestable – de quelques-uns de ses prix. Parmi les cas les plus fameux, on peut citer :

- celui de 1917 attribué à Charles G. Barkla (Royaume-Uni) pour ses travaux sur le spectre de rayons X caractéristique des éléments ; Barkla découvrit par la même occasion les rayons J qui, comme chacun sait depuis, n'existent pas ;
- celui de 1927 à Johannes Filiger (Danemark) pour ses travaux sur un cancer qui s'est avéré par la suite être totalement hypothétique ;
- celui de 1921 à Albert Einstein (Allemagne) lui a enfin été décerné – après une dizaine d'années d'attente – pour l'explication de l'effet photoélectrique alors qu'il avait été pressenti pour la théorie de la relativité (1912). Sans doute le comité Nobel n'a-t-il pas osé prendre le risque de se ridiculiser en le récompensant pour une théorie que bien peu de gens étaient capables d'apprécier pleinement et qui – sait-on jamais ! – aurait pu s'avérer erronée ; de plus, l'époque était plutôt à l'antisémitisme et – élément à ne pas négliger – Einstein était juif ⁽¹¹⁸⁾.

Les erreurs ci-dessus sont somme toute assez comiques car elles ne prêtent pas à grandes conséquences. Dans d'autres domaines, ceux touchant à la santé publique par exemple, les erreurs peuvent avoir des effets plus graves. Ainsi, sans épiloguer sur l'affaire du nuage radioactif originaire de Tchernobyl qui, selon nos élites, s'était arrêté miraculeusement aux frontières de l'Hexagone au mépris de toutes les lois de la météorologie, on se contentera de mentionner dans l'histoire récente, les incohérences ou les mauvaises décisions des pouvoirs publics en matière de sida, ou à propos de la maladie de Creutzfeldt-Jakob (affaire de l'hormone de croissance humaine), ou encore dans l'affaire de la vache folle.

Comparé aux personnes impliquées dans les cas ci-dessus, Voronov, professeur au Collège de France, qui greffait des testicules de singes sur des vieillards pour les empêcher de vieillir peut être regardé comme un doux rêveur. A ce compte, le grand physiologiste français Brown-Séguard aussi, lui qui, jouant le rôle du cobaye, s'est injecté en 1889 des extraits de broyat de testicules de mouton. Le lecteur est prié de ne pas rire des tentatives de ces pionniers : récemment on a bien en effet tenté (sans succès ; mais, compte tenu des progrès à

¹¹⁶ J.P. LENTIN, Je pense donc je me trompe, Albin Michel, Paris, 1994. Ce livre décrit les erreurs des grosses têtes pensantes de Pythagore à Einstein.

¹¹⁷ P. FLICHY, L'innovation technique, éd. La Découverte, 1995, p.193.

¹¹⁸ D. BRIAN, Einstein. Le génie, l'homme, Robert Laffont, 1997.

venir, jusqu'à quand ?) de greffer un cœur de singe sur un nouveau-né (en 1984) et un foie de porc sur une jeune Américaine (en 1992).

Dans le domaine industriel, les erreurs d'appréciation peuvent avoir des conséquences stratégiques considérables. Ainsi, lorsque la société Bertin était engagée dans le développement de l'aérotrain, l'argument décisif utilisé alors par la SNCF pour tuer le projet fut son estimation du marché sur la ligne Paris-Lyon : il n'y avait pas un trafic prévisible susceptible de justifier la réalisation d'une nouvelle liaison qui aurait mis les deux villes à une heure un quart l'une de l'autre, même avec un ou deux arrêts intermédiaires ⁽¹¹⁹⁾. Or, le TGV met actuellement ces deux villes à deux heures l'une de l'autre (et souvent sans aucun arrêt intermédiaire !) et le marché semble être porteur.

Dans le domaine de la recherche, des erreurs d'appréciation peuvent également entraîner des conséquences difficiles à calculer. Ainsi, Jean Perrin, qui, à 24 ans, prouva l'existence de l'électron, qui fut par la suite le père-fondateur du CNRS et le créateur du Palais de la Découverte à Paris, refusa l'application de la mécanique quantique à la chimie. Cette toquade ralentit les progrès de la chimie française au point que ce grand homme peut en être regardé comme l'un des principaux responsables ⁽¹²⁰⁾.

Parmi d'autres exemples d'erreurs de toute première grandeur ou de fausses découvertes citons les rayons N de Blondlot ⁽¹²¹⁾ en 1903 ; ou encore les rayons mitogénétiques en 1923, l'effet Allison en 1927 et l'interprétation inexacte de l'expérience de Davis et Barnes en 1929 ⁽¹²²⁾.

7.5. COMMENT LES IDEES NEUVES FINISSENT PAR S'IMPOSER

Pourtant, le progrès scientifique et technique existe bien ce qui signifie que les idées neuves, lorsqu'elles ne sont pas erronées, finissent par s'imposer. Il convient peut-être ici de faire la distinction entre les grandes idées, les innovations révolutionnaires et les petites innovations, celles qui ne constituent que des avancées plus modestes. La grande innovation, la percée – ce que l'on nomme parfois innovation de rupture –, est ce que les Anglo-Saxons appellent "breakthrough". Pour Nayak et Ketteringham, les percées surgissent de manière déstructurée, fruits des hasards, "fruits de l'esprit" par opposition au milieu. "*La percée dépasse le milieu et l'environnement dans lesquels elle surgit.*" Elle provient d'abord d'un individu ou d'un groupe qui subissent par là une véritable mutation et s'en trouvent changés eux-mêmes... avant que d'aller changer les autres domaines scientifiques et, éventuellement, le reste du monde ⁽¹²³⁾. Il faut observer que la grande masse des individus a tendance à ne pas trop sortir des sentiers battus. En ce qui concerne l'innovation, c'est-à-dire, en définitive, la production et la mise en pratique des idées neuves, il est intéressant de remarquer l'importance des rôles joués par le hasard, les marginaux, et les jeunes d'esprit.

¹¹⁹ J. BERTIN et R. MARCHAL, *L'aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International Magazine, coédité par la Sté des Amis de Jean Bertin et la société Bertin & Cie, 1989 (2^e éd.), p.39-40.

¹²⁰ M. CHARPENTIER-MORIZE, *Perrin, savant et homme politique*, Belin édit., 1998.

¹²¹ Ces rayons, soi-disant émis par les tubes cathodiques, certains métaux chauffés au rouge ou certains matériaux soumis à une compression, étaient décrits comme possédant des propriétés curieuses.

¹²² Exemples simplement cités sans références par E.F. MALLOVE, *Fire from Ice, Searching for the Truth Behind the Cold Fusion Furor*, John Wiley, N.Y., 1991.

¹²³ Cf. par exemple : P. R. NAYAK et J. M. KETTERINGHAM, *12 idées de génie auxquelles personne ne croyait*, First inc. édit., Paris, 1987.

Concernant le hasard, l'histoire des sciences et des techniques est riche d'exemples – des plus fameux aux moins connus – où un événement fortuit, une erreur, une négligence même, ont été à l'origine de très grandes découvertes ⁽¹²⁴⁾. S'il est vrai en apparence que l'on ne peut pas grand chose sur le hasard, on observera que des procédures trop bien figées, des routines trop précises, des théories ou des censures trop parfaites, limitent l'apparition ou la prise en compte des faits produits par le hasard. On observera également que le hasard n'est pas tout et que la découverte reste aussi le fruit d'une rencontre entre un fait – une observation plus ou moins fortuite ou le résultat d'une expérience –, et un esprit capable d'en tirer ce que d'autres n'avaient pas su voir avant. Le rôle de l'esprit étant ici d'être capable de discerner, parmi tous les faits produits par le hasard, celui ou ceux réellement significatifs et féconds et ceci va de pair avec le maintien, chez le scientifique, d'une bonne et durable capacité d'étonnement. Enfin, cet accent mis sur le hasard ne doit pas dissimuler que très souvent aussi, le travail – beaucoup de travail et de réflexion – joue un rôle essentiel et irremplaçable. Comme on a pu le dire : le génie c'est 5 % d'inspiration et 95 % de transpiration !

Concernant les marginaux, ou à tout le moins les originaux, précisons qu'il s'agit ici d'individus qui ne se situent pas tout à fait – par leurs idées, leurs attitudes, leurs comportements – dans ce que l'on pourrait appeler la norme commune. Ce sont des gens qui se caractérisent souvent par des trajectoires, des expériences, bref une histoire personnelle, se démarquant plus ou moins fortement de celles de leurs contemporains. D'une certaine manière, ce sont des gens qui ne se situent pas au centre du monde habituel mais qui sont en contact ou évoluent sur ses marges, sur ses bords ou près de ses frontières. Le fait de vivre sur la frontière (au sens du mot américain : the Frontier) ou d'y aller plus ou moins souvent les fait rencontrer et côtoyer des mondes, des situations ou des problèmes différents pour lesquels les référents habituels ne sont pas d'un très grand secours ; ils devront faire face ou seront obligés de gérer ces situations de manière originale, donc parfois novatrice.

Concernant les jeunes d'esprit, il convient de remarquer que la jeunesse est d'abord une caractéristique psychologique avant que d'être une propriété physique liée à l'âge. On peut être jeune – ou vieux ! – à tout âge. Ainsi, c'est à 24 ans que Newton invente le calcul infinitésimal, précise la nature de la lumière blanche et conçoit la théorie de la gravitation universelle ; c'est à 33 ans que Frédéric Joliot découvre avec sa femme Irène Joliot-Curie (36 ans) la radioactivité artificielle. Mais c'est à 50 ans que Röntgen découvre les rayons X ; et Faraday, qui découvre l'induction électromagnétique à 40 ans, essaie encore, à l'âge de 70 ans, d'identifier les effets d'un champ magnétique sur les raies du spectre atomique (l'expérience échoue et sera réussie 35 ans plus tard, en 1896, par Zeeman). Cependant, on peut considérer en moyenne, que les jeunes sont beaucoup plus ouverts que leurs aînés aux idées neuves ; ils les adoptent plus vite et plus facilement et le domaine de la mode (vestimentaire, musicale, alimentaire, en matière de mœurs, etc.) est particulièrement illustratif. Pour le dire de manière plus provocatrice : les vieux regardent l'obstacle, les jeunes voient au-delà. A titre d'illustration amusante, on peut mentionner la découverte des quasars. Officiellement, elle a été réalisée par Maarten Schmidt en 1961. Mais en réalité, l'année précédente, Thomas Matthews, élève de Jesse Greenstein (observatoire de Pasadena) avait proposé une interprétation qui allait dans ce sens pour expliquer un certain nombre de résultats d'observation. Mais l'idée était tellement nouvelle, donc révolutionnaire, que son patron n'y avait pas cru et avait préféré la rejeter.

¹²⁴ De nombreux très beaux exemples sont reportés dans l'ouvrage de F. LOT, *Les jeux du hasard et du génie*, Plon édit., 1956.

Lorsqu'une idée neuve surgit, la question qui se pose est de savoir si elle va finir par s'imposer, et comment. Le grand physicien allemand Max Planck (1858-1947), père de la physique quantique, avait sa propre opinion pour ce qui concerne les idées scientifiques : "*a new scientific truth does not triumph by convincing its opponents and making them see the light, but rather because its opponents eventually die, and a new generation grows up that is familiar with it.*" ⁽¹²⁵⁾. Cette formulation du Principe de Planck entraîne deux remarques : (i) ce principe contribue à expliquer pourquoi les idées neuves, les découvertes majeures, les technologies et les produits nouveaux mettent autant de temps pour s'imposer ; (ii) il n'existe pas de raisons particulières pour que ce principe soit limité au domaine des idées et des découvertes scientifiques. En cela, le Principe de Planck n'est qu'une manière particulière, quelque peu provocatrice et un tantinet réductrice, de traduire en termes démographiques la méfiance fondamentale, intrinsèque, presque génétique pourrait-on dire, des hommes et des organisations envers le progrès technique.

7.6. L'IMPORTANCE DU FACTEUR TEMPS

La complexité du processus qui permet à une idée neuve de s'imposer met en évidence l'importance du facteur temps. En effet, tout processus est un phénomène temporel et, en tant que tel, demande un *certain temps* pour pouvoir se réaliser. L'avancée des idées en matière scientifique illustre très bien ce propos.

Par exemple, on sait que les rayons X ont été découverts par Röntgen en 1895. Pourtant, huit ans après, Lord Kelvin, alors président de la Royal Society, était toujours convaincu qu'il s'agissait d'une mystification ⁽¹²⁶⁾. Toujours vers le début du siècle, Ernst Mach (1838-1916), qui a donné son nom au nombre de Mach utilisé en aéronautique supersonique, déclarait qu'il n'est pas scientifique de s'intéresser à des choses hypothétiques comme des atomes qui sont des objets que l'on n'observe pas directement ; à noter au passage que l'extrémisme de l'opinion des anti-atomistes n'a sans doute pas été pour rien dans le suicide de Boltzmann en 1906 ⁽¹²⁷⁾. Dans le domaine des sciences de la Terre, Wegener a exprimé sa théorie de la dérive des continents en 1912 ; pourtant on n'a vraiment commencé à y croire (sous la forme plus élaborée de tectonique des plaques) dans les milieux concernés qu'à partir du début des années 70. L'énergie atomique est un autre domaine où les idées ont mis longtemps pour s'imposer. Ainsi, Henri Poincaré (1854-1912) a toujours douté de la possibilité de tirer de l'énergie du noyau atomique et a fortiori "*de détruire une ville avec une livre de matière*" mais il est vrai qu'il était plus mathématicien que physicien. Albert Einstein, pour sa part, pensait toujours en 1932 : "*Il n'y a pas la moindre indication que l'on puisse obtenir un jour de l'énergie nucléaire*". Et ceci, seulement 2 ans avant qu'Enrico Fermi (1901-1954) n'obtienne à Rome la première réaction de fission nucléaire (mais il ne sut pas alors interpréter correctement l'expérience qu'il venait de réaliser : il crut à l'époque avoir créé par transmutation des éléments transuraniens). L'idée même de fission nucléaire eut beaucoup de mal à s'imposer et un article d'Irène Joliot-Curie de 1938 qui soutenait cette hypothèse était vigoureusement combattu par Otto Hahn (1879-1968) à Berlin ; ce même Hahn, enfin convaincu, changea d'avis la même année et est reconnu aujourd'hui (avec Strassmann)

¹²⁵ M. PLANCK, Scientific autobiography and other papers, Philosophical Library, New York, 1949, p.33-34 ; cité par P.E. Stephan, The Economics of Science, op. cit.

¹²⁶ William Thomson, alias lord Kelvin (1824-1907), co-découvreur à l'âge de 28 ans de l'effet Joule-Thomson et père de l'échelle absolue de température, niait que l'hélium puisse se former lors de la désintégration du radium et a cru toute sa vie à l'indivisibilité des atomes.

¹²⁷ Ludwig Boltzmann (1844-1906), principal créateur de la théorie cinétique des gaz et père de la mécanique statistique, l'un des rares savants germaniques à avoir résisté au dogmatisme de la phénoménologie, fut très controversé dans son pays. Il sombra dans la neurasthénie et devint sujet à de fréquentes dépressions qui l'amènèrent à mettre fin à ses jours.

comme le père de la théorie de la fission de l'uranium ! Il est aussi intéressant de noter que la fameuse déclaration d'Einstein sur l'impossibilité d'obtenir de l'énergie nucléaire fut faite 10 ans avant que Fermi ne fasse diverger la première pile atomique à Chicago et 13 ans avant que la première bombe atomique n'explose dans le désert du Nouveau-Mexique. Observons que 3 ans pour passer de la première divergence en laboratoire à la Bombe est un temps remarquablement court qui ne peut s'expliquer que par le colossal effort de guerre américain qui sous-tendait le projet Manhattan : il fallait à tout prix réussir avant l'Allemagne nazie. En temps normal, on est en droit de penser qu'il eût fallu beaucoup plus de temps. Ainsi, plus près de nous, et en l'absence d'un enjeu stratégique comparable, si la première émission laser a été obtenue en 1960 il a fallu attendre 10 ans avant de voir la première application du laser – gravure de circuits intégrés en micro-électronique. Et ce n'est que vers 1980 que l'on a commencé à voir des lasers percer, découper, souder à des cadences véritablement industrielles.

A travers des nombreux exemples que nous avons cités, on constate le rôle négatif, néfaste même, qui a pu être joué par quelques grands savants qui ont ainsi contribué à freiner le progrès scientifique. Le processus est relativement simple : grâce à l'immense prestige qui les entoure, ces grands noms de la science deviennent de véritables gourous qui ont *forcément* toujours raison et dont la pensée ne saurait être remise en cause ou contredite par quiconque et surtout pas par des blancs-becs inexpérimentés. Ce qu'ils disent est donc la vérité. C'est ce qui justifie que l'on fasse appel à eux pour donner leur avis ; et à la limite, on les sollicitera à propos de n'importe quoi y compris sur des questions pour lesquelles ils ne sont pas nécessairement les mieux placés pour répondre. Leur parole devient ainsi peu à peu parole d'évangile. A cause de ce que leur figure représente dans un domaine donné, les idées de ces grands scientifiques sont en mesure de gêner les avancées et les progrès dans d'autres domaines. Il semble ainsi exister une loi universelle selon laquelle le pouvoir de nuisance d'un savant envers l'avancée des idées varie comme sa célébrité.

Lord Kelvin fut véritablement de ces savants-là ce qui ne doit d'ailleurs rien enlever à ses mérites. Nous avons vu certaines de ses prises de position – sur l'existence des rayons X et sur celle des atomes – dont nous savons aujourd'hui qu'elles étaient contestables. En voici une autre sans doute moins connue mais qui a eu une grande influence sur l'idée que l'on se fait de l'âge du globe terrestre. Lorsque Charles Darwin ⁽¹²⁸⁾ publia en 1859 son ouvrage intitulé *De l'origine des espèces par voie de sélection naturelle*, il estima que 300 millions d'années s'étaient écoulées depuis la fin de l'ère mésozoïque (que nous appelons aujourd'hui ère secondaire) alors que les géologues pensaient que l'âge du globe ne dépassait pas 100 millions d'années. Or, en s'appuyant sur des considérations sur la déperdition continue d'énergie thermique par la Terre, Kelvin estimait que notre planète ne pouvait pas avoir plus de 100 millions d'années. Le prestige et l'autorité de Kelvin étaient si grands que Darwin se sentit forcé de retirer des éditions ultérieures de son livre les exemples précis de durée qui contredisaient les dires du grand physicien. Plus tard, en 1897, Kelvin fit de nouveaux calculs en prenant en compte le fait que le soleil devait s'être lui aussi continuellement refroidi depuis son origine et il en conclut que la Terre s'était formée il y a 20 à 40 millions d'années seulement. Si les darwiniens en furent consternés il se trouva un certain nombre de géologues qui réduisirent aussitôt leurs estimations de la durée des temps géologiques. Ainsi les idées de Kelvin continuèrent leur action hégémonique au détriment de celles de Darwin bien après la mort de ce dernier. L'épilogue est tout aussi intéressant : ce n'est qu'en 1904, en écoutant une

¹²⁸ Charles Darwin (1809-1882), naturaliste anglais.

conférence sur la radioactivité dans laquelle un jeunot de 33 ans, Ernest Rutherford (¹²⁹), parlait d'une pechblende (un minerai d'uranium) dont il avait estimé l'âge à 700 millions d'années que Kelvin, vénérable octogénaire, accepta de changer d'avis sur l'âge de la Terre. Rutherford concéda très diplomatiquement que les calculs antérieurs de Kelvin n'étaient pas faux mais ils ne tenaient pas compte d'une source de chaleur interne du globe terrestre qui était inconnue auparavant, la radioactivité naturelle des roches. Si on avait pu en tenir compte, alors on aurait trouvé que la Terre était bien plus vieille que cela. Aujourd'hui, on pense que la Terre s'est formée il y a 4 500 millions d'années !

7.7. INTELLIGENCE DE LA METHODE OU METHODE DE L'INTELLIGENCE ?

Comme nous l'avons amplement illustré, la nouveauté et l'innovation dérangent les hommes et les organisations. Or, les enjeux du monde moderne sont tels qu'il faut innover sans cesse, soit parce que contraints et forcés par la concurrence, soit plus simplement parce que le progrès technique est, depuis toujours, le gage et le fondement de l'amélioration de nos conditions d'existence. De surcroît, il est indéniable qu'innover suppose et demande des aptitudes et des attitudes particulières et ceci aussi bien de la part des individus que de celle des organisations. On peut légitimement penser qu'il doit être possible de cultiver ces attitudes et de trouver des méthodes pour améliorer les aptitudes.

"La découverte justifie, non seulement toutes les méthodes, mais aussi toutes les absences de méthode." notait Claude Bernard, ce grand méthodique qui conseillait de ne pas hésiter, à l'occasion, à aller pêcher en eau trouble. Il est bon *"de se soumettre à toute une hygiène mentale, de respecter des temps de repos, de renouveler la curiosité et son inquiétude, de surveiller la raison pure, et d'interrompre la lecture d'un traité de chimie par celle du Grand Maulnes. La science a besoin de la poésie d'aventure."* (¹³⁰).

Comme nous avons essayé de le montrer dans les paragraphes précédents, une attitude ouverte à l'innovation suppose un changement profond de nos habitudes, de nos réflexes ; elle suppose une modification de nos schémas de pensée, notre adaptation à une réalité fortement évolutive ainsi que l'apprentissage de nouveaux modes de fonctionnement sur les plans aussi bien individuel que collectif. Ce qui paraît s'approcher le plus de cet idéal est ce que les Grecs appelaient la "mètis".

"La "mètis" des Grecs est bien une forme d'intelligence et de pensée, un mode de connaître ; elle implique un ensemble complexe, mais très cohérent, d'attitudes mentales, de comportements intellectuels qui combinent le flair, la sagacité, la prévision, la souplesse d'esprit, la feinte, la débrouillardise, l'attention vigilante, le sens de l'opportunité, des habiletés diverses, une expérience longuement acquise ; elle s'applique à des réalités fugaces, mouvantes, déconcertantes, et ambiguës qui ne se prêtent ni à la mesure précise, ni au calcul exact, ni au raisonnement rigoureux" (¹³¹). Méthode de l'intelligence ou intelligence de la méthode ?

¹²⁹ Ernest Rutherford (1871-1937), natif de Nouvelle Zélande, découvrit en 1899 la radioactivité du thorium et donna avec Soddy, en 1903, la loi des transformations radioactives.

¹³⁰ Pierre Vendryès, cité par Fernand LOT, *Les jeux du hasard et du génie*, op. cit.

¹³¹ M.DETIENNE et J.P. VERNANT, "Les ruses de l'intelligence, la mètis des Grecs", cité par J.L. LE MOIGNE dans son livre "Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence", p.42.

Il s'agit ainsi d'abord de promouvoir un véritable développement des aptitudes et des capacités des individus. Mais au-delà des individus, on aura compris qu'il s'agit d'une véritable gageure : concilier des comportements éminemment individualistes, voire selon nos critères actuels, non-conformistes, avec une cohérence d'ensemble qui permette au corps social tout entier d'en tirer les bénéfices de manière collective afin, notamment – et le problème est d'actualité –, de limiter les exclusions. Le progrès technique ne saurait simplement servir les intérêts d'un petit nombre ou être récupéré par quelques-uns : il doit profiter à tous, ou en tous cas au plus grand nombre, afin de réconcilier "science" et "conscience".

7.8. LE "CAS" FRANÇAIS

Lorsque l'on lit les écrits de nombreux sociologues, économistes, spécialistes d'autres sciences humaines, on est frappé par la récurrence d'expressions telles que : "le particularisme français", "la spécificité française", "la singularité française", "l'exception française". Ces expressions qualifient tel ou tel aspect de notre construit social, de son fonctionnement et trouvent leur justification dans les modes de fonctionnement originaux, particuliers, de nos institutions, de nos organisations. C'est ce que l'on appelle parfois pudiquement le modèle sociétal français et les conséquences de ces modes particuliers de fonctionnement se manifestent dans tous les rouages de la machine France avec ça et là des effets non souhaités ou des dysfonctionnements.

De telles caractéristiques ne peuvent pas ne pas avoir d'incidence sur la manière dont la France gère les tensions entre le nouveau et l'ancien, l'innovation en général (qu'elle soit d'ailleurs technologique ou sociale !), l'émergence de nouvelles technologies, la manière utilisée pour les mettre ou non au service du plus grand nombre ainsi que les tensions sociales et les arbitrages politiques auxquels ces processus donnent naissance.

Les choses sont criantes dans les dossiers sensibles, là où l'opinion publique est prête à se mobiliser et éventuellement s'enflammer, comme celui de la santé publique. C'est à propos de ce dossier qu'Aquilino Morelle (énarque, professeur à l'IEP de Paris) a pu écrire : "*En France, le probable est toujours tenu – jusqu'à preuve du contraire – pour faux. Alors que décider revient à anticiper le pire et à le considérer, en principe, comme possible.*"⁽¹³²⁾.

Dans des domaines moins sensibles, mais également lourds au plan économique et prospectif, les choses sont tout aussi prégnantes. Ainsi, beaucoup d'espoirs sont mis actuellement sur les développements futurs d'Internet. Il est indéniable que l'avance américaine dans ce domaine est peut-être irrattrapable. Et pourtant : en 1969, alors que le projet qui allait donner naissance à Internet ne faisait que balbutier et ne reliait encore que les laboratoires américains de recherche travaillant pour l'armée, en France on réfléchissait aussi. En 1973, il a même existé un projet français équivalent (projet Cyclades) que le ministère de l'industrie a fait abandonner car il a été jugé à l'époque sans aucun avenir !

Les choses sont encore plus criantes en matière de microinformatique. A-t-on oublié que c'est un Français, André Truong, qui crée, en 1973, le premier micro-ordinateur, le Micral N (au sein de la société REE) ? Cependant, la microinformatique a ensuite été développée ailleurs. Il est intéressant de remarquer que ce n'est pas la société IBM, le géant de l'informatique, qui

¹³² A. MORELLE, La Défaite de la santé publique, Flammarion.

a joué ce rôle d'entraînement mais que c'est la contre-culture (structures sociales dites "alternatives") américaine de la côte Ouest des Etats-Unis (Californie) en pleine guerre du Viêt-nam qui a été à l'origine des développements qui ont abouti à la création de la société Apple par Steve Jobs et Stephen Wozniak ⁽¹³³⁾. On signalera ici, sous forme de parenthèse amusante, que le capital-risque a été inventé après la deuxième guerre mondiale aux Etats-Unis par un Français, Georges Doriot, qui s'était établi là-bas dans les années 20 ⁽¹³⁴⁾.

S'il est vrai, comme le dit le vieil adage, que "nul n'est prophète en son pays", on pourrait ajouter : en France moins qu'ailleurs. Et l'on ne compte plus le nombre de nos concitoyens qui ont déclaré avoir dû s'expatrier pour pouvoir réaliser un projet que le "système français" ne leur permettait pas de mener à bien. Pourquoi la France est-elle donc apparemment si rétive à l'innovation ? Il convient, pensons-nous, de nous pencher sur certaines de ses spécificités ; en l'occurrence sur les facteurs qui, chez nous, jouent un rôle central et crucial sur la formation et la maturation des (jeunes) consciences à savoir certains aspects de notre organisation scolaire et éducative. Il n'est plus très original aujourd'hui d'affirmer que le système éducatif français est trop élitiste et trop tourné vers la théorie et l'abstraction. Le rôle hégémonique des mathématiques est particulièrement apparent dans notre système de sélection qui est centré sur les maths. Le rôle de l'Etat, des élites, de l'establishment, est très important, peut-être excessif, et l'effet de censure qui en résulte est étouffant pour l'esprit d'entreprise. La France réussit assez bien dans les grands programmes (que l'on songe au programme électronucléaire, au supersonique Concorde, au TGV, au Minitel, etc.) là où l'Etat est fortement moteur, mais rencontre pas mal de difficultés dans les domaines moins ambitieux, et dans l'innovation en général. Ce n'est donc pas un hasard puisque ces domaines sont au contraire les terrains d'élection des petites équipes, des commandos, voire d'individus hyper-crétifs (cf. par exemple l'invention de la carte à puce par Roland Moreno au milieu des années 70).

7.9. SCENARIOS POUR LE FUTUR

Il faut, avant d'aborder la question : quels scénarios possibles pour le futur ? faire un acte de foi. Le futur devra nécessairement – et tous les efforts devront aller dans ce sens – s'inscrire sous le signe du progrès. Commençons par une citation, peut-être un peu longue, mais qui a l'ambition de vouloir cadrer la problématique :

"S'interroger sur le progrès, c'est interroger sur le sens de l'activité humaine.

Le progrès est un concept culturel occidental, absent chez d'autres peuples. C'est une idée relativement récente dont la connotation n'a pas toujours été positive. Le "progrès", loin d'être assimilable à l'Histoire, a donc lui-même une histoire.

Au Moyen-Age la notion désigne l'évolution spirituelle du genre humain qui devait conduire à l'avènement de la cité de Dieu. C'est à la Renaissance que l'idée de progrès s'écarte de la recherche d'un gouvernement spirituel du monde pour se structurer autour de l'avancement des sciences et des techniques. Dès lors le progrès se définit davantage comme le résultat d'une accumulation de connaissances où la raison le dispute à la foi. Au siècle des Lumières, le débat est loin d'être tranché : le progrès est-il matériel ou moral ? Linéaire ou discontinu ? Limité ou infini ? C'est au XIX^e siècle surtout que l'on assignera au

¹³³ P. FLICHY, L'innovation technique, éd. La Découverte, 1995.

¹³⁴ R. LATTES, Le risque et la fortune, J.Cl. Lattès éd., Paris, 1990, p.207.

rationalisme, à la science érigée en nouvelle croyance, le soin d'apporter bonheur, justice et prospérité.

Diderot doutait : " Le monde a beau vieillir, il ne change pas ; il se peut que l'individu se perfectionne, mais la masse de l'espèce ne devient ni pire ni meilleure. "

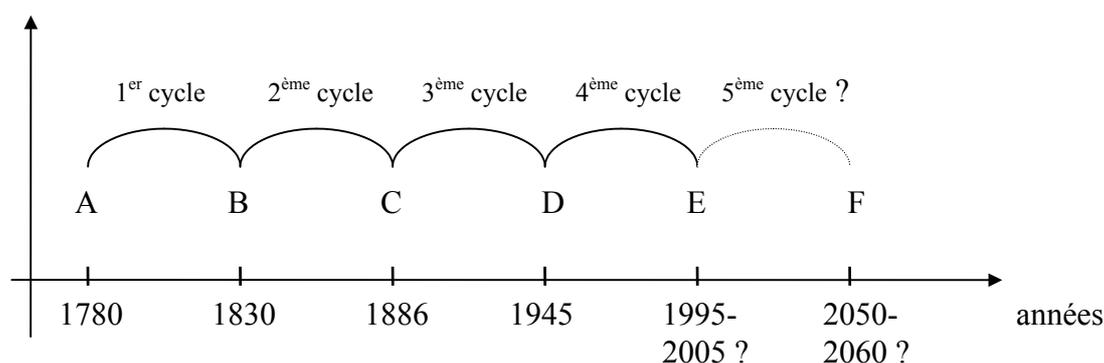
Malgré ce dont l'homme est capable dans le domaine de l'horreur, l'idée que l'humanité est appelée à devenir de jour en jour meilleure, fonde pourtant l'interprétation de l'Histoire en Occident. Illusion ? Illusion nécessaire peut-être ?" (135)

Le futur est quelque chose de nouveau qui s'invente et que personne n'avait prévu, ni même imaginé. Pourtant l'exercice consistant à écrire des scénarios sur l'avenir reste utile car comme l'a dit Pascale Weil (de la société Publicis) : "En écoutant les prévisions, on en apprend plus sur aujourd'hui que sur demain" ; ce qui n'est déjà pas si mal que cela.

Dans ces conditions, vouloir écrire des scénarios pour le futur relève d'une impossibilité fondamentale. On peut cependant – peut-être – essayer d'éclairer quelques zones d'ombre en partant de l'idée que le progrès technique est loin d'être terminé et que les capacités technologiques de l'espèce humaine sont encore loin de leurs limites – si limite il y a. Raisonner autrement nous cantonnerait dans une attitude de "fin de la physique" comme celle que nous avons vue être adoptée vers la fin du XIX^e siècle, même – et surtout dirais-je – par les plus grands scientifiques de l'époque. Il est donc fort probable que de très grands progrès soient encore devant nous.

En observant les grandes pulsations qui ont marqué l'histoire du monde depuis l'entrée dans l'ère industrielle au XVIII^e siècle, les économistes ont remarqué que le développement a semblé s'effectuer selon des grands cycles d'une durée de l'ordre de 50 à 60 ans : les grands cycles de Kondratiev (1892-1930, économiste soviétique). Ils sont illustrés par la figure suivante.

Dynamisme
de l'économie



Les points A, B, C, D, E, etc., qui marquent par convention le début et la fin des grands cycles sont voisins de périodes de grandes crises économiques qui les précèdent d'une quinzaine d'années environ. On voit que la durée des grands cycles, successivement 50, 56 et 59 ans, présente une légère tendance à l'augmentation (mais les dates étant conventionnelles et approximatives – différents auteurs prenant souvent des dates différentes –, la tendance ainsi esquissée a-t-elle une quelconque signification ?). C'est pour prendre en compte toutes ces interrogations que nous avons arbitrairement fixé une durée de 60 ans pour le 4^{ème} cycle qui,

¹³⁵ Plaquette de présentation du colloque "Les entretiens de la communication scientifique et technique", Paris, 29 janvier 1997.

si notre hypothèse est bonne, devrait alors avoir de bonnes chances de se terminer vers le début du troisième millénaire.

A partir de ces points qui sont situés en général après une grande crise économique, prend naissance une phase de croissance très forte qui tend ensuite à plafonner et qui est suivie à son tour par une phase de déclin économique. Cette dernière se termine ensuite par une nouvelle phase de crise économique. De plus, les crises économiques se conjuguent en général avec d'autres événements sociaux et politiques de grande ampleur : le début conventionnel de l'ère industrielle à la fin du XVIII^e siècle et la crise qui l'accompagne (famines, inflation)⁽¹³⁶⁾ avec la Révolution française ; la crise de 1815 avec la fin du monde napoléonien (traité de Versailles) et la redistribution des cartes en Europe ; la crise de 1870 (défaite française à Sedan) avec la conférence de Berlin (1884-1885) et le partage de l'Afrique entre les colonisateurs européens ; la crise de 1929-1930 avec le nazisme et la 2nde guerre mondiale ; la crise actuelle avec l'effondrement des régimes communistes totalitaires, la victoire de l'économie libérale de marché (victoire temporaire sans doute car rien ne semble jamais définitif dans l'histoire économique, sociale et politique) ainsi que l'état de guerre économique dans lequel nous nous trouvons.

Nous ne discuterons pas des considérations et des méthodes qui ont amené les économistes à fixer les dates de début et de fin des grands cycles ⁽¹³⁷⁾. Il faut aussi avoir à l'esprit que les dates ne sont qu'indicatives et ne doivent pas être prises avec trop de rigueur. Il est intéressant de remarquer que si ce modèle est prolongeable dans l'avenir ⁽¹³⁸⁾, nous nous situerions aujourd'hui au voisinage du point E, quelque part entre 1995 (dans l'hypothèse d'un cycle de 50 ans) et 2005 (dans l'hypothèse d'un cycle de 60 ans), c'est-à-dire au début du 5^{ème} cycle de Kondratiev, encore plus ou moins empêtrés au plus profond d'une crise économique majeure. On remarquera une tendance à l'allongement de la durée des cycles. Est-elle significative ? Traduit-elle une augmentation de la "viscosité sociale" – comme diraient les sociologues – avec le temps, au fur et à mesure que le fonctionnement de la société se complexifie ? Bien évidemment nous ne trancherons pas. La période la plus noire de la crise actuelle se situerait de toute façon entre 1995 et 2005. Il se pourrait même que le point le plus bas ait donc déjà été dépassé ce qui devrait rendre particulièrement passionnante la période que nous nous apprêtons à vivre. On observe également que les phases de croissance ont tendance à s'allonger (1792-1815, 1850-1873, 1896-1920, 1945-1975 ; cette dernière période correspond aux fameuses Trente Glorieuses) et que les phases de récession ont tendance à se raccourcir (1815-1850, 1873-1896, 1920-1940). Mais encore une fois, il faut être très prudent et se garder de vouloir extrapoler.

Il est également intéressant de noter qu'un historien, G. MENSCH, a identifié dans ce processus des périodes où l'innovation semble passer par des maxima : 1825, 1886, 1935. Il est frappant de constater que ces dates sont très voisines des périodes de fortes crises. Plus précisément, l'apogée de l'innovation est postérieure de quelques années aux grandes crises économiques. L'explication serait que l'augmentation du chômage et la sous-utilisation des capitaux qui se produisent dans ces périodes-là font diminuer l'hostilité et la méfiance vis-à-

¹³⁶ Cette "première" crise doit en toute rigueur plutôt être regardée comme une crise agricole que comme une crise véritablement industrielle dans la mesure où l'économie mondiale était à cette époque de type essentiellement agricole.

¹³⁷ Nous renvoyons le lecteur vers des ouvrages plus spécialisés. On pourra se reporter au livre de P. FLICHY, *L'innovation technique*, éditions La Découverte, Paris, 1995.

¹³⁸ Nous n'en savons bien sûr strictement rien. Certains économistes (par exemple, Steven Weber de l'université de Californie) pensent même qu'il pourrait très bien ne plus y en avoir. Cependant, nous préférons l'hypothèse inverse selon laquelle d'autres cycles vont se produire car c'est un moyen d'échapper au syndrome de "fin de la physique". Une telle posture nous paraît aussi plus constructive – et moins désespérante – que l'autre.

vis d'idées nouvelles qui n'ont jamais été essayées ; et si elles n'ont jamais été essayées dans des conditions économiques normales c'est justement parce qu'elles comportaient trop de risques (¹³⁹). Autrement dit, ce sont les situations de crise qui favoriseraient la prise de risques. Attitudes normales d'individus ou d'organisations plus ou moins fortement menacés et qui, conscients de cette menace, tentent en quelque sorte le tout pour le tout, dans des manœuvres que l'on pourrait qualifier de désespérées, afin d'essayer de s'en sortir. Autre paradoxe et en quelque sorte corollaire de ce qui précède : c'est dans les périodes où l'économie marche à un régime soutenu que l'on observe les minima d'innovation. Ainsi, l'une des périodes de tels minima correspond aux années 1953-1973 c'est-à-dire en plein dans ce que l'on a appelé les Trente Glorieuses !

Quels sont les domaines où les progrès techniques devraient se produire ? Là se situe indubitablement la grande question. Il est indéniable qu'un observateur vivant aux points A, B, C, D, E, etc. est difficilement en mesure de voir quelles vont être les technologies qui vont servir au développement du grand cycle suivant ; par exemple, qui aurait pu, vers 1886, prévoir l'importance des rôles qu'allaient jouer l'automobile, la radio-télévision (la TSF, comme on allait dire au début du siècle suivant), l'avion, la radioactivité, la pénicilline et les autres antibiotiques, au cours des deux grands cycles suivants ? Pour un tel observateur, un monde tout électrique – notre monde actuel (du moins dans les pays dits développés) – était tout à fait impensable (au sens étymologique : il ne pouvait pas être pensé) (¹⁴⁰). Si l'hypothèse que nous avons faite est bonne, à savoir que nous sommes près du début du prochain grand cycle économique, force est de constater que nous sommes face à la période 2000-2050 dans la même position que l'observateur de 1886 face à la période 1886-1945 (et a fortiori face à la période d'après, 1945-2000) : dans l'obscurité la plus complète.

Pourtant, beaucoup de spécialistes de prospective essaient depuis un certain temps de percer les secrets technologiques du futur et de prévoir de quoi notre vie sera faite demain. C'est ainsi qu'en cette fin de XX^e siècle, on parle beaucoup des technologies de l'information et on ne saurait minimiser leur importance pour l'avenir. Cependant, il convient également de ne pas surestimer le rôle d'entraînement qu'elles pourront avoir sur l'ensemble des autres activités humaines et, au risque de choquer, nous faisons l'hypothèse que les progrès – ou plutôt *les révolutions* – technologiques se produiront ailleurs. Les technologies de l'information ne feront qu'accompagner – en les accélérant, en les facilitant ou même en rendant possibles certaines d'entre elles – les véritables révolutions ; de même un certain nombre de nouvelles techniques comme la robotique et l'automatisation, l'informatique et l'intelligence artificielle ainsi que ce que l'on nomme collectivement les biotechnologies. Nombre d'observateurs concluent que, d'ici à une dizaine d'années, 50 % des produits industriels consommés seront nouveaux. Ainsi, Cor Van der Klugt, P.D.G. du groupe Philips, n'hésitait-il pas à déclarer, en mai 1986 : "*dans cinq ou sept ans, la moitié des produits électroniques grand public vendus le seront à partir de produits qui n'existent pas aujourd'hui. Ce n'est plus une course, c'est un marathon*".

Mais les véritables révolutions se préparent encore *ailleurs*, probablement en liaison avec les domaines précédents, mais en d'autres lieux ; ces révolutions contribueront sans doute à changer de façon phénoménale nos manières de travailler, de communiquer, de consommer, de vivre, d'échanger avec les autres et on peut penser qu'elles impliqueront nécessairement un ou plusieurs des secteurs basiques suivants :

¹³⁹ Cf. P. FLICHY, *L'innovation technique*, op. cit., p.175.

¹⁴⁰ Sauf pour quelques visionnaires, penseurs et poètes tels que Jules Verne par exemple.

- soins, santé, médecine et médicaments ;
- alimentation, nutrition et agroalimentaire ;
- énergie, matériaux et transports.

Quels sont les indices dont nous pouvons disposer actuellement et sur lesquels nous pouvons nous appuyer pour essayer de faire de la prospective ?

Pour le premier domaine, la réussite d'une opération de clonage d'une brebis à partir d'une simple cellule de brebis adulte (et celle du clonage de deux singes) en 1997 nous donnent la pleine mesure de ce qui est scientifiquement et techniquement possible de faire dès aujourd'hui. Les problèmes éthiques soulevés sont cependant considérables et rien ne permet de dire quelles lignes à ne pas franchir devront être mises en place et si elles le seront ; et, dans ce cas, si elles seront effectivement respectées par tous ⁽¹⁴¹⁾.

Pour le deuxième domaine, la production toujours plus facile d'êtres vivants (végétaux et animaux) transgéniques dotés "à la carte" de propriétés modifiées (et jugées souhaitables notamment pour des raisons économiques liées au marché) va poser le même type de questions que ci-dessus : a-t-on fait en particulier le tour des conséquences sanitaires, épidémiologiques, environnementales possibles de l'utilisation industrielle de ces nouvelles techniques ? et qu'est-ce qui est moralement acceptable ?

Pour le troisième domaine, le point d'interrogation essentiel réside dans la place qui sera tenue par le nucléaire compte tenu des problèmes politiques (acceptation ou rejet par les populations), géostratégiques (non dissémination des armes) ou sanitaires (à court terme : risques acceptables en matière de santé publique ; à long terme : risques génétiques). Quant aux axes le long desquels le progrès technique va se faire, on peut en dessiner plusieurs :

- supraconduction aux hautes températures : en rendant accessibles les champs magnétiques très intenses, possibilité de créer des moteurs électriques à performances inégalables ; mais surtout possibilité, avec la MHD (magnétohydrodynamique), de disposer d'un mode de propulsion qui pourrait devenir révolutionnaire ⁽¹⁴²⁾ ;
- nanotechnologies et micromécanique : miniaturisation extrême de tous les dispositifs mécaniques et électromécaniques, y compris les moteurs et actionneurs (d'où l'explosion prévisible des automates et des robots) ; mais aussi possibilité de "voir" les atomes et de les manipuler un par un ;
- fusion nucléaire froide : domaine pour l'instant très controversé dans la mesure où la communauté scientifique mondiale est divisée en deux tendances opposées (mais souvenons-nous de la "fin de la physique"). Les perspectives offertes par la fusion froide, si elles se confirment, sont proprement vertigineuses ⁽¹⁴³⁾.

7.10. QUELLE PLACE POUR L'HOMME ?

¹⁴¹ On semble se heurter là à une sorte de principe intangible relatif à l'innovation : dès qu'une découverte est faite il se trouve immédiatement quelqu'un qui va vouloir l'utiliser. Ainsi les premières utilisations en plein champ de souches végétales transgéniques n'ont pas attendu une autorisation officielle et ont été réalisées sans aucun contrôle des autorités politiques ou académiques ; de même pour le premier cas d'application d'une thérapie génique à un être humain.

¹⁴² Les Japonais ont réussi à propulser un prototype de navire de surface uniquement par l'action de champs électriques et magnétiques. Cf. les actes de MHDS 91 (International Symposium on Superconducting Magnetohydrodynamic Ship Propulsion), 28-31 octobre 1991, Kobe, Japon. Les conditions utilisées sont *aujourd'hui* économiquement non rentables car on ne sait pas réaliser des champs magnétiques très intenses à un coût acceptable.

¹⁴³ Cf. N. HOFFMAN, *A Dialogue on Chemically Induced Nuclear Effects, A Guide for the Perplexed About Cold Fusion*, American Nuclear Society, La Grange Park, Illinois, 1995. L'auteur est ingénieur métallurgiste et travaille chez Rocketdyne (simultanément division de Rockwell International et laboratoire du *Department of Energy* américain).

Il semble que la science du XX^e siècle est entrée en révolution, confrontée à l'émergence du désordre, de l'incertain et du complexe qui rendent caduques nos vieux instruments de pensée. Une meilleure connaissance du monde inclut une meilleure connaissance de l'homme, de la société et de leur fonctionnement. Pour que les progrès de la science soient réellement au service de l'homme, il faut nécessairement améliorer notre connaissance des autres, ce qui englobe les deux modes de connaître autrui : expliquer (c'est la connaissance de l'objet en tant qu'objet), et comprendre (c'est la connaissance de sujet à sujet). Il n'y aura pas de véritable progrès, de progrès complet, sans une véritable implication des sciences humaines et sociales.

Si le mot de la fin devait être laissé aux sciences humaines et sociales, nous devrions méditer cette pensée d'Edgar Morin : "*Oui, nous avons besoin de connaissance scientifique. Mais faute de comprendre autrui, nous resterons des barbares.*" ⁽¹⁴⁴⁾ Devant la complexité du monde, dit encore Morin, le scientifique a un impérieux devoir d'incertitude : les contradictions ne demandent plus à être éliminées ou dépassées, elles doivent être acceptées, car elles font partie du réel, qu'elles "tissent ensemble" (*complexus*) ⁽¹⁴⁵⁾. Tout en étant d'accord avec la première partie de la proposition, j'inclinerais plutôt à penser que ce n'est pas le réel qui est contradictoire mais que les contradictions que nous voyons dans ce qui nous entoure nous apparaissent comme telles simplement à cause des défauts de nos modèles, de nos théories, du paradigme duquel nous n'arrivons pas à nous extraire, bref, de notre connaissance imparfaite de l'univers et de ses lois. Si cette hypothèse est vraie, les scientifiques du futur ont encore beaucoup de pain sur la planche et, grâce aux progrès que leurs découvertes auront permis et aux innovations radicales qui vont en découler, le monde d'après-demain sera vraiment méconnaissable. Espérons et souhaitons simplement que ce sera pour le meilleur et non pour le pire...

¹⁴⁴ E. MORIN, conclusion des 6^{èmes} Rencontres Sciences & Citoyens, 1-3/11/96, Lyon. Cité dans *Le Journal du CNRS*, n°84, décembre 1996, p.26.

¹⁴⁵ E. MORIN, *Mes démons*, édit. Stock. Voir aussi du même auteur : *Autocritique* ; *La Méthode* ; *La Complexité humaine*.

ANNEXE 1

Comparaison entre notre population d'entreprises créées par des chercheurs et celle de Philippe MUSTAR

Il n'est pas dans la problématique des travaux de MUSTAR de distinguer, parmi les chercheurs issus de laboratoires publics, ceux qui n'ont fait qu'y passer (par exemple le temps d'une formation par la recherche), de ceux qui y occupent (ou y ont occupé) un poste statutaire. Aussi, le but de la présente comparaison n'est pas de chercher à établir des critères de pertinence dont serait dotée l'une ou l'autre de nos populations d'entreprises mais simplement de faire ressortir deux points qui nous paraissent importants lorsque l'on étudie le type de question qui nous préoccupe :

- d'abord, un effet de réseau qui s'applique à l'observateur lui-même : chacun d'entre nous est pris dans des réseaux divers qui nous font accéder plus facilement à certaines sources et donc à certaines informations plutôt qu'à d'autres ;

- ensuite, comme la comparaison va le montrer, certaines différences observées lorsque l'on passe de la population de MUSTAR à la nôtre, suggèrent que les processus qui sont à l'oeuvre dans l'une et dans l'autre des deux populations s'appuient sur des ressorts en partie différents. Le fait qu'un chercheur soit sur un poste statutaire ne saurait, en effet, être absolument neutre.

- Comparaison en termes de composition des populations :

L'étude de MUSTAR porte sur la France entière. Il a recensé des entreprises créées par des chercheurs, c'est-à-dire des individus exerçant des activités de R & D, aussi bien dans des laboratoires publics que dans des entreprises. Dans ses enquêtes, dans un cas sur six, le chercheur créateur principal provient d'un laboratoire industriel. Dans notre étude, nous avons recensé des entreprises créées par des chercheurs sur poste statutaire, et rattachés ou ayant été rattachés à un laboratoire public de recherche situé dans la région PACA.

Dans son ouvrage de 1988, sur un total national de 145 entreprises créées par des chercheurs, MUSTAR en avait repérées 34 pour la région PACA. Sur ce nombre, il n'était pas précisé combien étaient dues à des chercheurs publics sur poste statutaire et combien étaient dues à des chercheurs industriels ou à des jeunes formés par la recherche. Nous avons pu alors par la suite, grâce à des recoupements avec le contenu de nos fichiers et des compléments d'enquête sur le terrain, trouver qu'elles étaient au moins au nombre de 14 ⁽¹⁴⁶⁾. Sur ces 14 entreprises créées par des chercheurs publics, 8 faisaient partie de notre population de l'époque constituée alors de 17 entreprises. Venait se rajouter une neuvième entreprise classée par MUSTAR en Ile-de-France mais créée par un chercheur issu d'un laboratoire marseillais et que nous avons donc également incluse, à ce titre, dans notre population.

Dans son second ouvrage, en 1994, sur un total national de 102 *nouvelles* entreprises créées de 1988 à 1991 par des chercheurs, MUSTAR en recense 14 en région PACA. Sur ce nombre, nous avons pu vérifier de la même manière que précédemment que 7 au moins ⁽¹⁴⁷⁾ sont attribuables à des chercheurs publics. Or, pour la même période, nous en avons recensées 30, c'est-à-dire plus de quatre fois plus. Ce décalage entre les deux populations montre bien l'influence que peuvent avoir les réseaux auxquels appartiennent les enquêteurs sur la nature des résultats de leurs enquêtes et fait apparaître tout l'intérêt, pour une étude comme la nôtre, de pouvoir coller le plus près possible au terrain. Il n'est d'ailleurs pas indifférent de remarquer que, lors de sa première enquête, MUSTAR notait que "sur les 53 chercheurs en provenance d'écoles d'ingénieurs, la moitié est originaire des laboratoires de l'Ecole des Mines" ⁽¹⁴⁷⁾, établissement auquel appartient cet auteur. De manière analogue, dans le premier article de FLESIA ⁽¹⁴⁸⁾, les chercheurs provenant de laboratoires ayant le statut d'unité CNRS (organisme auquel appartient cet auteur), qu'elles soient propres ou associées, dominaient très largement : 57 cas sur 70. Ils continuent d'ailleurs toujours à le faire actuellement mais de manière un peu moins forte : 63 cas sur 83.

¹⁴⁶ Estimation par défaut, dans la mesure où, lorsque les compléments d'enquête effectués donnent un résultat négatif, la certitude ainsi acquise peut ne pas être absolue.

¹⁴⁷ P. MUSTAR, "Science & innovation...", op. cit., p.32.

¹⁴⁸ E. FLESIA et H. DOU, La création d'entreprise par les chercheurs : une donnée sociologique nouvelle en France, Politiques et Management Public, vol.12, n°2, 1994, p.118.

- Comparaison en termes de caractéristiques des créateurs :

Nous venons déjà de voir quelques différences entre les deux populations basées sur le laboratoire d'origine des créateurs. Ce ne sont pas les seules. En effet, en soulignant le caractère collectif de l'acte de création d'entreprise, MUSTAR observe que "9 fois sur 10 ces chercheurs-créateurs proviennent de la même institution et généralement du même laboratoire. Dans plus d'un cas sur deux les chercheurs ont créé l'entreprise avec une ou plusieurs personnes extérieures au monde de la recherche... mais ils en gardent généralement la direction" (¹⁴⁹). Dans notre population, on trouve en revanche davantage de créations qui sont le fait de collectifs de chercheurs provenant d'institutions et de laboratoires différents (21 cas sur 83) ; par ailleurs, le chercheur n'y exerce la direction de l'entreprise – du moins la direction officielle – que dans 16 cas sur 83.

Une autre caractéristique des créateurs concerne leur âge au moment de la création. Le tableau 6.3 compare la distribution des âges des chercheurs créateurs dans notre population et dans celle de MUSTAR (¹⁵⁰).

Tableau 6.3 : Distribution des âges des créateurs dans les études de FLESIA et MUSTAR. Pour FLESIA : les 41 chercheurs créateurs principaux pour lesquels cette donnée est connue ; pour MUSTAR : pourcentages du nombre total des 294 chercheurs impliqués dans les 154 créations.

Tranche d'âge (ans)	Nombre d'entreprises	
	FLESIA	MUSTAR
<30	1	23
30 à 35	3	28
36 à 40	13	22
41 à 45	12	15
46 à 50	9	7
>50	3	5
Total	41	100

Ces données font apparaître de manière très nette que l'âge moyen des créateurs est plus élevé dans notre population que dans celle de MUSTAR.

- Comparaison en termes de capital des entreprises :

Le tableau 6.4 compare la distribution des entreprises des deux populations en fonction de leur capital.

Tableau 6.4 : Distribution des entreprises des études de FLESIA et MUSTAR en fonction de leur capital. Pour FLESIA : chiffres pour les seules entreprises vivantes (V) et pour la totalité (T) ; pour MUSTAR : moyenne arrondie des chiffres de ses deux enquêtes (¹⁵¹).

Capital (kF)	Nombre d'entreprises		
	FLESIA		MUSTAR
	V	T	
≤100	18	24	18
100,1 à 1000	26	33	50
1001 à 3000	8	12	21
>3000	5	7	11
Total	57	76	100

Ces données font apparaître de manière très nette une plus forte proportion de petites entreprises dans notre population que dans celle de MUSTAR.

¹⁴⁹ P. MUSTAR, "Science & innovation 1995...", op. cit., p.20.

¹⁵⁰ Tiré de son premier ouvrage de 1988 : P. MUSTAR, "Science & innovation...", op. cit., p.32. Le second, celui de 1994, n'est pas explicite sur cette question.

¹⁵¹ P. MUSTAR, "Science & innovation 1995...", op. cit., p.21.

- Comparaison en termes de création d'emplois :

La centaine d'entreprises étudiées par MUSTAR créées de 1984 à 1987 avait donné naissance à plus de 1100 emplois ; la centaine d'entreprises créées entre 1988 et 1992 en a créé le même nombre (dans les deux populations la moyenne est de 11,3 salariés par entreprise)⁽¹⁵²⁾.

Le nombre d'emplois créés directement par les 62 entreprises survivantes ⁽¹⁵³⁾ de notre population (sur 83 entreprises au total) est, fin 1994, de 1076,5 (et encore, ce chiffre ne prend pas en compte les salariés de toutes les filiales éventuelles). Ce qui donne une moyenne de 17,4 salariés par entreprise. Mais une telle comparaison a peu de sens car notre population inclut une entreprise créée en 1961 qui compte à elle seule 400 salariés et en est le plus beau fleuron.

En revanche, si l'on prend, dans notre population, les entreprises créées dans la même période de référence que MUSTAR, à savoir 1988-1991, on observe une taille moyenne nettement inférieure : les 25 entreprises créées entre 1988 et 1991 et toujours vivantes totalisent 216 salariés (soit 8,6 salariés par entreprise). Le fait que nous ayons pu disposer – du moins jusqu'à un passé récent – d'informations permettant un repérage des entreprises particulièrement précoce (par exemple, dans 22 cas sur les 39 créations de notre population intervenues entre 1988 et 1994, nous avons pu disposer d'informations avant même la création officielle, et donc dès la phase de montage de ce qui n'était alors qu'un projet) explique le pourcentage élevé de micro-entreprises de 0 à 2 salariés. Ces micro-entreprises étant celles qui sont le moins visibles et qui font le moins parler d'elles, il est probable qu'elles aient pu échapper au repérage de MUSTAR.

- Comparaison en termes de secteur d'activité des entreprises :

Nos observations nous ont convaincus de la difficulté de classer les entreprises créées par des chercheurs dans des catégories précises. Nous sommes tout à fait d'accord avec MUSTAR qui attribue cette difficulté au fait que ces entreprises sont souvent à cheval sur plusieurs secteurs et plusieurs technologies ⁽¹⁵⁴⁾ ce qui souligne le caractère subjectif des découpages auxquels on peut se livrer. De fait, nous avons opté pour un découpage différent de celui de MUSTAR et créé une catégorie "ingénierie" et une catégorie "services-formation". On ne peut donc pas faire de comparaison réelle entre nos observations sur ce point. Disons simplement que nos données semblent indiquer une légère tendance au développement des secteurs biotechnologie et service-formation avec un accroissement de la mortalité dans le secteur ingénierie.

En résumé, lorsque l'on compare les entreprises étudiées par MUSTAR et les nôtres, on observe un certain nombre de différences. Tout d'abord, un effet lié à la position de l'observateur dans le champ explique par exemple que chez les créateurs issus d'écoles d'ingénieurs repérés par MUSTAR, une moitié d'entre eux provienne de laboratoires de l'Ecole des Mines alors que chez nos créateurs, la majorité provient de laboratoires du CNRS de la région PACA. Ensuite, MUSTAR observe une certaine tendance à la consanguinité (même institution, même laboratoire) chez les membres de l'équipe de créateurs alors que nous avons beaucoup plus d'exemples de créations associant des chercheurs d'origines variées. En outre, dans plus de 50 % des cas observés par MUSTAR, le chercheur-créateur dirige l'entreprise alors que nous ne l'observons que dans moins de 20 % des cas. De plus, la distribution des âges des créateurs fait apparaître la plus grande jeunesse des créateurs étudiés par MUSTAR. Enfin, notre population contient une plus grande proportion d'entreprises de petite taille (indiquée par le nombre d'emplois ou le montant du capital de la société) que celle de MUSTAR. Ces données semblent indiquer que les logiques qui président aux créations d'entreprises présentent des différences d'une population à l'autre.

¹⁵² P. MUSTAR, "Science & innovation 1995...", op. cit., p.17.

¹⁵³ A été considérée ici comme également vivante une entreprise qui n'existe plus en tant qu'entité autonome et qui, comptant 53 salariés, est devenue une division d'une autre société qui l'a absorbée.

¹⁵⁴ P. MUSTAR, "Science & innovation 1995...", op. cit., p.16.

ANNEXE 2

Liaison entre notre population d'entreprises créées par des chercheurs et celles de l'étude de Jacques GARNIER

J. GARNIER est un chercheur du LEST (Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail du CNRS situé à Aix-en-Provence) qui s'est livré à une étude sur les entreprises de haute technologie du pays d'Aix (¹⁵⁵) et il peut être intéressant de préciser les rapports qui existent entre son échantillon et le nôtre. Il ne s'agit pas ici de se livrer à une comparaison au sens strict entre les deux – car il n'était pas dans le propos de GARNIER d'aborder le problème de la création d'entreprises par les chercheurs – mais tout simplement de voir ce qui dans ses observations peut permettre d'éclairer notre problématique. On constate en fait que cet auteur met particulièrement bien en évidence un certain nombre d'éléments :

- premièrement, le rôle important joué par un certain nombre d'entreprises qui font partie de notre échantillon dans le processus de construction des compétences "high tech" du Pays d'Aix : ainsi, IBS (implantation ionique, traitement de surfaces ; à Gréasque), SECIA (mécanique, automatismes, robotique ; à Manosque), SESO (optique ; à Aix), SPECTEC (optronique ; à Nice), SYSTEMIA (formation et conseil en systèmes d'information et intelligence artificielle ; à Aix). Quelques autres comme SOPROGA (informatique ; à Venelles) et CYBERNETIX (robotique ; à Marseille) pourraient très bien en faire partie (¹⁵⁶). D'autres encore en sont extrêmement proches comme le groupe BERTIN (présent localement avec un établissement à Aix), par exemple, qui a repris les activités de l'une des sociétés de notre population. On remarquera que ces quelques entreprises gravitent toutes autour des hautes technologies (électronique, optronique, informatique, automatique, robotique), et sont de tailles très diverses : SECIA a cessé d'exister en tant qu'entreprise indépendante, et est aujourd'hui, avec 53 salariés, une division de CYBERNETIX ; SESO est, avec ses 40 salariés, devenue une filiale du groupe BERTIN ; SPECTEC et IBS comptent toutes deux 13 personnes ; SYSTEMIA n'en a que 2 mais fait régulièrement appel de nombreux intervenants extérieurs ; SOPROGA, après avoir eu près de 100 salariés, a disparu, absorbée par CYBERNETIX ; CYBERNETIX constitue avec ses trois filiales un groupe de plus de 200 personnes ; quant à BERTIN, c'est la société de tête d'un groupe national de plusieurs centaines de personnes et son établissement d'Aix-en-Provence en compte environ 120.

- deuxièmement, le rôle joué par les très petites entreprises (TPE, entre 3 et 10 personnes). A cet égard, il est intéressant de noter que les entreprises créées par des chercheurs comptent un pourcentage particulièrement élevé de TPE (plus de 78 % des entreprises de notre population ont entre 0 et 10 salariés). En outre, GARNIER distingue (¹⁵⁷) deux catégories – parmi les quatre qu'il décrit – qui s'adaptent assez bien au cas des entreprises créées par des chercheurs : il s'agit (i) des TPE "à vision limitée" (¹⁵⁸) et (ii) des véritables PME dites "avancées" (¹⁵⁹). Les traits caractéristiques des premières se retrouvent – en gros – dans de nombreuses entreprises de notre échantillon qui ont disparu ; quant à ceux des secondes, ils les font se rapprocher davantage de celles qui ont réussi ou qui semblent sur la voie de la réussite (¹⁶⁰).

¹⁵⁵ J. GARNIER, "Hautes technologies dans le pays d'Aix-en-Provence", LEST-CNRS et Ville d'Aix-en-Provence, document ronéo, octobre 1991, p.81-87.

¹⁵⁶ Car des chercheurs ont été mêlés à leur création : SOPROGA a été fondée par un ancien du CEA ; quant à CYBERNETIX, dans le tour de table qui a présidé à sa création, on trouve un de nos chercheurs créateurs d'entreprises.

¹⁵⁷ J. GARNIER, op. cit., p.32.

¹⁵⁸ Selon les termes de GARNIER : elles ont souvent un capital assez réduit, pas de moyens propres d'industrialisation et de fabrication, pas de stratégie conjointe d'innovation et de produit. Elles se lancent souvent sur "le mouton à cinq pattes". Le mieux qui puisse leur arriver est souvent d'être absorbée au bout de quelques années par une entreprise plus grosse ou plus solide. Dans le cas contraire, elles végètent ou sont amenées à disparaître.

¹⁵⁹ Selon les termes de GARNIER : elles ont une vision et une stratégie, sont gérées à l'aide d'outils souvent sophistiqués et sont parfois influencées par une firme plus importante ou une institution autour de laquelle elles gravitent.

¹⁶⁰ La formulation est un peu abrupte surtout pour une propriété (le succès d'une entreprise) subjective, difficile à définir, dont il n'est pas simple de parler et qui n'est jamais acquise définitivement.