

# **Entre exploration et exploitation : la question de l'état d'esprit de la recherche industrielle**

**Hai Chau TRAN**

Institut de Recherche en Gestion (IRG) - Université de Paris Val de Marne  
Laboratoire Stratégie & Technologie (S&T) - Ecole Centrale Paris

**Eléonore MOUNOUD**

Laboratoire Stratégie & Technologie (S&T) - Ecole Centrale Paris

Laboratoire Stratégie & Technologie (S&T)

Ecole Centrale Paris

Grande Voie des Vignes

92 295 Chatenay Malabry Cedex

Tel. 01 41 13 14 14

Fax 01 41 13 11 52

[hai-chau.tran@wanadoo.fr](mailto:hai-chau.tran@wanadoo.fr)

## **Résumé :**

Cet article interroge la nature des activités de la recherche industrielle et en propose une nouvelle représentation qui dépasse les oppositions habituellement soulignées à son sujet. En effet la recherche industrielle fait face à des demandes multiples et parfois contradictoires de la part des entreprises qui la développe. Ses missions vont souvent du support technique, à la demande, à une mission de proposition et d'innovation dans une perspective concurrentielle à long terme. Ses activités relèvent de logiques pourtant opposées telles que l'exploitation et l'exploration, ou encore la résolution de problèmes et la créativité. Notre analyse, ancrée dans une logique inductive, confronte les concepts mobilisés pour en rendre compte à des observations menées dans un Centre de Recherche Industrielle. Le résultat contre-intuitif de deux projets d'innovation ainsi que les concepts des sciences cognitives nous suggèrent une représentation renouvelée des activités de la recherche industrielle selon deux principes, la logique d'action et l'état d'esprit. D'une part, la résolution de problèmes est identifiée comme la logique d'action fondamentale et toujours présente de la recherche industrielle. D'autre part, l'état d'esprit ouvert (respectivement fermé) dans lequel elle est conduite, permet (ou pas) de créer des ouvertures au sein de la résolution de problèmes et de mettre en œuvre (ou pas) une démarche d'exploration.

## **Mots Clés :**

Résolution de problèmes ouverte / fermée ; Exploitation ; Exploration ; Logique d'action ; état d'esprit, recherche industrielle

## Introduction

La recherche industrielle correspond aux activités de recherche financées et développées par les entreprises privées, le plus souvent au sein de centres de recherche et développement (R&D). Celle-ci fait face à des demandes multiples et parfois contradictoires de la part des entreprises qui la développe. Ses missions vont souvent du support technique, à la demande, à une mission de proposition et d'innovation dans une perspective concurrentielle à long terme. L'ensemble de ses activités relève pourtant de logiques pourtant opposées telles que l'exploitation et l'exploration, ou encore la résolution de problèmes et la créativité.

Cet article rend compte de notre cheminement dans l'interrogation systématique entre travaux théoriques et situations observées sur le terrain pour comprendre les activités de recherche industrielle. Notre analyse, ancrée dans une logique inductive, confronte les concepts habituellement mobilisés pour rendre compte de la recherche industrielle avec les observations que nous avons menées dans un Centre de Recherche Industrielle. L'analyse de deux histoires d'innovation au sein d'un Centre de Recherche Industrielle noté CRI - le projet Verre anti-buée et le projet Daylighting - montre la nécessité, et suggère en même temps la possibilité, de construire une nouvelle représentation plus pertinente pour les activités de recherche industrielle tournées vers l'innovation.

Le résultat contre-intuitif de l'analyse de ces deux projets d'innovation ainsi que les concepts des sciences cognitives nous suggèrent une représentation renouvelée des activités de recherche industrielle selon deux principes, la logique d'action et l'état d'esprit. Nous proposons alors une représentation de l'ensemble des activités de recherche industrielle dans un espace bidimensionnel : Logique d'action / Etat d'esprit. D'une part, la résolution de problèmes est identifiée comme la logique d'action fondamentale et toujours présente de la recherche industrielle. D'autre part, l'état d'esprit ouvert (respectivement fermé) dans lequel elle est conduite, permet (ou pas) de créer des ouvertures au sein de la résolution de problèmes et de mettre en œuvre (ou pas) une démarche d'exploration. L'article se conclut par une discussion critique de la recherche menée et suggère des perspectives de recherche.

## 1. La nature de la recherche industrielle

Dans cette première partie nous présentons de façon synthétique les travaux qui rendent compte de la diversité des activités de la recherche industrielle et des analyses théoriques menées pour rendre compte de leur nature.

### 1.1. Les activités d'un centre de recherche industrielle

L'histoire des activités de recherche industrielle fait apparaître un processus varié et complexe de rapprochement entre la science et l'industrie à partir de la fin du 18<sup>ème</sup> siècle. Weil et Le Masson (1999), se basant sur les travaux historiques de Landes (1975), ont synthétisé quatre types d'activité de recherche industrielle qui correspondent à quatre formes d'interaction entre la science et l'industrie.

- Le *partenariat* entre l'industrie, les universités et les instituts de recherche publique : programmes de recherche, missions d'expertise, financement de thèses.
- Les *activités d'analyse* en interne : l'entreprise internalise les compétences en sciences exactes pour réduire les coûts de prestation, augmenter les rendements, et standardiser les produits / procédés.
- La *recherche d'innovation* : les laboratoires relativement indépendants développent des innovations en leur sein et les proposent aux entreprises, à l'image des laboratoires d'Edison.
- La *recherche support à l'innovation* : des compétences scientifiques internes sont constituées dans le but de maîtriser les évolutions de l'environnement technologique afin de maintenir ou d'améliorer la position de l'entreprise.

A l'image des premiers centres de R&D comme ceux de Bell-AT&T, General Electric, DuPont et Alcoa créés au début du 20<sup>ème</sup> siècle, les grands centres de recherche industrielle ont été construits pour servir la mission de support à l'innovation. Cette mission implique un contrôle de l'environnement technologique et un entretien des bases techniques internes. L'innovation technologique est alors la raison d'être de la recherche industrielle. Mais, si la création des forces de recherche en interne est étroitement liée aux enjeux de l'innovation technologique, la nature de leur relation est très ambiguë. En effet, jusqu'aux années 80, seuls les changements technologiques majeurs étaient considérés comme des innovations, et ce depuis le 19<sup>ème</sup> siècle. L'analyse de ces changements montre qu'ils sont issus des activités de

recherche plutôt exceptionnelles menées par des personnes « *au tempérament inventif* » utilisant des « *méthodes non orthodoxes et souvent incompatibles avec celles des ingénieurs* » (Reich, 1985). Les innovations étaient alors rares, mais de grande ampleur, et elles sont toutes nées de la recherche. De leur côté, Roussel *et alii* distinguent trois générations dans les activités de R&D. Jusqu'aux années 80, la R&D, dite de première génération, demeure une tour d'ivoire, isolée des préoccupations industrielles du reste de l'organisation et consacrée à la recherche. Lors de la deuxième génération de R&D, les industriels évoluent assez brusquement vers la logique de projet de développement où la recherche industrielle subit un contrôle très pointilleux et la pression du court terme. Les centres de R&D deviennent alors des pompiers et/ou des prestataires de services auprès des unités opérationnelles. L'attention nouvelle portée à l'innovation technologique dans la construction des stratégies se traduit enfin par l'apparition d'une troisième génération de R&D. Une conséquence en est la tendance à renforcer la position de la recherche industrielle dans ses relations avec les unités opérationnelles : de « prestataire », la recherche devient « partenaire ».

Depuis le temps des innovations de rupture introduites par les grands centres de recherche industrielle, la définition de l'innovation a bien changé depuis. Elle n'est plus considérée simplement par son résultat, mais comme un processus regroupant plusieurs activités. Les standards du management de l'innovation sont conçus sur la base de cette nouvelle conception, à l'image du manuel méthodologique de l'OCDE, publié en 1992, qui sert aujourd'hui de référent lors de l'élaboration des travaux statistiques, des stratégies et des discours politiques en matière d'innovation<sup>1</sup>. On lit dans ce manuel (dit "Manuel d'Oslo") la définition suivante : « *Technological product and process (TPP) innovation activities are all those scientific, technological, organizational, financial and commercial steps, including investment in new knowledge, which actually, or are intended to, lead to the implementation of technologically new or improved products or processes* »<sup>2</sup>. Ainsi c'est aujourd'hui le processus de conception plus que l'activité inventive qui est mis au cœur de l'innovation. Ainsi, pour Kline & Rosenberg (1986), l'innovation évolue en boucles successives incluant l'étude de marché, le design, le développement, l'industrialisation, pour aboutir à la mise sur le marché d'une offre nouvelle ou améliorée. Dans ce modèle, la recherche n'est qu'à la « marge » du processus et son mode d'intervention est essentiellement la consultation. Dans cette nouvelle conception, l'innovation échappe à la recherche. Celle-ci voit son rôle

---

<sup>1</sup> Sur la critique de ces standard, nous recommandons les travaux de Benoît Godin (2005)

<sup>2</sup> Oslo manual, Paris 1992, p.39

marginalisé. Au lieu de piloter les programmes d'innovation technologique, elle se trouve pilotée par un paradigme d'innovation qui lui est pour partie étranger. Les programmes de recherche sont remis en cause par les unités opérationnelles (*business units*) qui ont la plupart du temps les moyens d'imposer leurs priorités, priorités qui peuvent changer complètement d'une année sur l'autre. Au final, les activités de recherche industrielle sont le plus souvent évaluées par le nombre de projets sponsorisés, le nombre de brevets déposés, quelle que soient la nature de ceux-ci, et par le pourcentage du chiffre d'affaires réalisé par les nouveaux produits. Sur ce dernier point, la contribution réelle de la recherche est d'ailleurs difficile à évaluer. Les autres missions de la recherche comme la maintenance des savoirs techniques et la diffusion de ces savoirs à l'échelle de l'entreprise ne sont pas évaluées faute de métrique appropriée et de standards pour comparer (Latour, 1988). La question qui se pose alors est de comprendre la nature des activités de la recherche industrielle et leur contribution dans la course à l'innovation actuelle : il s'agit de comprendre qu'elle est aujourd'hui l'*articulation entre la logique d'exploration scientifique et la logique d'exploitation industrielle* dans la recherche industrielle.

## **1.2. La recherche industrielle entre exploitation et exploration**

March (1991) a proposé une synthèse des travaux théoriques qui associe l'exploration avec différents termes : processus de recherche, variation, prise de risque, expérimentation, flexibilité, découvert, innovation.... L'exploitation, quant à elle, renvoie à des éléments tels que : raffinement, choix, production, efficacité, sélection, application, exécution. En terme d'objectif, si l'organisation mène l'exploitation des ressources et des compétences existant pour produire et donc survivre à court terme, elle conduit l'exploitation de nouvelles possibilités et opportunités pour survivre à long terme. L'exploitation nécessite des dispositifs de coordination, de contrôle, de routinisation et de maintenance du système existant, alors que l'exploration demande un contrôle lâche et une structure assez flexible qui permet de développer de nouvelles idées, capacités et compétences.

Pour sa part Sanchez (2000) considère l'exploration comme un processus organisationnel de construction de compétences (*competence building*) dont l'enjeu est la création d'options stratégiques, applicables dans le futur par une firme pour atteindre ses objectifs. La mobilisation des compétences pour atteindre les objectifs relève quant à elle de l'exploitation (*competence leveraging*), et se fonde sur le développement préalable des compétences. Ainsi,

l'organisation évolue par cycles successifs. Puisque ces deux processus suivent des logiques d'action différentes, leur cohabitation est gérée selon un *principe de séparation*. Cette séparation peut se faire soit horizontalement, dans des entités organisationnelles différentes, ou verticalement par des niveaux hiérarchiques différents (Volberda, 1998). Elle peut être également temporelle, comme dans la notion des cycles d'apprentissage proposée par Nooteboom (1999) ou encore dans le processus de génération / sélection de variations défendu par Hannan & Freeman (1977) pour décrire l'évolution longue des entreprises.

Dans cette conception, la recherche est placée entièrement du côté de l'exploration, les compétences technologiques développées par la recherche soutenant l'exploitation menée par les autres activités. Il est alors difficile de concevoir comment les compétences développées par la recherche s'articulent avec les problèmes industriels ou plus largement avec le métier de l'entreprise. Il nous faut donc chercher plus loin pour comprendre la nature des activités de la recherche industrielle dans les entreprises aujourd'hui.

### **1.3. La résolution de problèmes comme logique d'action**

Dans son modèle de la capacité d'innovation, D. Foray identifie quatre « *piliers* » de l'innovation : créativité, résolution de problèmes, gestion de la connaissance et valorisation économique de l'innovation. Dans son analyse, ces piliers vont par paires, c'est la paire 'créativité / résolution de problèmes' qui nous intéresse ici. Comme le précise D. Foray, « *la créativité renvoie à l'aptitude à engendrer de la nouveauté, de nouvelles idées..., la résolution de problèmes renvoie à l'aptitude à transformer une nouvelle idée en un produit industriel, une application économiquement viable* ». La créativité est vue comme le fruit du hasard et de la nécessité avec la contribution indispensable de facteurs tels que le talent, l'ingéniosité, la curiosité. Selon l'auteur, il est très difficile voire impossible de planifier la créativité, de la contrôler. A l'inverse, il est possible de réduire les obstacles, d'atténuer les résistances voire d'améliorer l'allocation des ressources créatives. D. Foray souligne les caractéristiques contradictoires et les relations de nature essentiellement conflictuelle entre créativité et résolution de problèmes. Si l'on trouve dans la résolution de problèmes, un contexte précis (lieu, acteur, objectif), une incertitude modérée, la créativité est quant à elle accompagnée d'un contexte flou et une incertitude structurelle. L'allocation des ressources se doit alors de définir « *un bon équilibre entre les capacités de créativité et de résolution de problème* ».

Pour D. Foray, l'économie de la créativité et l'économie de la résolution de problèmes sont deux domaines distincts. La résolution de problèmes est un domaine déjà bien exploré. Son mode de management est basé sur les principes de l'organisation scientifique de travail (OST) avec les techniques de coordination et d'optimisation ainsi que la présence d'économies d'échelle. La créativité quant à elle demande un autre mode de gestion qui reste encore problématique. La résolution de problèmes est rapprochée des processus mis en œuvre dans le cadre de la R&D : recherche appliquée, développement, prototypage et conception. D. Foray attribue alors la fonction de résolution de problèmes aux laboratoires de R&D.

Le modèle de D. Foray déplace l'opposition entre exploration et exploitation vers une opposition entre résolution de problèmes et créativité. Ce modèle nous conduit à formuler la proposition suivante : la résolution de problèmes est un **processus toujours présent** dans la recherche industrielle, plus qu'il ne correspond à un type d'activités de recherche spécifique. Cette proposition nous conduit à deux remarques. D'une part, soutenir que la recherche industrielle relève de la résolution de problème conduit à souligner qu'elle relève d'une activité d'exploitation **tout comme les autres activités de l'entreprise**. D'autre part, il nous faut remarquer que ce modèle ne nous permet pas comprendre comment la recherche industrielle contribue à l'innovation, ni d'aborder la part d'exploration de la recherche industrielle que nous cherchons aussi à saisir. En effet il n'est pas possible d'assimiler l'exploration à la créativité. L'exploration dans la recherche industrielle implique une grande partie de travail méthodique que ce soit dans le respect des protocoles de test, dans le travail d'analyse, dans les méthodes de conception. Ainsi, si la créativité peut bien être présente dans l'exploration menée par la recherche industrielle, elle ne peut être assimilée à l'exploration elle-même.

#### 1.4 L'approche socio -cognitive de la conception

Clark<sup>3</sup> (1985) avance l'idée que, pour une firme, la quête de nouveaux produits et procédés revient à mettre en œuvre une démarche de résolution de problèmes de conception. Or tous les problèmes de conception commencent par un effort pour réunir de façon adéquate deux entités : une forme particulière et son contexte. La forme est la solution du problème définie par le contexte. La forme peut être un concept, un objet, un paramètre technique, ou encore

---

<sup>3</sup> Kim.B. Clark : « The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution ». 1985

une procédure. Le contexte peut être une demande, un changement de l'environnement concurrentiel ou technologique ou encore une panne dans un système. La résolution de problèmes est la logique d'action transversale au processus de conception qui concerne aussi les activités de recherche industrielle. Dans leur approche socio-cognitive du processus de conception, R. Garud et M.A. Rappa mettent en évidence les mécanismes d'interactions entre trois éléments essentiels d'un processus de conception industrielle. Ces mécanismes constituent la nature même de la résolution de problèmes en tant que logique d'action. Il s'agit des interactions entre trois éléments : le système de croyances des chercheurs ou concepteurs, les artefacts technologiques qu'ils créent et les routines d'évaluation qu'ils utilisent pour apprécier l'adéquation entre les artefacts et les résultats attendus. Selon ces auteurs, ces interactions suivent deux processus cycliques dans la logique de résolution de problèmes. Le premier est un processus dit d'« inversion » qui se situe au niveau, dit micro, de la cognition individuelle qui a lieu lorsque les routines d'évaluation mobilisées pour juger un artefact spécifique conduisent à renforcer le système de croyances ; le deuxième est un processus dit d'« institutionnalisation » qui se situe au niveau, dit macro, de la cognition collective (« *shared cognition* »), qui a lieu lorsque le système de croyances guide la construction des routines d'évaluation.

La logique de résolution de problèmes se traduit par un mouvement de convergence où le système de croyances sur une certaine faisabilité technique pousse les chercheurs à créer des « artefacts »<sup>4</sup>. Les critères d'évaluation seront choisis pour mesurer le degré d'adéquation entre les artefacts et les résultats espérés. Cette évaluation est sélective dans la mesure où elle ne se focalise que sur les informations qui enrichissent le système de croyances existant, les autres informations étant considérées comme des « bruits ». Le processus ne s'arrête que quand l'évaluation renvoie un signal d'adéquation suffisant.

Les analyses de Clark et de Garud et Rappa nous conduisent à formuler une deuxième proposition qui pose que le cadrage socio-cognitif dans lequel s'effectue le processus de résolution de problème est clé pour permettre l'exploration et produire l'innovation. La question se pose alors de savoir comment se fait l'articulation entre résolution de problème et exploration dans les activités de recherche industrielle.

---

<sup>4</sup> Concept utilisé dans l'article. Il s'agit des concepts et/ou de objets techniques.

## 2. Démarche de la recherche

Notre objectif est de montrer qu'il est possible de construire une représentation de la nature des activités de la recherche industrielle qui dépasse la représentation courante marquée par l'antagonisme entre l'exploration et l'exploitation, la résolution de problèmes et la créativité. Cet objectif s'inscrit dans une vision descriptive avec pour but la compréhension de « la réalité ». Cette approche est « *figurative* » au sein de G. Koenig, elle vise une nouvelle description possible de la réalité. Elle diffère d'une approche « *modélisatrice* » malgré l'existence d'un « modèle ». Elle est fondée sur une *immersion* du chercheur dans le terrain pour y *dégager des régularités*. Elle s'appuie dans un premier temps sur une logique de démonstration traditionnelle et mobilise des éléments empiriques pour contredire les théories existantes. Dans un deuxième temps, elle propose une nouvelle représentation des activités de recherche industrielle, dans une **démarche abductive**. Selon M. Blaug (1982)<sup>5</sup>, il s'agit d'une opération qui permet d'échapper à la perception chaotique que l'on a du monde réel par un essai de conjecture sur les relations qu'entretiennent effectivement les choses. L'abduction consiste à tirer de l'observation des conjectures qu'il convient ensuite de tester et de discuter. L'opération d'abduction consiste ici à suggérer une relation non antagoniste entre la résolution de problème et l'exploration dans la recherche industrielle à partir de l'analyse de deux cas concrets d'innovation.

Une étude du Centre de Recherche Industrielle noté CRI a été réalisée à l'occasion d'une mission de quatre mois au sein de l'organisation. La mission orientée sur le fonctionnement des activités de recherche fournit une bonne occasion au chercheur principal pour accéder aux sources d'informations nécessaires pour aborder le fonctionnement des activités du CRI. La présence du chercheur au sein de l'organisation en tant que « participant observateur » donne la possibilité de mener des entretiens successifs tant des entretiens libres exploratoires que des questions confirmatoires. Les documents de synthèses sur les projets de recherches en cours et passés, les comptes-rendus des réunions de la direction, l'accès aux séminaires techniques, aux laboratoires, aux salles de calculs... constituent des sources très riches pour comprendre la nature des activités.

---

<sup>5</sup> Blaug. M : « La méthodologie économique », Economica.1982.

Au fur et à mesure de l'analyse des données obtenues, le besoin de données complémentaires émerge, c'est alors que l'intérêt d'être sur place est clairement démontré. Enfin les discussions libres avec des chercheurs et des managers sont systématiquement synthétisées dans un cahier de recherche et alimentent les réflexions du chercheur. La collecte et l'analyse de données sont ainsi menées en parallèle et se termine quant le chercheur arrive à obtenir une représentation assez stable de l'objet de recherche et que ses propositions sont approuvées par les acteurs.

Une première phase de recherche s'inspire de l'enquête « naturaliste » qui est largement utilisée dans la démarche abductive de la Grounded Theory de Glaser et Strauss (1967). L'investigation sur les concepts clés de la recherche (résolution de problèmes, exploitation, exploration, créativité) est menée dans une confrontation permanente entre la théorie et les représentations des acteurs. Le chercheur vise à saisir les représentations que les acteurs se font sur leurs activités à partir d'entretiens répétés et d'observations. Un grand effort est consacré à l'interprétation des discours des acteurs pour comprendre la façon dont ils se posent les questions. Les concepts tirés de la théorie sont proposés aux acteurs pour provoquer et saisir des réactions. Ces réactions sont très riches et utiles pour construire une nouvelle représentation.

Les données obtenues sont essentiellement qualitatives et demandent une analyse de contenu systématique. Les entretiens sont synthétisés dans des fiches d'entretien selon une grille prédéfinie. Cette grille sert à orienter les entretiens de type semi-structuré et ce surtout dans la phase exploratoire. Ce travail d'analyse de contenu et de synthèse est extrêmement lourd car le contenu de chaque entretien est très riche et varié. Les interprétations et les synthèses d'entretiens sont validées auprès des acteurs. Deux vagues d'entretiens ont été menées, la première a permis de faire émerger la problématique, la deuxième plus ciblée de tester la pertinence des concepts utilisés et de préciser certains aspects de l'analyse.

Les réactions des acteurs vis-à-vis des concepts théoriques sont nombreuses. Citons en quelques-uns : la « *conception* », concept clé de gestion de l'innovation, est limitée, pour les chercheurs industriels, à l'activité de conception industrielle qui est répandue dans la phase de développement plutôt que dans la recherche ; « *l'artefact* », concept clé du modèle socio-cognitif de l'évolution technologique, est porteur d'un contresens dans le contexte de la recherche industrielle où les artefacts dans les expérimentations sont des effets induits à ne

pas prendre en considération lors de l'étude d'un phénomène ; pour les chercheurs industriels, la « créativité » n'est pas indispensable à l'innovation dans leur activité car l'innovation résulte souvent d'une exploitation et d'une combinaison astucieuse de concepts et solutions existantes. L'opposition entre l'exploration et l'exploitation telle que présentée dans la théorie n'apparaît pas pertinente aux yeux des acteurs du CRI.

Pour montrer que l'articulation entre l'exploration et la résolution de problèmes dans la recherche industrielle, deux histoires d'innovation ont été retenues de ce travail d'investigation. Le premier est un projet qualifié d'« exploratoire » pour une innovation de produit : le verre anti-buée. Ce projet, malgré sa qualification, consiste en effet en un processus de mobilisation des ressources et des capacités dans une logique de résolution de problèmes. Le deuxième cas est un rebondissement d'un projet de développement de produit : le système Daylighting. Il s'agit d'une innovation qui permet d'éliminer plusieurs inconvénients du produit existant. Ce rebondissement provient d'un ensemble d'activités d'analyse et de prestation de services que l'on qualifie de « résolution de problèmes à court terme ». L'histoire de ces deux cas montre la présence simultanée de l'exploration et la résolution de problèmes dans les activités de recherche industrielle.

### 3. Deux histoires d'innovation au CRI

La première histoire est celle du projet « verre anti-buée » lancé en 1984 comme un grand projet de recherche « exploratoire » au CRI et arrêté en 1989. Le deuxième cas raconte le rebondissement d'un projet de développement de vitrage éclairant « daylighting » en 1999 par une nouvelle solution découverte lors de l'exercice d'une mission qualifiée typiquement de « résolution de problèmes ». Nous allons voir comment dans le premier cas la qualification d'« exploration » n'empêche pas les acteurs de s'enfermer dans une logique de résolution de problèmes très finalisée et fermée, alors que dans le second cas les activités d'exploitation, de type « résolution de problèmes », n'empêchent pas l'émergence de possibilités d'exploration et d'innovation.

#### **3.1 Le verre anti-buée : une aventure exploratoire ?**

##### *3.1.1. La découverte d'une opportunité technique*

En 1983, un conseiller scientifique renommé du Groupe a découvert un phénomène étrange dans un hôtel en Espagne : en sortant deux bouteilles du réfrigérateur, il a remarqué que la buée était condensée sur une bouteille mais pas sur l'autre. Après avoir fait des premiers tests pour éliminer les hypothèses sur les effets éventuels de la durée de mise au froid, de l'emplacement, du liquide contenu... il conclut que le phénomène tient aux caractéristiques des verres. Il est venu au CRI avec ces deux bouteilles et l'idée de produire du verre anti-buée pour le vitrage et les pare-brise anti-buée. Une étude exploratoire sur le verre anti-buée était tout de suite lancée et gagnait l'attention particulière de toutes les directions et l'enthousiasme des chercheurs du CRI.

### *3.1.2. Chance ou malchance ?*

De nouvelles compétences comme l'analyse des molécules organiques, les procédés de greffage de polymères sur la surface de verre ont été développées pour cette étude. La direction générale suivait de très près le programme d'expérimentation et encourageait le moindre résultat obtenu. Cependant, les résultats étaient très moyens. Les molécules dites « hydrophiles » que l'on cherchait à greffer sur le verre étaient très difficiles à produire et à manipuler. En 1987, le premier prototype, un miroir anti-buée de format de poche, a enfin été réalisé. Mais ce prototype résistait mal aux agressions mécaniques et chimiques. La couche anti-buée perdait sa fonctionnalité au bout de quelques mois. L'enthousiasme fondait petit à petit, et la direction de recherche décida d'arrêter le projet.

Personne n'en a plus parlé pendant cinq ans jusqu'au jour où un concurrent a sorti un verre anti-pluie qui serait largement appliqué au vitrage d'habitation et d'automobile. Ce verre avait été développé sur le même principe que celui du verre anti-buée. La seule différence : à la place des molécules hydrophiles, on trouve des molécules hydrophobes qui chassent l'eau et qui sont bien plus faciles à fabriquer. Pendant 10 ans, depuis le début du travail sur le concept de verre anti-buée, personne n'a pensé à son cousin anti-pluie. Notons qu'en même temps, les constructeurs automobiles, partenaires importants du CRI, investissaient dans l'amélioration des essuie-glace sans que personne n'ait l'idée d'un pare-brise qui chasserait l'eau. Bien sur, le retard a pu être rattrapé très vite mais avec une grande frustration.

### *3.1.3. Quelle démarche de résolution de problèmes ?*

En réalité, l'idée de produire du verre anti-buée a été très vite déclinée en sous-problèmes scientifiques (trouver les molécules hydrophiles pour empêcher la formation des gouttelettes) et technologiques (comment greffer ces molécules organiques sur le verre). Du fait de la forte

conviction de la faisabilité technique (les deux bouteilles sont réelles), des ressources importantes sont mobilisées pour résoudre des problèmes considérés comme intermédiaires. Ce processus de résolution est orienté dans le seul objectif initial de produire un verre anti-buée, en négligeant toute autre possibilité d'application des résultats intermédiaires.

Avec le recul, tous les acteurs reconnaissent que le concept de verre anti-pluie aurait pu leur venir naturellement à l'esprit si le problème était défini autrement, par exemple : comment produire une pare-brise ou un vitre qui permet de bien voir en cas de mauvais temps ? Le problème a été formulé comme un défi technologique à battre, et non comme un besoin à remplir ou un produit industriel à vendre. L'absence de marketing et de l'analyse de la demande en est une preuve. Ce défi a été très bien reçu par l'ensemble des chercheurs car il correspond à leur style « scientifique » et leur désir de résoudre un problème technologique bien précis. L'implication d'une personne haut placée ainsi que les preuves tangibles de la faisabilité technique ont permis l'engagement des ressources en évitant les étapes de formulation de problème.

#### *3.1.4. Conclusion sur le cas du projet « verre anti-buée »*

L'exemple du verre anti-buée montre l'omniprésence de la logique de résolution de problèmes y compris dans les activités qualifiées d'exploratoires. Ces activités ne sont pas différentes du processus d'exploitation dans leur mode de mobilisation des ressources et des capacités pour réaliser un objectif. Le label exploratoire n'empêche pas une fermeture dans la résolution de problèmes qui se joue essentiellement de la façon dont le problème a été formulé. L'exemple montre qu'une formulation fondée uniquement sur le défi technique, en négligeant les enjeux industriels et d'usage, a de forte chance d'être légitimées dans un centre de recherche et entraîne une tendance forte à la résolution de problèmes de type fermé.

Comment éviter cette fermeture ? L'exemple suivant du projet « Daylighting » nous suggère certains éléments de réponse.

### **3.2. Projet Daylighting : résolutions de problème de type ouvert**

#### *3.2.1. Un projet d'innovation en phase de développement*

Le concept Daylighting est de produire des vitres qui orientent la lumière naturelle de façon contrôlée afin d'obtenir un éclairage naturel, non éblouissant et régulier des locaux. Ce système permet d'économiser jusqu'à 70% de l'énergie d'éclairage. Sur le marché du daylighting, trois acteurs majeurs participent à la course technologique pour trouver un

système moins cher et plus esthétique. La technologie utilisée consiste à insérer dans un double vitrage des lamelles destinées à capter et à orienter la lumière de soleil vers le plafond où elle est réfléchi sur le plan de travail. Le produit existant coûte cher, est relativement lourd et n'est pas très transparent.

### 3.2.2. *Les compétences sur les problèmes de rayures*

Le service de transformation des verres de CRI reçut un jour une commande d'un client pour tester la résistance aux rayures des vitres de bus. Les tests consistaient à provoquer des rayures sur la surface des échantillons choisis afin de comparer la résistance de différents vitrages. Il s'agit d'une mission d'analyse typique des activités de résolution de problèmes.

Lors de la réalisation du test, l'ingénieur chargé de l'étude a volontairement introduit un autre échantillon de verre « *renforcé<sup>6</sup>* », un produit en cours de développement dans une autre étude auquel il participait. L'ingénieur explique ainsi sa démarche : « *J'ai l'habitude de le faire par curiosité. Face à une demande du client, je ne cherche pas seulement à répondre exactement à la question posée, mais je cherche aussi à apprendre quelque chose de plus. Je me demande souvent pourquoi cette question est posée, je fais systématiquement le lien entre la question et d'autres problèmes sur lesquels je travaille ou dont j'ai entendu parler. C'est très stimulant. J'ai de la chance de travailler avec un technicien curieux comme moi, et mon chef de service qui est assez ouvert et attentif* » (extrait d'entretien, 2002)

C'est non seulement par curiosité, mais également dans l'espoir de pouvoir proposer une nouvelle solution, que l'ingénieur a décidé de tester ce verre renforcé. Cependant, le test s'est révélé décevant. Contrairement à l'attente, l'échantillon de verre renforcé était le plus mauvais en résistance aux rayures. L'échantillon aurait pu être jeté à la poubelle et l'histoire aurait pu s'arrêter là. Mais une remarque du technicien de l'équipe a attiré l'attention de l'ingénieur : sur le verre renforcé, les rayures créées provoquent des fissures sur toute la profondeur du verre. L'équipe a donc gardé l'échantillon (là encore, par curiosité) pour essayer d'expliquer ce phénomène afin d'enrichir des connaissances sur la propagation des fissures dans le verre renforcé.

### 3.2.3. *L'invention : lien créatif avec Daylighting*

L'histoire ne s'arrête pas là : l'ingénieur, fort épris de son verre renforcé et de ses fissures, remarque que les rayons de lumière se réfléchissent en traversant les fissures. Et le lien avec

---

<sup>6</sup> Le nom est fictif pour des raisons de sécurité

le projet Daylighting lui vient à l'esprit. Il fait un test en créant un réseau de fissures sur une surface du verre. Le test renforce l'idée qu'on pourrait faire un système de Daylighting en utilisant une feuille de verre renforcé avec des réseaux de fissures, collée sur une autre feuille de verre de support. Une discussion rapide avec le chef de service est menée pour valider certains points clés, à la fois techniques et stratégiques, afin de préparer une proposition pour le directeur scientifique du centre et de prendre contact avec l'équipe Daylighting. Un projet est lancé, financé par le budget exploratoire du CRI. Cette solution s'avère alors plus simple, moins lourde et garde davantage de transparence à la vitre. En 2002, le projet passe au stade de paramétrage technique pour l'industrialisation.

#### *3.2.4. Les ouvertures vers l'exploration*

Nous observons dans l'histoire de Daylighting plusieurs mouvements d'ouverture aboutissant à une solution innovante.

- *L'ouverture du champ de perception du problème* : Elle consiste à aller au-delà de la demande précise du client (étudier les paramètres) pour percevoir son besoin (trouver une solution résistant aux rayures). Cette ouverture se traduit par l'introduction volontaire d'un échantillon spécifique non prévu dans le test.
- *L'ouverture du champ de représentation des activités dans une logique d'apprentissage* : Considérant chaque demande de prestation de service comme une occasion d'apprentissage, l'équipe cherche systématiquement des possibilités d'enrichissement croisé entre une nouvelle demande et d'autres activités en cours ou passées. Elle permet de valoriser des résultats annexes d'un contexte à d'autres problèmes.
- *L'ouverture du système de croyances* : Elle consiste à ne pas rejeter les éléments non conformes avec l'espérance ou la conviction initiale, mais de chercher les causes de la non-conformité pour enrichir le système de croyances, quitte à le remettre en cause. Elle explique pourquoi l'ingénieur a gardé le résultat « décevant » du test pour chercher à l'expliquer.

Le goût du concret et la curiosité, le désir de comprendre, de voir et d'apprendre, sont les caractéristiques marquantes de cette histoire. Nous constatons que l'ouverture d'esprit dans l'histoire Daylighting permet de saisir les véritables enjeux derrière l'acte de résolution de problèmes, à savoir la satisfaction d'un besoin derrière la demande posée, et la valeur des connaissances et compétences générées par l'acte de résolution et d'expérimentation. Voir les enjeux permet de dépasser la variété des problèmes rencontrés pour construire une stratégie

d'apprentissage efficace et tirer parti de cette variété pour innover. Cet exemple nous montre les possibilités d'exploration dans une mission finalisée et remet en cause la vision antagoniste qui les oppose.

#### **4. Le modèle logique d'action / état d'esprit**

La confrontation entre les développements théoriques et les observations concrètes nous a permis d'éclairer différents aspects de tension dans la recherche industrielle. Cependant, les concepts proposés dans la littérature présentent plusieurs limites notamment dans leur capacité à résoudre la tension, car ils sont conçus dans une vision de fond antagoniste. Les deux histoires d'innovation repérées au sein du CRI ont illustré ces limites. Cette constatation nous conduit à proposer une nouvelle représentation des activités de recherche industrielle. La problématique a changé de nature : le point focal n'est plus la tension ou le dilemme, la vision n'est plus antagoniste et la résolution n'est plus sous forme d'arbitrage. Cette orientation de la résolution permet de traiter les deux problèmes principaux posés au départ à savoir :

- Quelle est la logique d'ensemble des activités exercées ?
- Comment combiner la résolution de problème et l'exploration dans le nouveau contexte d'innovation ?

##### **4.1. Résolution de problèmes (PS) comme logique d'action de la recherche industrielle**

Weil & Le Masson (1999) voient dans l'essence de la recherche industrielle deux choses : (1) l'art de formuler les *concepts*<sup>7</sup> pour l'action et (2) l'intégration des savoirs orientés par les concepts en un ensemble stable de compétences devenu alors *métier* (p.79). Pour les chercheurs industriels, ces concepts sont appelés *problèmes*. Et l'essence de l'action consiste à transformer ces problèmes en savoirs, c'est-à-dire à les formuler afin de les résoudre. Cette démarche est caractéristique de toute activité de recherche industrielle et nous proposons de la considérer comme la logique d'action fondamentale de la recherche industrielle.

##### **4.2. De la résolution fermée à la résolution ouverte de problèmes**

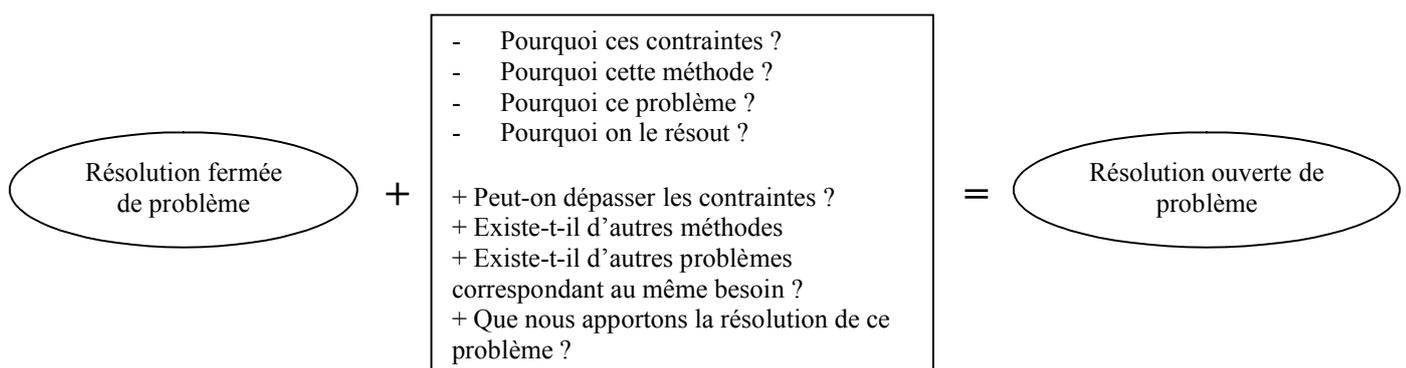
---

<sup>7</sup> Voir la théorie de conception C-K d'Hatchuel & Weil (1999, 2002)

Nous avons vu que dans la logique de résolution de problèmes, plusieurs possibilités d'ouverture existent. Comment caractériser ce passage d'une résolution fermée à une résolution ouverte ? L'analyse du cas « Daylighting » suggère une réponse assez simple mais pertinente : dans une résolution ouverte, les réflexions ne s'arrêtent pas à la question comment trouver une ou plusieurs solutions à un problème, mais s'étendent à la question du *pourquoi* on le fait. Dans l'échelle des savoirs, c'est la compréhension de ce « pourquoi » qui amène les compétences au niveau de l'expertise.<sup>8</sup>

Cette question du pourquoi peut s'ancrer sur la méthode utilisée pour résoudre le problème, sur les contraintes intervenant dans la résolution, sur le besoin derrière le problème (le sens du problème) et notamment sur le sens de l'acte de résolution lui-même. Elle permet de sortir du champ fermé sans endommager le mécanisme de convergence nécessaire à la résolution de problème proprement dite.

**Figure (1) : Le passage de la résolution fermée à la résolution ouverte de problèmes**



### 4.3 Exploration (E) comme état d'esprit de la recherche industrielle

Quand nous demandons aux chercheurs de CRI ce qui, pour eux, caractérise l'exploration, nous entendons : *c'est de la curiosité ; c'est l'esprit des vrais chercheurs ; c'est le désir de comprendre les choses ; c'est l'esprit de recherche motivé par des applications concrètes ; pour explorer, il faut avoir de la conviction... (Entretiens, 2002)*

Les termes que l'on associe à l'exploration comme la curiosité, le désir, la motivation, la volonté, la conviction... sont de nature cognitive et s'intègrent dans ce que les sciences cognitives appellent « un état d'esprit ». Un esprit est vu sous deux aspects : la *conscience* et

<sup>8</sup> Th. Durand : « Alchimie de la compétence ». Revue française de gestion

*l'intentionnalité*. Un état d'esprit est donc caractérisé par les propriétés de ces deux aspects. La conscience renvoie à une aptitude de *perception*, à un phénomène de *mémoire* explicite et à la capacité de *contrôle* des actions. Elle est liée étroitement au deuxième aspect de l'esprit, l'intentionnalité. L'intentionnalité est une propriété qu'ont les états mentaux de représenter des états de choses du monde. Cette *représentation* peut porter sur l'état du monde existant, dans ce cas, on parle de *croissance*. Elle peut porter également sur l'état que le monde devrait atteindre, on parle alors de *désir*.

C'est ce que nous avons vu à l'œuvre dans l'histoire Daylighting, dans les ouvertures sur la perception du problème afin de saisir le vrai besoin, les ouvertures sur la représentation afin d'intégrer le nouveau problème à l'ensemble des activités dans une logique d'apprentissage, et enfin les ouvertures sur le système de croyances afin de capter les phénomènes contre-intuitifs et de s'en enrichir. Nous y voyons des caractéristiques de l'état d'esprit particulier que les chercheurs entendent par l'exploration : la curiosité, le désir de comprendre, la conviction. Cet état d'esprit n'est pas antagoniste à la logique de résolution de problèmes mais s'imbrique avec elle. Il connecte les processus de résolution de problèmes variés en un ensemble cohérent d'activités de sorte que des connaissances et d'autres savoirs s'accumulent dans des voies fructueuses devenant de véritables métiers.

#### **4.4. Les activités de recherche industrielle dans l'espace PS-E**

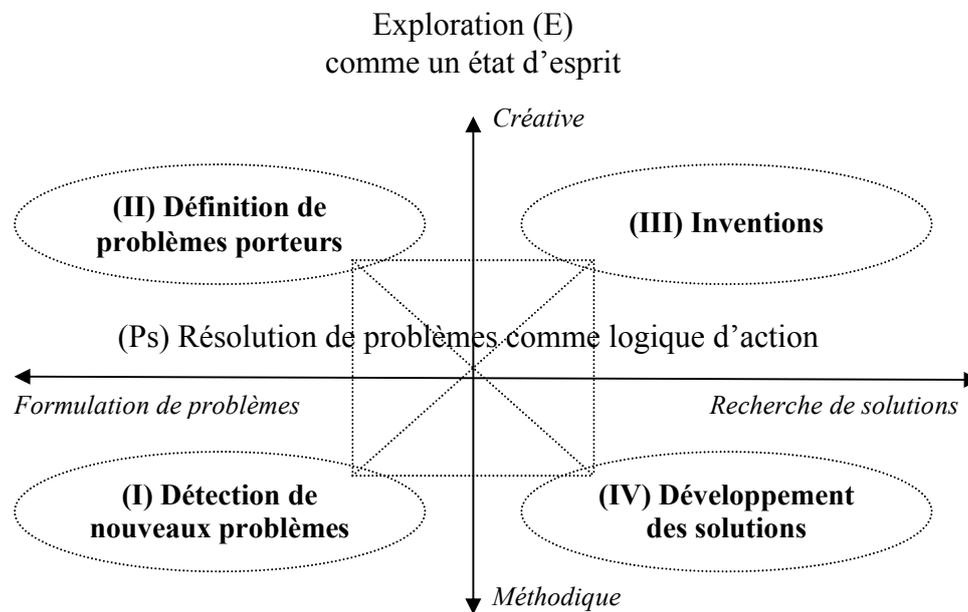
Ainsi, nous arrivons à voir la résolution de problèmes (PS pour Problem Solving) et l'exploration (E) comme les deux piliers de la recherche industrielle. L'une est la logique d'action essentielle des activités, l'autre est l'état d'esprit qui développe les savoirs en compétences et métiers. Remarquons que dans la logique de résolution de problèmes, il n'y a pas que la recherche des solutions, mais également la formulation de problèmes. La formulation implique l'identification des problèmes potentiels, la formulation des critères de test pour reconnaître et évaluer les solutions futures et la conception même du processus de génération des solutions possibles<sup>9</sup>. Quant à l'exploration, cet état d'esprit comporte non seulement des aspects créatifs, d'invention ou de création des connections, mais également des aspects méthodiques tels que la recherche bibliographique, les protocoles de tests etc. Le

---

<sup>9</sup> Nous inspirons ici des apports conceptuels des travaux en Intelligence Artificielle, où la résolution de problèmes en tant que logique d'action constitue un objet de recherche principal (Houdé & al., 1998)

croisement de ces deux axes nous donne un espace Ps-E dans lequel nous pouvons représenter l'essence du fonctionnement de la recherche industrielle.

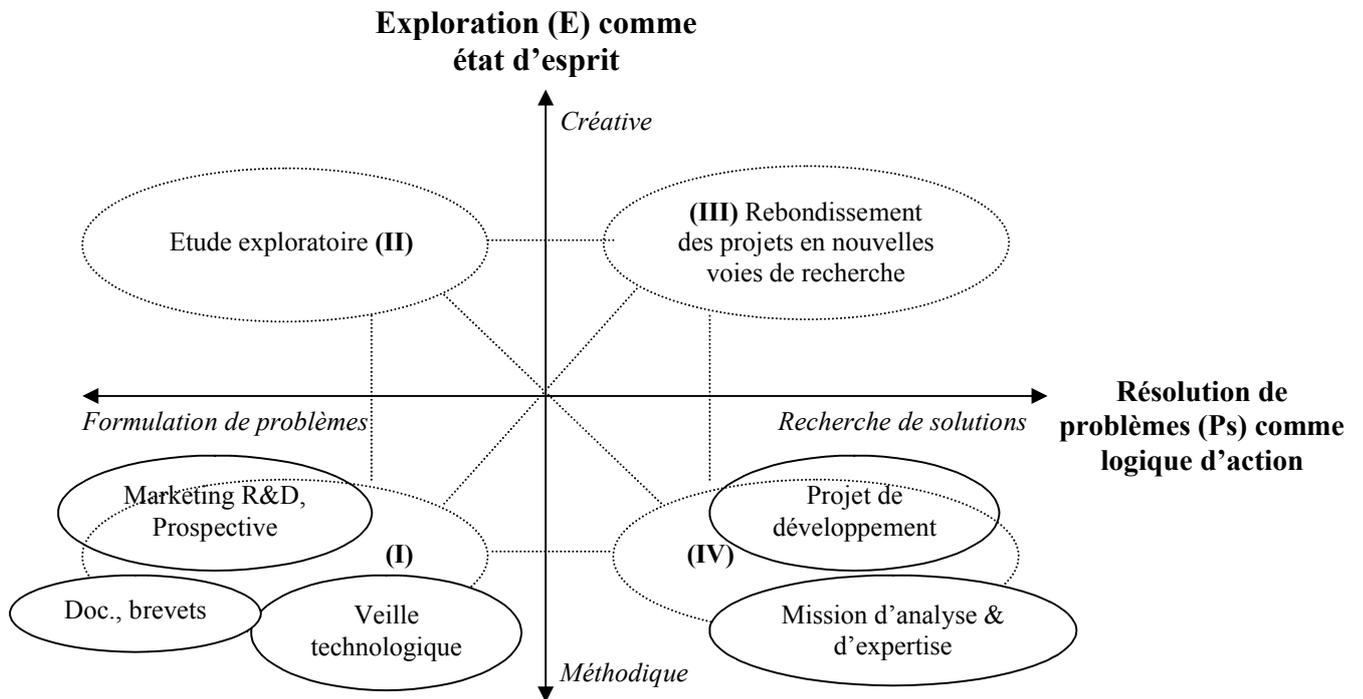
**Figure (2) : Le fonctionnement de la recherche industrielle dans l'espace Ps-E**



Cette représentation nous permet de visualiser non seulement des mouvements processuels permettant le développement des solutions, c'est à dire ceux qui convergent vers (IV), mais également des mouvements de rebondissement de (VI) vers ((I), (II), (III)) caractéristiques de la résolution ouverte de problèmes.

Cette représentation a rencontré l'approbation des chercheurs rencontrés qui ont été instantanément capables de situer l'ensemble de leurs activités sur le modèle de façon cohérente et dynamique. De plus, les managers peuvent situer dans cet espace les différentes fonctions permanentes de leurs unités. Ceci est un élément de la pertinence du modèle proposé, en confirmant la thèse selon laquelle le fonctionnement de la recherche industrielle permet de générer des ensembles stables de compétences qui deviennent alors de véritables métiers (Hatchuel & Weil, 1998)

**Figure (4) : L'articulation des activités de recherche industrielle dans l'espace Ps-E**



Cette représentation met en évidence le « rebondissement des projets vers de nouvelles voies de recherche » qui n'est pas encore considéré comme une activité « formelle » dans la recherche industrielle. Il constitue cependant une source importante et pertinente de sujets de recherche et d'innovation. Jusqu'à maintenant, cette activité ne fait pas l'objet des dispositifs organisationnels spécifiques. Elle reste au niveau des initiatives locales et ponctuelles. Il s'agit là d'un maillon faible dans la gestion des activités de recherche qui mérite davantage d'attention.

## Conclusion

A partir d'un sentiment de tension exprimé par les acteurs de la recherche industrielle, notre investigation se consacre à la description compréhensive des activités de la recherche industrielle. Nous avons montré que les tensions inscrites dans la définition des activités de la recherche industrielle s'inscrivent dans un nouveau paradigme d'innovation et que la théorie les aborde dans une vision qui sépare l'exploration et la résolution de problèmes en deux logiques antagonistes. Nos observations, notamment à travers la reconstitution de deux histoires d'innovation, montrent comment ces deux logiques s'imbriquent dans les activités de

recherche : l'activité de résolution de problème est la base du fonctionnement, l'autre est une capacité d'ouverture qui permet d'acquérir et de capitaliser les compétences à travers la résolution de différents problèmes.

Croisant ces deux logiques, le modèle Ps-E permet de représenter l'ensemble des activités de recherche industrielle de façon cohérente. Ce modèle suggère d'accorder davantage d'attention à la génération de nouvelles voies de recherche par l'exploration créative des savoirs produits dans la résolution de problèmes. Ces activités restent au stade des initiatives individuelles éparpillées quelque part entre les projets, les missions et les études exploratoires. La proposition finale est une conceptualisation d'une voie de dépassement de l'antagonisme entre résolution de problème et exploration : elle s'appuie sur la pratique que certains chercheurs industriels ont réussi à développer dans leur activité quotidienne. Il s'agit d'une hypothèse dont il conviendrait de tester la pertinence : tout d'abord, comme outil d'aide à la compréhension d'un ensemble hétérogène d'activités, par exemple dans le cas des centres de recherche industrielle ; ensuite comme suggestion d'ouverture lorsqu'on est dans une démarche de résolution de problèmes.

Cette recherche soulève les limites de l'arbitrage comme principe de gestion des tensions et des dilemmes inhérents à la recherche industriellegg. Elle montre le potentiel de la vision sociocognitive et du courant de *sensemaking* pour la gestion des activités de recherche et développement.

## **Bibliographie**

Clark, (1985) « The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution »

Durand, Th. (2000), *L'alchimie de la compétence*. Revue française de gestion, n° 127, p. 84-102.

Foray D. (2002), « *Ce que l'économie ignore en matière d'analyse de l'innovation* ». Dans Alter (2002), *Les logiques de l'innovation*. La découverte, Paris

Garud R. et MA Rappa : (1994) « A socio-cognitive model of technology evolution ». *Organization science*

Hatchuel A. et Weil B. (1999), *Pour une théorie unifiée de la conception, Axiomatiques et processus collectifs*, CGS Ecole des Mines, Paris

- Hatchuel A. et Weil B. (2002), « Théorie C-K : Fondements et usages d'une théorie unifiée de la conception », Colloque Sciences de la conception, Lyon
- Hannan M.T. & Freeman J.H. (1977), « The Population Ecology of Organizations », *American Journal of Sociology*, vol. 82, N°5, p.929-964
- Houdé O. et al. (1998), *Vocabulaire de sciences cognitives* », puf, Paris
- Klein, S. et N. Rosenberg. (1986). "une vue d'ensemble d'innovation", In R. Landau, et N. Rosenberg, (eds.), *La stratégie positive de somme: Armer la technologie pour la croissance économique* . Washington, C.c, Etats-Unis: Pression Nationale D'Académie
- Landes D.S (1975 (original 1969)), *L'Europe technicienne, révolution technique et libre essor industriel en Europe occidentale de 1750 à nos jours* (titre original : the Prometheus unbound, Technical Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present), Gallimard (Cambridge University Press), Paris (Londres)
- Latour B. (1988), « *Le métier de directeur de recherche* », Culture Technique, n°18, mars
- March J.G. (1991), « Exploration and Exploitation in Organizational learning », *Organization Science*, vol.2, p. 71-87
- Nooteboom B. (1999) : « *The combination of exploitation and exploration : how does it work ?* ». EGOS colloquium
- Reich L.S (1985), *The Making of American Industrial Research, Science and Business at GE and Bell, 1876-1926*, Cambridge University Press, Cambridge
- Roussel P.A., Saad K.N., & Erickson T.J. (1991) : *The third Generation R&D, managing the link to corporate strategy*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts
- Sanchez R. (2000), « Une comparaison des approches de la ressource... » dans *Le management stratégique des compétences*, spécialité HEC, Ellipses
- Volberda H.W. (1998), *Building the flexible firms: how to remain competitive*, Oxford University Press
- Weick K. E. (1995), *Sensemaking in Organization*, Sage Publications
- Weil B. & Le Masson P. (1999), *Nature de l'innovation et pilotage de la recherche industrielle*, Cahier de recherche CRG N° 16, déc.