La constitution de l'ITAV en Midi-Pyrénées : les nanobiotechnologies comme levier de la transformation de la recherche publique

Sarah Camguilhem

▶ **To cite this version:**

Sarah Camguilhem. La constitution de l'ITAV en Midi-Pyrénées : les nanobiotechnologies comme levier de la transformation de la recherche publique. Biotechnologie. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2015. Français. NNT : 2015TOU30134 . tel-01304098v1

HAL Id: tel-01304098

https://theses.hal.science/tel-01304098v1

Submitted on 19 Apr 2016 (v1), last revised 28 Apr 2016 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Fédérale
Toulouse Midi-Pyrénées

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par l'Université Toulouse III – Paul Sabatier

Présentée et soutenue par :

Sarah CAMGUILHEM

Le 19 octobre 2015

LA CONSTITUTION DE L'ITAV EN MIDI-PYRÉNÉES : les nanobiotechnologies comme levier de la transformation de la recherche publique.

Ecole doctorale et discipline ou spécialité :

ALLPH@ - Sciences de l'Information et de la Communication

Unité de Recherche

Centre d'Étude et de Recherche Travail, Organisation, Pouvoir (CERTOP)

Directeur(s) de Thèse

Marie-Gabrielle SURAUD – Université Toulouse III – Paul Sabatier
Xavier BOUJU – CNRS-Cemes (co-directeur)

Jury :

BOUJU Xavier – CNRS-Cemes
CABEDOCHE Bertrand – Université Grenoble III – Stendhal (Rapporteur)
DE CHEVEIGNÉ Suzanne – CNRS Centre Norbert Elias (Rapporteure)
RAGOUET Pascal – Université de Bordeaux
SURAUD Marie-Gabrielle – Université Toulouse III – Paul Sabatier

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à exprimer toute ma gratitude à ma directrice de thèse, Marie-Gabrielle Suraud, pour son soutien tout au long de ces quatre années de thèse. Ce travail doit beaucoup à sa rigueur scientifique, à ses encouragements, à sa bienveillance, ainsi qu'à sa capacité à trouver des mots réconfortants dans les moments de doute.
Cette expérience n'aurait pas été aussi riche sans l'implication de Xavier Bouju, qui a codirigé ce travail. Je tiens ici à le remercier pour sa patience, sa bienveillance, ses remarques qui ont fait avancer ma réflexion. Enfin, son regard extérieur aux Sciences sociales a été très précieux à l'évolution de ce travail.
Merci à Michel Grossetti, sans qui je n'aurai pas eu l'opportunité de commencer ce travail de thèse.
J'exprime ma gratitude et ma considération aux membres du jury qui ont accepté de lire et de discuter ce travail.
Merci à toutes les personnes qui ont accepté de m'accorder de leur temps en entretien. Aux chercheurs qui m'ont fait partager leur passion et qui m'ont ouvert les portes de leurs laboratoires.
Merci à l'ensemble des collègues de l'équipe Ecorse du Certop. Un immense merci à Marine, Sylvie et Angélique pour la bonne humeur quotidienne, et spécialement à Adrien pour le partage quotidien, durant trois années, des hauts et des bas constitutifs de l'expérience de thèse. Merci à Patrick Chaskiel, pour son exigence critique, à Liliane Sochacki pour ses remarques et conseils, à Yangane, Élodie, Aurélie, Xi, Lin, pour les échanges chaleureux lors des séances de séminaires (et en dehors). Merci à Bruno pour ses encouragements et ses conseils lors de ma première expérience d'enseignement. Merci aux collègues du département MMI de l'IUT de Tarbes pour leur acceuil.
Merci à Cathy, du CDRSHS, pour sa disponibilité et sa gentillesse.
Merci aux membres de l'association ADT-SIC, pour les nombreux échanges lors des séminaires mensuels, mais également pour les moments informels et chaleureux. Un remerciement tout particulier à Nathalie, Guillaume et Tibo pour avoir transformé des déplacements à des colloques en des séjours culturels et festifs.
Merci à Justine, Marlène et Joëlle pour leurs relectures attentives et leur amitié sincère, et spécialement à Alex pour son amitié et son soutien quotidien durant la dernière année de thèse.
Merci à Béatrice pour son acceuil chaleureux dans un cadre idéal et propice à la rédaction.

Avec une émotion particulière je remercie mes parents, pour leur soutien indéfectible et leur écoute. Merci de m'encourager à aller au bout de chaque expérience, en toutes circonstances.

Merci à Fred pour m'accompagner chaque jour, jusqu'à la fin de ce travail et au-delà.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE 4
PARTIE 1. APPRÉHENDER LES TENSIONS ENTRE POLITIQUE SCIENTIFIQUE ET ACTIVITE DE RECHERCHE 14

Chapitre 1. Éléments de contexte: la construction d'un champ « nanos » 15
Chapitre 2. Pour une approche communicationnelle de l'activité scientifique 41
Chapitre 3. Interdisciplinarité et collaborations industrielles : des tendances fortes de la politique scientifique 57
Chapitre 4. La spécificité du thème des « nanos » 90

PARTIE 2. DÉVELOPPER LES NANOBIOTECHNOLOGIES : UN ENJEU POLITIQUE PORTÉ PAR LES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR. L'EXEMPLE DE L'ITAV À TOULOUSE 116

Chapitre 5. La politique locale des « nanos »: du triangle Bio-Nano-Info à Nano-Innov .. 119
Chapitre 6 L'Itav : tensions autour d'une perspective de décloisonnement institutionnel et disciplinaire 145

PARTIE 3. DES BARRIÈRES EXTERNES ET INTERNES À LA RECOMPOSITION DE LA RECHERCHE 245

Chapitre 7 « Nanobio » : une reconfiguration de la recherche qui passe par les Sciences de l'ingénieur 246
Chapitre 8 Les barrières externes aux exigences de la politique scientifique 275
Chapitre 9 Évaluer la recherche 301

CONCLUSION GÉNÉRALE 12
BIBLIOGRAPHIE 343
SITOGRAPHIE 357
TABLE DES MATIÈRES 359
ANNEXES 363

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ce travail de recherche[1] trouve son origine dans les travaux menés par l'équipe Certop-Ecorse dans le cadre du volet « impact sociétal » du plan Nano-Innov, sous l'égide de l'Agence Nationale de la Recherche. Il s'agit alors d'interroger l'enjeu sociétal des nanotechnologies, compte tenu des transformations susceptibles d'être générées. Le débat public sur les « nanos » organisé par le CNDP[2] entre octobre 2009 et février 2010 a fait apparaître la forte contestation dont font l'objet les *« nanoactivités »* (Suraud, 2011). À la suite des débats suscités par le développement des biotechnologies (De Cheveigné, 2002), le développement des nanotechnologies *« réactive le problème déjà ancien, mais toujours actuel, des choix démocratiques en matière scientifique et technique »* (De Cheveigné, 2002, p.13). Comme les biotechnologies, les nanotechnologies *« touchent à des domaines multiples et éminemment sensibles »*, tels que l'alimentation, la santé, la sécurité, *etc.*, auxquels s'ajoutent les enjeux éthiques (*Idem*). Le débat CNDP consacré aux « nanos » a été étudié par des chercheurs en Sciences de l'information et de la communication en tant que *processus participatif*, c'est-à-dire dans le rapport qu'entretient un tel dispositif institutionnalisé à des points de vue civiques développées en dehors (Cabedoche, 2008 ; Suraud, 2011). L'étude menée par l'équipe Ecorse, sous la coordination de Marie-Gabrielle Suraud, mettait alors en avant la bifurcation opérée par le thème des « nanos » dans la dynamique civique caractérisant la société civile engagée dans le débat. Elle relevait notamment *« la propension marquée à la convergence des positions associatives et syndicales, ce qui tranche avec l'histoire de la thématique des risques technologiques, une histoire caractérisée par une ligne de clivage entre l'espace "professionnel" et l'espace public de la société civile »* (Suraud, 2011, p.5). Ces travaux ont en outre permis de mettre au jour des positions et des revendications diversifiées dans la société civile, *« non contradictoires, mais non homogènes pour autant »* (*Idem.*). Si le débat sur les biotechnologies avait réactivé le problème des choix démocratiques en matière scientifique et technique, la contestation des « nanos » opère une bifurcation. En effet, elle remet en cause la pertinence de l'activité de recherche même, là où elle se limitait habituellement aux applications technologiques des activités « à risques » (nucléaire, OGM, biotechnologies, *etc.*). Ainsi, la nouveauté *« tient à l'émergence d'une exigence associative sur la mise en œuvre de nouvelles formes de pilotage de la recherche »* (Suraud, 2011, p.6). Bien que le principe de participation de la société civile aux choix scientifiques soit partagé dans le milieu associatif, *« le thème des "nanos" révèle cependant, au sein de la société civile, des conceptions différentes de la participation – et du rôle de la participation – à l'élaboration de ces choix »* (*Idem.*). Plus généralement, *« la revendication, enregistrée au Grenelle de l'environnement, d'un* co-

[1] Ce travail de thèse a été effectué grâce à un financement conjoint de la Région MidiPyrénées et de l'Université Paul Sabatier.

[2] Commission Nationale du Débat Public. http://cpdp.debatpublic.fr/cpdp-nano/debat/debat_public.html

pilotage de la recherche *conduit vers des tensions, nouvelles, entre sphère scientifique et société civile »* (*Idem.*).

Dans le prolongement de ces travaux, le présent travail de thèse visait initialement à creuser la question du renouvellement des rapports entre la sphère scientifique et la société civile. Toutefois, au début de ce travail de thèse, en novembre 2011, plusieurs mois après la fin du Débat public CNDP, nous avons été confrontée à l'essoufflement de la contestation sur les « nanos ». La large gamme d'applications potentielles des « nanos », l'éventail des secteurs industriels concernés (Suraud, 2011, p.13), les incertitudes quant à la toxicité des « nanos » et les difficultés à mettre au point des outils de mesure de la toxicité ont constitué autant d'obstacles pour le milieu associatif à trouver des prises pour la contestation. Après le Débat public, les associations et autres organisations de la société civile ont quelque peu désinvesti le terrain de la contestation des « nanos », à tout le moins, la contestation s'est affaiblie. Une telle situation rendait difficile un travail de terrain visant à approfondir les recherches mentionnées en amont. Pour autant, le développement des « nanos » apparaissait alors toujours prioritaire au niveau de la politique scientifique. Cette situation nous a amenée à décentrer notre regard de la société civile pour nous intéresser, d'un côté, à la politique des « nanos » (Laurent, 2010), c'est-à-dire aux programmes de recherche dédiés, aux initiatives politiques visant à développer ce domaine particulier (par exemple, Nano-Innov en 2009) : d'un autre côté, à l'évolution des pratiques et de l'organisation de l'activité de recherche..

Nous partons du constat que les exigences de la politique scientifique en termes de développement économique et d'innovation apparaissent de manière particulièrement marquée concernant le développement des « nanos ». La politique des « nanos » met en effet l'accent sur le potentiel de ces nouvelles technologies en termes de développement économique, tout en insistant sur les améliorations, quasiment prophétiques, que devraient apporter les « nanos » pour l'humanité[3]. *« Le discours des promoteurs européens des nanotechnologies s'articule autour de deux idées complémentaires: la promesse d'un monde meilleur lié à la révolution technologique et le risque pour l'Europe de ne pas se hisser au rang des économies fondées sur la connaissance »* (Joly, 2005, p.3).

Le lancement de la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) par les États-Unis en 2001 marque le début de la course au niveau mondial pour le développement des « nanos » : la compétitivité des pays passe désormais par la maîtrise de ces nouvelles technologies. En

[3] Roco Mihail C., Bainbridge William S., *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*, National Science Foundation, 2003.

France, dès 2002, l'Académie des technologies défend le lancement d'un *« programme majeur, interministériel, destiné à doter le tissu de recherches français d'une organisation et de moyens propres à assurer au pays une position de premier plan dans le domaine des nanotechnologies et de leur mise en œuvre au plan industriel »*[4]. La politique des « nanos » est alors marquée, dès le départ, par une volonté politique de réorganiser le système français de la recherche. Les « nanos », en offrant la capacité de contrôler la matière au niveau des atomes et des molécules, vont *« probablement bouleverser tout ce que l'on conçoit et fabrique, des vaccins aux ordinateurs et des pneus de voiture aux objets que l'on n'imagine pas encore »*[5]. Pour assurer la réussite de tels objectifs, *« il ne suffit pas de laisser libre cours à l'imagination des chercheurs car la recherche en nanotechnologies est différente de celle en nanosciences : elle doit être faite en vue des applications et recherche un impact économique »*[6]. L'accent est alors mis sur les grandes capacités de la France en matière de recherche fondamentale, en *nanosciences*, tout en pointant *« une grande insuffisance dans le domaine de la technologie »*[7]. Pour les décideurs politiques, il convient de rattraper ce retard, en orientant l'effort de financement public vers la recherche « appliquée » et le développement technologique. Cela passe notamment par des injonctions à rapprocher la recherche publique et le secteur industriel, afin que les résultats de la recherche se traduisent en produits, dispositifs et *process* directement récupérables par les industries. **Ainsi, la politique étatique des « nanos » est caractérisée par la volonté d'établir des liens étroits entre la recherche académique et la sphère économique.**

Le mouvement de transformation du modèle « traditionnel » de la recherche en France, fondé sur le financement récurrent des laboratoires et des universités et la « liberté » du chercheur dans la définition de ses objets de recherche, est engagé depuis les années 1980. La thématique des « nanos », qui prend une large place dans la politique scientifique au début des années 2000, marque une accélération de ce mouvement. La recherche sur les « nanos » doit satisfaire prioritairement l'innovation et le développement économique. Elle doit se concrétiser par des produits et objets commercialisables. Il s'agit donc d'évaluer la pertinence des projets de recherche en amont de leur financement et en regard de leur retombée économique. La politique des « nanos » se dessine alors selon quelques grands traits caractéristiques.

---

[4] Rapport du groupe de travail « Nanotechnologies » de l'Académie des technologies, *« Les nanotechnologies : enjeux et conditions de réussite d'un projet national de recherche »*, Paris, 2002, p.5.
[5] *Ibid.*, p.4.
[6] *Ibid.*
[7] *Ibid.*

> *« La mise en compétition des projets devra être pratiquée systématiquement. […] On favorisera l'émergence de regroupements interdisciplinaires, essentiels pour aborder de nombreux domaines d'applications. Il faudra aussi rechercher l'implication des industriels dans la conduite de l'initiative »*[8].

Ces exigences – caractéristiques de la politique des « nanos » – entrent en tension avec l'organisation « traditionnelle » de la recherche française. *« Ces actions devraient avoir une vocation structurante pour le tissu de recherche français, constituant ainsi une occasion à ne pas laisser passer de le modifier et le moderniser »*[9]. Les « nanos » seraient un concept *« fédérateur »* car s'adressant à de nombreux domaines d'application, de plus, elles concernent plusieurs disciplines scientifiques. *« Un effort particulier dans le domaine des nanotechnologies offre donc l'opportunité de remodeler en profondeur le paysage scientifique national »* : mise à niveau des équipements, *« redéploiements thématiques et humains », « nouveaux secteurs et modes d'interaction avec des industriels »*, *« évolution des structures et des acteurs de la recherche »*[10]. Les décideurs politiques entendent ainsi saisir l'occasion qui leur est offerte par l'émergence d'un domaine nouveau *« dont l'impact sera profond »*, et qui appellerait la mise en place d'une organisation spécifique. Il s'agit de soutenir *« les universités et le CNRS avec le souci d'obtenir un effet de levier maximum au plan économique »*[11], en favorisant, particulièrement, la création de *start-ups*.

Selon l'Académie des technologies, la diversité des approches scientifiques sur les « nanos » serait liée aux différents domaines de recherche concernés et aux divers secteurs d'applications. Pour répondre à cette diversité d'approches, il s'avère opportun d'envisager des modes d'organisation divers selon les domaines concernés, c'est-à-dire des *« structures souples »* et des *« innovations de procédures »*[12] en mesure de s'adapter à la diversité des approches et des objectifs. L'Académie des technologies souligne que l' *« inadéquation des procédures »* s'illustre, entre autres, par une organisation de la recherche publique qui se prête mal à l'interdisciplinarité alors même qu'elle est *« essentielle quand on veut faire des technologies »*[13].

Afin d'atteindre cet objectif de recomposition de l'organisation de la recherche, de nouveaux outils de la politique scientifique sont mis en place au niveau national. Notamment, le mode d'attribution des subventions publiques aux activités de recherche évolue d'un mode de financement récurrent à un mode de financement qui se fait aujourd'hui majoritairement sur projets. Le mode de financement par projets s'accompagne d'injonctions et se traduit par une orientation des thématiques de recherche, tandis que le

---

[8] *Ibid.* p.5.
[9] *Ibid.*
[10] *Ibid.,* p.18.
[11] *Ibid* ; p.19.
[12] *Ibid.*
[13] *Ibid.*, p.32.

mode de financement récurrent laissait une plus large place à la « liberté » du chercheur dans la détermination de ses sujets de recherche.

Du côté des chercheurs, ces évolutions sont remises en cause. Aussi, notre travail de terrain a progressivement fait émerger le décalage entre une politique de recherche qui fait des « nanos » un levier de l'innovation et des chercheurs, dans les laboratoires, prenant le plus souvent leur distance vis-à-vis des discours politiques qui prennent appui sur une *« économie des promesses »* (Joly, 2005, p.3). C'est la remise en question de leur « autonomie », et de celle des unités de recherche, à définir librement leurs thématiques que contestent les chercheurs. Cette « autonomie » est fragilisée par l'exigence d'innovation et de développement économique. Face au temps court de la recherche sur projets, les chercheurs opposent le temps long nécessaire à l'activité de recherche. Face aux exigences en termes d'innovation et de développement technologique, les chercheurs opposent la production désintéressée de connaissances posée comme finalité de l'activité de recherche et l'impossibilité à « programmer » à l'avance les résultats de la recherche. Ce qui nous amène à formuler une question : dans quelle mesure **les politiques étatiques de recherche transforment les pratiques de l'activité de recherche ?**

Dans cette recherche nous appréhenderons les « nanos » comme levier de recomposition de la recherche (Shummer, 2008 ; Bensaude-Vincent, 2009). Ce mouvement n'est pas propre aux « nanos », mais il est renforcé dans ce domaine.

Ce questionnement nous a conduite à privilégier le cadre théorique communicationnel de Jürgen Habermas (Habermas, 1987) afin d'analyser les tensions qui apparaissent entre les pratiques liées à l'activité de recherche et les exigences de la politique scientifique. Il s'agit d'étudier, d'un côté, les transformations de la politique scientifique, et, d'un autre côté, les façons dont les chercheurs s'approprient, contournent, ou influencent, ces transformations. Dans ce cadre, nous posons la question de la capacité des chercheurs, porteurs de valeurs et de normes spécifiques à leur activité, à se positionner face aux injonctions politiques et à influencer en retour les évolutions de la politique de recherche.

Le cadre communicationnel habermassien, avec le clivage qu'il établit entre le *système* et le *monde vécu*, est pertinent dans le cadre de notre questionnement. Le système est un espace *régulé*. Il est composé des sous-systèmes politique et économique, régulés respectivement par le pouvoir et la monnaie. La régulation échappe, par rpincipe, aux individus. Le monde vécu, en opposition, est l'espace de la *communication*. Dans le monde vécu, la coordination de l'activité passe par la discussion langagière qui mène au *consensus* (Habermas, 1987).

Partant de cette conceptualisation des sociétés capitalistes, J. Habermas distingue les actions orientées vers le succès (actions *instrumentales* et *stratégiques*) des actions orientées vers l'intercompréhension (actions *communicationnelles*). Les participants à l'*activité communicationnelle* ne sont pas premièrement orientés vers leur succès propre, mais vers la définition commune des situations. Aussi, notre propos sera d'éclairer les leviers, mais également les motifs de la résistance des chercheurs aux exigences systémiques exprimées à travers la politique scientifique. La résistance relève-t-elle de la défense d'intérêts particuliers ? Ou bien prend-elle appui sur un accord normatif construit autour d'une définition partagée ? Le domaine des « nanos », parce qu'il est un domaine d'intervention privilégié de la politique scientifique depuis le début des années 2000, présente un intérêt particulier pour l'analyse de ces tensions.

Pour approfondir cette question, nous avons focalisé notre travail de terrain sur une expérience locale. En 2009, le Plan Nano-Innov[14] fait de Toulouse l'un des trois centres d'intégration en « nanos », aux côté de Grenoble et de Paris Saclay. Ce plan d'investissement vient récompenser les efforts du territoire de Midi-Pyrénées et de l'agglomération toulousaine pour l'investissement en faveur de ce domaine depuis le début des années 2000. Une volonté du territoire de diversifier une industrie très dépendante de l'aéronautique, et la nécessité de remplacer l'industrie chimique après l'explosion de l'usine AZF en septembre 2001, ont ouvert une opportunité qui s'est concrétisée par le projet de l'Oncopôle[15]. Ce dernier naît à l'initiative de Philippe Douste-Blazy, maire de Toulouse entre 2001 et 2004[16]. Dès lors, à côté des applications liées à l'aéronautique en Midi-Pyrénées, les « nanos » se révèlent comme un enjeu pour le secteur de la santé. Cette perspective prend appui sur le développement des « nanobiotechnologies » dans les laboratoires de recherche toulousains depuis le début des années 2000. Ce domaine de recherche est porteur tant pour le diagnostic que pour la thérapeutique de certaines maladies, telles que le cancer. En 2003, dans le cadre de l'aménagement de la zone sinistrée par l'explosion d'AZF, naît un projet d'institut orienté vers le développement technologique. L'Institut des technologies avancées en Sciences du vivant (Itav) est pensé comme un lieu devant favoriser l'innovation et le développement technologique, notamment par le biais des nanobiotechnologies. L'institut

[14] Jean Therme, Dominique Vernay, Alain Costes, « Nano-Innov, 10 propositions pour un France compétitive dans les nanotechnologies », Rapport pour le Président de la République, 2008.
[15] L'Oncopôle de Toulouse est un campus regroupant un hôpital public-privé (CHU et Institut Claudius Régaud) dédié au traitement du cancer et un centre de recherche regroupant des unités de l'Inserm et du CNRS. http://www.oncopole-toulouse.com/
[16] Également président de la Communauté d'agglomération du Grand Toulouse de 2001 à 2008 et Ministre de la Santé de novembre 2004 à mai 2005.

doit accueillir des projets de recherche « finalisée » et interdisciplinaires. **L'Itav a pour objectif d'héberger des projets interdisciplinaires afin de favoriser le transfert technologique et l'innovation.**

Toutefois, cet Institut ne fait pas l'unanimité auprès des chercheurs. Ainsi, la constitution de l'Itav a connu des difficultés. L'institut s'est aujourd'hui « stabilisé » en devenant une unité de recherche « traditionnelle » du CNRS. Nous nous sommes intéressée au processus de construction de l'Itav, qui offre l'opportunité d'étudier comment les exigences politiques pèsent sur la sphère de la recherche et comment cette dernière répond, ou contourne, ces exigences.

Le présent travail est composé de trois parties.

La première partie (chapitres 1 à 4) est dédiée à la présentation générale de notre sujet de recherche. Nous présentons le contexte dans lequel se place cette étude, nous explicitons les fondements théoriques de notre analyse et proposons un état de l'art de la littérature existante sur les politiques et les pratiques de recherche. Nous précisons d'abord quelques éléments de contexte afin de mieux cerner le domaine des « nanos » et celui des « nanobio » **(Chapitre 1)**. En effet, il n'existe pas de définition consensuelle parmi les chercheurs de ce que sont les « nanos ». Il nous faudra donc dans un premier temps revenir sur ce que recouvre ce terme et la façon dont nous l'abordons dans ce travail. Ensuite, nous exposons notre cadre théorique, celui de la théorie de la communication de J. Habermas **(Chapitre 2)**. À travers la mobilisation de ce cadre théorique, nous voulons distinguer entre les intérêts politiques et économiques qui s'expriment à travers la politique scientifique et les valeurs constitutives des pratiques liées à l'activité de recherche. Il s'agit de mettre au jour les motifs et les leviers de la résistance des chercheurs aux exigences et orientations politico-économiques du système, afin d'alimenter la question théorique des rapports entre le *système* et le *monde vécu* (Habermas, 1987). Nous revenons ensuite sur les évolutions de la politique scientifique depuis l'après Seconde Guerre mondiale jusqu'à aujourd'hui **(Chapitre 3)**. Cela permettra notamment de faire émerger les traits caractéristiques de ce que nous désignerons comme l'organisation « traditionnelle » de la recherche, qui tend à être remplacée par une organisation caractérisée par de « nouvelles » exigences pesant sur les chercheurs et les unités de recherche. Pour terminer cette partie, nous insistons sur la spécificité de la thématique des « nanos » dans ce mouvement de recomposition de l'organisation de la recherche **(Chapitre 4)**. En effet, dès les débuts de la mise en place d'une politique des « nanos » au début des années 2000, elles sont utilisées comme un levier par le système politique pour imposer une transformation de l'organisation de la recherche dans le sens d'enjeux économiques.

La deuxième partie (chapitre 5 et 6) est consacrée au processus de constitution de l'Itav à Toulouse. D'abord, nous revenons sur la politique locale des « nanos », telle qu'elle s'est construite depuis le début des années 2000 **(Chapitre 5)**. Nous montrons ainsi que l'Itav a été pensé dans une vision stratégique de l'activité de recherche orientée vers le transfert de technologie. L'institut a représenté un outil politique de développement économique du territoire par l'innovation en défendant une organisation « nouvelle » de la recherche, au diapason des discours politiques. Toutefois, le processus de construction de l'Itav a été marqué par des tensions qui se sont cristallisées autour de visions divergentes des objectifs de la recherche et de son rapport à l'industrie **(Chapitre 6)**. Nous expliquons comment les « nanobio », portées à l'Itav par les Sciences de l'ingénieur, ont constitué un socle pour la construction de cet institut. L'étude de la constitution de l'Itav et son infléchissement nous a permis de mettre au jour les motifs et les formes de la résistance des chercheurs vis-à-vis des exigences politiques.

La troisième partie (chapitre 7 à 9) permet d'identifier les barrières qui freinent la recomposition de la recherche, et qui peuvent être internes ou externes à la sphère de la recherche. Nous montrons d'abord que la reconfiguration des pratiques de recherche dans les projets de « nanobio » passe par l'intégration de compétences interdisciplinaires par les doctorants et jeunes chercheurs. Les « nanobio » mettent bien en jeu un rapprochement de l'activité de recherche avec les exigences de la politique de recherche. Toutefois, ce mouvement est loin d'être général et semble pour l'heure passer uniquement par les Sciences de l'ingénieur **(Chapitre 7)**. Nous montrerons qu'il existe des barrières externes à la sphère de la recherche qui freinent la recomposition de l'organisation de la recherche (**Chapitre 8)**. Le manque de débouchés des « nanobio », le désintérêt des sphères politiques et industrielles à l'égard de certains domaines, ou encore la contestation de la société civile constituent autant de freins aux exigences politiques de réorganisation. Par ailleurs, la recomposition de la recherche se heurte également à son propre modèle d'organisation **(Chapitre 9)**. L'évaluation des chercheurs et des unités de recherche reste fondée sur des critères traditionnels. L'un des éléments fondamentaux de cette organisation traditionnelle est l'évaluation par les pairs, qui garantit en principe l'autonomie de l'activité de recherche vis-à-vis d'intérêts extérieurs. L'évaluation par les pairs repose elle-même sur l'organisation disciplinaire de la recherche. Aussi, la pratique de l'interdisciplinarité est difficilement reconnue au niveau des recrutements ou de l'évolution de carrière des chercheurs, ce qui pose des questions quant au devenir professionnel des jeunes chercheurs formés à l'interdisciplinarité. De même, la reconnaissance des activités de valorisation économique

des chercheurs, à travers la création de *start-ups* ou encore les partenariats industriels, n'est pas prise en compte dans leur évaluation. Ainsi, le système d'évaluation de l'activité de recherche est lui-même un frein aux nouvelles exigences de la politique scientifique.

D'un point de vue d'une théorie de la communication, ce travail doit permettre d'éclairer les mécanismes de coordination de l'action au sein de la sphère de la recherche face aux intérêts économiques. Les actions sociales observées sont-elles fondées sur des situations d'intérêts ou sur un accord normatif ? L'ancrage théorique de notre recherche en Sciences de la communication offre une opportunité de dépasser les approches, restrictives, centrées sur les motivations des acteurs, pour éclairer les mécanismes de coordination de l'action à l'œuvre dans un processus social déterminé.

PARTIE 1.

APPRÉHENDER LES TENSIONS ENTRE POLITIQUE SCIENTIFIQUE ET ACTIVITE DE RECHERCHE

CHAPITRE 1. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE: LA CONSTRUCTION D'UN CHAMP « NANOS »

1.1 Les « nanos »: controverses autour de la délimitation d'un champ

De façon générale, les programmes de recherche regroupent aujourd'hui sous le terme de « nanotechnologies » à la fois les nanomatériaux, les matériaux nanostructurés, les nanosystèmes, les techniques de fabrication, de manipulation et de caractérisation, mais aussi les techniques d'imagerie et les outils de modélisation utilisant une échelle comprise entre 1 et 100 nanomètres[17] (un nanomètre = un milliardième de mètre).

> *« Parler de nanotechnologies, c'est d'abord parler de l'échelle nanométrique, c'est-à-dire le milliardième de mètre, soit l'échelle de l'atome, pour en attendre des propriétés nouvelles »* (Laurent, 2010, p.18).

Il s'agit d'un domaine élargi qui ne peut se limiter à un champ disciplinaire. Des physiciens, des chimistes, des biologistes, des ingénieurs travaillent aujourd'hui à l'échelle nanométrique.
En termes d'application, la spécificité des « nanos » est de pouvoir être utilisées dans de nombreux secteurs, de l'électronique à la santé, en passant par les transports, l'énergie ou encore les biens de consommation courants.

Dans ce travail, nous distinguerons nanosciences et nanotechnologies. Nous entendons par *nanosciences* l'étude des propriétés fondamentales de la matière à l'échelle nanométrique, tandis que les *nanotechnologies* comprennent les techniques qui permettent de voir et manipuler la matière, et donc de fabriquer des objets à cette échelle particulière. En conséquence, nous parlerons plutôt de manière générique des « nanos », englobant ces deux aspects de l'activité de recherche.

Du point de vue de la recherche en sciences, deux voies ont conduit au développement des « nanos ».

1. L'approche « *bottom-up* », ou voie ascendante. Cette voie consiste à fabriquer des objets atome par atome, ou molécule par molécule. Elle est rendue

[17] « Les nanotechnologies : un nouveau paradigme », *Les cahiers de l'ANR*, n°5, juillet 2012.

possible par l'utilisation d'instruments capables de manipuler des molécules à l'échelle atomique et d'utiliser les liaisons entre atomes et molécules.

Au début des années 1970, le chimiste Ari Aviram propose pour la première fois une construction moléculaire d'un composant électronique[18], qui consiste à *« utiliser des molécules comme composants élémentaires de circuits électroniques »*[19]. L'objectif principal de l'électronique moléculaire est de remplacer la technologie du silicium utilisée pour la fabrication des puces électroniques, qui est à la base de l'industrie de la microélectronique, en assurant à la fois des coûts de fabrication et une consommation énergétique affaiblis, ainsi que la réduction du délai entre la fabrication des puces et leur commercialisation[20].

Toutefois, il faut attendre 1981 et l'invention du microscope à effet tunnel (STM)[21], mis au point par Gerd Binnig et Heinrich Rohrer, deux chercheurs du laboratoire IBM à Zurich, pour qu'il soit possible de voir une molécule unique (Binnig et Rohrer, 1987). Cette découverte leur vaut le prix Nobel de physique seulement quelques années plus tard, en 1986.

En 1985, le microscope à force atomique (AFM)[22], par Gerd Binnig, Calvin Quate et Christoph Gerber, permet d'observer à l'air ambiant, ou même en milieu liquide, les molécules individuelles adsorbées sur une surface, avec une résolution nanométrique.

---

[18] Il publie un article théorique en 1974 qui ouvre la possibilité de l'électronique moléculaire mais il n'existe alors encore aucun moyen concret de réaliser cette idée. Arieh Aviram, Mark A. Ratner, « Molecular rectifier », *Chemical Physics Letters*, Volume 29, n°2, 15 novembre 1974, pp. 277-283, DOI: 10.1016/0009-2614(74)85031-1

[19] Entretien avec Ari Aviram dans le mensuel *La Recherche* n°359, p.75, 01/12/2002 http://www.larecherche.fr/savoirs/entretien/ari-aviram-molecules-remplaceront-silicium-01-12-2002-69453

[20] *Ibid.*

[21] Le STM (*Scanning Tunneling Microscope*) est un microscope en champ proche qui utilise un phénomène quantique, l'effet tunnel. Il fournit une mesure de la densité d'états électroniques de surfaces conductrices ou semi-conductrices en balayant précisément une pointe métallique terminée par un seul atome. Ainsi, il est possible de remonter à la structure atome par atome de ces surfaces sondées. Dans le cas où des atomes ou des molécules sont déposés sur des surfaces, il est également possible de les observer. Le STM permet donc non seulement de voir, au sens métaphorique du terme, avec une résolution sub-nanométrique, mais il permet aussi de manipuler de façon contrôlée des atomes ou des molécules individuels sur une surface.

[22] L'AFM (Atomic Force Microscope) est un microscope à sonde locale proche du STM, à la différence qu'il mesure des forces d'interaction entre une pointe et une surface. Il permet de remonter à la structure atomique de surface quelque soit leur nature chimique. Ses modes d'utilisation sont devenus divers puisqu'il permet de réaliser la cartographie locale des grandeurs physiques caractéristiques de l'objet sondé (force, capacité ou charge électrique...), mais également de travailler dans des environnements particuliers tels que les milieux sous vide, liquides ou ambiants.

Puis, en 1989, Donald Eigler[23] parvient à écrire sur une surface le logo d'IBM avec 35 atomes de Xénon en utilisant le microscope à effet tunnel. L'image (*Fig. 1*)[24] fait le tour du monde. Si les recherches en « nanos » vont prendre leur essor à partir de ce moment-là, c'est que, comme le rappelle Xavier Bouju, *« les nanosciences […] ont ceci de particulier qu'il est nécessaire d'avoir recours aux images pour les matérialiser »* (Bouju, 2011). La publication de cette photo marque ainsi un tournant dans l'histoire des « nanos » puisque cela est concomitant à l'investissement de nombreux pays à travers le monde (États-Unis, Japon, France, etc.) dans le développement de ces nouveaux instruments d'imagerie permettant de voir et de travailler sur la matière à l'échelle nanométrique[25].

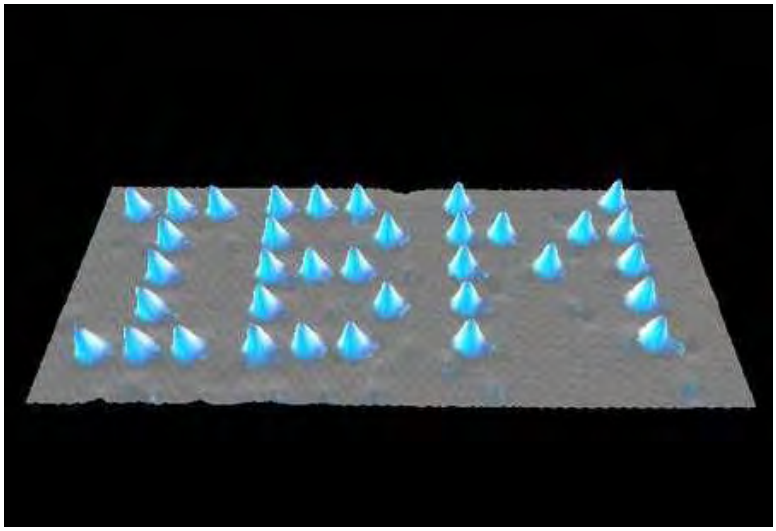


Fig. 1: Logo IBM formé par 35 atomes de xénon (en bleu) sur une surface de nickel (en gris). Chacun des atomes a été déplacé de façon contrôlée avec la pointe d'un STM. (Crédit : D.M. Eigler, E.K. Schweizer).

L'invention du STM ouvre la voie de l'*électronique moléculaire,* qui consiste en la construction des composants électroniques en procédant atome par atome. La technique « *bottom-up* » semble pouvoir apporter une solution aux limites de la miniaturisation dans la microélectronique[26]. Aussi, par la voie du « bottom-up », il s'agit de développer la recherche

[23] Laboratoire IBM à Zurich

[24] Sur le rôle et la place de l'image dans les nanosciences et nanotechnologies, voir A. Sauvageot, X. Bouju et X. Marie (dir.), *Images & mirages @ nanosciences*, Hermann, Paris, 2012.

[25] En France en 1994, le CNRS finance la création d'un Groupement de recherche de 6 laboratoires en nanosciences intitulé « Manipulations et interaction point-surface au nanomètre » (NANOMIPS). Le but est l'amélioration des techniques d'imagerie, la fabrication de structures à l'échelle subnanométrique et l'étude de leurs comportements et la construction de machines à manipuler atomes et molécules, machines qui n'existent pas en France. Le GDR soutient et organise les réunions qui donneront naissance au projet « Nanosciences » soumis au CNRS le 21 novembre 1997. *« Nous espérons avoir ouvert la voie aux nanosciences en France ».*

[26] L'industrie de la microélectronique évolue selon la loi de Moore, qui veut que la taille des transistors électroniques soit divisée par deux tous les 18 mois.

sur les propriétés de la matière réduite à quelques atomes et de travailler à la réalisation de composants électroniques à partir d'une seule molécule, ou encore de machines moléculaires capables de fournir des fonctions électroniques ou mécaniques.

2. L'approche « *top-down* », ou approche descendante, est basée sur la miniaturisation. Elle consiste à réduire les dimensions d'un bloc de matière jusqu'à atteindre des dimensions nanométriques. Dans ce cas, ce sont des techniques de fabrication dérivées de la lithographie [27], développées par l'industrie de la microélectronique, qui sont utilisées. Les technologies utilisées pour la réalisation de circuits ou systèmes miniaturisés s'appuient sur des équipements permettant de travailler à des dimensions nanométriques et qui ne peuvent être utilisés qu'en se salles blanches dans lesquelles la température, l'humidité et le degré de poussière sont contrôlés.

Les scientifiques sont divisés autour de la question de la taille. Selon les tenants de l'approche *bottom-up*, les nanotechnologies se limitent à la dizaine de nanomètres, c'est-à-dire à l'échelle à laquelle les propriétés de la matière sont modifiées. Les changements de propriétés physiques et chimiques apparaissent généralement à des échelles très proches du nanomètre, entre 1 et 15 nanomètres environ. **Ces deux aspects, réduction de taille et changement de propriétés, sont les caractéristiques principales de la définition des « nanos ».**

> *« On appelle « nanotechnologie » cette technologie ascendante de construction atome par atome. Ainsi, par essence, la nanotechnologie est une technologie qui préserve les ressources matérielles. Mais, au fil des années, la définition de la nanotechnologie est devenue plus élastique : la nanotechnologie s'est transformée en "nanotechnologies", qui ne concernent plus seulement la manipulation de la matière atome par atome, mais qui fait référence à toutes les techniques permettant de fabriquer de « petits-objets » avec une précision de l'ordre du nanomètre, quand bien même elles mettent en jeu des milliards d'atomes, et non plus quelques-uns »* (Joachim et Plevert, 2008, p.8).

La différence d'approche entre les voies ascendante et descendante divise donc le champ de la recherche sur les « nanos ». Pour certains tenants de l'approche « *bottom-up* », celle-ci

[27] « La lithographie est basée sur l'utilisation de résines sensibles à la lumière ou aux électrons et déposées sur les matériaux à structurer. Après exposition à la lumière ou aux électrons, la résine est plongée dans une solution chimique qui dissout les parties exposées. […] La lithographie permet par exemple de fabriquer les circuits électroniques intégrés ainsi que des microsystèmes électromagnétiques (MEMS : Micro Electro Mechanical Systems) ». « Les nanotechnologies : un nouveau paradigme », *Les cahiers de l'ANR*, n°5, juillet 2012.

constitue le champ des « nanos », et tout ce qui relève de la démarche « *top-down* » ne peut être intégré sous ce terme. L'argument est le suivant : en réduisant la taille des objets, on peut certes atteindre des dimensions proches de quelques dizaines de nanomètres, mais sans pour autant que les propriétés de la matière soient modifiées.

Cette controverse entre chercheurs sur ce qui entre, ou non, dans le périmètre des « nanos » est une dimension importante à prendre en considération lorsqu'on étudie tant les politiques de recherches que les pratiques de recherche labellisés « nanos ».

Il est impossible de dater avec précision le début des « nanos », les chimistes, en particulier, disent faire des « nanos » bien avant qu'elles ne soient nommées ainsi. Dès lors, l'émergence des nanotechnologies relève davantage d'un long processus d'évolution de la recherche scientifique plutôt que d'une découverte apparue à un moment précis.

Gardons à l'esprit que l'avancée majeure concerne la mise au point de nouveaux instruments capables de voir et de manipuler des atomes isolés.

1.2 Les « nanos » : un enjeu pour le développement industriel

Dans les années 1990, suite aux avancées scientifiques au niveau des connaissances fondamentales, l'exploitation des nouvelles propriétés de la matière à l'échelle nanométrique va rapidement intéresser l'industrie. En premier lieu l'industrie de la microélectronique, confrontée à l'enjeu essentiel de la réduction de taille des composants. Plus largement, des perspectives s'ouvrent dans des domaines aussi divers que l'énergie, l'aéronautique, les cosmétiques ou encore le textile avec la possibilité d'obtenir des matériaux plus « performants », c'est-à-dire intégrant de nouvelles propriétés, ou de nouvelles fonctions, par l'incorporation de nanoparticules[28]. Un inventaire réalisé en 2010 conjointement par le BEUC (Bureau européen des unions de consommateurs) et l'ANEC (association européenne pour la coordination de la représentation des consommateurs dans la normalisation) répertoriait 475 produits de consommation présentés comme contenant des nanomatériaux présents sur le marché européen[29].

> « Les nanos font déjà partie de la vie courante, qu'i s'agisse de la nanoélectronique omniprésente dans

[28] Particules dont la taille est comprise entre 1 et 100 nanomètres selon la définition de la NNI en 2001, reprise par l'Union Européenne (2004).

[29] « How much nano do we buy? », *ANEC & BEUC updated Inventory on products claiming to contain nanomaterials*, Octobre 2010.

l'informatique, de l'encapsulation de médicaments dans des nanoparticules ou des nanodispositifs pour l'analyse et le diagnostic médical. Sans oublier les revêtements nanostructurés à base de nitrure de titane pour augmenter la durée de vie des outils de coupe, la nanofiltration des eaux usées, les nanocristaux d'argent dans les pansements pour constituer une barrière anti-microbienne, les nanoparticules inorganiques intégrées comme additifs dans les peintures pour accroître leur résistance à l'abrasion, les nanocatalyseurs, les emballages nanocomposites et tutti quanti »[30].

Les potientialités d'aplications des « nanos » sont si nombreuses que nous ne pouvons en dresser un inventaire exhaustif ici. Nous nous limiterons à illustrer notre propos en présentant les potentialités ouvertes par l'utilisation des « nanos » dans le secteur de l'alimentation.

LES « NANOS » DANS L'ALIMENTATION

Selon *Veillesnanos*, la plupart des applications des nanotechnologies dans le domaine alimentaire concernent aujourd'hui les matériaux au contact des aliments : emballages, surfaces de découpes, instruments de cuisine, parois de réfrigérateurs, filtres à eau par exemple. Elles ont pour but de : renforcer leur solidité, rigidité et résistance à la dégradation (nano nitrure de titane pour prévenir les rayures sur les emballages plastiques par exemple) ; accroître leur transparence (emballages plastiques) ; permettre une meilleure conservation des aliments en protégeant nourriture ou boisson contre les UV, l'humidité, l'oxygène, les microbes, bactéries ou champignons (nano oxyde de zinc ZnO, nano dioxyde de titane TiO2 et nanoargent que l'on retrouve également sur les parois internes de certains réfrigérateurs, sur des planches à découper, des récipients hermétiques pour la conservation des aliments, barquettes alimentaires, films transparents, *etc.*).

[30] Dossier « Les promesses tenues des nanos », *Le Journal du CNRS*, n°237, octobre 2009, pp.18-27.

> Ces applications s'élargissent désormais également aux applications comme les nanocapteurs biologiques incorporés dans des emballages dits « intelligents » pour vérifier que la chaîne du froid a été respectée, assurer la traçabilité des aliments ou détecter et signaler les détériorations, bactéries ou contaminants dans les denrées alimentaires.
>
> Des nanomatériaux directement intégrés dans les denrées alimentaires ont pour objectif de diminuer la teneur en graisse, en sel, en calories ou en émulsifiants des aliments, sans altération de leur goût ; d'améliorer l'assimilation de nutriments alimentaires ; de modifier des arômes, saveurs, couleurs et textures des aliments ; ou encore d'allonger la durée de conservation[31].

1.2.1 Un domaine interdisciplinaire

La controverse scientifique sur la définition des « nanos », qui persiste encore à ce jour entre les chercheurs, a été dépassée par les institutions scientifiques par l'adoption d'une définition officielle des « nanos » qui concernent les objets ou structures dont *« l'un au moins des aspects intéressants possède une taille comprise entre 10^{-9} et 10^{-7} m »* (entre 1 et 100 nm, soit 0,1 micromètre)[32].

Cette définition recouvre les deux approches, *bottom-up* et *top-down*.

La construction de cette vision élargie repose sur le rapprochement dans les années 1980-1990 d'intérêts de différentes disciplines. En travaillant sur des échelles similaires, différentes disciplines se retrouvent sous un même terme : les physiciens mesurent des propriétés sur une seule molécule, les chimistes font des édifices moléculaires de plus en plus complexes, les évolutions de la lithographie électronique permettent aux micro-électroniciens de réaliser des motifs de l'ordre de quelques dizaines de nanomètres.

L'interdisciplinarité est donc une des caractéristiques des nanosciences et nanotechnologies, et aussi bien des physiciens, que des ingénieurs ou des chimistes, voire des biologistes, revendiquent aujourd'hui de travailler dans le champ des nanosciences ou nanotechnologies. En outre, certains considèrent que la réduction de taille a imposé le

---

[31] « Nano et Alimentation (2/7) : Quels ingrédients nano dans notre alimentation ? », *Veillenanos*, http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=QuellesNanoAlimentation , consulté le 18 juin 2013.

[32] NNI, 2001 ; Académie des Sciences et Académie des technologies, 2004 ; Commission européenne, 2004.

rapprochement des physiciens et des chimistes, à tel point qu'il est impossible d'établir laquelle de ces deux communautés s'est intéressée la première aux dimensions nanométriques de la matière. À titre d'exemple, nous avons vu que l'électronique moléculaire est née de l'intérêt d'Ari Aviram, un chimiste, pour la conductivité électrique de certaines molécules, qui est un principe physique.

Si la paternité des « nanos » reste objet de controverse entre les deux communautés, les équipes ou les laboratoires spécialisés sur ces thématiques regroupent souvent des physiciens et des chimistes[33].

D'un autre côté, pour une partie des chercheurs, la mise en avant dans les années 2000 des « nanos » n'a rien changé à leurs pratiques et à leurs objets de recherche (ils parlaient avant d' « objets de basses dimensions », de « matière divisée », de « couches minces », *etc.*). Dans le même temps, la place prise par cette thématique dans les appels à projets a amené davantage de chercheurs à investir, de façon plus ou moins opportuniste, ce terrain de recherche en *« relabellisant »* leurs projets de recherche « nano » (Rip, 1995, p.117).

1.2.1 Des micro-nanotechnologies aux nanobiotechnologies

La voie du *bottom-up* est un champ de recherche fondamentale et reste très amont des applications industrielles.

En revanche, une grande partie des recherches est fortement mise en avant pour l'intérêt de ses applications industrielles. Ces recherches relèvent le plus souvent du domaine qu'il convient d'appeler *micro-nanotechnologies*.

Ce domaine est celui des physiciens et ingénieurs qui travaillent dans les salles blanches de grands laboratoires de recherche académique et industrielle. Notamment, ils développent et utilisent des outils de microfabrication issus de l'industrie de la microélectronique. C'est la précision grandissante de ces techniques de microfabrication qui permet aujourd'hui de fabriquer des objets structurés à l'échelle nanométrique, dans une démarche *top-down*.

Cette approche a ouvert la voie à de nouvelles opportunités pour les Sciences de l'ingénieur, qui se sont notamment rapprochées des problématiques des Sciences de la vie.

En effet, disposer d'outils permettant de travailler à des échelles de quelques centaines de nanomètres ouvre de nouvelles perspectives, en particulier celle d'interagir avec des molécules et des cellules biologiques. Les physiciens et chercheurs en Sciences de l'ingénieur

[33] A Toulouse par exemple, nous pouvons citer l'exemple du Cemes (Centre de matériaux et d'études structurales), du LPCNO (Laboratoire de physique et chimie des nano-objets), du LCC (Laboratoire de chimie de coordination), du Laas (laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes), qui regroupent des physiciens et des chimistes.

mettent aujourd'hui leurs instruments de micro-nanofabrication, ainsi que les dispositifs technologiques qu'ils fabriquent en salle blanche (capteurs par exemple) à disposition des biologistes et des Sciences du vivant. Ce rapprochement a donné naissance aux **nanobiotechnologies**.

> *« Le mariage des biotechnologies et des nanotechnologies est une activité en plein essor dans le monde et constitue probablement un des secteurs applicatifs les plus prometteurs pour les nanotechnologies »* (Vieu *et al.*, 2004).

Là encore, il s'agit d'un domaine dont la dénomination est controversée dans le milieu scientifique. Derrière le rejet de ce terme, l'argument de l'échelle de travail est prégnant. Parce que ces travaux se situent à des échelles de 50-100 nanomètres, voire au-delà, certains considèrent qu'ils ne relèvent pas strictement de l'échelle nanométrique (10-15 nanomètres), **puisque les propriétés de la matière ne sont pas affectées.**

Toutefois, l'application des « nanos » aux des Sciences du vivant ouvre de nouvelles perspectives de recherche.

D'un côté, des chimistes fabriquent des nanoparticules dans l'objectif d'améliorer les techniques de diagnostic ou de thérapie, et, pour cela, ils ont besoin d'intégrer les compétences de biologistes. Par exemple on peut utiliser des nanoparticules pour faire du marquage de cellules cancéreuses pour l'IRM, ou bien pour faire de la vectorisation[34] de médicaments. Les nanoparticules mesurent souvent moins de 100 nm.

D'un autre côté, il s'agit de physiciens ou de chercheurs spécialistes des technologies, issus du champ de la micro-nanoélectronique - **nous parlerons ici pour simplifier de Sciences de l'ingénieur (SI)** – préoccupés par les applications des dispositifs technologiques qu'ils mettent au point. Ils se situent souvent dans une perspective « appliquée », puisqu'ils recherchent des fonctionnalités.

C'est au début des années 2000 que les SI commencent à envisager de mettre à la disposition des Sciences du vivant leurs techniques d'observation et de manipulation issues de la micro et nanoélectronique. La mise à disposition d'une telle expertise technologique a pour objectif d'augmenter la sensibilité de la détection des mécanismes cellulaires.

En effet, les biologistes travaillent sur des systèmes cellulaires, mais les outils et instruments des SI permettent de venir explorer une cellule unique, d'étudier ses propriétés

[34] Il s'agit d'amener une molécule directement sur la cellule à traiter, sans affecter le reste de l'organisme, en particulier les cellules saines.

et de la fonctionnaliser. Une avancée qui leur permet d'améliorer la sensibilité de la détection dans l'objectif final de mieux traiter certaines pathologies (le cancer par exemple).

Ce rapprochement des Sciences de l'ingénieur et des Sciences du vivant sous le qualificatif de **nanobiotechnologies** est jugé opportuniste par certains chercheurs du domaine des « nanos ».

Si les instruments issus de la micro-nanoélectronique permettent de travailler à l'échelle de la molécule unique, les dispositifs qu'ils fabriquent - tels les biopuces, ou les différents types de capteurs biochimiques – ne sont que des **dispositifs micrométriques**. Pour une partie des chimistes et des physiciens, le terme de « nanotechnologies » est alors usurpé.

Les SI fabriquent en salles blanches des micro- ou des nanosystèmes capables de capter des molécules et d'émettre un signal optique, mécanique et/ou électrique qui peut être mesuré afin de signaler la présence des molécules, protéines, *etc.* Leur travail va alors se concentrer sur la recherche des moyens d'attraper les molécules souhaitées, de transformer la présence d'une molécule en un signal mesurable, *etc.* Leurs instruments sont mis à la disposition de questions de la biologie afin de mieux connaître le fonctionnement des cellules, des protéines, de l'ADN, *etc.* L'apport fondamental de ces instruments est qu'il est désormais possible d'étudier une cellule unique, alors qu'auparavant, ce genre d'études n'était possible que sur des gros volumes. Il s'agit ici d'utiliser les instruments des SI pour faire avancer les connaissances en Sciences du vivant, et on peut dans ce cas parler de « nanobiosciences ».

En revanche, on parlera de « nanobiotechnologies » pour des projets à visée applicative, dans lesquels les SI utilisent leurs outils de micro et nanofabrication pour mettre au point des dispositifs miniaturisés qui ouvrent la voie au diagnostic précoce.

Cette définition des nanobiotechnologies a été donnée par George M. Whitesides en 2003, à propos de la mise à disposition d'outils, permettant une meilleure compréhension de l'organisation et du comportement des molécules dans les cellules. Il précise que les outils nécessaires aux biologistes pour une meilleure compréhension du vivant peuvent être nano- ou micrométrique. Pour cet auteur, il convient de dépasser la définition en termes de taille des nanosciences et nanotechnologies.

« Comprendre comment les molécules s'organisent et fonctionnent dans la cellule va demander de nouveaux outils et concepts, et comme les assemblages de molécules d'intérêt auront des dimensions nanométriques, les outils devront être appropriés à la tâche : c'est-à-dire qu'ils devront être capable de caractériser de structures de l'ordre de 0.1 à 0.001 fois la taille de la cellule. En même temps, sélectionner, trier, conserver, stimuler, rassembler et caractériser les cellules va demander des outils considérablement plus grands que la cellule. Les dimensions aussi bien nanométriques que micrométriques sont pertinentes » (Whitesides, 2003).

Suivant cette définition, nous ne considérons pas ici le terme nanobiotechnologies en référence à une taille spécifique. Nous l'utilisons en référence à une activité particulière, née du rapprochement entre les SI, les chimistes et les biologistes, dans lequel les technologies issues de la micro et nanoélectronique sont utilisées pour des applications en biologie. Ce rapprochement est rendu possible par l'avancée instrumentale et fait la spécificité, selon nous, du thème des nanobiotechnologies (*Fig. 2*).

L'enjeu est de parvenir à affiner le diagnostic et la sensibilité de la détection afin de réaliser des diagnostics précoces, véritable avancée pour des pathologies comme le cancer, par exemple[35]. En termes d'applications, *« toutes sortes de biopuces miniatures ou de biocapteurs spécifiques verront le jour, qui bouleverseront complètement la manière d'appréhender les analyses médicales, le dépistage, la détection de contaminants, le criblage de médicaments et, à plus long terme, la thérapie »* (Vieu *et al.*, 2004).

Il existe deux enjeux de l'évolution des nanobiotechnologies.

1) le premier est un enjeu de *miniaturisation des systèmes techniques* pour l'analyse complexe des fonctions cellulaires. L'objectif est ici d'améliorer les outils d'analyse existants, en les adaptant à des objets très petits que sont les cellules.

« [Il s'agit] d'essayer de comprendre le système vivant en développant des outils permettant de les appréhender dans leur globalité, ça veut dire pourvoir analyser l'ensemble de tous les gênes, c'est les puces à ADN »[36].

2) Le second enjeu des nanobiotechnologies est d'utiliser les informations biologiques afin de *répliquer le vivant*. Il s'agit ici de parvenir à reproduire le fonctionnement d'une

[35] Le diagnostic précoce est porté par l'INCa (Institut National du Cancer) comme un levier majeur d'amélioration de la prise en charge des patients atteints de cancer (Appel à projets 2015).
[36]Entretien avec un chercheur, biologiste, 23.01.2013.

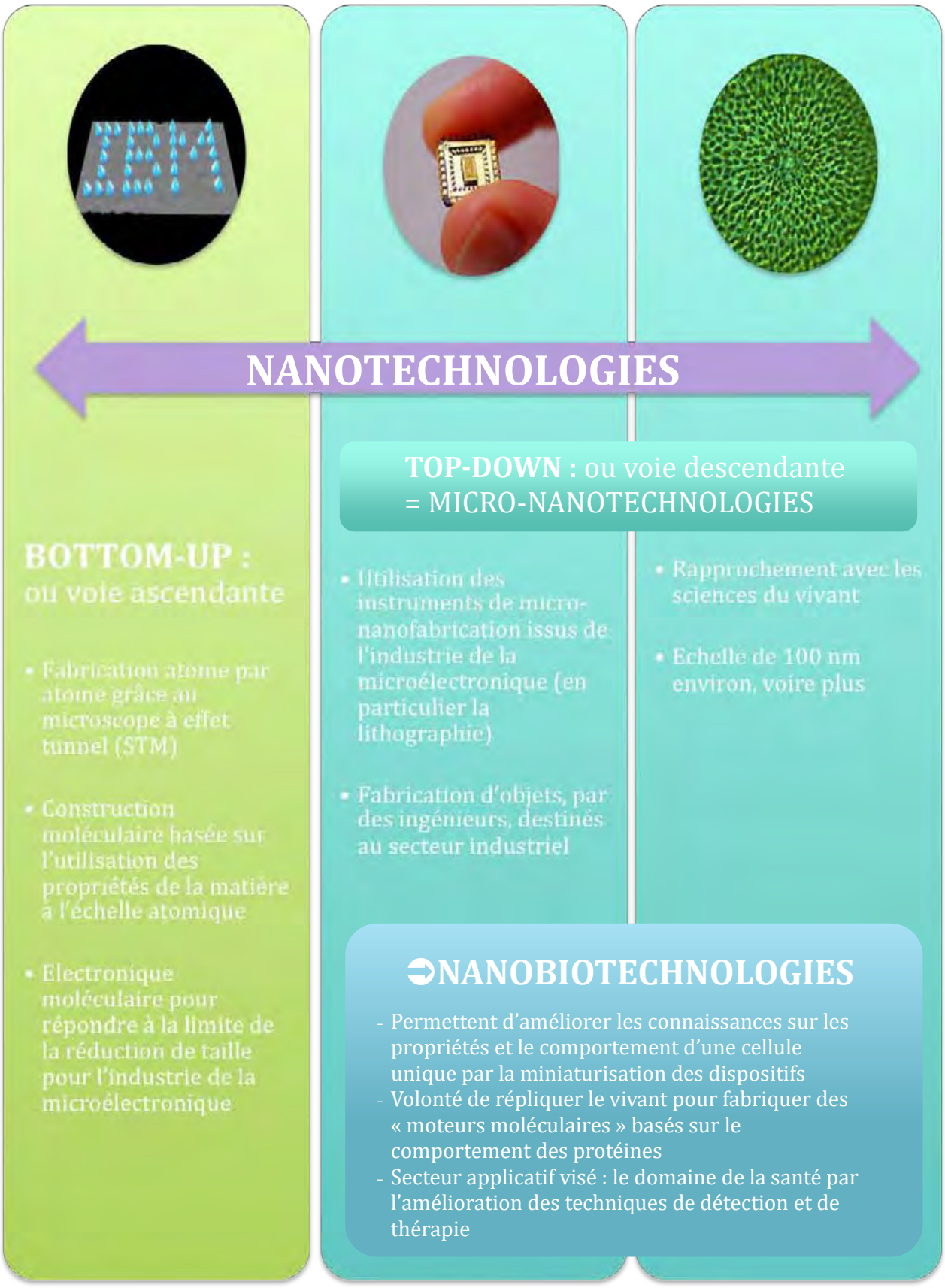
protéine afin de fabriquer des « nanomoteurs », capables, par exemple, de se déplacer dans le corps humain, et d'aller déposer un médicament directement sur une cellule malade.

> *« L'intérêt scientifique qui se porte à l'intersection de ces trois champs [nano, biologie, technologie] est basé sur la perception que les nanotechnologies offrent de nouveaux outils aux biologistes, tandis que les biologistes offrent un accès à un nouveau type de nanosystèmes fonctionnels – les composants de la cellule – qui sont indubitablement intéressants et potentiellement utiles »* (Whitesides, 2003).

Depuis la fin des années 2000, la santé fait partie des priorités de la politique de recherche au niveau tant européen que national. D'un point de vue politique, les attentes autour des applications « nano » sont fortes dans le domaine de la santé. **En particulier, les nanobiotechnologies entraîneraient un changement de paradigme en ouvrant la voie à la « médecine personnalisée ».** Il s'agirait ici de pouvoir adapter les traitements aux caractéristiques propres de chaque patient, en remplaçant *« l'actuelle médecine de « masse » où les standards se basent sur les réponses au traitement de larges groupes de patients »* (Cavazzana-Calvo et Debiais, 2011). L'application des nanotechnologies à des fins de diagnostic ou thérapeutiques ouvre ainsi la voie à la « nanomédecine »[37].

> *« Les nanobiotechnologies sont utilisables potentiellement à toutes les étapes de la prise en charge du patient et peuvent permettre une détection plus fine et plus précoce de la maladie, une exploration plus précise et moins traumatisante des patients et une vectorisation des médicaments. Dans le domaine du diagnostic, elles permettent une analyse plus pointue des biopsies et des échantillons grâce aux biopuces […], à la microfluidique et à l'imagerie moléculaire »* (Cavazzana-Calvo et Debiais, 2011).

[37] Programme ERA-NET EuroNanoMed II, 2013



Images : (cc) - D.M. Eigler, E.K. Schweizer ; Steeve Jurvetson ; EPSRC IRC ; Cenews.

Fig. 2: Infographie illustrant le champ des nanobiotechnologies à l'intérieur du champ plus large des nanotechnologies.

La controverse sur la définition et le périmètre des « nanos » n'est pas refermée, même si elle tend à s'estomper, et nous ne développerons pas cet aspect qui sort du sujet de la recherche présentée ici. Méthodologiquement, nous avons pris en compte toutes les recherches labellisées « nanos », ou « nanobio », par les chercheurs eux-mêmes, sans prendre en compte les désaccords qui animent la sphère scientifique sur ce qui relève, ou non, des « nanos ».

Après avoir insisté sur la controverse scientifique autour de la définition et du périmètre des « nanos », il est nécessaire à ce stade d'opérer un retour sur la construction politique de ce domaine particulier.

1.3 La politique des « nanos »

Les « nanos », nous l'avons vu, ne constituent pas un champ scientifique homogène. Toutefois, on peut étudier le domaine des « nanos » du point de vue de sa construction par les politiques étatiques.

Les États-Unis sont les premiers à avoir mis en œuvre une politique de soutien pour développer les « nanos ». La politique nord-américaine en faveur des « nanos » lie fortement leur essor au discours du physicien Richard Feynman, prononcé en 1959 devant la Société américaine de physique (Laurent, 2010, p.26). Dans sa célèbre conférence, le co-lauréat du prix Nobel de physique en 1965, déclare *« There's plenty of room at the bottom »* (« Il y a beaucoup de place en bas »). Ce discours marque, selon certains, le début des « nanos » en tant que potentiel champ de recherche, puisqu'il ouvrirait ainsi la réflexion sur la possibilité de la manipulation à l'échelle atomique.

Toutefois, la « paternité » de Feynman sur la conceptualisation des « nanos » est fortement contestée, et de nombreux auteurs réfutent que son discours ait eu un quelconque rapport avec leur développement (Junk et Riess, 2006 ; Joachim et Plévert, 2008). Dans un article paru en 2006, A. Junk et F. Riess soutiennent que l'attribution de la paternité, sur le plan théorique, des « nanos » à Richard Feynman est trompeuse *« parce qu'il n'y a aucun lien entre le discours de Feynman et les micromachines d'aujourd'hui. […] Feynman n'était pas intéressé par le fait de pouvoir construire des versions miniaturisées des machines macroscopiques existantes, mais il souhaitait construire des machines microbiologiques et des outils qui permettraient aux scientifiques d'imiter les micromatériaux biologiques »* (Junk et Riess, 2006).

Si l'adéquation entre le discours de Feynman et la réalité aujourd'hui des « nanos » est loin d'aller de soi, *« la référence au grand physicien est une ressource certaine pour le programme des nanotechnologies, qui peut s'inscrire alors dans un héritage prestigieux »* (Laurent, 2010, p.27).

Au-delà des controverses entre chercheurs, la *Nanotechnology National Initiative* (NNI) est lancée en 2001 aux États-Unis. Il s'agit de la mise en place d'un programme fédéral global de financement des « nanos », doté de 450 millions de dollars[38]. Elle marque le début de l'investissement massif réalisé par de nombreux pays au niveau mondial dans le domaine des « nanos »[39]. L'origine du programme de la NNI résulte d'enjeux politiques et économiques qui prennent appui sur un domaine scientifique prometteur. Autour de la construction de la NNI se cristallisent des tensions entre des enjeux propres à la recherche et des intérêts politiques et économiques. D'un côté, une partie de la communauté scientifique voit dans les « nanos » l'opportunité de défendre des valeurs de bien commun, notamment de protection de l'environnement, et, d'un autre côté, le potentiel de création de richesse attaché au développement des « nanos » en fait un moteur de croissance pour les décideurs politiques et les industriels.

LES ENJEUX STRATÉGIQUES DES NANOTECHNOLOGIES : ASSURER LA PLACE DES ÉTATS DANS LA COMPÉTITIVITÉ ÉCONOMIQUE MONDIALE

En 1992, le sénateur nord-américain Al Gore organise au Sénat une audition des meilleurs spécialistes américains sur le thème des « nouvelles technologies pour un développement durable ». Eric Drexler, auteur d'un ouvrage d'anticipation, *Engine of creation,* paru en 1986, est auditionné et soutient que la construction, molécule par molécule, d'une machine est une technologie plus « propre » (au sens de non-polluante) que toutes les technologies connues. Al Gore se rallie à ce projet, au moment où le gouvernement japonais vient de lancer un programme de recherche suite à la réalisation d'une gravure, atome par atome, sur une surface de silicium avec un microscope à effet tunnel (Joachim et Plevert, 2008, p.18).

Lorsque Bill Clinton est élu président des États-Unis en 1992, Al Gore, devenu vice-président, est chargé des nouvelles technologies. Avec la fin de la guerre froide, les États-

[38] Le budget de la NNI a été multiplié par cinq en dix ans, « passant de 450 millions de dollars en 2001 à une demande de plus de 2,1 milliards de dollars pour 2012. Avec 14 milliards de dollars investis, le NNI est aujourd'hui le programme fédéral de financement de la R&D le plus important depuis le programme spatial. Les infrastructures de recherche mises en place grâce au NNI sont l'exemple le plus éclatant de la réussite du programme. Elles constituent un socle solide sur lequel les États-Unis comptent capitaliser afin de maintenir leur leadership mondial dans le domaine pendant la prochaine décennie ». *Dix ans de Nanotechnologies aux États-Unis – Histoire, bilan et perspectives du programme National Nanotechnology Initiative*, Rapport de l'Ambassade de France à Washington, Mission pour la Science et la Technologie, avril 2011.

[39] Aux États-Unis il est question dans les programmes de recherche de *la nanotechnologie*. Le pluriel ayant été privilégié en Europe et en France, nous préférons dans ce travail parler *des nanotechnologies*.

Unis doivent modifier leurs priorités de recherche et se tournent désormais vers les biens de consommation civils. En 1994, Al Gore rend un rapport intitulé *« Science in the national interest »*, dans lequel il présente les « nanos » comme un élément stratégique pour le développement industriel américain. Selon Christian Joachim, c'est l'influence du lobby industriel qui a finalement dépassé le groupe de pression « pro-développement durable », compte-tenu de *« l'importance de l'enjeu que représentait la réorganisation de la recherche américaine et des fonds qui allaient de pair »* (Joachim et Plevert, 2008, p.20).

Drexler lui-même écrit en 2004 *« la NNI a transformé le rêve du grand physicien [Richard Feynman] en une opération commerciale, en une entreprise dont le seul objectif est de faire circuler de l'argent public vers des laboratoires de recherche ou des entreprises privées. […]À la vision révolutionnaire du grand physicien s'est substituée la logique du financement de projets à visée industrielle de court terme »* (Laurent, 2010, p.31). Deux approches s'opposent.

D'un côté, les proches de Drexler considèrent que *la* « nano » se réduit à l'ingénierie moléculaire, c'est-à-dire la fabrication de matériaux ou d'objets par le positionnement précis et contrôlé de molécules une par une. Dans ce cadre, *la nanotechnologie* permet de contrôler la matière à l'échelle moléculaire. *« Les nanotechnologies de Drexler sont donc celles d'un futur hypothétique, dans lequel des nanomachines pourraient bouleverser les modes de vie »* (Laurent, 2010, p.29). D'un autre côté, grâce à la technique de miniaturisation des matériaux, dite « *top-down* », *les* « nanos » englobe toutes les technologies basées sur l'exploitation d'au moins une dimension nanométrique entrainant de nouvelles propriétés. C'est cette définition qui va finalement s'imposer au niveau de la NNI, l'ingénierie moléculaire devenant un aspect des « nano », qui ne se limitent pas à la manipulation des atomes un par un. La définition qui s'impose au niveau politique à travers la NNI est donc très large et fortement marquée par l'ingénierie. Selon Brice Laurent*, « l'élargissement du champ des nanotechnologies est lié à l'implication grandissante des industriels dans le champ »* (Laurent, 2010, p .30).

B. Laurent souligne l'influence d'une organisation comme la *NanoBusiness Alliance* sur la définition des orientations de la NNI. Cette organisation est créée en 2001 par des industriels qui entendent défendre leurs intérêts auprès de l'administration américaine et s'assurer que la NNI crée les conditions favorables au développement industriel. Du point de vue des industriels, l'ingénierie moléculaire est effectivement beaucoup trop éloignée des marchés, au contraire des micro-nanotechnologies. Ces dernières représentent un marché important, susceptible de concerner de nombreux produits, grâce à l'incorporation de nanomatériaux aux propriétés nouvelles (Laurent, 2010, p.30). Le lobby industriel américain est mené par Mihail Roco, à la tête de la division « Ingénierie » de la *National Science Foundation* (NSF) depuis 1990. En 1997, le conseiller du président Clinton pour les questions

économiques demande à Mihail Roco une évaluation des retombées économiques des « nanos ». Le groupe de travail qui se met en place à ce moment-là débouchera deux ans plus tard sur la NNI, le 11 mars 1999, dotée d'un budget initial de 300 millions de dollars. Ce budget s'élève au fil des ans, il atteint 970 millions de dollars en 2005 et 1,5 milliards en 2015[40]. La NNI couvre toute la science des matériaux, de la microélectronique jusqu'aux biotechnologies.

L'influence et le lobbying de l'industrie microélectronique dans le développement des « nanos » sont très souvent mis en avant par les chercheurs[41]. **Ils critiquent la mainmise du système politico-économique qui fait du développement des « nanos » un enjeu de réorganisation de la recherche afin d'en faire une activité au service de la compétitivité des entreprises.**

Ainsi, une première définition officielle avait été formulée en 1999 dans le rapport prospectif intitulé « *Nanotechnology Research Directions : Vision for Nanotechnology Research and Development in the Next Decade* »[42].

> *« La nanotechnologie est la création et l'utilisation de matériaux, de dispositifs et de systèmes par contrôle de la matière à l'ordre de grandeur du nanomètre, c'est-à-dire aux échelles atomiques, moléculaires et supramoléculaires. L'essence de la nanotechnologie est la capacité de travailler à ces niveaux pour générer des structures de plus grande taille présentant une organisation moléculaire fondamentalement nouvelle. Ces "nanostructures", faites à partir des briques de construction connues à partir des premiers principes, sont les plus petits objets faits par l'humain, et ceux-ci présentent des propriétés et des comportements physiques, chimiques et biologiques nouveaux. Le but de la nanotechnologie est d'apprendre à exploiter ces propriétés, de manufacturer et d'utiliser efficacement ces structures »*[43].

Cette définition sera reprise par le rapport lançant la NNI.

Ainsi, nous parlons, à la suite de B. Laurent (Laurent, 2010), d'une **politique des « nanos »**, dans la mesure où ce sont des intérêts économiques qui sous-tendent la politique de recherche américaine mise en place par la NNI. Pour les promoteurs de la NNI, il s'agit

---

[40] http://www.nano.gov/about-nni/what/funding

[41] Nous retrouvons cette remarque dans un grand nombre des entretiens que nous avons réalisés avec des chercheurs toulousains.

[42] Roco & al. [1999] 2000, p.3, (n. t.)

[43] Nous reprenons ici la traduction faite par Sacha Loeve, « Le concept de technologie à l'échelle des molécules-machines », thèse de doctorat en philosophie, Paris 2009, p.37

de *« réaliser le potentiel »* offert par les propriétés de la matière à l'échelle nanométrique et d'assurer la place des États-Unis au sein de la compétitivité économique mondiale.

Cette politique a été suivie en Europe, et notamment en France, où le développement des « nanos » est devenu un enjeu de croissance économique. Les « nanos » seraient un *« nouveau paradigme »*[44], elles font parties des technologies génériques[45] essentielles à la progression de l'ensemble des domaines applicatifs (santé, environnement, communication, transport, loisirs, services, *etc.*).

« L'effet de levier sur les progrès effectués est ainsi considérable et contribue à remplacer les technologies existantes par de nouvelles technologies plus performantes, ayant des rendements de fabrication plus élevés, et plus économes en ressources naturelles »[46].

Les « nanos » ne sont plus seulement un territoire à explorer pour la production de nouveaux savoirs. Les enjeux des « nanos » sont *« fondamentaux »*, *« applicatifs »*, *« stratégiques »*, *« industriels »* et *« sociétaux »*[47].

1.3.1 Les nanotechnologies au cœur de la « convergence », levier des transformations du modèle d'organisation de la recherche

La NNI fait des « nanos » le socle d'un programme plus large de convergence NBIC (pour Nano-Bio-Info et Sciences Cognitives). En effet, il est souvent fait état, dans les différents programmes de financements notamment, de **l'essence interdisciplinaire des « nanos »**. Elles permettent la rencontre, autour d'une échelle, de travaux de différentes disciplines, dans un premier temps de la physique et de la chimie, mais également, plus tard, de la biologie. Ainsi, telle que définie par les promoteurs de la politique des nanotechnologies américaine, la convergence désigne un rapprochement censé être inéluctable entre *nanotechnologies, biotechnologies*, *Sciences de l'information* et *Sciences cognitives* (Laurent, 2010, p.50). Selon Joachim Schummer (Schummer 2004 ; 2008), la notion de convergence des technologies est surtout téléologique. *« Elle ne décrit ni le passé récent ni le présent et ne prédit pas le futur. Elle exprime, au contraire, un objectif quant à la façon dont les technologies devraient être conçues »* (Miège et Vinck, 2012, p.8).

---

[44] Les cahiers de l'ANR, *op.cit.*, p.2

[45] La Commission européenne range les nanotechnologies parmi les « technologies habilitantes clés » : nanotechnologies, micro et nanoélectronique, biotechnologies, photonique, matériaux avancés et systèmes de production avancés. *Commission européenne*, « Europe 2020. Une union de l'innovation », octobre 2010.

[46] Les cahiers de l'ANR, *op.cit.*, p.14.

[47] Les cahiers de l'ANR, *op.cit.*, p.2

La notion de convergence est issue d'un atelier organisé par la *National Science Foundation* (NSF) pour évaluer les implications sociétales des « nanos ». Il est animé par Mihail Roco, directeur de la NNI, et William Bainbridge, directeur de la division « sciences sociales et comportementales » de la NSF. Un rapport issu de cet atelier affirme qu'une révolution est en cours dans les sciences et les technologies, grâce aux nouvelles possibilités de manipuler et d'organiser la matière à l'échelle nanométrique. Cette échelle permettrait aux disciplines « traditionnelles » – la physique, la chimie, la biologie et les sciences des matériaux – de converger grâce à l'usage d'une série d'outils théoriques et expérimentaux partagés. Les « nanos » sont *« supposées à la fois refléter et induire une dynamique de convergence des sciences à l'échelle nanométrique. L'idée est ensuite étendue à l'ensemble du champ NBIC avec, pour finalité explicite, d'améliorer l'être humain »* (Miège et Vinck, 2012, p. 9). Ainsi présentée dans la NNI, *« la convergence constitue donc clairement un agenda de politique scientifique et technologique qui vise l'avenir de la société »* (Miège et Vinck, 2012, p.10).

Les principales exigences de la politique des « nanos » peuvent être résumées ainsi : 1) coopération entre recherche académique et industrie, 2) lien accru entre recherche fondamentale et appliquée, 3) interdisciplinarité (Laurent, 2010, p.50).

Selon un rapport rendu par des chercheurs du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) en 2011, nous entrerions aujourd'hui au cœur d'une nouvelle étape de la convergence qui est celle de la convergence bio-physique-ingénierie[48]. Celle-ci est vue comme un nouveau paradigme de recherche pour les chercheurs en « sciences de la santé » (*Health Science*). *« La convergence est un nouveau paradigme qui peut apporter des avancées critiques dans un large éventail de secteurs, de soins de santé à l'énergie, l'alimentation, le climat et l'eau »*[49] et elle s'appuierait, selon les auteurs, sur *« la fusion en cours entre les Sciences de la vie, la physique et les Sciences de l'ingénieur »*[50].

La première décennie des années 2000 aurait vu l'émergence et la consolidation de nouveaux champs de recherche interdisciplinaires – parmi lesquels la bioinformatique, la biologie synthétique, la biologie computationnelle, l'ingénierie tissulaire, les biomatériaux ou encore la biologie des systèmes – des champs qui partageraient un même modèle de recherche sous-jacent, la convergence. Néanmoins, les auteurs considèrent que pour assurer la réussite de ce modèle il ne suffit pas de collaborations entre les disciplines, il faut atteindre

[48] Massachusetts Institute of Technology, *The third revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering*, janvier 2011, p.4
[49] *Ibid.* p.3.
[50] *Ibid.*

une véritable *« intégration disciplinaire »*[51]. Dès lors, la convergence deviendrait le nouveau paradigme de la recherche médicale. Cependant, il existe selon eux des défis politiques à relever pour que la convergence garantisse une véritable transformation[52].

À la lecture de ce rapport, il apparaît clairement que la convergence passe par une transformation du modèle d'organisation de la recherche dont les « nanos » sont un levier.

L'enjeu est de répondre à un modèle de développement des « nanos » défini par avance par les promoteurs de la NNI américaine. Ceux-ci ont prévu, dès 2001, l'évolution des « nanos » depuis la fabrication de nanostructures *« passives »* (matériaux nanostructurés) d'abord, à des nanostructures *« actives »* (tels les nanovecteurs de médicaments, capables de délivrer une molécule à un endroit précis) ensuite, puis jusqu'aux *« nanosystèmes intégrés »* et enfin aux *« nanosystèmes moléculaires »*. Cette dernière étape, censée advenir pour 2020, est celle de la convergence. À partir de 2020, les rapports prospectifs prévoient des applications massives des nanotechnologies dans tous les secteurs (matériaux, électronique, santé, énergie, *etc.*).

À travers ce programme des « nanos », Bernadette Bensaude-Vincent voit que *« la volonté politique assigne un but à la production du savoir »* (Bensaude-Vincent, 2009). Cet objectif est explicite à travers le titre du rapport lançant le concept de « convergence NBIC » : *Converging technologies for enhancing human performances*[53] : « La convergence des technologies pour augmenter les performances humaines ».

1.3.2 La reprise en Europe du programme de « convergence NBIC »

L'initiative de la NNI, par l'ampleur de son investissement financier, suscite une « course » au développement des « nanos » au niveau mondial, et en particulier en Europe. Cela ne signifie pas que les pays d'Europe aient attendu la NNI pour s'intéresser aux « nanos »[54]. Toutefois, l'investissement d'ampleur en Europe suit l'initiative américaine.

---

[51] *Ibid.*
[52] *Ibid.*
[53] Roco et Bainbridge, *op.cit.*
[54] Au contraire, Brice Laurent montre bien comment la NNI a aussi été pensée pour répondre à la concurrence d'autres pays, parmi lesquels la France (Laurent, 2010, p.22).

La définition de la NNI est reprise dans le rapport britannique de la *Royal Society of Science & Royal Society of Engineering*, en 2004, intitulé « *Nanoscience, Nanotechnology : Opportunities and Uncertainties* »[55]. Il marque l'adoption du terme « nanotechnologies » (au pluriel) en Europe.

> *« Étant donné que le terme « nanotechnologie » comprend une gamme extrêmement large d'outils, de techniques et d'applications potentielles, nous avons trouvé plus approprié de nous référer au terme de "nanotechnologies". Bien qu'il n'y ait pas de distinction tranchée entre les deux, nous faisons dans ce rapport une différence entre nanoscience et nanotechnologies comme suit :*
>
> *La nanoscience désigne l'étude des phénomènes et la manipulation de matériaux aux échelles atomiques, moléculaires et macromoléculaires, où les propriétés diffèrent significativement de celles observées à plus grande échelle. Les nanotechnologies comprennent le design, la caractérisation, la production et l'application de structures, de dispositifs et de systèmes par contrôle de la forme et de la taille à l'échelle nanométrique »*[56].

La même année, le rapport de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies en France établit la même distinction :

> *« Les nanotechnologies constituent un champ de recherche et de développements technologiques impliquant la fabrication de structures, de dispositifs et de systèmes à partir de procédés permettant de structurer la matière au niveau atomique, moléculaire ou supramoléculaire, à des échelles caractéristiques comprises approximativement entre 1 et 100 nanomètres »*[57].

Puis, concernant « les » nanosciences :

---

[55] *Nanoscience and nanotechnologies : opportunities and uncertainties*, The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, London, juillet 2004.
[56] Royal Society of Science and Royal Society of Engineering, 2004, p.5
[57] Rapport de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies *« Nanosciences-Nanotechnologies »*, Paris, 2004, Partie II (nanotechnologies), p.7

« En raison de l'apparition de ces comportements nouveaux, les nanotechnologies suscitent et utilisent le développement de champs scientifiques nouveaux qui explorent les phénomènes qui apparaissent à l'échelle nanométrique. Ce sont les nanosciences. Nanosciences et nanotechnologies s'intéressent donc à la même échelle, et par conséquent partagent et développent des outils communs. Elles n'en ont pas moins des finalités distinctes. Les nanosciences requièrent la manipulation et le contrôle de la matière – éventuellement jusqu'au niveau atomique - et élaborent des objets de laboratoire permettant la mise en évidence et l'étude de phénomènes nouveaux. Les nanotechnologies visent à formaliser les concepts et des savoir-faire permettant d'élaborer des matériaux ou des systèmes dont la fonctionnalité répond à un besoin particulier, en vue d'une application identifiée. Elles se préoccupent des procédés de mise en œuvre pour la fabrication de masse, et de l'impact qu'aura le produit développé sur le marché. Il en découle que les enjeux, le mode d'organisation de la recherche, le rôle de l'État et des autres acteurs seront différents entre nanosciences et nanotechnologies »[58].

La distinction entre nanosciences et nanotechnologies ainsi établie en Europe, en renvoyant à la distinction plus large entre science et technologie, témoigne d'un attachement à une activité scientifique indépendante des intérêts économiques. Les *nanotechnologies* sont clairement identifiées comme devant être appliquées.

Cependant, la Communauté européenne, dans une communication de 2004, efface la distinction entre science et technologie, faisant de l'activité scientifique la servante de l'efficacité et de l'innovation technologique :

« La définition des nanotechnologies renvoie aux activités scientifiques et technologiques menées à l'échelle atomique et moléculaire, ainsi qu'aux principes scientifiques et aux propriétés nouvelles qui peuvent être appréhendés et maîtrisés au travers de ces activités. Ces propriétés peuvent être observées et exploitées à l'échelle microscopique ou macroscopique, par exemple pour mettre au point des matériaux et des dispositifs dotés de fonctions et de performances nouvelles »[59].

Il est d'ailleurs précisé que le terme de *nanotechnologies* y sera utilisé *« comme un terme collectif englobant les différentes branches des nanosciences et des nanotechnologies ».*

Pour justifier l'orientation applicative des « nanos », la Commission européenne en fait une « solution » à toute une gamme de « problèmes » grâce à la « convergence » prônée par la NNI :

---

[58] *Ibid.*, p.8

[59] Communication de la Commission européenne, « Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies », COM 338, Bruxelles, 2004, p.4

> *« [Les nanosciences] réunissent fréquemment plusieurs disciplines scientifiques et tirent parti de démarches interdisciplinaires ou « convergentes ». Elles devraient déboucher sur des innovations susceptibles de contribuer à la solution de bon nombre des problèmes qui se posent dans la société actuelle »*[60].

La Commission européenne, dans ses divers textes et communications, présente les « nanos » comme des disciplines « horizontales », « clés » ou encore « habilitantes » *« car elles s'immergent dans pratiquement tous les autres secteurs technologiques »*[61]. Dans sa communication de 2008 intitulée « Aspects règlementaires des nanomatériaux », la Commission européenne désigne les « nanos » comme des technologies « capacitantes », c'est-à-dire *« recelant un potentiel élevé d'avantages pour les consommateurs, les travailleurs et les patients, ainsi que pour l'environnement et la création d'emplois »*[62]. Les résultats attendus sont traduits en termes d'innovations pouvant apporter des solutions dans des secteurs aussi divers que la santé, l'information, l'énergie, la sécurité, les transports ou encore l'espace.

> *« Grâce au caractère catalyseur des N&N, des progrès peuvent être accomplis dans pratiquement tous les secteurs de la technologie. L'industrie européenne, les organismes de R&D, les universités et les organismes financiers devraient travailler de concert pour faire en sorte que l'excellence de la R&D dans les N&N se traduise par des produits et des procédés commercialement viables et fondamentalement sûrs »*[63].

La croissance des marchés est ainsi estimée à *« plusieurs centaines de milliards d'euros au cours de la prochaine décennie »*. C'est pourquoi *« l'excellence européenne dans le domaine des nanosciences doit enfin se concrétiser dans des produits et des procédés viables du point de vue commercial »*[64].

La Commission européenne évoque également la contribution des « nanos » au développement durable grâce aux procédés de fabrication « *bottom-up* » qui devraient permettre de réduire l'utilisation de matières premières, et ainsi la quantité de déchets générés tout au long du cycle de vie des produits[65]. Ainsi la Commission justifie sa recommandation de l'accroissement des investissements de R&D en faveur des « nanos » et de leur exploitation industrielle. Elle encourage notamment à *« ménager les conditions favorables*

---

[60] *Ibid.*, p.5
[61] *Ibid.*
[62] Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil et au Conseil économique et social européen, « Aspects règlementaires des nanomatériaux », COM 366, Bruxelles, 2008.
[63] Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen et au Comité économique et social, Nanosciences et nanotechnologies: Un plan d'action pour l'Europe 2005-2009, COM 243 final, Bruxelles, 2005, p.7
[64] COM 338
[65] COM 338

au transfert de technologies et à l'innovation pour s'assurer que l'excellence européenne en matière de R&D se concrétise sous la forme de produits et de procédés générateurs de richesse »[66].

Les retombées économiques mises en avant viennent justifier les investissements consentis dans le développement des « nanos », qui doivent permettre aux pays européens d'atteindre les objectifs de Lisbonne et de construire « l'Espace européen de la recherche » (ERA).

> *« Les nanotechnologies apparaissent comme l'un des domaines de la R&D dont les perspectives prometteuses et la rapide expansion sont le mieux à même de donner un nouvel élan à la réalisation des objectifs prévus par le processus de Lisbonne »*[67].

En effet, en mars 2000, le Conseil européen a adopté la stratégie de Lisbonne, qui vise à faire de l'Union européenne *« l'économie la plus compétitive et dynamique du monde »*. Cette stratégie affiche la volonté d'augmenter l'effort de recherche pour les États membres à 3% du PIB, dont deux tiers financés par le secteur privé, et s'appuie sur le modèle de la recherche comme moteur de l'économie. Lancé en 2002, le sixième programme-cadre de recherche et développement technologique(PCRDT) vise à l'instauration d'un Espace européen de la recherche (ERA) en s'attaquant aux faiblesses de l'organisation de la recherche dans l'Union. Ses objectifs sont la mise en réseau des laboratoires (REX), la construction d'une approche concertée concernant la création et le financement d'infrastructures d'envergure européenne, la cohérence entre actions de l'UE et politiques nationales de coopération entre États membres (ERA-NET, dont l'un sera consacré aux nanotechnologies), l'établissement d'un référentiel scientifique et technique communs et enfin la mobilité des personnes.

Face à ces objectifs fixés par l'Europe à ses états membres, les « nanos », en tant que « technologies clés », sont un levier pour améliorer la place de l'Europe dans la compétition économique mondiale.

---

[66] COM 338

[67] Communication de la Commission, *Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies*, COM 338 final, Bruxelles, 2004, p.3

CONCLUSION DU CHAPITRE 1

Cet historique a permis de revenir aussi bien sur les fondements scientifiques du domaine des « nanos » que sur la construction politique de ce domaine. Nous avons posé ici les bases de notre réflexion. Les avancées dans le domaine des « nanos » ont été très tôt considérées comme source de compétitivité économique par le secteur industriel. Les programmes de recherche regroupent aujourd'hui sous le terme de « nanos » une très large gamme de travaux, qui concerne aussi bien des techniques de fabrication, de manipulation et de caractérisation, que des techniques d'imagerie et des outils de modélisation utilisant une échelle comprise entre 1 et 100 nanomètres. Il s'agit d'un domaine qui ne peut se limiter à un champ disciplinaire. Les physiciens, les chimistes, les Sciences de l'ingénieur et aujourd'hui les biologistes se réclament de l'échelle « nano ». Nous avons vu que deux voies aujourd'hui caractérisent le domaine des « nanos » : la voie « bottom-up », qui consiste à fabriquer des objets en manipulant des atomes un par un, et la voie « top-down », qui consiste à réduire la taille des matériaux jusqu'à atteindre des dimensions nanométriques. À côté du critère de la taille, le changement de propriétés qui accompagne la réduction de taille est une caractéristique fondamentale des « nanos ». Toutefois, la définition des « nanos » reste une question non tranchée à ce jour dans le milieu scientifique. Nous insistons ici sur le fait que l'avancée majeure qui a contribué à l'avènement du domaine des « nanos » est la mise au point de nouveaux instruments capables de manipuler des atomes isolés.

Si la démarche « bottom-up » ne permet pas encore la fabrication d'objets ou dispositifs commercialisables, ce qui a favorisé l'adoption au niveau politique d'une définition élargie des « nanos » est l'intérêt des applications industrielles d'une partie des recherches issues de la démarche top-down. Ces recherches relèvent en réalité le plus souvent du domaine des *micro-nanotechnologies*. L'approche « top-down » des SI a peu à peu ouvert la voie au rapprochement avec les Sciences de la vie, la précision des instruments permettant l'exploration de molécules uniques. Ce rapprochement donne naissance aux « nanobio », terme que nous utilisons en référence non à une échelle de taille, mais à une activité particulière, et qui fera l'objet de notre attention dans les Parties 2 et 3 de ce travail.

Au-delà des controverses sur la définition des « nanos » au sein de la sphère de la recherche, les États-Unis sont les premiers à avoir mis en œuvre une politique de soutien de grande ampleur pour développer les « nanos ». Nous avons vu que l'origine du programme de la NNI résulte d'enjeux politiques et économiques qui prennent appui sur un domaine scientifique prometteur. Autour de la construction de la NNI se cristallisent

des tensions entre des enjeux propres à la recherche et des intérêts politiques et économiques. Les « nanos » ouvrent des perspectives intéressantes pour l'industrie de la microélectronique en premier lieu, mais, plus largement, dans des secteurs variés tels que l'aéronautique, l'espace, les cosmétiques, l'alimentation, le textile, l'énergie, etc.

Le poids des intérêts économiques dans la définition de la politique de recherche des « nanos » aux États-Unis nous amène à parler, à la suite de Brice Laurent, de « la politique des nanotechnologies » (Laurent, 2010).

Cette politique a été suivie en Europe, et notamment en France, où le développement des « nanos » est devenu un enjeu de croissance économique. Les « nanos » font parties des *« technologies clés génériques »* censées irriguer l'ensemble du tissu industriel. Les « nanos » constituent le socle qui devrait permettre aux pays européens d'atteindre les objectifs de Lisbonne et de construire « l'Espace européen de la recherche » (ERA). Les « nanos » sont un levier pour améliorer la place de l'Europe dans la compétition économique mondiale.

Par ailleurs, la NNI américaine fait des « nanos » le socle d'un programme plus large de convergence NBIC. La lecture des rapports laisse apparaître que la convergence passe par une transformation du modèle d'organisation de la recherche. **Ainsi, le système politico-économique fait du développement des « nanos » un enjeu de réorganisation de la recherche afin d'en faire une activité au service de la compétitivité des entreprises.**

Cette réorganisation passe par trois exigences principales : 1) la coopération entre recherche académique et industrie, 2) le lien accru entre recherche fondamentale et appliquée, 3) l'interdisciplinarité.

Ces nouvelles exigences viennent remettre en cause l'organisation « traditionnelle » de la recherche en France et se heurtent à des résistances de la part des chercheurs. Dès lors, des tensions apparaissent entre la politique de recherche qui impose des exigences liées à des enjeux économiques et politiques, et les pratiques des chercheurs, qui défendent une activité de recherche non déterminée. Nous allons maintenant présenter le cadre théorique qui nous permettra d'appréhender ces tensions.

CHAPITRE 2. POUR UNE APPROCHE COMMUNICATIONNELLE DE L'ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

Dans ce travail nous proposons de nous intéresser aux tensions qui apparaissent entre injonctions de la politique scientifique et pratiques de recherche. Dans ce cadre, nous posons la question de la capacité des chercheurs, porteurs de valeurs et dont l'activité est cadrée par des normes spécifiques, à se positionner face aux injonctions politiques et à influencer en retour les évolutions de la politique de recherche.

« Les comportements stratégiques des chercheurs ne signifient pas leur adhésion aux politiques scientifiques qui les sous-tendent » (Hubert *et al.,* 2012). Les auteurs relèvent dans leur article deux types d'arguments critiques chez les chercheurs. Des arguments d'ordre idéologique qui opposent deux visions de la science : d'un côté, la science pour l'argent (rationalité en finalité) et, de l'autre, la science pour le savoir (rationalité en valeur). Ensuite, des arguments d'ordre pragmatique qui font ressortir les ambivalences des injonctions. Il s'agit d'une critique plus ciblée : sur les questions temporelles (temps long de la recherche et temps court sur projets), ou encore de divergences entre critères d'évaluation des chercheurs et critères d'évaluation des projets.

> *« Parce que les politiques de recherche refusent de co-construire avec les chercheurs le sens et les finalités des dispositifs d'organisation de la recherche, elles entraînent un contournement ou un rejet de la part des chercheurs »* (Hubert *et al.*, 2012).

Comme les auteurs de cet article nous y invitent, nous prenons le parti de relativiser les approches qui se focalisent sur la rationalité stratégique des chercheurs pour nous intéresser à la critique plus pragmatique qui remet en cause la cohérence d'ensemble du projet politique et son efficacité (Hubert *et al.,* 2012).

Cette approche nous permet d'introduire notre cadre théorique. La particularité de ce travail réside dans la dimension communicationnelle de l'analyse que nous nous proposons de faire. *« Dans le champ des théories sociales, les théories générales de la communication ont pour particularité de faire de la communication le facteur primaire de la vie sociétale, le facteur qui donne sens à toute relation constitutive d'une entité baptisée « société » »* (Chaskiel, 2005). Les théories de la communication identifient donc *« la communication, et non l'action, comme étant sociétalement constituante »* (Chaskiel, 2005). Il s'agit donc en nous inscrivant dans une théorie de la communication, de nous démarquer des théories de l'action qui placent l'acteur et ses

motivations au centre de l'analyse. *« En d'autres termes, alors que les théories de l'action pensent l'interaction comme un produit de l'action (et des acteurs), les théories de la communication pensent l'action comme un effet de la communication, et l'interaction comme un aspect de la communication »* (Chaskiel, 2005). Parmi les théories sociétales de la communication, celle proposée par Jürgen Habermas, avec la dualité qu'il établit entre le *système* et le *monde vécu*, offre un paradigme majeur.

Nous avons donc choisi de mener notre analyse dans le cadre de la théorie de la société développée par J. Habermas. **Celle-ci offre un cadre pertinent parce qu'elle permet de penser le clivage entre la politique de recherche, en tant qu'instrument de régulation de l'activité scientifique d'un côté, et les pratiques de recherche, en tant que ressources pour la résistance des chercheurs, de l'autre.**

Il s'agira de s'interroger sur les motifs de la résistance aux injonctions politiques de la part des chercheurs afin de comprendre si celle-ci va dans le sens d'une remise en cause de l'action du système.

2.1 De la rationalité de l'action à la rationalité communicationnelle

Pour introduire le concept d'agir communicationnel, J. Habermas part d'une critique de la rationalité telle qu'elle est conceptualisé par Max Weber. Il part de l'analyse de la rationalité de l'action de Weber à laquelle il ajoute la prise en compte du contexte et du « *monde vécu* » afin de l'élargir à une théorie de la société. Il veut dépasser la théorie de l'action de Weber dans laquelle la rationalisation sociale ne peut être saisie que dans des perspectives de rationalité par rapport à une fin (Habermas, 1987a, p.282).

Selon J. Habermas, si la théorie de l'action, telle qu'elle s'est développée dans le domaine anglo-saxon, est utile pour étudier les structures de l'activité finalisée, elle se limite au niveau de l'acteur isolé et néglige les mécanismes de coordination de l'action par lesquels adviennent les relations interpersonnelles. Les actions sont réduites à des interventions finalisées, la rationalité des relations moyens-fins est mise au premier plan. Selon J. Habermas, le point de vue du sociologue demande que l'on s'attache à la question de l'agir communicationnel : *« la nécessité d'un agir coordonné produit dans la société une demande déterminée de communication »* (Habermas, 1987a, p.284). Il soutient que les théories de la signification, c'est-à-dire les théories qui s'attachent à la structure de l'expression langagière et non aux intentions du locuteur, sont instructives pour une théorie de l'activité communicationnelle.

Ainsi les actions de plusieurs acteurs peuvent être reliées les unes aux autres à l'aide du mécanisme de *l'intercompréhension*.

Weber fait du « sens » le concept fondamental d'une théorie de l'action. Les acteurs relient un sens subjectif à leurs actions. Le sens est lié chez Weber aux opinions et intentions d'un sujet de l'action. C'est l'activité finalisée d'un sujet solitaire qui a une valeur fondamentale et non *l'intercompréhension langagière*. Le « sens subjectif » chez Weber est une intention d'action, pré-communicationnelle. Celui qui agit peut, soit poursuivre ses intérêts propres, soit satisfaire à des valeurs, soit chercher la satisfaction dans la dépense des affects et des plaisirs. Ces trois objectifs, utilitaristes, axiologiques ou de types affectifs sont marqués par le sens subjectif que les sujets agissants relient à leur activité dirigée vers un objectif. Ainsi Weber ne peut pas introduire le concept « d'agir social » par le biais du concept de sens. Il étend à deux déterminations le modèle de l'activité finalisée pour que soient remplies les conditions de l'interaction sociale : l'orientation d'après le comportement d'autres sujets de l'action ; et la relation réflexive des orientations d'actions qu'établissent les uns aux autres plusieurs participants de l'interaction.

Ainsi, Weber distingue l'agir rationnel par rapport à une fin (objectif utilitariste), par rapport à une valeur (objectif axiologique), l'agir affectuel et l'agir traditionnel (Habermas, 1987a, p.290). Or, lorsqu'il tente d'adopter une typologie au niveau de l'activité sociale, Weber rencontre d'autres aspects de la rationalité de l'action. Les actions sociales peuvent être distinguées en fonction de mécanismes de coordination de l'action, suivant qu'une relation sociale repose uniquement sur des situations d'intérêts ou également sur un accord normatif (Habermas, 1987, p.292-293)

Selon J. Habermas, la conceptualité de la typologie officielle de l'action de Weber est si étroite que les actions sociales ne peuvent être jugées que sous l'aspect de la rationalité par rapport à une fin. Pour étudier les procès de rationalisation sociale, il faut d'autres fondements de la théorie de l'action. C'est pour cela que J. Habermas reprend le concept *d'activité communicationnelle*. Il veut reprendre sur le plan d'une théorie de l'action le concept complexe de rationalité. Il part d'une classification des actions qui s'appuie sur la théorie de l'action de Weber, en distinguant les actions sociales d'après deux orientations d'action : actions coordonnées par des situations d'intérêts ou par un consentement normatif (Habermas, 1987a, p.294). J. Habermas parle ainsi *d'actions communicationnelles* lorsque les plans d'action des acteurs participants ne sont pas coordonnés par des calculs de succès égocentriques, mais par des actes d'intercompréhension. Dans l'activité communicationnelle, les participants ne sont pas primordialement orientés vers le succès propre, ils poursuivent leurs objectifs individuels avec la condition qu'ils puissent accorder

mutuellement leurs plans d'action sur le fondement de définitions communes des situations (Habermas, 1987a, p.295).

UN MODÈLE FONDÉ SUR LA DISTINCTION ENTRE « SYSTÈME » ET « MONDE VÉCU »

Ainsi, selon la théorie de J. Habermas, la coordination de l'action dans les sociétés occidentales démocratiques se fait sur la base de *l'entente rationnelle*. L'entente signifie l'intercompréhension, qui elle-même découle de l'intersubjectivité. La communication est donc la condition de l'entente sociale et elle passe par l'intersubjectivité. Les normes légitimes pour la société doivent se construire à travers un processus de communication. La communication doit être rationnelle, c'est-à-dire que les arguments avancés doivent être justifiés et critiquables. La justification des arguments se fait sur la base du « fond commun », de ce qui est déjà partagé par les parties prenantes à la discussion et non remis en cause. Habermas établit une distinction entre le *monde vécu* et le *système*. Les systèmes politique et économique sont des espaces régulés respectivement par le pouvoir et la monnaie. La régulation échappe aux individus qui n'ont alors pas de prise dessus. Le monde vécu, en opposition, est l'espace de la *communication* qui doit permettre de construire tout ce qui n'est pas déjà fixé dans la société, ou ce qui peut-être remis en question. La communication se fait à travers l'échange d'arguments rationnels, qui font sens parce qu'ils renvoient à un monde commun pré-partagé par les parties prenantes.

> *« La conception selon laquelle, en tant qu'individus socialisés, nous nous trouvons toujours déjà dans le cadre de notre monde vécu auquel nous accédons par le biais du langage, suppose un arrière-plan non problématique de convictions intersubjectivement partagées et pratiquement éprouvées, qui font que le doute total quant à l'accessibilité du monde est dépourvu de sens »* (Habermas, 1999, p.182-183).

L'agir communicationnel se déploie dans le monde vécu et mène à l'intercompréhension assurée par la discussion langagière sur la base des principes et des prémices d'égalité, de liberté et de solidarité. Ainsi, dans sa problématisation conceptuelle, J. Habermas scinde la société du capitalisme avancé en deux domaines, l'un régulé par le pouvoir (sous-système politique) et la monnaie (sous-système économique), et l'autre intégré par la communication (le monde vécu). Ainsi, dans les sous-systèmes politique et économique, la coordination de l'activité dépasse la conscience subjective que peuvent en avoir les acteurs (Chaskiel, 2002). Alors que dans le monde vécu, *« la coordination de l'activité relève des principes de solidarité, ou de contestation du système, construites grâce à la discussion langagière »* (Chaskiel, 2002). Le modèle binaire de J. Habermas *« répond au souci d'expliquer l'évolution sociale par le rapport entre le système,*

qui s'étend, et le monde vécu, qui résiste » (*Ibid.*). Plus qu'une simple conceptualisation de la vie sociale, il s'agit également d'un point de vue politico-normatif, *« qui se propose de donner un sens et une orientation à l'action du monde vécu contre le système »* (*Ibid.*).

DISTINGUER LES ACTIONS ORIENTÉES VERS LE SUCCÈS OU VERS L'INTERCOMPRÉHENSION

Dans le modèle de l'activité rationnelle par rapport à une fin, l'acteur est orienté vers un objectif à atteindre, les fins sont précisées, il choisit les moyens qui lui semblent appropriés dans la situation donnée, il calcule d'autres conséquences prévisibles de l'action. Le succès est défini comme l'avènement de l'état souhaité dans le monde. On peut distinguer deux types d'actions correspondant à ce modèle : l'action instrumentale et l'action stratégique. J. Habermas parle d' *« action instrumentale »* lorsqu'elle est considérée sous l'aspect de la poursuite des règles techniques d'action et le degré d'efficience d'une intervention évalué dans un contexte d'états de chose et d'évènements. Il parle d'action stratégique lorsqu'elle est considérée sous l'aspect de la poursuite de règles de choix rationnelles, et que son degré d'efficience est évalué selon l'influence prise sur les décisions d'un partenaire rationnel. De plus, *« les actions instrumentales peuvent être raccordées à des interactions sociales (tandis que) les actions stratégiques représentent elles-mêmes des actions sociales »* (*Idem.*). En revanche, J. Habermas parle d' *« actions communicationnelles »* lorsque *« les plans d'action des acteurs participants ne sont pas coordonnés par des calculs de succès égocentriques, mais par des actes d'intercompréhension »*. Les participants à l'activité communicationnelle ne sont pas premièrement orientés vers leur succès propre, *« ils poursuivent leurs objectifs individuels avec la condition qu'ils puissent accorder mutuellement leurs plans d'action sur le fondement de définitions communes des situations »* (*Ibid.*, p.295). Pour cette raison, la négociation des définitions de situations est essentielle pour l'agir communicationnel (*Ibid.* p.296).

Ainsi, J. Habermas distingue les actions orientées vers le succès des actions orientées vers l'intercompréhension.

Selon lui, les actions concrètes peuvent être classées de ces deux points de vue. Les orientations « stratégique » ou « communicationnelle » ne représentent pas deux aspects analytiques sous lesquels la même action peut être décrite, soit comme l'influence réciproque de partenaires agissant de façon rationnelle par rapport à une fin, soit comme le processus d'intercompréhension entre ressortissants d'un monde vécu. Au contraire, J. Habermas affirme que les actions sociales peuvent être distinguées en fonction de l'attitude adoptée par les participants, selon que cette attitude est orientée vers le succès ou vers l'intercompréhension (*Ibid*, p.296). Il convient donc en premier lieu de faire une analyse conceptuelle des deux attitudes. Le but de J. Habermas est ici de saisir les structures

générales du processus d'intercompréhension à partir desquelles on peut dégager les caractéristiques formelles des conditions de participation. Le concept *d'intercompréhension* ne désigne pas les prédicats de l'observateur mais le savoir pré-théorique des locuteurs compétents qui peuvent par eux-mêmes distinguer intuitivement quand ils exercent une influence sur d'autres et quand ils s'entendent avec d'autres, et qui savent quand des tentatives d'intercompréhension échouent. Ainsi *« l'intercompréhension vaut comme un procès d'entente entre des sujets capables de parler et d'agir »* (*Ibid.*).

Dans la perspective habermasienne, il ne s'agit pas de caractériser empiriquement les dispositions comportementales, mais plutôt de saisir des structures générales de processus d'intercompréhension à partir desquelles il est possible de dégager ce qu'il appelle les caractéristiques formelles des conditions de participation.

Un accord obtenu communicationnellement ne peut pas être induit par une influence exercée de l'extérieur, il doit être accepté comme valide par les participants. Un accord obtenu par la communication a un fondement rationnel, il ne peut être imposé d'aucun côté, instrumentalement ou stratégiquement. Certes, un accord peut être objectivement contraint, mais dans ce cas il ne peut compter subjectivement. L'accord repose sur des convictions communes. L'acte de langage de l'un ne réussit que si l'autre accepte l'offre qu'il contient en prenant (implicitement) position par « oui » ou par « non » à l'égard d'une prétention à la validité fondamentalement critiquable (*Ibid.*, p.297).

On peut analyser les caractéristiques pragmatiques-formelles de l'attitude orientée vers l'intercompréhension en prenant pour modèle l'attitude des parties prenantes d'une interaction dont l'une produit, de manière simplifiée, un acte de parole et l'autre prend position par oui ou par non. On peut distinguer ainsi la frontière entre actions orientées vers l'intercompréhension et orientées vers le succès. (*Ibid.*)

L'agir communicationnel remplit trois fonctions. Un aspect fonctionnel de l'*intercompréhension*, qui sert à la reproduction culturelle et correspond à la composante structurelle de la *culture* dans le *monde vécu*. Un aspect de *coordination de l'action*, qui sert à l'intégration sociale et correspond à la *société*. Enfin, un aspect de *socialisation*, qui sert à former des identités personnelles et qui correspond à la *personne.* (Habermas, 1987b, p.152)

J. Habermas distingue entre *intégration sociale* et *intégration du système* : la première s'appuie sur les orientations d'action, la seconde *« passe au travers »*. Dans le cas de l'intégration sociale, le système actionnel est intégré grâce à un consensus, qu'il soit garanti par des normes ou visé par la communication, dans le cas de l'intégration du système, *« il est intégré en régulant de manière non normative des décisions particulières qui ne sont pas coordonnées par les subjectivités »* (Habermas, 1987b, p.165).

2.2 La recherche, une activité entre agir stratégique et agir communicationnel

La remise en cause de l'action des sous-systèmes politique et économique suppose la mobilisation d'arguments reposant sur la défense d' *« intérêts universalisables »* (Habermas, 2002, p.140). Selon la théorie de J. Habermas, la société civile, à travers l'espace public, porte, par définition même, les valeurs qui échappent aux intérêts politiques et économiques du système. *« Le terme de société civile signifie que le rapport des classes cesse d'être politique et que la domination de classe devient anonyme »* (*Ibid.*, p.35).

> *« Le citoyen se définit précisément par son aptitude à rompre avec les déterminations qui l'enfermeraient dans une culture et un destin imposés par sa naissance, à se libérer des rôles prescrits et des fonctions impératives. Ce qui fonde le principe – en même temps que les valeurs – de la nation démocratique, c'est l'opposition entre l'universalisme du citoyen et les spécificités de l'homme privé, membre de la société civile »* (Schnapper, 1994, p.92).

Le citoyen est caractérisé par sa capacité à se détacher des particularismes locaux, professionnels, confessionnels. La dimension « universelle » de l'espace public exige qu'il ne soit pas soumis aux règles propres de chaque communauté. La notion d'universalisme conduit au dépassement de ces intérêts. La séparation entre l'espace public et l'espace privé répond à la nécessité d'établir symboliquement un clivage entre la dimension universelle et la dimension particulière (Pailliart, 1995, p.201).

C'est par la formation d'un consensus le plus large possible dans l'espace public autour de la défense de valeurs (défense de la santé, de l'environnement, de la dignité humaine, *etc.*), que la société civile peut peser et *« faire reculer »* le système. Dans cette perspective, si la sphère scientifique déploie des arguments fondés sur des « intérêts universalisables » qui échappent, par principe, aux intérêts marchands et de pouvoir, alors elle participe à élargir le consensus à l'intérieur de la société civile. L'élargissement du consensus autour des valeurs portées par la société civile pousse le système à prendre en compte ces revendications.

> *« Du point de vue normatif, tout ce qui compte ce sont les constellations du pouvoir reflétées par ces modèles et les modalités selon lesquelles on peut les modifier. De ces conditions dépend ensuite la possibilité de faire en sorte que les habitudes établies restent ouvertes à des initiatives novatrices de la périphérie. En effet, en cas de conflit, un autre mode opératoire se superpose aux manières de procéder qui obéissent aux conventions en vigueur. Ce nouveau mode opératoire se caractérise à la fois par une conscience de crise, par une attention accrue du public et par une recherche intensifiée de solutions, bref par la problématisation. Dans de tels cas où la perception des problèmes et les problématiques elles-mêmes sont transformées par des conflits, l'ampleur de l'attention s'accroit, les controverses étant suscitées dans le large public notamment par les aspects normatifs des problèmes qui se trouvent au centre de l'intérêt »* (Habermas, 1997, p.384).

Dans une perspective habermassienne, nous appréhenderons l'activité scientifique comme une activité qui *« s'inscrit dans un processus, historique et fonctionnel, de* différenciation des sphères sociales *d'activité et de division du travail. Cette différenciation se cristallise dans des* institutions *et des* normes*, ainsi que dans des conditions spécifiques de fonctionnement »* (Berthelot *et al.*, 2005, p.14)[68].

La recherche est une activité en partie soumises aux régulations du système politique dans le sens où les politiques de recherche déterminent les orientations de la recherche. Cependant si l'État, à travers l'octroi de financement, peut donner la priorité à certaines thématiques, il ne peut pas pour autant réguler au sens strict cette activité.

Dans le même temps, la recherche peut se définir en tant qu'activité communicationnelle, dans le sens où la validation des connaissances passe par un processus d'évaluation par les pairs. Seuls les scientifiques sont en mesure d'évaluer les résultats de la recherche. Par ailleurs, il faut souligner l'influence et le rôle des scientifiques eux-mêmes dans la définition des politiques de recherche.

[68] Ainsi, la façon dont nous avons construit notre problématique nous empêche de développer l'approche latourienne selon laquelle il convient de ne pas postuler l'existence de catégories sociales différenciées et préconstruites (Latour, 2007).

> *« Dans un schéma logique d'élaboration d'une politique de recherche, les priorités sont définies par les responsables politiques et leur mise en œuvre est du ressort des organismes et des chercheurs. Dans les faits, il n'existe pas de séparation aussi nette : les organismes et chercheurs exercent très tôt des pressions pour faire prendre en compte leurs intérêts, et les responsables politiques dépendent d'eux pour avoir des informations, disposer de projets de recherche et faire légitimer leur autorité »* (Rip, 1995, p.111).

La recherche, activité tendue en priorité vers la production de connaissances*, « ne peut être strictement réduite à une activité régulée par le pouvoir et l'argent. Elle ne peut, non plus, être ramenée à un agir communicationnel, puisqu'elle est tendue vers la formation de connaissances scientifiques et non de principes moraux et de normes éthiques »* (Suraud, 2011, p.23). En outre, le principe d'autonomie, *« en tendance défendu par le milieu scientifique, même si les contours de ce principe ne sont pas toujours bien clairs »* (*Ibid*, p.16), s'oppose à la tendance systémique à imposer à l'activité de recherche des contraintes de résultats.

Bien que bénéficiant d'une certaine autonomie, les universités et organismes de recherche sont le relai des injonctions de la politique de recherche. La question que nous souhaitons approfondir est celle de l'articulation entre la politique de recherche et l'activité scientifique. **Les chercheurs expriment des critiques face à une politique scientifique qui tend à orienter l'activité de recherche prioritairement vers des enjeux économiques. Nous souhaitons identifier les leviers et les motifs de la résistance des chercheurs aux nouvelles exigences de la politique de recherche. Le décalage entre la politique de recherche et l'activité des chercheurs s'exprime-t-il en termes de défense d'intérêts stratégiques (défense d'intérêts professionnels par exemple), ou un accord normatif se forme-t-il au sein de la sphère des chercheurs autour des motifs de la résistance ?**

La distinction habermassienne nous permet de séparer clairement les pratiques de recherche et la politique de recherche. Cette distinction est pertinente dans le cadre de notre positionnement théorique : d'un côté nous identifions les enjeux de pouvoir et d'argent sur lesquels prennent appui les politiques de recherche, et de l'autre nous souhaitons identifier les valeurs et les normes de l'activité scientifique qui entrent en tension avec les exigences politiques et économiques.

Le modèle pragmatique de Habermas

Weber fait une distinction entre les fonctions du *spécialiste* et du *politique*. Dans le modèle *décisionniste* de Weber, le politique a recours au savoir technique mais l'action politique, en dernière instance, n'a pas un fondement rationnel et le politique exerce sa domination par la décision fonctionnelle.

J. Habermas défend quant à lui un modèle pragmatique, dans lequel les fonctions de l'expert spécialisé et du politique ne sont plus strictement séparées, mais qui fait place à une *« interrelation critique »* (Habermas, 1963, p.106). Dans le modèle pragmatique, *« les recommandations techniques et stratégiques des experts ne peuvent s'appliquer efficacement à la pratique qu'en passant par la médiation politique de l'opinion publique »* (*Ibid.*, p.109).

> *« Le dialogue qui s'établit entre les experts et les instances de la décision politique détermine la direction du progrès technique à partir de l'idée qu'on se fait de ses besoins pratiques, en fonction d'une certaine tradition, tout autant qu'il critique et mesure cette idée aux chances que la technique lui donne de voir ses besoin satisfaits ; et ce dialogue doit justement être en prise directe sur les intérêts sociaux et les orientations d'un monde vécu social donné par rapport à certaines valeurs »* (*Ibid.*, p.110).

Le modèle pragmatique ne peut être appliqué directement selon J. Habermas, du fait de la nécessaire traduction des informations scientifiques dans *« la langue commune de la pratique »* et la retraduction des problèmes pratiques dans *« la langue spéciale des recommandations techniques et stratégiques »* (*Ibid.*, p.113). Le dialogue entre les responsables politiques, qui commandent les programmes, et les scientifiques, indique qu'il y a *« traduction des questions de la pratique en problèmes posés scientifiquement et […] retraduction des informations scientifiques en réponses données aux questions que pose la pratique »* (*Ibid.*, p.114), dans un processus dialectique. Ce processus de traduction entre spécialistes des sciences et commanditaires politiques a été institutionnalisé à travers la mise en place d'administrations chargées d'orienter la recherche et le développement et des instituts de conseil scientifique. Ainsi s'instaure un *« dialogue permanent entre science et politique »*. Ces agences scientifiques gouvernementales assurent deux fonctions : d'une part *« interpréter les résultats de la recherche en fonction de l'horizon des intérêts qui commandent l'intelligence que ceux qui agissent peuvent avoir des situations qui se présentent »*, et, d'autre part, *« d'apprécier les différents projets et de susciter des programmes susceptibles d'orienter les processus de la recherche en direction des problèmes posés par la pratique »* (*Ibid.*, p.117). À partir du moment où cette double tâche se dégage du contexte de problèmes particuliers et que le développement de la recherche est « thématisé » dans son ensemble, ce dialogue entre science et politique donne naissance à *la « formulation d'une politique de recherche à long terme »* (p.117).

Selon J. Habermas, il s'agit là d'une tentative de contrôle sur les relations entre progrès technique et monde vécu social. La communication qui s'établit à l'occasion de projets isolés entre les experts des centres de recherche et les commanditaires politiques continue à exister dans le cadre de problèmes circonscrits, et la discussion que mène les scientifiques qui font fonction de conseillers, et le gouvernement, reste encore liée au contexte des situations et des potentiels techniques disponibles. En revanche, lorsque l'on traite de la troisième tâche qui est de *« programmer l'évolution de la société dans son ensemble, il y a alors autonomie du dialogue entre savants et politiques par rapport à tel ou tel problème déterminés »* (*Ibid.*, p.120).

Selon J. Habermas, le processus de traduction qui s'instaure entre science et politique renvoie en dernière instance à l'opinion publique. Cette relation résulte des exigences d'une confrontation entre, d'une part, *savoir et pouvoir technique* et, d'autre part, des valeurs par lesquelles s'expriment les besoins traduits en tant qu'objectifs à poursuivre. L'auteur parle d'un élément d'anticipation nécessaire à l'intégration du savoir technique et de ce qu'il appelle *« l'auto-élucidation herméneutique »*, puisqu'elle doit être nécessairement amorcée par une discussion entre scientifiques, laquelle est *« coupée du public de leurs concitoyens »* (*Ibid.*, p.121). C'est donc à la sphère politique de réintégrer l'opinion publique dans le processus de détermination scientifique et technique.

> *« Une volonté politique disposant des ressources que fournit la science ne peut être éclairée qu'à partir de l'horizon d'un dialogue entre les citoyens eux-mêmes et c'est à eux que doivent retourner les lumières qui sont acquises, si l'on s'en tient aux exigences mêmes d'une discussion proprement rationnelle »* (*Ibid.,* p.121).

Toutefois, selon le philosophe, les conditions empiriques ne sont pas réunies pour une application du modèle pragmatique (dépolitisation massive de la population et détérioration de l'opinion publique politique) (*Ibid.*, p.123). Mais, même dans le cas où les conditions empiriques seraient réunies pour assurer une discussion ouverte à un large public, la question de l'accès du public aux informations scientifiques resterait problématique. En effet, J. Habermas souligne que les résultats de la recherche présentant les conséquences les plus importantes pour la pratique sont aussi les plus difficiles d'accès pour l'opinion publique, indépendamment de sa capacité à réagir (*Ibid.*, p.124).

A cette barrière entre science et opinion publique s'ajoute celle de *« la structure bureaucratique en circuit fermé des organismes de recherche modernes »* (*Ibid.*, p.125). Dans cette recherche « organisée », les informations scientifiques ne sont plus tant destinées à un public d'étudiants ou au débat public avec des *« profanes cultivés »*, mais plus généralement à des commanditaires industriels qui ne s'intéressent à des recherches qu'en raison des utilisations techniques qui peuvent en résulter.

Toutefois, la complexification et la spécialisation des sciences d'un côté, qui oblige à passer par des traductions au sein même de la sphère des chercheurs, et la nécessité de contrôler le développement des armements de l'autre, sont deux tendances qui contribuent à imposer, de l'extérieur, la libre circulation des informations scientifiques.

Cependant, selon l'auteur, aucune de ces deux dynamiques ne seraient susceptibles de trouver un relai dans l'opinion publique sans l'intervention et l'initiative de quelques *« chercheurs responsables »* (*Ibid.*, p.129). Il s'agit là de la troisième tendance qui va dans le sens d'une discussion large dans l'opinion publique, le conflit qui se joue chez certains chercheurs entre leur rôle de « savant » et leur rôle de « citoyen ». Cela implique que les scientifiques sortent de la *« publicité interne à la science »* pour s'adresser directement à l'opinion publique. Selon J. Habermas, la discussion entre scientifiques et politiques concernant la définition d'une politique de la recherche scientifique devrait être menée dans l'espace public (*Ibid.*, p.130). Cependant, il a expliqué que les conditions n'étaient pas remplies pour cela : d'abord parce qu'il n'existe pas de garanties institutionnelles d'une discussion ouverte à l'ensemble des citoyens, ensuite parce qu'un appareil de domination bureaucratique et un système organisant la recherche à grande échelle sur la base de la division du travail s'accommodent fort bien d'une collaboration *« à huis clos »* (*Ibid.*, p.131).

> *« Le vrai problème est de savoir si une fois atteint un certain niveau de connaissances, susceptible d'entraîner certaines conséquences, on se contente de le mettre à la disposition des hommes occupés à des manipulations techniques, ou bien si l'on veut que ce soit des hommes communiquant entre eux qui en reprennent possession dans leur langage même »* (*Ibid.*).

Selon J. Habermas, la construction d'une société émancipée nécessite une médiation entre, d'un côté, la science et la technique et, d'un autre côté, la pratique quotidienne.

2.3 La résistance des chercheurs et ses enjeux : intérêts stratégiques ou accord normatif ?

Selon la théorie de J. Habermas, la remise en cause du système suppose la mobilisation d'arguments reposant sur la défense d' *« exigences universalisables »* (Chaskiel et Suraud, 2014), et la formation d'un consensus le plus large possible dans l'espace public de la société civile.

Nous pouvons formuler ici notre problématique : dans quelle mesure **les « nanos » représentent-elles un levier d'évolution de l'organisation de la recherche ? Sont-elles un vecteur de transformations des rapports entre les chercheurs et le système politique et économique ?**

Selon J. Habermas, l'autonomie est *« la capacité d'engager sa propre volonté en vertu d'une idée morale »* (Habermas, 1999, p. 46). Aussi, en nous intéressant à la défense de l'autonomie de l'activité de recherche, nous serons attentive au sens donné à cette notion d'autonomie. Quel en est l'enjeu ? S'agit-il de défendre des intérêts personnels et professionnels, ou s'agit-il de défendre des valeurs ?

Dans une perspective habermassienne, il s'agit de mettre au jour la formation, ou non, d'une entente entre les chercheurs autour d'une remise en question de l'action du système. En nous intéressant aux motifs qui fondent l'entente, nous pourrons ensuite caractériser son degré de formalisation. En effet, Habermas distingue entre un « sens faible » et un « sens fort » de l'entente, ce dernier mode correspondant à une situation d'accord. Ainsi, il peut y avoir entente entre les chercheurs sur la nécessité de résister aux injonctions systémiques qui soit fondée sur des intérêts personnels ou professionnels, on est alors dans ce cas en présence d'une entente au « sens faible », c'est-à-dire qu'elle *« s'étend aux faits et aux raisons des acteurs motivant les expressions unilatérales de leur volonté »* (Habermas, 1999, p.62).

En revanche, si les motifs qui fondent l'entente dépassent le cadre des intérêts particuliers pour se construire autour de valeurs partageables par le plus grand nombre, alors il est possible de parler d'**accord**, qui constitue le « sens fort » et qui apparaît *« dès lors que l'entente s'étend aux raisons normatives elles-mêmes au nom desquelles on choisit ses fins. Les intéressés se réfèrent alors à des valeurs intersubjectivement partagées qui engagent leur volonté par-delà leur préférence. Dans ce cas on présuppose le libre arbitre, mais également l'autonomie au sens de la capacité à engager sa propre volonté en vertu d'une prise de conscience normative »* (Habermas, 1999, p.62). Ainsi, J. Habermas fait une différence entre l'*accord* et l'*entente*.

> *«* L'accord *au sens rigoureux n'est réalisé que si les intéressés peuvent accepter une prétention à la validité, chacun pour les* mêmes *raisons, tandis qu'une* entente *est réalisée, même si l'un voit que l'autre, compte tenu de ses préférences, a de bonnes raisons d'avoir l'intention qu'il déclare avoir, autrement dit des raisons bonnes pour lui, sans que l'autre doivent les faire siennes à la lumière de ses propres préférences. Les raisons qui sont indépendantes de l'acteur admettent un mode d'entente plus fort que celles qui lui sont relatives »* (Habermas, 1999, p.57).

Le mode « faible » de l'entente est fondé sur des raisons *« publiquement intelligibles »*, qui diffèrent des raisons *« universellement acceptables »* (Habermas, 1999, p.58). *« Dans l'activité communicationnelle au sens faible, les acteurs n'attendent pas encore les uns des autres qu'ils agissent en fonction de normes ou de valeurs communes et qu'ils reconnaissent des obligations réciproques »*. Dans le

cas d'une *« activité communicationnelle au sens fort »*, les parties prenantes atteignent l'accord normatif, de façon explicite ou bien implicite (Habermas, 1999, p.63).

Cette distinction est importante afin d'identifier la portée de la résistance manifestée par les chercheurs. Une prétention à la validité, selon Habermas, n'est intersubjectivement reconnue que si tous les intéressés sont convaincus de l'énoncé pour les mêmes raisons, c'est-à-dire *« des raisons indépendantes des acteurs »* (Habermas, 1999, p.57).

C'est pourquoi nous nous attacherons à mettre au jour, à côté des formes de la résistance des chercheurs, les motifs de cette résistance. L'accord normatif n'est atteint que lorsque les raisons qui fondent l'entente sont les mêmes pour tous les participants.

> *« L'accord normatif ne s'étend pas seulement aux prémisses, relatives à l'acteur, au nom desquelles il poursuit des fins arbitrairement choisies, mais encore à la modalité du choix des fins légitimes, qui est, quant à lui, indépendant de l'acteur »* (Habermas, 1999, p.64).

CONCLUSION DU CHAPITRE 2

Dans ce chapitre nous avons présenté le cadre théorique de notre analyse. Nous proposons de nous intéresser à l'articulation de la politique scientifique et de l'activité de recherche. Les chercheurs, porteurs de valeurs et de normes spécifiques à leur activité, sont confrontés à des injonctions de la part des politiques de recherche. Face à une politique scientifique qui tend à guider l'activité de recherche prioritairement vers des enjeux économiques, quelle capacité, ou quels moyens, ont les chercheurs de maintenir une activité non soumise aux seuls enjeux économiques ? La spécificité de notre travail réside dans la dimension communicationnelle de notre analyse. En nous positionnant du côté d'une théorie de la communication, nous souhaitons nous démarquer des théories de l'action qui placent l'acteur et ses motivations au centre de l'analyse, pour nous intéresser aux conséquences de l'action et des processus observés.

Nous avons choisi d'inscrire notre analyse dans le cadre de la théorie développée par J. Habermas qui permet de mettre en lumière le clivage entre la politique de recherche, instrument de régulation de l'activité scientifique, d'un côté, et les pratiques de recherche, ressources pour la résistance des chercheurs, de l'autre.

Selon la théorie de J. Habermas, les actions sociales peuvent être distinguées en fonction de mécanismes de coordination de l'action, suivant qu'une relation sociale repose uniquement sur des situations d'intérêts ou également sur un accord normatif. L'auteur propose le concept *d'activité communicationnelle* pour analyser le processus de rationalisation sociale. Il part d'une classification des actions développée dans la théorie de l'action de Max Weber, en distinguant les actions sociales d'après deux orientations d'action : les actions peuvent être coordonnées par des situations d'intérêts ou par un consentement normatif.

Toutefois, **la sphère de la recherche présente une particularité dans le schéma habermassien, puisqu'elle ne peut être ramenée strictement ni à un agir stratégique, ni à un agir communicationnel.**

La recherche est une activité en partie soumises aux régulations du système politique dans le sens où les politiques de recherche déterminent les orientations de la recherche. Cependant, la défense du principe d'autonomie s'oppose à la tendance systémique à imposer à l'activité de recherche des contraintes de résultats.

Nous souhaitons identifier les leviers et les motifs de la résistance des chercheurs aux nouvelles exigences de la politique de recherche. Les chercheurs défendent-ils des intérêts

stratégiques (de carrière par exemple) ? Ou la résistance des chercheurs prend-elle appui sur un accord normatif ?

Dans une perspective habermassienne, il s'agit de mettre au jour la formation, ou non, d'une entente entre les chercheurs autour d'une remise en question de l'action du système. L'entente entre les chercheurs peut porter sur la nécessité de résister aux injonctions systémiques pour répondre à des intérêts personnels ou professionnels. En revanche, si les motifs qui fondent l'entente dépassent le cadre des intérêts particuliers pour se construire autour de valeurs partageables, alors la résistance est fondée sur un accord normatif. C'est pourquoi il faut mettre au jour, à côté des formes de la résistance des chercheurs, les motifs de cette résistance. L'accord normatif n'est atteint que lorsque les raisons qui fondent l'entente sont les mêmes pour tous les participants.

Nous proposons d'étudier le champ des « nanos » dans sa dimension de révélateur des tensions entre les chercheurs et la politique de recherche. Les chercheurs défendent les spécificités de la recherche, en tant qu'activité porteuse de normes, de valeurs et d'une forme d'organisation particulière, tandis que la politique de recherche est de plus en plus tendue vers des enjeux économiques. Le soutien politique au développement des « nanos » s'accompagne d'une volonté de réorganisation de la recherche publique en vue de favoriser l'innovation et le développement économique (chapitre 1). Or, les chercheurs remettent en cause la généralisation d'une politique scientifique orientée prioritairement vers des enjeux de développement économique.

Notre problématique est d'identifier si les « nanos », en tant que levier des évolutions de l'organisation de la recherche, favorisent le renforcement de la dépendance de l'activité des chercheurs aux exigences de la politique scientifique.

La résistance des chercheurs passe en particulier par la défense de la valeur d'autonomie de l'activité de recherche par rapport aux intérêts économiques du secteur industriel, ainsi que par la défense d'un fonctionnement « traditionnel » de l'activité de recherche, caractérisée entre autres par des financements récurrents et une organisation disciplinaire. L'autonomie de la recherche peut-elle se maintenir dans le cadre d'une politique scientifique qui tend à renforcer les liens entre recherche et enjeux économiques ?

CHAPITRE 3. INTERDISCIPLINARITÉ ET COLLABORATIONS INDUSTRIELLES : DES TENDANCES FORTES DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE

3.1 Le fonctionnement « traditionnel » de la recherche caractérisé par un mode de financement récurrent

Le mode de fonctionnement « classique », ou « traditionnel », (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.35 ; Pailliart, 2005) de la recherche, est fondé sur le financement récurrent des laboratoires et des équipes de recherche. Ce modèle a été introduit après la Seconde Guerre mondiale aux États-Unis sous l'influence d'un rapport remis par Vannevar Bush, ingénieur et conseiller du président américain Roosevelt. Ce rapport, intitulé *Science, the endless frontier*[69], va structurer la politique de recherche américaine. *« Le principe fondamental est de laisser les chercheurs dans leurs universités, de les financer généreusement, sur le long terme, pour obtenir les fameuses « retombées » espérées. »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.26). Ce modèle, qui devient un « modèle global » (Bensaude-Vincent, 2009, p.29), garantit, en principe, l'autonomie de l'activité de recherche au sens où les chercheurs, bénéficiant de subventions récurrentes[70], sont libres de définir leurs thèmes de recherche. La recherche est financée par l'État tandis que le développement technologique est l'affaire des industriels.

[69] Vannevar Bush, *Science, the endless frontier*. A report to the President by Vannevar Bush Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945, United States Government Printing Office, Washington, 1945, consulté en ligne: http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm, le 28.01.2014

[70] *« Le financement récurrent est constitué par les allocations annuelles données à des structures en charge d'effectuer directement la recherche. Pour la France les deux catégories principales sont les organismes de recherche et les établissements d'enseignement supérieur. A cela s'ajoutent dans un certain nombre de pays (et en France en particulier pour le Ministère de la Défense), les services de l'État dédiés à la Recherche et Développement (R&D). Il peut également y avoir des financements récurrents pour les institutions privées (par exemple en France les instituts Pasteur et Curie) »* (Larédo, 2010).

> *« Le gouvernement finance, soutient et régule la recherche académique, sans espoir de retour immédiat sur investissement ; les instituts de recherche universitaires ont la charge d'accroître les connaissances, de publier leurs résultats avec le système de contrôle par les pairs et ils agissent en tant qu'experts ; quant aux groupes industriels, ils se chargent du développement, avec une approche coût/bénéfice en vue d'innovations technologiques qui font l'objet de brevets »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.33).

Ce modèle « traditionnel » de fonctionnement caractérise les structures de la recherche publique que sont les laboratoires, les universités et les organismes de recherche (tels le CNRS, l'Inserm, l'Inra, etc.). Si les crédits récurrents ont toujours été *« modulés sur la base de la reconnaissance de la qualité des travaux récents »* des chercheurs et des équipes, ce mode de financement présuppose *« qu'un projet, dans le domaine de la recherche, en territoire inexploré, [reste] incertain, risqué, [peut] échouer »* (Malrieu, 2011, p.76).

3.1.1 Définir les contours de la notion d' « autonomie » de la sphère de la recherche

Partant du modèle « traditionnel » de fonctionnement de la recherche, l'autonomie dans la pratique de recherche peut se définir comme *« la capacité à déterminer librement l'objet et le contenu de leurs activités de recherche, selon les critères de pertinence internes à la communauté scientifique »*, un idéal-type – au sens de Weber – qui renvoie plus largement *« à l'affirmation de la valeur en soi de la poursuite désintéressée du savoir »* (Barrier, 2011). Ainsi l'autonomie de l'activité de recherche, parfois qualifiée de « recherche libre », fait référence à une activité individuelle indépendante et maître de sa finalité (Bensaude-Vincent, 2009, p.196).

L'autonomie de l'activité de recherche est couramment opposée par les chercheurs eux-mêmes aux tendances systémiques à leur imposer des orientations.

Selon Yves Gingras, l'autonomie de la sphère scientifique est liée à son institutionnalisation : *« la science elle-même peut donc être considérée comme une institution lorsqu'elle acquiert une certaine autonomie et possède ses règles propres »* (Gingras, 2013, p. 29). Dans le cadre de la pratique scientifique, la notion d'institution renvoie *« aux organisations officielles au sein desquelles les sciences sont pratiquées »*, c'est-à-dire par exemple les universités, les laboratoires, les sociétés savantes, les académies, etc. Dans une acception plus large, la notion renvoie à *« tout système social doté de règles, de procédures et d'usages stables pesant sur les croyances et les comportements des acteurs sociaux »*. Ainsi une institution sociale est définie par une certaine autonomie qui rend possible la reproduction de pratiques dans la durée. *« Une fois stabilisées, elles sont considérées comme allant de soi et n'exigent plus d'être constamment défendues »* (Gingras, 2013, p. 29).

L'un des traits les plus caractéristiques et au fondement de l'autonomie de la sphère de la recherche est la règle de l'évaluation par les pairs.

> *« L'un des traits importants de l'activité scientifique comme activité sociale est qu'elle est soumise à la règle de la libre critique des pairs. Quiconque est compétent, c'est-à-dire peut justifier rationnellement et techniquement son point de vue, est habilité à juger et à invalider si nécessaire un énoncé de résultats. La force de son jugement tient en ce qu'il est public et transparent, et prend à témoin tous ceux que leur compétence permet d'entrer dans l'arène. Cette situation où, en droit, toute différence sociale, de statut, d'origine, de genre s'efface derrière l'argumentation rationnelle, est propre à la science. Qu'il s'agisse d'un idéal que la réalité démente souvent ne change rien à l'affaire. […] Dans un champ scientifique donné, les chercheurs, les agents, ont donc entre eux une relation d'un type particulier les constituant, face aux chercheurs des autres champs et, a fortiori, face aux non chercheurs, comme une communauté. »* (Berthelot *et al.*, *2005*, p.17)

Cette « communauté » ne se définit pas dans l'abstrait mais par rapport à une discipline de référence. Les auteurs parlent de *dispositif de connaissance* pour désigner l'ensemble des éléments qui participent à la production des connaissances dans un champ scientifique déterminé : éléments institutionnels, matériels, symboliques (Berthelot *et al.*, 2005, p.17).

Cependant, si le cadre institutionnel est important et influence le développement de « l'activité savante », *« ses effets réels sur celle-ci sont objet de questionnement »*, car ce sont les chercheurs *« qui organisent pratiquement les communautés scientifiques en tant que structures productrices de savoir »* (Berthelot *et al.*, 2005, p.214).

En ce sens, François Jack, qui s'est intéressé à l'origine de la « politique de la science », invite à ne pas survaloriser le rôle des politiques de recherche ni leur impact sur la recherche. Il refuse la conception de la politique de la science comme une notion évidente, elle résulte, selon lui, *« d'une construction progressive et non d'une vision institutionnelle* a priori *»*. Ainsi, il montre que la mobilisation autour d'une politique de la science et sa traduction en pratique ont procédé, en France ainsi que dans plusieurs états, de logiques scientifiques et techniques autonomes avant d'être relayées par l'appareil d'État. Pour comprendre la construction progressive d'une politique de la science, il est important de tenir compte de la relation entre les pratiques de terrain, l'émergence d'organisations et les conceptualisations qui ne doivent pas être oubliées au profit du rôle des institutions généralistes (Jack, 2002).

La relation et l'influence réciproque entre la politique de recherche et l'activité de recherche est ainsi difficile à définir, et *« toute cette activité apparemment autonome ne se développe qu'à l'intérieur de cadres préexistants »* (Berthelot *et al.*, 2005, p.214).

3.1.2 L'influence des structures institutionnelles sur la dynamique de l'activité de recherche : l'exemple du CNRS

Le CNRS représente *« un contexte institutionnel constituant un ensemble d'éléments intervenant dans l'activité scientifique, dans ses fins, ses moyens, son déroulement au titre de ressources et de contraintes en tant que structure et lieu d'application des politiques de recherche »* (Berthelot *et al.*, 2005, p.218). Le CNRS peut ainsi fournir une structure favorable au développement de certaines recherches, *« en proposant un espace institutionnel doté de moyens, il donne l'opportunité à des chercheurs de travailler sur ce domaine »* (*Ibid.* p.219).

Mais il ne suffit pas d'envisager de façon globale le CNRS et les politiques scientifiques pour rendre compte du rôle déterminant que peuvent avoir les structures institutionnelles sur le développement et la dynamique d'un champ. Selon Berthelot *et al.*, les « politiques incitatives sur programme », ou « actions incitatives » (Lautman, 1990) permettent mieux de saisir la possible influence d'une institution sur un domaine de recherche (*Berthelot et al.*, 2005, p221). *« On appelle action incitative l'injection de crédits qui s'ajoutent au soutien récurrent ordinaire et qui sont attribués en réponse à des appels d'offre thématiques »* (Lautman, 1990).

La répartition des crédits et le déséquilibre avec l'université est une question très tôt posée au CNRS, qui met en place dès 1963 les RCP (Recherches coopératives sur programme) dans le but de structurer une politique scientifique et d'éviter la dispersion des crédits (Prost, 1990). Il s'agit de *« subventions spéciales pour encourager le regroupement des chercheurs en équipes pluridisciplinaires ou l'étude d'un même problème par plusieurs équipes »* (*Ibid.*, 1990) sur une durée limitée. Les GDR (Groupements de recherche) seront créés plus tard sur ce même principe. Les RCP constituent un premier dispositif d'encadrement, qui sera complété par la suite par un autre dispositif incitatif, les ATP (Actions Thématiques Programmées), lancées en 1971 (Picard, 1990, p.255). La création des ATP est le fait de la DGRST *« qui souhaite promouvoir le financement de la recherche sur contrat, sur le modèle anglo-saxon »* (Berthelot *et al.*, 2005, p222 ; Picard, 1990, p.254), et reproduite par les autres instances. Les ATP sont alors gérées par les départements scientifiques dans un contexte principalement disciplinaire.

Pour répondre aux défis émanant de la société, le CNRS éprouve le besoin d'une politique scientifique plus volontariste et crée les Programmes Interdisciplinaires de Recherche (PIR) en 1976. Le concept est novateur à l'époque, il s'agit de construire des actions de recherche collective pluridisciplinaires, d'afficher clairement au sein du CNRS un objectif de recherche finalisée, de monter des collaborations avec l'industrie et de pousser les recherches finalisées

jusqu'au stade de création de prototypes[71]. Cinq PIR sont créés entre 1976 et 1981[72], les directeurs de programme sont rattachés au directeur général, reçoivent des attributions de moyens (postes, budget) et se voient autorisés à attribuer ces moyens auprès de toute unité du CNRS. Chaque programme est doté d'un conseil scientifique et de comités d'actions de recherche indépendants du comité national.

> *« Soutenus par la volonté politique du directeur général, ces programmes ont eu une action particulièrement efficace, faisant naître des communautés pluridisciplinaires de chercheurs autour de thématiques finalisées, donnant une forte visibilité à leurs recherches et créant des liens durables avec le milieu économique et social »* (Claverie, 1998).

Toutefois, ces démarches ont été mal perçues par les départements scientifiques et le comité national. D'un côté, la possibilité pour les PIR d'attribuer des moyens et des postes de chercheurs aux laboratoires a été ressentie comme une perte de contrôle par les départements scientifiques. Ceux-ci contestaient le recrutement d'un chercheur sur un thème spécifique d'un programme au motif de la délicate poursuite de carrière du chercheur après la fin du programme. D'un autre côté, le comité national a vu son monopole de l'évaluation menacé.

Malgré le succès des PIR, l'évolution d'un champ de recherche ne peut être réduit aux seules incitations institutionnelles (Berthelot *et al.*, 2005, p224). De même, Jacques Lautman relève que si la première action incitative, l'action biologie moléculaire, dans les années 1960, a eu un poids décisif, certains considèrent que celle-ci a réussi parce que les conditions étaient déjà réunies et qu' *« il ne faut parer l'incitatif de plus de vertus qu'il n'en a »* (Lautman, 1990). Selon Arie Rip, *« bien souvent, il existe un petit noyau de chercheurs déjà actifs dans les domaines couverts par le programme et qui se montreront non moins actifs pour persuader les responsabes de la politique et les organismes de financement de cette priorité »* (Rip, 1995, p.117).

Il est ainsi difficile d'évaluer le rôle des structures institutionnelles dans le développement d'un champ. Les *« déterminants institutionnels et cognitifs sont intimement mêlés, au point d'être parfois difficiles à appréhender »* (Gaudillière, 1990). L'action du CNRS s'avère indispensable aux constructions institutionnelles des laboratoires, par exemple, ou de nouvelles disciplines, mais son action et ses politiques de recherche *« restent peu [incitatives] dans la construction communautaire et la dynamique épistémique »* (Berthelot *et al.*, 2005, p231).

---

[71] Maurice Claverie, « Vingt ans de programmes interdisciplinaires au CNRS », *Annales des Mines*, février 1998.

[72] Le premier sur l'énergie solaire, puis furent créés un programme sur l'environnement, programme de recherche sur les bases des médicaments, un programme sur la prévision et la surveillance des éruptions volcaniques (PIRPSEV) et un programme sur la recherche océanographique.

Si les instances de direction, en tant que « déterminants externes », gardent un rôle de *« catalyseurs d'une activité scientifique »* (*Ibid.*, p231), la dynamique d'un champ relève d'abord de la pratique quotidienne de l'activité scientifique.

Jean-Michel Berthelot, Olivier Martin et Cécile Collinet, revendiquent ici une définition plus souple de la notion de *champ* que celle de Bourdieu[73].

> *« Le champ pourrait être ce qui, au sein d'une sphère plus globale d'activités, spécifie un domaine, suffisamment circonscrit et séparé pour être clairement identifiable et bénéficiant d'éléments suffisamment communs et partagés pour que tous les participants puissent, en théorie, y échanger de façon sensée et experte. Un champ est donc, dans cette perspective, une catégorie pragmatique, associée à l'idée d'un espace commun d'action évoluant – le plus souvent en se spécifiant et se segmentant – au fur et à mesure que les activités se spécialisent. Les trois éléments retenus, frontière, fonds commun, tendance à l'évolution et la segmentation relèvent de mécanismes de constitution qu'il importe de décrire et d'expliquer ; ils sont associés à des principes de régulation que l'on peut supposer divers et ne se réduisant en tout cas pas au mécanisme exclusif de la distribution des capitaux et de la lutte pour les positions. »* (Berthelot *et al.*, 2005, p 264-265).

Dans sa forme générique, le « champ scientifique » est ainsi déterminé par des institutions propres, des acteurs propres et des ressources propres, mis au service d'objectifs d'action qui sont de *« produire des connaissances ; former des chercheurs et/ou des diplômés susceptibles d'utiliser des savoirs scientifiques dans leurs activités. »* (*Ibid.* p.264). Dans sa forme spécifique, le champ doit se penser dans sa dynamique, c'est-à-dire dans *« l'aptitude d'un domaine de recherche à se spécifier, à produire et reproduire des institutions nouvelles, à élargir ses activités et ses productions au point de constituer un champ au sens préalablement défini »* (*Ibid.*, p.265). Parmi les éléments nécessaires à la dynamique d'un champ, il faut un *« cadre institutionnel préalable favorable »*, c'est-à-dire *« propice à la constitution et la reconnaissance d'institutions et de modes de régulation spécifiques »*. En effet, le rôle des cadres institutionnels est triple, *« ils incitent, rendent possible, régulent »*. Un autre élément déterminant est le « dispositif de connaissance », constitué *« non seulement de connaissances, mais de schèmes de pensée, de méthodes de travail, de dispositions concrètes […] sans cesse à l'arrière-plan »*. Enfin, les chercheurs sont organisés en équipes, *« microstructures d'action, lieux véritables d'effectuation des recherches, de production des connaissances et d'interface entre individus, microcommunautés et disciplines »*, qui gardent un large espace d'opportunité dans le choix de

[73] Dans son article intitulé *Le champ scientifique*, Bourdieu soutient que *« L'univers "pur" de la science la plus "pure" est un champ social comme un autre, avec ses rapports de forces et ses monopoles, ses luttes et ses stratégies, ses intérêts et ses profits »* (Bourdieu, 1976).

leurs thématiques de recherche malgré les déterminants que constituent les cadres institutionnels et les dispositifs de connaissance (*Ibid.*, p.267).

Compte-tenu de la définition ainsi posée du « champ scientifique », les « nanos » n'apparaissent pas, à notre sens, comme un « champ » spécifique. Nous parlerons plutôt des *domaines* des « nano » et « nanobio ». **Nous serons attentive à distinguer les incitations institutionnelles des dimensions épistémiques dans le domaine particulier des « nanobio » tel que nous allons l'étudier dans notre travail de terrain**. Nous verrons que les formes institutionnelles n'apportent pas toujours de réponses appropriées aux évolutions dans les pratiques des chercheurs. Ainsi, l'espace scientifique *« n'est pas parfaitement régulé par ses institutions »*. En particulier, *« un grand nombre d'activités se déroulent hors des cadres institués »*, de même que *« les formations et les profils des membres de la communauté ne correspondent pas toujours aux réquisits énoncés par les institutions »* et celles-ci *« n'énoncent pas toujours des normes précises »* (Berthelot *et al.*, 2005, p.109).

C'est à cette tension entre les formes institutionnelles de la recherche, relai des exigences systémiques, et la pratique de la recherche que nous allons nous intéresser dans notre étude de l'Itav (chapitres suivants). **Nous montrerons en quoi les « nanos », et plus particulièrement les « nanobio » redéfinissent les rapports entre la politique scientifique et la pratique de la recherche.** L'Itav illustre bien le fait que *« la plupart des nouveaux laboratoires et centres de recherche sont nés, non de la volonté des organismes de tutelles, mais de l'initiative de quelques chercheurs souhaitant disposer de formes organisationnelles mieux adaptées à leurs attentes »* (*Ibid.*, p.130).

3.2 Du financement récurrent aux financements sur projet : rapprocher recherche et industrie

Selon Julien Barrier, *« la redéfinition des régimes de financement de la recherche publique est, sans doute, l'un des traits les plus saillants du «nouveau contrat social entre la science, l'État et la société » qui s'est déployé depuis la fin des années 1970 en France »* (Barrier, 2011). Au niveau politique, il est justifié par l'impératif d'une prise en compte accrue des *« intérêts de la société »* (Gibbons *et al.*, 1994). Le *« pilotage »* (Fourniau, 2011) ou la *« programmation »* (Hubert et al. 2012) de la recherche instaurée par les évolutions de la politique de recherche vers des enjeux stratégiques prend forme *« dans des pratiques et des dispositifs qui remettent profondément en cause le travail scientifique »* (Hubert *et al.* 2012).

Au niveau des pratiques de recherche, *« les politiques scientifiques récentes ont promu la mobilité individuelle et la fluidité des collectifs aux dépens des structures traditionnelles organisant la recherche*

publique (les organismes de recherche et les laboratoires) » (Jouvenet, 2012). Si le lexique du « projet » et du « réseau » n'est pas nouveau pour les scientifiques, ce qui l'est en revanche c'est le *« degré de son institutionnalisation et les attentes qui lui sont attachées »* (Henkel 2005, p.160).

3.2.1 Du modèle de fonctionnement « traditionnel » de la recherche au modèle du financement sur projets

Le mode de financement sur projets bouscule le mode de fonctionnement « classique » ou « traditionnel » que nous avons présenté plus haut (2.1).

Depuis les années 1980, la tendance est à la baisse régulière des financements récurrents et à l'augmentation de la part des financements sur projet (FSP). Les FSP sont d'abord *« des fonds attribués à un groupe ou un individu pour conduire une activité de recherche limitée dans ses objectifs, son budget et sa durée, sur la base d'une proposition décrivant les activités de recherche qui seront réalisées »* (Barrier, 2011). Les FSP impliquent donc une contractualisation qui s'accompagne de mécanismes de contrôle – plus ou moins strict – du contenu des recherches financées.

L'ÉLARGISSEMENT DES GUICHETS DE FINANCEMENT DE LA RECHERCHE

L'augmentation de la part du financement sur projets s'accompagne d'une évolution des guichets de financement. La part des financements nationaux baisse tandis qu'augmente la part des financements européens mais aussi industriels, ainsi que des collectivités locales (Barrier, 2011). Les différents guichets de financement sont tous animés par des enjeux institutionnels et scientifiques propres. Isabelle Pailliart souligne la nouveauté de la place importante prise par les collectivités territoriales, et particulièrement du niveau régional, dans le financement des activités de recherche, ainsi que l'émergence d'une politique de recherche au niveau territorial (Pailliart, 2005, p.148). Le secteur des activités de recherche apparaissant de plus en plus comme primordial pour le développement local, leur localisation devient un enjeu pour les collectivités territoriales. Ainsi, *« la recherche devient l'enjeu d'une rivalité entre les niveaux territoriaux »* (Pailliart, 2005, p.148).

Malgré cette diversité dans les guichets de financements, J. Barrier souligne deux tendances générales qui peuvent être mises en avant dans l'évolution des régimes de financement depuis les années 1980 : *a)* Il s'agit d'abord de l'augmentation de la part du financement industriel et de la prise en compte accrue des *« critères de pertinence industrielle »* dans la sélection des projets qui participent à relier plus directement la recherche académique à des enjeux industriels.

> *« Certes, l'étroitesse des rapports entre la recherche publique et le secteur privé ne conduit pas nécessairement à une inféodation de la première au second […] mais elle rend plus floue et en tout cas beaucoup plus perméable, la frontière entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée (si tant est que cette distinction soit encore pertinente) »* (De Cheveigné *et al.*, 2002).

b) Ensuite, une tendance au renforcement des « contraintes de résultats » qui consistent à poursuivre l'obtention de résultats prédéfinis selon un modèle dans lequel *« les projets sont structurés en lots de tâches, selon des échéances précises et assortis de livrables prédéfinis (rapports intermédiaires, outils logiciels, démonstrateurs technologiques, etc.) »* (Barrier, 2011).

DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE À LA POLITIQUE DE L'INNOVATION

Selon Dominique Vinck, la politique de recherche est aujourd'hui guidée par la « politique de l'innovation », qu'il définit comme le *« rapprochement des activités de recherche fondamentales et appliquées »* (Vinck, 2002). Selon Morgan Jouvenet, alors que la politique de recherche était jusqu'alors caractérisée par une action directe de l'État sur la recherche, la politique de l'innovation *« [vise] plutôt à optimiser les conditions de la concurrence et de la complémentarité entre divers types d'organisations »* (Jouvenet, 2012).

Christophe Bonneuil et Pierre-Benoît Joly rappellent que depuis la Seconde Guerre mondiale, la politique technologique française était structurée autour de grands programmes portés par les organismes de recherche. Le discours sur la science est *« construit sur le triptyque : la science comme bien public, le schéma linéaire de l'innovation et le lien entre changement technique et croissance économique »*. À partir des années 1970, un nouveau discours apparaît qui insiste sur le rôle de l'innovation technologique : *« ce paradigme traditionnel de la science comme bien public, […] est remplacé par le paradigme de la science comme source de compétitivité économique »* (Bonneuil et Joly, 2013, p.30).

Ce changement d'orientation s'accompagne de l'incitation à protéger les connaissances scientifiques par des brevets. L'adoption du *Bayh-Dole University and Small Business Patent Act* par les États-Unis en 1980 incite les chercheurs universitaires à déposer des brevets, et marque, selon Bernadette Bensaude-Vincent, la fin de *« la frontière jadis bien nette entre la recherche académique et le monde des affaires »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.34). De bien public, la science devient un « bien appropriable » (Bensaude-Vincent, 2009, p.34). Le financement de la recherche doit servir le renforcement technologique et la compétitivité des industries. Ce tournant néolibéral marque l'entrée dans *« l'ère de la commercialisation de la science »* (Bonneuil et Joly, 2013, p.30).

Les décideurs politiques sont intéressés en premier lieu par le développement économique et par la rationalisation et visent donc *« à réduire la place et l'autonomie des*

professions universitaires, en développant la recherche sous contrat ou en changeant ses modes d'évaluation » (Pestre, 2010, p.120). Ces transformations institutionnelles qui touchent l'organisation de la sphère scientifique s'accompagnent, selon Pestre, de transformations *« dans les disciplines, les pratiques et outils du travail scientifique ».*

Or, selon M. Dodet, P. Lazar et P. Papon, le processus de R&D est différent de l'innovation. Le Manuel de Frascati définit la R&D comme un ensemble d'activités servant à *« accroître la somme des connaissances (…) ainsi que l'utilisation de cette somme pour de nouvelles applications »*[74]. Les auteurs donnent une définition plus précise. La recherche *fondamentale*, la recherche *finalisée* et le *développement*, constituent les trois phases du processus de R&D qui regroupe *« l'ensemble des activités scientifiques et technologiques qui produisent des connaissances et qui s'appuient sur les savoirs acquis pour mettre au point des techniques nouvelles, engager des processus innovants, développer des applications »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.6). Si les auteurs font la différence entre recherche « fondamentale » et « finalisée », il n'existe pas de frontière étanche entre ces deux types d'activités, la recherche fondamentale peut parfois avoir des perspectives d'applications, tout comme la recherche appliquée peut par moments s'intéresser à des aspects plus « fondamentaux » (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.7).

Le développement constitue une phase plus appliquée, *« il consiste à mobiliser systématiquement toutes les connaissances issues de la recherche en vue de fabriquer de nouveaux produits ou de nouveaux dispositifs techniques, […], ou encore de mettre au point ou de perfectionner des procédés industriels »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.7).

L'innovation, enfin, est, selon M. Dodet, P. Lazar et P. Papon, une étape qui se distingue de la R&D de par son inscription dans *« la branche commerciale des entreprises »*. Il s'agit de la phase *« de diffusion d'un produit ou d'un procédé nouveau, répondant à un besoin ou, le cas échéant, contribuant à le créer »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.8).

Depuis la Seconde Guerre mondiale, une majorité d'économistes défend l'impact de la recherche sur la compétitivité des industries, bien qu'ils ne s'accordent pas parfaitement *« sur les processus qui conduisent des investissements en R&D à une véritable efficacité économique »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.20). Cependant, les décideurs politiques expriment aujourd'hui des doutes sur la pertinence des investissements publics dans le domaine de la recherche du fait, selon les auteurs, d'*« une vision trop mécaniste des relations entre recherche et innovation »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.20). En effet, les politiques de la recherche et de

[74]Manuel de Frascati, OCDE, 2002

la technologie depuis la Seconde Guerre mondiale ont été inspirées par un modèle linéaire implicite (mis en avant par Uhlmann en 1978) :

> *« Les connaissances résultant des découvertes scientifiques seraient la source privilégiée des innovations technologiques, dans une continuité monodirectionnelle entre science, technologie et innovation. Un investissement en recherche produirait, par une sorte de réaction en chaîne, des découvertes et des inventions débouchant elles-mêmes sur des innovations et des brevets, puis, finalement, sur un accroissement de la compétitivité des entreprises et le développement des marchés, donc de la richesse des nations »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.21).

Ce modèle, qui a fonctionné dans l'immédiat après-guerre (certaines réussites en chimie ou en électronique ont contribué à conforter cette conception), est aujourd'hui remis en question. Il est désormais admis que l'innovation est un processus beaucoup plus « interactif », qui dépend de l'ensemble des relations entre les entreprises et leur environnement économique et scientifique (*Ibid.*, p.21).

Ce modèle interactif mise sur la complémentarité entre les connaissances « codifiées », qui sont majoritairement celles des laboratoires publics de recherche à travers les publications scientifiques par exemple, et les connaissances « tacites », qui correspondent davantage au savoir-faire des laboratoires privés. Or, l'enjeu pour les entreprises est *« l'accès à l'ensemble des connaissances codifiées pour les transformer en savoir-faire techniques »* (*Ibid.*, p.21-22). Les exigences aujourd'hui de la politique de recherche, qui tendent à encourager la constitution de réseaux de recherche pour favoriser la production et le transfert des connaissances, est un modèle qui tend à gommer la distinction formelle entre recherche fondamentale et recherche appliquée (*Ibid.*, p.23).

Le mode de fonctionnement de la recherche que l'on peut qualifier de « traditionnel » (*Ibid.*, p.35) évolue donc selon des perspectives d'applications sous l'effet, dans un premier temps, de la nécessité de rechercher des financements auprès de partenaires extérieurs aux institutions scientifiques, mais également sous l'effet des *« nouvelles exigences de la société »*. En effet, le besoin en ressources favorise l'interdisciplinarité et l'ouverture aux partenaires extérieurs (industries).

> *« Il en résulte que les découpages disciplinaires perdent une part de leur pertinence de même que les distinctions entre recherche fondamentale et recherche appliquée. Les constants besoins en ressources augmentent la perméabilité des connaissances »* (Vinck, 2000, p.25).

Dans le même temps, dans les années 1970 se fait de plus en plus pressant *« l'intérêt pour la création de connaissances répondant à une finalité sociale »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.35), la

science relève désormais de « choix politiques et éthiques » (Pestre, 2003, p.120). Ces évolutions amènent la recherche à fonctionner *« selon des modalités renouvelées, dont les lignes de force sont la finalisation, la pluridisciplinarité et l'ouverture à des partenaires extérieurs »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.35). La notion de *finalisation* implique, au niveau de la définition de la politique de recherche, que *« les champs de recherche retenus résultent d'une négociation entre les intérêts des différents acteurs concernés. L'attention se focalise sur des problèmes à résoudre. Le travail est encadré par des critères de temps, d'efficacité économique et d'acceptabilité sociale »* (Dodet, Lazar, Papon, 1998, p.35).

Dans cette perspective, l'interdisciplinarité est revendiquée pour répondre aux besoins d'une demande complexe et elle nécessite la mobilisation de différentes compétences intervenant de façon simultanée ou séquentielle (*Ibid.*, p.35). Ce type d'*«* architecture *»* requiert des *collaborations* multiples entre groupes d'appartenances diverses, ce qui constitue un double défi pour les institutions de la recherche existantes. : **d'abord elles sont contraintes de s'ouvrir à des partenaires extérieurs au *« champ habituel de la recherche »*, ensuite, elles sont poussées à une *« mobilité intellectuelle des équipes et une flexibilité des organisations »* puisque ces *« regroupements fonctionnels »* ont logiquement une durée de vie limitée (*Ibid.,* p.36).**

> *« Ces évolutions semblent aller à l'encontre des caractéristiques du fonctionnement « traditionnel » des institutions scientifiques, qui étaient marquées par une inscription territoriale (celle de la Nation), par une temporalité propre (celle de la recherche fondamentale), par des objectifs pilotés par la société (ceux de l'intérêt général) et par une organisation disposant de sa propre rationalité (celle de l'argumentation) »* (Pailliart, 2005, p.146).

C'est ce nouveau modèle qui est décrit par le modèle de la « Triple Hélice » de Loet Leydesdorff et Henry Etzkowitz (Leydesdorff et Etzkowitz, 1997). Selon ce modèle, c'est au cœur des relations entre les institutions académiques, les entreprises et l'État que se construisent la science et l'innovation technique. Il s'agit d'une évolution par rapport à une période précédente – et récente – durant laquelle les échanges bilatéraux entre les universités et l'industrie, entre industrie et sphère gouvernementale ou encore entre université et sphère gouvernementale constituaient les conditions d'apparition de l'innovation technologique.

Selon le modèle de la Triple hélice, les innovations naissent aujourd'hui à l'interface de trois dynamiques sous-jacentes : 1) la création de richesse 2) la production de connaissances et 3) l'expression et la coordination politique d'intérêts différents.

> *« Une telle configuration est rendue possible grâce à l'émergence de centres de recherche et d'organisations qui mettent en relation universités et entreprises industrielles et auxquels participent les autorités locales »* (Shinn et Ragouet, 2005, p.183).

L'objectif est de créer un environnement propice à l'innovation dans lequel on retrouve des *start-ups* issues de l'université – ou des organismes de recherche -, des entreprises et des laboratoires de recherche public. *« L'État n'impose pas ces arrangements, mais les favorise souvent »*, par exemple par une aide financière directe ou indirecte (Etzkowitz et Leydesdorff, 2000). Le modèle de la triple hélice renvoie ainsi à un grand nombre d'institutions qui ont vu le jour dans les dernières décennies : parcs d'innovation technologique, incubateurs technologiques, pôles de compétitivité (Renaud, 2015), *etc.*

Cependant, *« l'apparition de cette strate institutionnelle ne se fait pas aux dépens des formes institutionnelles antérieures »* (Shinn et Ragouet, 2005, p.186). En effet, dans ce modèle de la Triple hélice, science et technologie continuent à être produites au sein des institutions classiques, l'université et les organismes de recherche gardent un rôle central.

> *« Nous partons de l'hypothèse que l'université joue un rôle potentiellement prédominant puisque la fonction de production de connaissances est de plus en plus intégrée dans l'infrastructure de la connaissance »* (Etzkowitz et Leydesdorff, 2000).

D'ailleurs, les auteurs notent aussi que *« les disciplines nouvellement créées sont souvent la raison d'être de cette hausse des attentes »*. Selon les auteurs, ces nouvelles disciplines ne peuvent pas se résumer à de simples sous-divisions des anciennes comme au XIXe siècle (Ben David et Collins, 1966). *« Tout récemment, de nouvelles disciplines sont nées d'une synthèse d'intérêts pratiques et théoriques […] La science des matériaux et d'autres domaines comme la nano-technologie, qui sont sur la liste des technologies essentielles de toutes les nations, ont vu le jour de [cette] manière »* (Etzkowitz et Leydesdorff, 2000).

LA CRÉATION DE L'ANR EN 2005 ET LE RENFORCEMENT DE L'ORIENTATION DE LA POLITIQUE DE RECHERCHE VERS DES ENJEUX STRATÉGIQUES

L'orientation de la politique de recherche selon des enjeux stratégiques s'accélère dans les années 2000. En particulier, la loi de programme n° 2006-450 du 18 avril 2006 pour la recherche constitue une importante modification de l'organisation de la recherche publique française.

> *« Elle est particulière dans le sens où elle constitue un compromis entre le projet initial déposé par le gouvernement Raffarin, dit LOPRI (Loi d'orientation et de programmation pour la recherche et l'innovation), qui s'inscrivait entièrement dans une logique gestionnaire, et la prise en compte des contestations de la communauté scientifique effectuées à l'occasion du mouvement social animé par "Sauvons la recherche" »* (Heil, 2010, p.123).

Ces modifications comportent la création des Pôles de recherche et d'enseignement supérieur (PRES) – entités regroupant différents organismes de recherche sur un même territoire dont au moins un EPCSCP –; la création des établissements publics de coopération scientifique ; la création des fondations de coopération scientifique ; la création des réseaux thématiques de recherche avancée (RTRA).

L'Agence nationale de la recherche (ANR), marque la généralisation du financement sur projets au détriment du financement récurrent des laboratoires et organismes de recherche, elle est transformée en établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle du ministre chargé de la recherche par la loi de 2006.

Une autre modification significative de cette loi est la création de l'Agence nationale d'évaluation de l'enseignement supérieur et de la recherche (AERES), chargée d'évaluer les établissements publics d'enseignement supérieur et de recherche, les formations de l'enseignement supérieur, et de définir les conditions de l'évaluation des chercheurs.

> *« Le maître mot des réformes est la séparation des fonctions d'orientation stratégique (rôle des ministères), de programmation (les agences de financements, certains organismes de recherche) et d'exécution (universités, organismes de recherche, entreprises). Sont ainsi créées l'Agence nationale de la recherche, qui finance la recherche sur projets, et l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur, qui est chargée d'évaluer l'ensemble des unités et des établissements de recherche et d'enseignement supérieur »* (Bonneuil et Joly, 2013, p.32).

Cette réforme, et la place que prend l'État dans la définition des politiques de recherche au détriment des organismes de recherche, vient remettre en question la séparation de la sphère politique et de l'activité de recherche qui prévalait encore dans le modèle « traditionnel » d'organisation.

« Comment assujettir davantage les organismes de recherche, avec des budgets pouvant être réduits en cas d'évaluation négative de la part de l'AERES ? On comprend clairement que la nomination des membres, l'organisation, et le fonctionnement général de l'AERES sont déterminants : l'agence constitue désormais la pierre angulaire des structures de recherche par les conséquences qu'elle engendre de manière ultérieure » (Heil, 2010, p. 132).

La création de l'ANR s'inscrit dans le cadre du processus de Lisbonne[75] et de la généralisation de la recherche par projet (Heil, 2010, p.148). Par ailleurs, dans ce même cadre, on assiste au transfert de ressources publiques vers les entreprises avec l'essor des exonérations fiscales du Crédit Impôt Recherche (plus de 5 milliards en 2011), qui place la France en tête des pays d'Europe pour l'aide fiscale à la R&D des entreprises (Bonneuil et Joly, 2013, p.32)[76].

En 2008, le « Conseil de modernisation des politiques publiques » pointe *« la nécessité pour la France d'identifier des priorités de recherche au niveau national en fonction des besoins de la société, des défis scientifiques à relever, et des marchés porteurs pour les entreprises »*[77], et recommande la mise en place d'une « Stratégie nationale de recherche et d'innovation » (SNRI).

Ainsi, les réformes introduites à partir de la deuxième moitié des années 2000 opèrent de profondes transformations dans le système de recherche français. Avec ces transformations et la baisse de la part des financements récurrents, les universités et organismes de recherche se rapprochent davantage de simples exécutants et perdent leur influence dans la définition de la politique de recherche.

Dans le domaine des nanotechnologies, nous verrons plus loin (4.1) qu'un glissement s'est opéré qui a vu passer le financement de programmes en faveur du développement des nanotechnologies initiés par le CNRS aux mains du Ministère de la Recherche. Ce changement de gouvernance annonce la fin du financement de la recherche, et donc de sa

---

[75] Les sommets de Barcelone et de Lisbonne décrètent la volonté de faire de l'Union Européenne « l'économie de la connaissance la plus compétitive au monde » avec des dépenses de R&D de « 3% du PIB d'ici 2010 », dont deux tiers « du secteur privé ». Conseil européen de Barcelone, Conclusions de la Présidence, Barcelone, les 15 et 16 mars 2002, p. 20.

[76] L'efficacité du Crédit impôt recherche accordé aux entreprises, largement étendu depuis sa réforme en 2008, est aujourd'hui remis en question pour ce qui est de la création d'emplois scientifiques et de R&D privée. Aussi, certains, en particulier dans le monde académique, réclament une baisse du CIR pour les grandes entreprises et un réinvestissement des fonds de l'État dans la recherche académique et l'emploi scientifique public. Voir le récent rapport remis par le collectif *Sciences en Marche* à la Commission d'enquête sénatoriale sur la réalité du détournement du crédit d'impôt recherche de son objet et de ses incidences sur la situation de l'emploi et de la recherche dans notre pays, « CIR et R&D : efficacité du dispositif depuis la réforme de 2008 », 6 avril 2015.

[77] Communiqué du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, « Stratégie nationale de recherche et d'innovation », 3 septembre 2008.

gouvernance, par les organismes de recherche, tel le CNRS, pour aller vers une généralisation des appels à projets pilotés par l'ANR, donc par le système politico-économique.

> *« Agence de financement de projets thématiques et non thématiques, couvrant l'ensemble des domaines scientifiques, dépourvue de conseil scientifique, [l'ANR] est étroitement soumise au pouvoir politique qui entend en faire son organe principal de pilotage de la recherche »* (Méla, 2010).

L'ANR vise à *« amplifier le financement sur projets »*, non seulement dans le but de *« favoriser la production de connaissances »* mais aussi pour *« encourager les transferts de connaissances entre laboratoires publics et entreprises »* (ANR, 2005).

La « culture de projet » promue par l'ANR répond, selon Catherine Vilkas, *« à la fascination des politiques pour la méthode managériale de la gestion par projet et à laquelle sont attribuées des vertus d'efficacité, de créativité et d'excellence ; elle permet également le contrôle politique par la définition des thématiques, privant les chercheurs d'une partie de leur capacité de propositions »* (Vilkas, 2009). Ainsi, la transformation du mode de financement de la recherche publique pose la question du *« contrôle du travail scientifique »*, et met au jour *« la confrontation de logiques managériales et professionnelles »* (Hubert et Louvel, 2012), et, plus largement, entre *« logique gestionnaire »* et *« logique scientifique »* (Vilkas, 2009).

Cette accélération s'inscrit dans les objectifs de la « Stratégie de Lisbonne »[78] adoptée en 2000 qui prévoit de faire de l'Europe *« l'économie de la connaissance la plus compétitive du monde »*[79]. Les nouvelles exigences de la politique de recherche prennent forme dans de nouvelles configurations censées apporter un cadre favorable à l'innovation par le rapprochement de la recherche publique et du monde industriel : parcs scientifiques, pépinières d'entreprises, technopoles, pôles de compétitivité, IRT (Institut de Recherche Technologique), plateformes technologiques, création de *start-up*s autour des centres de recherche et des universités par des chercheurs et soutenues par les pouvoirs publics locaux qui mettent à disposition des éléments d'infrastructure.

---

[78] La « stratégie de Lisbonne », ou « agenda de Lisbonne », ou « processus de Lisbonne », est l'axe majeur de politique économique et de développement de l'Union européenne entre 2000 et 2010, décidé au Conseil européen de Lisbonne de mars 2000 par les quinze États membres de l'Union européenne d'alors.

[79] « Relever le défi. La stratégie de Lisbonne pour la croissance et l'emploi », Rapport de Wim Kok au Sénat, 16 novembre 2004.

« Les pouvoirs publics, en France comme ailleurs, portent une attention croissante à ces regroupements d'entreprises et d'autres acteurs. Ils y voient des réponses à la fois à la question de l'innovation (qui dépendrait de la capacité à faire circuler les connaissances entre acteurs hétérogènes comme le montre la sociologie de l'innovation) et de la dynamisation territoriale du développement économique » (Vinck, 2010).

Cette tendance se trouve renforcée par le poids des collectivités locales dans le financement des activités de recherche. En effet, au niveau local, pour prétendre à un financement de la part de la Région, les projets de recherche doivent impérativement inclure une collaboration avec un industriel régional. Les collectivités territoriales traduisent les activités de recherche en enjeux locaux : emploi local, performance et compétitivité des entreprises locales, attractivité du territoire. Ainsi, l'investissement des collectivités territoriales dans les activités de recherche repose sur les retombées économiques de la recherche pour le territoire. Isabelle Pailliart parle ainsi d'une *« subordination des activités scientifiques aux intérêts économiques et politiques locaux »* (Pailliart, 2005) au niveau local.

3.2.2 Vers une perte de l'équilibre entre recherche fondamentale et recherche appliquée ?

Penser la science en tant qu'institution ne signifie pas pour autant postuler l'unité de la science. Au contraire, il s'agit d'une activité traversée par différentes pratiques, objets, méthodologies, objectifs, et la recherche fondamentale n'est pas la seule modalité de l'activité de recherche.

Dans le contexte de transformations à l'œuvre depuis les années 1970, face aux tendances de la politique de recherche à orienter l'activité de recherche vers des enjeux stratégiques, ce qui est désigné en tant que « recherche fondamentale » par les chercheurs est couramment ramené à un idéal de la science *libre*, ou *pure*, que viendrait mettre en danger la valorisation de plus en plus grande de la recherche *appliquée*, ou *finalisée*. Selon Jean-François Picard, *« l'organisation de la recherche – de toute la recherche – procède d'une logique dont on trouve l'origine dans les applications de la science »* (Picard, 1990, p.17). Ainsi, il postule que *« toute politique de la science procède peu ou prou d'une logique issue de la recherche appliquée »* (*Ibid.*, p.30). La volonté politique d'organiser la science, qui donne naissance au CNRS en 1939, relève en effet davantage du souci de l'application que de la production désintéressée de connaissances. Aussi, *« on verra surgir des difficultés lorsqu'il s'agira de programmer* aussi *la science pure »* (*Ibid.* p.30). L'auteur retrace l'existence de préoccupations et les luttes pour défendre la place de la recherche fondamentale dès la création du CNRS (*Ibid.*, p.104).

Si l'on peut établir une différence entre recherche *fondamentale* et recherche *appliquée*, celle-ci est toutefois controversée. Jean-Paul Malrieu, par exemple, refuse la référence à la *pureté* de la science. De même, il refuse la référence utilitariste à la notion d'intérêt (Malrieu, 2011, p.22).

> *« S'il est vain de dire que le chercheur le plus détaché des biens matériels est désintéressé, puisqu'il est mû par une combinaison de motivations où entrent la curiosité, le goût du jeu, la rivalité, la quête de prestige ou de pouvoir dans l'institution académique, il est stupide de ne pas distinguer ces motivations de l'obéissance à une tâche définie par un donneur d'ordres escomptant l'obtention d'un effet désiré. »* (Malrieu, 2011, p.24)

Cette distinction entre science *pure* et science *appliquée*, ou entre recherche *fondamentale* et recherche *appliquée* ou encore *finalisée*, est fondée en premier lieu sur la distinction science/technique. J.P. Malrieu définit la technique comme *« l'emploi raisonné de moyens matériels et intellectuels, de représentations solidement validées, à des fins déjà posées, en vue de l'obtention la plus efficace possible d'un but préalablement établi. Dans la technique prévaut une intention et cette intention est profane, intéressée, ciblée sur un objet spécifique »* (Malrieu, 2011, p.14). La science, quant à elle, est *« une entreprise de dévoilement, une interrogation sur le « pourquoi » des choses et non sur le* « comment faire pour » *»* (Malrieu, 2011, p.14).

La science « pure » désignerait ainsi *« une activité largement autonome des demandes sociales, obéissant à une logique de développement propre, résolvant des puzzles successifs, procédant d'une manière disciplinaire, réglée par un système de contrôle interne (par les pairs) et dont le contexte culturel était celui de l'excellence et de la distinction désintéressée des universités »* (Pestre, 2001)[80].

Elle s'opposerait ainsi aux sciences « appliquées », correspondant aux savoirs produits par les Sciences de l'ingénieur et dont l'objectif essentiel est l'innovation technologique (Pestre, 2001). Le fait que découvertes scientifiques et innovations techniques, ou technologiques, se nourrissent les unes des autres, un mouvement accentué en contexte de technoscience (Bensaude-Vincent, 2009), *« n'invalide [pas] le bien-fondé de la distinction entre science et technique »* (Malrieu, 2011, p.18). Dominique Pestre souligne que ces deux types de savoirs, s'ils existent, ne sont pas si indépendants l'un de l'autre[81]. L'auteur décrit la succession de différents « régimes de savoir », une notion qui repose sur l'idée que la définition de « la science » varie selon les contextes sociaux et temporels.

---

[80] Dominique Pestre, « Science "pure" », in Nicolas Witkowski (dir.), Dictionnaire culturel des sciences, Seuil, Paris, 2001.

[81] Contrairement à ce que défend la théorie de la *New Production of Knowledge*, qui oppose un mode 1 et un mode 2 de production des savoirs (Gibbons *et al.*, 1994).

> *« [La science] est faite d'un ensemble très vaste de relations qui impliquent des productions (écrits, résultats, techniques) ; des pratiques (instrumentales, calculatoire, de simulation) ; des valeurs et des normes (épistémologiques, morales, comportementales) ; des réalités institutionnelles variées (labo, start-up, écoles d'ingénieurs) ; des modes d'insertion politique et de sociabilités (salons, groupes d'amateurs, sociétés professionnelles) ; des réalités économiques et juridiques (financement, règles de propriété industrielle)… »* (Pestre, 2003, p.95).

Il importe de noter que chaque moment historique voit une articulation particulière de ces éléments. Ainsi, il note la tendance à passer *« d'un régime de production combinant deux systèmes en relatif équilibre, l'un de science ouverte et l'autre de science privée, à un régime qui cherche à faire du premier le seul servant du second »* (Pestre, 2003, p.115).

Les transformations en cours depuis les années 1970 marquent ainsi l'évolution d'un mode de production des connaissances centré sur l'université, et les organismes de recherche -en ce qui concerne le contexte français-, *« qui s'appuie sur les institutions académiques mais aussi sur un certain contrôle social et sur les valeurs de bien public qu'elle porte traditionnellement »*, vers un mode *« du régime de production privé des biens techno-scientifiques»* (Pestre, 2003, p.117).

Cependant, malgré ces transformations, le régime disciplinaire reste aujourd'hui encore dominant. *« Les relations entre les régimes ont beau se renforcer, son poids relatif ne semble pas avoir diminué »* (Gingras et Godin, 2000). Dès lors, la question selon Dominique Vinck est *« de savoir dans quelle mesure l'équilibre de l'ensemble de ces régimes se déplace ou non, dans quelle mesure il risque ou il pourrait se déplacer »* (Vinck, 2007, p.89).

Dans le mode actuel de production des savoirs décrit par Pestre, l'activité de recherche a tendance à perdre sa capacité d'influence sur la définition des thèmes à développer, et les thématiques de recherche sont déterminées par les intérêts politico-économiques. Les découvertes scientifiques doivent être exploitées au bénéfice des États et de leurs entreprises :

> *« Le temps où, traditionnellement, les savoirs acquis dans l'espace scientifique académique constituaient un patrimoine ouvert, mis à la disposition de tous, appartient au passé. Dans le champ des connaissances, production rime aujourd'hui avec protection et exploitation »* (Commission européenne, 2002, p.16).

Terry Shinn développe un concept de *« régime de recherche scientifique et technique »* (Shinn, 2000), pour décrire non des modes de production des savoirs qui se succèdent selon l'évolution des contextes économiques, politiques, sociaux ou encore moraux, mais plutôt des *« régimes de production des savoirs »* qui coexistent et qui permettent de décrire

l'hétérogénéité de la recherche scientifique et technique depuis le 17e siècle et la pluralité de modalités d'articulation entre acteurs scientifiques et socio-économiques.

Celles-ci prennent trois formes intellectuelles et institutionnelles, qu'il nomme les *régimes scientifiques et techniques disciplinaire*, *transitaire* et *transversal. « Chacun de ces régimes est associé à une catégorie spécifique de problèmes centraux et à une catégorie de marché pour ses découvertes »* (Shinn, 2000).

Les études sur le régime disciplinaire sont facilitées par l'organisation institutionnelle des disciplines en France. Dans le cadre de ce régime, l'activité de recherche vise la production de connaissances pour soi et défend une différence de nature entre science et ingénierie. Dans le régime transitaire la démarcation entre université (discipline) et ingénierie (profession) est maintenue, mais les praticiens passent alternativement d'une arène à l'autre. Dans le régime transversal, les praticiens se définissent moins par une appartenance disciplinaire ou institutionnelle que par l'appartenance à un projet (Shinn, 2000).

3.3 Des injonctions à l'interdisciplinarité pour favoriser l'innovation

Deux aspects caractérisent l'évolution de la recherche vers le financement sur projet. Le premier est l'incitation au rapprochement de la recherche publique et des intérêts industriels ; le deuxième est celui de l'incitation, qui se fait injonction, à l'interdisciplinarité.

> *« Tout au long de l'histoire, on observe ainsi dans les sciences une tendance à diviser le savoir, à définir des sous-ensembles, à les classer et à contrôler l'accès. Les disciplines ont ainsi une tendance à la fermeture. En même temps, on constate que le fait d'en sortir, de circuler, de se rencontrer d'une discipline à l'autre est aussi une constante. L'institution de disciplines ne cantonne pas celles-ci uniquement dans une dynamique de fermeture sur elles-mêmes. Les brassages d'un domaine à l'autre ont toujours existé. L'interdisciplinarité n'est pas seulement un rêve que certains appellent de leurs vœux ; c'est une pratique courante qui se fait aussi sans se dire »* (Vinck, 2000, p.49).

INTER-, PLURI-, MULTI-, TRANS-DISCIPLINARITÉ ?

On trouve divers qualificatifs pour décrire la collaboration entre plusieurs disciplines. Ainsi, les préfixes *multi-*, *pluri-*, *inter-*, *trans-*, sont tour à tour accolés au mot disciplinarité. Dominique Vinck définit la *pluridisciplinarité* comme une juxtaposition de points de vue et de contributions relevant de disciplines distinctes. Si cette juxtaposition d'analyse permet d'enrichir la connaissance d'un objet, elle conserve l'hétérogénéité des points de vue et leur clôture sur eux-mêmes. Ces collaborations n'entrainent aucun concept ou méthode

nouvelle pour les disciplines engagées (Vinck, 2000, p.61). Dans cette acception, nous considérons la *pluridisciplinarité* comme synonyme de la *multidisciplinarité*.

L'*interdisciplinarité*, en revanche, suppose un dialogue, un échange ou une confrontation entre les différentes disciplines engagées. Il ne s'agit plus ici d'une simple juxtaposition, mais d'une interaction et d'une interpénétration. Il y a plusieurs modalités de l'interdisciplinarité. Il peut s'agir d'une recherche réalisée à partir du champ théorique d'une discipline qui va chercher dans une autre discipline des éléments nouveaux en termes de méthodes, de concepts ou de problématiques ; cela peut concerner aussi une recherche conjointe entre plusieurs disciplines qui confrontent leurs approches autour d'un objet commun, jusqu'à arriver à se transformer l'une l'autre ; une recherche conjointe entre plusieurs disciplines autour d'un objet commun peut aller jusqu'à la perspective d'un travail de *« synchronisation cognitive »* et *« d'articulation d'un nouveau savoir »* autour de l'objet (Vinck, 2000, p.62).

Enfin, la *transdisciplinarité* suppose de dépasser la simple juxtaposition, voire l'élaboration d'un nouveau savoir autour de l'objet, par la poursuite d'un projet dépassant les disciplines existantes. Il s'agit soit de dégager des problématiques transversales soit de produire un « savoir autonome » (de Béchillon, 1997) d'où résultent de nouveaux objets, méthodes et langages.

Nous choisissons dans ce travail de parler *d'interdisciplinarité*, pour deux raisons. D'abord parce que les nanosciences et nanotechnologies nécessitent une mise en dialogue et un apport réciproque de plusieurs disciplines, ce qui est le cas pour la physique et la chimie ; mais également les Sciences de la vie lorsque l'on s'intéresse aux nanobiotechnologies, par exemple ; mais aussi les Sciences de l'ingénieur lorsqu'il s'agit de la partie la plus appliquée des travaux. L'objet « nano », entendu en tant que capacité à travailler, au niveau fondamental ou appliqué, sur des dimensions réduites de la matière, n'est possible qu'à travers l'interpénétration des différentes disciplines.

En second lieu, parce qu'il s'agit du terme utilisé au niveau politique et qu'on le retrouve le plus fréquemment dans les programmes de recherche et autres appels à projets. On y lira souvent, d'ailleurs, que les nanosciences et nanotechnologies sont « par essence » interdisciplinaires[82]. Toutefois, soulignons que, faute de définition stabilisée de ce que serait l'interdisciplinarité, ou de ce qu'elle devrait être, on peut retrouver dans les programmes de

[82] Par exemple, dans le rapport d'activité 2013 de la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS, dans la partie concernant le programme « Défi Nano », on peut lire que *« Les nanosciences sont par essence interdisciplinaires »* (p.18).

recherche de manière indifférenciée les termes de *pluri-*, *multi-* ou *interdisciplinarité*. D'ailleurs, D. Vinck note que, *« en pratique, les activités interdisciplinaires sont hybrides par rapport à toutes ces distinctions »* (Vinck, 2000, p.63).

Ainsi, nous prenons le terme de l'interdisciplinarité comme un point de départ, ou un repère, mais en aucun cas comme un donné stabilisé et définitif. La démarche de notre travail est précisément de repérer, à partir du terrain, les modalités pratiques de l'interdisciplinarité dans les projets de nanobiotechnologies, et plus particulièrement de les analyser dans leur tension avec les injonctions politiques.

3.3.1 Les ressorts systémiques de l'injonction à l'interdisciplinarité

La problématique de l'interdisciplinarité n'est pas nouvelle en soi. Au niveau institutionnel, elle apparaît comme une préoccupation du CNRS dès sa création (Picard, 1990, p.105 ; 129). L'inscription de l'interdisciplinarité comme prioritaire dans les politiques de recherche, en particulier depuis le programme américain de « convergence NBIC » a conduit le CNRS à renforcer ses recommandations en faveur de l'interdisciplinarité.

Récemment, la création de la Mission pour l'interdisciplinarité (MI), en 2011, exemplifie la volonté de promouvoir les démarches interdisciplinaires au CNRS. Toutefois, les moyens financiers relativement faibles octroyés à la MI[83] pour financer des projets interdisciplinaires, témoignent de la difficulté de prioriser ces approches par rapport aux recherches disciplinaires. Bien que l'interdisciplinarité soit affichée en tant que « priorité » par l'organisme de recherche, celle-ci ne se traduit pas par une affectation de moyens (humains et financiers) dédiés. Cet élément est révélateur de la tension entre volonté politique et réalité de l'activité de recherche. Nous reviendrons dans notre travail de manière plus approfondie sur cette question. Il faut toutefois mentionner l'existence de sections interdisciplinaires au sein du comité national du CNRS[84].

L'injonction à l'interdisciplinarité découle de plusieurs évolutions, comme nous l'avons dit plus haut : la dimension de finalisation de l'activité de recherche qui se fait de plus en plus importante, les besoins en ressources, la complexité de certains problèmes de société qui réclament une réponse globale et le développement économique.

[83] Rapport d'activité 2013 de la MI, *op.cit.*
[84] http://www.cnrs.fr/comitenational/cid/intitcid.php

> *« Afin de minimiser les risques financiers, afin de saisir les caractéristiques d'une éventuelle demande sociale, il est nécessaire d'élaborer des modalités de travail qui permettent d'adjoindre des chercheurs venus d'horizons disciplinaires variés et surtout aux compétences complémentaires »* (Pailliart, 2005, p.146).

Dominique Vinck fait ressortir trois motivations derrière les discours actuels sur l'interdisciplinarité :

> *« 1/ la performance scientifique : la créativité scientifique se joue aux frontières des disciplines ; 2/ les nécessités imposées par l'objet d'analyse : les problèmes de société (santé, compétition technico-économique, environnement...) souffrent de la fragmentation des disciplines et spécialités ; 3/ et la performation socio-économique : le nécessaire rapprochement de la recherche du développement industriel et la constitution d'un continuum allant de la recherche la plus fondamentale jusqu'à l'innovation sur les marchés »* (Miège et Vinck, 2012).

L'interdisciplinarité affichée par les programmes de recherche est ainsi portée comme un vecteur d'innovation.

Aussi il convient de souligner qu'il existe une différence entre la pratique de l'interdisciplinarité qui *est « une modalité de l'activité de recherche »* (Vinck, 2000, p.77) et l'affichage par la politique de recherche de la recherche interdisciplinaire.

LA DIMENSION INSTITUTIONNELLE DES DISCIPLINES…

Tout d'abord il s'agit de définir ce que nous entendons par *discipline*. Si certains analysent les disciplines en tant que profession, nous suivrons ici le sociologue des sciences Robert K. Merton, selon qui une discipline peut se ramener à une communauté scientifique.

> *« [Une discipline] peut être décrite comme une institution sociale, régie par un système autonome et intégré de valeurs et de règles régissant le comportement de ses membres. Elle fonctionne comme un système de communication (publications, citations, circulation des rapports, échanges d'informations). En outre, des systèmes de récompenses et des mécanismes de reconnaissance assurent sa dynamique collective et sa cohésion »* (Merton, 1973)

Ainsi, du point de vue des institutions, les disciplines sont des *« constructions contingentes »* (Vinck, 2000, p.74), c'est-à-dire qu' *« elles ne se construisent pas seulement grâce à leurs ressorts internes et aux querelles de bornage. Elles sont aussi légitimées, reconnues et subventionnées par des instances qui leur sont extérieures »* (Vinck, 2000, p.74).

> *« [La discipline est] une catégorie organisationnelle au sein de la connaissance scientifique ; elle y institue la division et la spécialisation du travail et elle répond à la diversité des domaines que recouvrent les sciences. Bien qu'englobée dans un ensemble scientifique plus vaste, une discipline tend naturellement à* l'autonomie*, par la délimitation de ses frontières, le langage qu'elle se constitue, les techniques qu'elle est amenée à élaborer ou à utiliser, et éventuellement par les théories qui lui sont propres »* (Morin, 1994).

Aussi il est important de prendre en compte la dimension institutionnelle dans les dynamiques d'évolution des disciplines. Celles-ci sont donc le résultat d'une part, de *« mouvements internes »*, et, d'autre part, *« d'interventions externes, de la part des institutions qui les soutiennent »* (Vinck, 2000, p.77).

…UN FREIN À LA PRISE EN COMPTE DE L'INTERDISCIPLINARITÉ DANS LA CARRIÈRE DES CHERCHEURS

Selon D. Vinck, nous l'avons vu, les disciplines ne sont pas des espaces cloisonnés, les circulations entre les différentes disciplines sont fréquentes et les découpages et cloisonnements sont avant tout institutionnels (Vinck, 2000, p.61).

Ainsi, si l'interdisciplinarité est une pratique courante chez les chercheurs, elle peut se révéler un frein à l'avancement des carrières. Si l'interdisciplinarité est de plus en plus affichée dans les programmes de recherche, elle est mal prise en compte dans la carrière des chercheurs, il convient alors de souligner « *la souffrance du chercheur interdisciplinaire [qui] provient des difficultés de sa propre* reconnaissance *et promotion, de la difficulté de publication dans les grandes revues disciplinaires, des efforts consentis sans reconnaissance institutionnelle adéquate pour organiser l'interdisciplinarité tellement louée »* (Joulian *et al.*, 2005).

En effet, *« [les] mécanismes de régulation des disciplines scientifiques influencent les conditions de possibilité d'une pratique de l'interdisciplinarité »* et les démarches interdisciplinaires des chercheurs peuvent se heurter à des *« régulations disciplinaires »* (Vinck, 2000, p.64) comme des mauvaises évaluations ou encore des difficultés à publier les résultats.

Dominique Vinck relève des différences de plusieurs registres entre disciplines qui peuvent être un frein à l'interdisciplinarité : *1)* des enjeux institutionnels (les enjeux de carrière qui ne sont pas les mêmes selon les disciplines) ; *2)* la position relative des chercheurs et enseignants au sein de leur discipline fait que *« les risques encourus par la pratiques de l'interdisciplinarité sont différents »* ; *3)* les visées scientifiques, que l'on peut résumer entre des visées applicatives ou de connaissances fondamentales ; *4)* la nature des exigences, du langage et de la formalisation des résultats ; *5)* les méthodes, les démarches (ex : type de rapport au terrain) ; *6)* la temporalité ; *7)* la manière de formuler un sujet de recherche (Vinck, 2000, p.101-102).

De plus, la démarche de l'interdisciplinarité réclame un temps long pour *« construire l'intercompréhension »* (Joulian *et al.*, 2005), ce qui n'est pas compatible avec la logique du court terme instaurée par la recherche sur projet. Pour ajouter à ces contraintes, Dominique Vinck rappelle que l'ouverture interdisciplinaire est aussi une conséquence des besoins en ressources. Les chercheurs sont forcés de rechercher des financements auprès d'organismes variés, publics et privés, et par là-même élargissent *« leur champ d'intérêt et d'approche pour saisir des opportunités nouvelles en dehors de leur stricte spécialité »* (Vinck, 2000, p.25).

3.3.2 De l'interdisciplinarité à la convergence NBIC : le rôle central des « nanos » dans ce mouvement

Au niveau de la politique de recherche, il convient de noter le poids du programme de la convergence NBIC dans l'injonction à l'interdisciplinarité. En effet, depuis les années 2000 et le programme américain NBIC, la convergence tend à remplacer l'interdisciplinarité dans les politiques scientifiques.

Dominique Vinck relève trois acceptions de la convergence. La première concerne le rapprochement, voire l'hybridation, de plusieurs domaines des sciences lorsqu'elles travaillent à l'échelle nanométrique ; la seconde concerne l'intégration qui se *« ferait depuis l'échelle nanométrique par inscription de l'intelligence dans le façonnage le plus fondamental de la matière qui compose les matériaux, les machines et le vivant »* ; la troisième, enfin, découle des deux précédentes *« les sciences et les technologies ne convergent que si ceux qui les font eux-mêmes convergent »*. Ainsi cette perspective implique *« la construction de politiques et de programmes de recherche et de développement conjoints, le rapprochement physique et institutionnel et l'hybridation des disciplines scientifiques mais aussi de l'ensemble des acteurs concernés (industriels, instances de régulation, aménageurs de territoire, porte-paroles de la société, etc. »* (Miège et Vinck, 2012, p.2). La convergence NBIC influence les évolutions récentes qui consistent à encourager les regroupements dans un même lieu des établissements de recherche et des entreprises privées, ce qui s'observe dans les Instituts de recherche technologique (IRT), les plateformes technologiques, les pôles de compétitivité, *etc.*

L'évolution vers la convergence prend sa source dans le développement de la technoscience [85] selon Bernadette Bensaude-Vincent, car celle-ci entraîne un bouleversement de *« la carte du savoir »*, c'est-à-dire une remise en question du découpage du savoir en disciplines (Bensaude-Vincent, 2009, p.57). Selon Bernadette Bensaude-Vincent,

[85]Le terme « technoscience » a été introduit dans les années 1970 par le philosophe belge Gilbert Hottois. Il désigne d'abord une *« mutation des rapports entre science et technique »*. Ainsi, *« la technique ne serait plus dépendante de la science ni subordonnée à elle dans le système des valeurs »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.8).

l'organisation disciplinaire contribue à maintenir une marge d'autonomie car chaque discipline a la possibilité de créer ses propres normes. De plus, l'université offre un cadre qui permet à une discipline d'évoluer selon une dynamique propre, et indépendamment des revendications techniques extérieures. En revanche, la philosophe note que lorsque la science devient plus dépendante de la technique, cela oblige des spécialistes de différentes disciplines à travailler ensemble. Ainsi, si la technoscience ne remet pas en cause la recherche fondamentale, elle *« remet en question la revendication d'autonomie de la science par rapport aux enjeux économiques et sociaux »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.64).

Les « nanos » constitueraient, selon Bernadette Bendaude-Vincent, *« un terrain privilégié pour enrichir la notion de technoscience, car elles ne sont ni vraiment une science, ni vraiment une technologie »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.65).

La « *research technology* », qui naît au XIXe siècle en Allemagne (Shinn, 2000) serait la source de la technoscience (Bensaude-Vincent, 2009, p.47). Ce type de recherche conduit à la fabrication de dispositifs génériques, qui *« favorisent à leur tour le brassage des disciplines »*. Le microscope à effet tunnel (STM), instrument à la base des nanotechnologies, est un instrument générique au sens de T. Shinn. Il s'agit d'un instrument générique dans le sens où il n'a pas été inventé pour répondre à une utilisation déterminée et une application particulière. Il permet de mieux connaître les propriétés de la matière et peut être utile aux physiciens comme aux chimistes ou aux biologistes.

Mais la convergence *« ne relève pas seulement d'une dynamique des savoirs »*, elle présuppose *« une volonté politique qui assigne un but à la production du savoir »*, ainsi que le montre le but assigné par Mihail Roco (promoteur de la convergence et auteur du rapport à la base du lancement de la NNI) dans le titre de son rapport *« pour augmenter les performances humaines »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.71). Ainsi, les premiers usages du terme « technoscience » dans les années 1980 lui prêtaient trois caractéristiques : *« l'orientation vers des applications, la présence de la technique comme outil indispensable à la production de savoir, l'hétérogénéité des acteurs »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.80). A cela s'ajoute, avec les « nanos » et surtout la convergence des technologies, un processus de recomposition du savoir provoqué par la technoscience. *« Non seulement elle bouscule les cloisons disciplinaires, mais elle transforme aussi la connaissance en un processus téléologique orienté vers une fin assignée par décision politique »* (Bensaude-Vincent, 2009, p.80).

LE RÔLE PARTICULIER DES SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR DANS CETTE DYNAMIQUE

Les Sciences pour l'ingénieur occupent une place particulière dans les transformations en cours. Elles se sont construites institutionnellement dans les années 1970 en opposition à la recherche *fondamentale*, parce que prioritairement orientées vers la production d'innovations technologiques.

La direction des Sciences physiques pour l'ingénieur (SPI) est créée en 1976[86] au CNRS – elles deviendront Sciences pour l'ingénieur en 1986 (Gagnepain, 2007) – et marque le retour de la priorité donnée à la recherche appliquée au CNRS. *« La vocation de la direction des sciences pour l'ingénieur sera d'étendre le vaste domaine des applications de la recherche »* (Picard, 1990, p.261). Dans les années 1970, les grandes entreprises ont pris conscience que l'innovation est nécessaire à la compétitivité économique. Au CNRS, un intérêt apparaît pour les « sciences du transfert » (*Ibid.*, p.262)

> *« L'idée est nouvelle par rapport à l'ancien schéma de la recherche appliquée […] La place de la science par rapport aux applications ne doit pas s'appréhender à l'aval de chaque discipline (maths appliquées, physique appliquée, etc.), mais à travers certaines d'entre elles qui sont situées entre la recherche fondamentale et les applications. Ainsi entre les sciences d'analyse que sont la physique, les maths, l'astronomie, et les sciences d'action comme la médecine, il existe un espace pour les « sciences de transfert » ou « sciences pour l'ingénieur » »* (*Ibid.,* p.263).

Selon Dominique Vinck certaines disciplines des SPI seraient aujourd'hui *« en panne »*, non sur le plan académique mais par rapport aux modèles industriels dont elles s'inspirent *« qui a nourri leur fondation et qui leur donne pertinence. [...] Il convient de retourner sur le terrain pour renouveler les modèles. L'interdisciplinarité, dans ce contexte, devient une modalité de recherche qui fait sens »* (Vinck, 2000, p.79). Or, dans un contexte où la politique de recherche favorise la recherche appliquée, technologique, les Sciences de l'ingénieur sont centrales, ce qui amène à poser la question du rôle qu'elles jouent dans les transformations en cours.

Depuis 1976, le département SPI a connu quelques évolutions. En 2006, le département Ingénierie intègre les départements des Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) – créé en 2000 – et des Sciences pour l'ingénieur (SPI). Il change de nom en novembre 2006 et devient Sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie (ST2I). En 2009, une réorganisation au CNRS fait disparaître les départements au profit de la création de dix instituts, le département ST2I devient l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (Insis).

[86] Elle est confiée à Jean Lagasse, physicien de l'université de Toulouse, fondateur du Laas en 1967.

Aussi, dans la suite de notre travail, nous verrons que les Sciences de l'Ingénieur jouent un rôle particulier dans le développement du domaine des « nanobio », qui procède de l'ouverture des SI aux Sciences de la vie dans un souci d'élargir et de renouveler le domaine de leurs applications. En effet, nous verrons que les SI semblent profiter des transformations et nouvelles injonctions vis-à-vis desquelles elles sont bien placées pour répondre.

3.4 Vers une perte de l'autonomie professionnelle ?

Des sociologues se sont intéressés au chercheur en tant que professionnel confronté depuis les années 1970-1980, comme les professionnels de nombreux autres secteurs, *« à la mise en place de nouvelles formes de régulation et de contrôle de leur travail »* (Barrier, 2011). Julien Barrier entend *« saisir finement quelles formes concrètes prennent les contraintes qui pèsent sur les professionnels et comprendre comment elles redessinent le contenu de leurs activités et les contours de leur autonomie en situation de travail »* (Barrier, 2011).

UNE CONCURRENCE ACCRUE ENTRE LES CHERCHEURS INDIVIDUELS

Julien Barrier choisit d'étudier l'évolution des modes de financement de la recherche publique afin de saisir les reconfigurations dans le travail des chercheurs. Il s'intéresse en particulier aux conséquences de l'augmentation des financements sur projets(FSP) : *« ces changements affectent les logiques professionnelles des chercheurs sous le double rapport des moyens et des finalités de leur activité »*. Les FSP affectent le rapport aux moyens car ce mode de financement intensifie les logiques de concurrence. Les FSP affectent aussi le rapport aux finalités parce que *« les chercheurs sont indirectement incités à s'aligner le plus possible sur les objectifs définis par les financeurs, publics ou privés »*.

Bien que les scientifiques gardent une place centrale dans le processus d'allocation des ressources (les comités d'évaluation sont composés de pairs), Julien Barrier note que la part croissante des industriels dans la définition des priorités de financement et la sélection des projets, ainsi que les logiques gestionnaires dans la gestion des programmes de recherche *« remettent potentiellement en cause l'autonomie des chercheurs dans la définition et l'orientation de leurs recherches, norme cardinale de la profession académique »*.

Aussi, l'article propose d'envisager les conséquences des financements sur projets comme nouvelle forme de pilotage des activités de professionnels du secteur public, qui *« renvoie directement à la question de l'encadrement des pratiques des professionnels par des normes gestionnaires ou des appareils bureaucratiques »*. Il insiste sur la spécificité du mode d'action des financements sur projets qui *« passe par des mécanismes de mise en concurrence pour l'accès à des*

ressources et non par des injonctions hiérarchiques directes ». La concurrence pour les financements peut être considérée comme le vecteur de *« contraintes externes ».*

Dans le même temps, il propose de saisir les activités des chercheurs par rapport à l'offre des financements sur projets. La question pour lui n'est pas tant de comprendre si les chercheurs conservent ou non leur autonomie, mais de comprendre *« comment les évolutions auxquelles ils sont confrontés redéfinissent les conditions d'exercice de leur autonomie et comment cela s'articule, en retour, à l'économie de leurs pratiques ».*

Ainsi, il montre que les financements sur projet *« mettent bien en jeu de nouvelles formes de contrôle externe sur le contenu des recherches, appuyées sur des dispositifs gestionnaires »*, mais que *« celles-ci sont étroitement imbriquées à des mécanismes de mise en concurrence »* (Barrier, 2011).

DIVERSIFICATION DES RESSOURCES ET DIVERSIFICATION DES RECHERCHES

Bonneuil et Joly s'intéressent à la *« remise en cause de la collégialité et de l'autonomie professionnelle »* (Bonneuil et Joly, 2013, p.35). Ainsi les chercheurs estiment qu'avec la généralisation des appels à projets, il est plus difficile de « prendre des risques ». Ils sont amenés à diversifier les projets pour élargir leur potentiel de financement, ils développent plusieurs projets, mettant ainsi en avant auprès des différents financeurs plusieurs types de compétences. Cependant, *« si la diversification des ressources est plus ou moins contrainte par la nécessité, elle est aussi un ressort permettant aux chercheurs de dégager des marges d'autonomie »* (Barrier, 2011 ; Jouvenet, 2011). Ainsi, les chercheurs tentent de dégager une part des crédits issus de contrats « alimentaires » pour mener d'autres projets « en perruque ». Ils cherchent également à compléter les contrats les plus « contraignants » par d'autres qui laissent un plus large espace de liberté dans l'utilisation des crédits.

Les équipes se voient ainsi contraintes de diversifier leurs recherches, d'autant plus nécessaires que les conditions d'allocation de ressources des financements sur projets imposent souvent la preuve de la faisabilité d'un projet de recherche et des résultats préliminaires. Cela entraîne une *« bureaucratisation du travail des chercheurs »* (Hubert et Louvel, 2012). Dans ce cadre, les chercheurs sont constamment en train d'arbitrer en termes d'équilibre à trouver entre la nécessité de financement, qui peut passer par des contrats industriels ou avec la recherche privée, et la nécessité de publier, qui reste une finalité essentielle, notamment en vue de l'évaluation de leur carrière. En effet, l'une des contraintes qui peut peser sur les équipes de recherche lors de partenariats avec un industriel est l'obligation de confidentialité que ce dernier peut imposer, et qui entre alors en tension avec la mission première des chercheurs qui est celle de la publicisation de leurs résultats.

AUGMENTATION DU TRAVAIL ADMINISTRATIF

Autres conséquences de l'augmentation des financements sur projets, les analyses sociologiques font ressortir l'accroissement du temps consacré par les chercheurs au travail administratif ; l'augmentation du travail « d'articulation », qui consiste pour les chercheurs à consacrer un temps important à la veille auprès des différents guichets sur les opportunités de financement, ainsi qu'à développer et entretenir des opportunités de coopérations avec différents partenaires (académiques ou industriels). De plus, la rédaction des justifications scientifiques et financières à intervalles réguliers durant un contrat prend énormément de temps aux coordinateurs de projets.

Avec la généralisation des FSP, les équipes de recherche sont amenées à multiplier les contrats, ce qui peut amener à une dispersion, ou à une diversification de leur activité. Or, suivant les cas, celle-ci peut entraîner une évaluation positive ou négative. En effet, il peut arriver que le HCERES[87] souligne le caractère « dispersé » de l'activité d'un laboratoire, perçu comme un signe négatif. Il s'agit ici d'un autre exemple de tension entre une politique qui généralise les FSP et une activité de recherche évaluée selon des critères qui restent « traditionnels ».

RECONFIGURATION DU MODE D'ORGANISATION DANS LES LABORATOIRES

Enfin, le mode de financement par projets entraîne une reconfiguration des modes d'organisation et de division du travail au sein des équipes de recherche et des laboratoires (Barrier, 2011 ; Jouvenet, 2011 ; Hubert et Louvel, 2012). Traditionnellement, *« le laboratoire dispose aussi d'une capacité d'orientation stratégique et d'une capacité à réallouer ses ressources sur des thèmes ou sur des projets »* (Vinck, 2007, p.106). Or aujourd'hui, on assiste d'abord à un affaiblissement de la division verticale du travail, chacun étant appelé à chercher des financements, il y a une perte d'influence de la figure et du rôle du directeur de laboratoire, une *« perte de capacité stratégique des laboratoires »*[88] (Hubert et Louvel, 2012) et un renforcement à l'inverse de *« l'autonomie des individus chercheurs »* (Jouvenet, 2011).

Par ailleurs, une nouvelle division du travail s'organise aussi entre les doctorants et leurs directeurs de thèse. La programmation de la recherche et le ciblage des financements sur des thèmes jugés prioritaires accélère la transformation des hiérarchies professionnelles (Hubert et Louvel, 2012). *« On assiste à une redéfinition du contenu et des contours du professionnalisme des chercheurs académiques, mais pas au déclin des principes d'action qui sont au cœur de*

[87] Le HCERES (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) a remplacé l'AERES par la loi relative à l'enseignement et à la recherche du 22 juillet 2013.
[88] La division du travail dans le laboratoire et l'organisation de la répartition des tâches entre directeur du laboratoire, chercheurs « seniors » et chercheurs « juniors » avait notamment été mise en avant par Terry Shinn en 1988.

leur professionnalisme » (Barrier, 2011). J. Barrier insiste sur l'attachement des chercheurs *« aux normes et aux pratiques d'une science autonome »*. Cependant, cette autonomie professionnelle *« s'éloigne de l'idéal type d'une autonomie garantie par des dispositifs institutionnels, pour se rapprocher d'une forme d'autonomie plus « individualisée » et plus « relationnelle » »* (Henkel, 2005). La construction de l'autonomie repose de plus en plus *« sur la capacité des chercheurs à gérer de multiples contraintes externes en situation de travail »* (Barrier, 2011)

D'autres auteurs rejoignent et complètent cette analyse sur la transformation du métier de chercheur à travers l'augmentation des tâches administratives, ou encore la façon de présenter leur activité à travers la mise en avant des applications potentielles ou l'implication d'industriels (Hubert et al. 2012). Ainsi le chercheur doit acquérir de nouvelles compétences comme celle de déposer un brevet, ou de savoir expliquer (et donc prévoir) les retombées attendues de leurs recherches en cours (Hubert *et al.*, 2012).

PAIRS, EXPERTS, « EX-PAIRS »[89] ?

Catherine Vilkas s'est intéressée *aux « nouveaux experts en gestion de la recherche »*, dont elle souligne l'influence croissante dans le cadre des transformations du mode de régulation de la recherche et qui contribuent, selon elle, *« à la fragilisation du modèle professionnel sur lequel la recherche française s'est construite »*. En effet, *« derrière l'apparente neutralité des analyses et instruments proposés, s'opère un déplacement de l'évaluation et de la décision qui échappent en grande partie aux instances collégiales ainsi qu'aux hiérarchies scientifiques des organismes »* (Vilkas, 2009).

La place prise aujourd'hui par les nouveaux « experts » dans la définition, l'orientation et la sélection des priorités de recherche va à l'encontre du principe de l'évaluation par les pairs, et entraîne une réduction de l'autonomie des chercheurs. Le fonctionnement de l'ANR est ainsi caractérisé par l'utilisation d'outils gestionnaires, qui *« contribuent à affaiblir la régulation autonome, « par les pairs », propre au milieu professionnel de la recherche »* (Vilkas, 2009). Aussi, il apparaît que *« la colonisation du milieu académique par des logiques managériales remet en cause d'autres valeurs, des valeurs non instrumentales dont les chercheurs en tant que profession sont les garants »* (Bonneuil et Joly, 2013, p.35).

[89] Robert Boure, « Les instances de l'évaluation : de l'AERES au HCERES (episode 2) », *Mondes Sociaux*, juin 2015, En ligne : https://sms.hypotheses.org/4410

CONCLUSION DU CHAPITRE 3

Dans ce chapitre nous avons montré que la dernière décennie (un mouvement amorcé dès les années 1980) a été marquée par le passage d'une organisation « traditionnelle » de la recherche, entendue comme un modèle de la recherche publique financée de manière récurrente, à une « nouvelle » organisation de la recherche, caractérisée par les financements sur projets, qui tend à se généraliser. Pour répondre aux appels à projets et pouvoir y prétendre, les équipes de recherche doivent se soumettre à un certain nombre d'exigences. Parmi celles-ci, les deux principales sont les collaborations entre la recherche publique et le secteur industriel, et le renforcement de l'interdisciplinarité, perçue comme un vecteur essentiel de l'innovation. Ces deux exigences relèvent d'une politique de l'innovation qui vise à assurer le transfert des résultats de la recherche en applications pour le secteur industriel.

Les études sociologiques tendent à montrer que la généralisation des financements sur projets (depuis la création de l'ANR en 2005), entraîne une diminution, ou du moins une reconfiguration, de l'autonomie professionnelle des chercheurs. Cette évolution s'accompagne de reconfigurations dans l'organisation interne des laboratoires et des équipes de recherche, entraînant une nouvelle forme de division du travail entre chercheurs confirmés et doctorants. A cela s'ajoute un renforcement des capacités d'action des chercheurs individuels et une baisse de la capacité stratégique d'orientation par les laboratoires.

Enfin, à un niveau plus général, la place de plus en plus importante prise par les « experts » au détriment des « pairs » dans les instances de gouvernance et d'évaluation de la recherche va dans le sens d'une perte d'autonomie des chercheurs par rapport aux intérêts politiques et économiques.

Face à la volonté politique de réorganisation de la recherche, un mouvement de remise en cause se fait sentir du côté des chercheurs. Au cœur de la résistance des chercheurs se trouve la défense de l'« autonomie », qui était garantie en partie par le modèle « traditionnel » de financement de l'activité de recherche. La défense de l'autonomie, en tendance revendiquée par les chercheurs, s'oppose à la tendance systémique à imposer aux chercheurs des contraintes de résultats, d'autant plus lorsque ceux-ci sont définis *a priori*.

L'autonomie peut se définir comme la capacité pour les chercheurs à déterminer librement l'objet et le contenu de leurs recherches. Un idéal-type qui suppose *« l'affirmation*

de la valeur en soi de la poursuite désintéressée du savoir » (Barrier, 2011). L'autonomie de la recherche est remise en cause par une politique scientifique qui tend à imposer des critères de rentabilité économique en tant que finalité de la recherche, ainsi que par le remplacement des pairs par des experts dans les instances d'évaluation et de décision de la recherche. En effet, l'une des caractéristiques essentielles au fondement de l'autonomie de la recherche est le principe de l'évaluation par les pairs, qui elle-même dépend de l'existence et de la reconnaissance de communautés disciplinaires.

Les instances dirigeantes ont un effet sur l'organisation et l'évolution des champs disciplinaires. Toutefois, il ne faut pas survaloriser l'influence des institutions, la dynamique épistémique des champs de recherche se construisant avant tout par la pratique quotidienne de la recherche (Jack, 2002 ; Berthelot *et al.*, 2005). À travers l'exemple de l'Itav, nous mettrons au jour les ressorts des tensions entre les formes institutionnelles de la recherche, relai des exigences systémiques, et la pratique de la recherche. L'exemple de l'Itav nous permettra d'établir en quoi les « nanos », et particulièrement les « nanobio », redéfinissent les rapports entre la politique scientifique et les chercheurs.

Nous avons montré dans ce chapitre que le mode « traditionnel » de la recherche évolue sous l'effet d'abord de la nécessité de rechercher des financements extérieurs aux instances scientifiques, ainsi que sous l'effet des exigences de la société. Le nouveau modèle de la recherche correspond à la Triple Hélice (Leydesdorff et Etzkowitz, 1997). L'innovation et la science se construiraient désormais au carrefour des relations entre les universités et organismes de recherche, les entreprises privées et l'État. L'État favorise les regroupements des universités, organismes de recherche et entreprises (grandes sociétés ou *start-up*s) dans le but de créer un environnement propice à l'innovation.

Nous avons montré dans le premier chapitre que la politique des « nanos » met en jeu un lien renforcé entre la recherche scientifique et le développement économique. Nous avons rappelé dans le présent chapitre que la Convergence NBIC pesait lourdement dans l'injonction politique à l'interdisciplinarité. Comme le relève Bernadette Bensaude-Vincent, la convergence ne se réduit pas à une dynamique des savoirs, elle implique également un but qui est assigné à la production de savoir par le politique. Dans ce mouvement, il semble que les SI soient favorisées car les mieux à même de répondre à ce type d'injonctions.

Nous allons dans notre prochain chapitre nous intéresser à la spécificité de la thématique des « nanos » dans ce mouvement de réorganisation de la recherche pour répondre à des enjeux économiques.

CHAPITRE 4. LA SPÉCIFICITÉ DU THÈME DES « NANOS »

4.1 Les « nanos », un vecteur des exigences de la politique de recherche ?

Le domaine des « nanos », tel que nous l'avons présenté dans le chapitre 1, présente des caractéristiques particulières qui permettent de mettre en lumière les évolutions de la politique de recherche.

L'une des caractéristiques des « nanos » se situe au niveau de la recomposition de l'organisation de la science qu'elles suggèrent. *« Il y a quelque chose de nouveau à propos de la nanotechnologie qui ne doit pas être cherché sur le plan de la recherche, mais dans l'organisation de la science »* (Schummer, 2008). Ce point de vue est aussi défendu par Mathieu Hubert *et al.* *« Les [nanosciences et nanotechnologies] se caractérisent notamment par la multiplication des dispositifs de politique scientifique qui en structurent l'organisation, ce qui fait de ce domaine un terrain d'étude significatif des transformations de la politique de recherche française »* (Hubert *et al.*, 2011).

Bernadette Bensaude-Vincent souligne elle aussi les transformations dans l'organisation de la recherche qui s'opèrent à travers le développement des « nanos » : *« Il y a donc du neuf dans les nanotechnologies. […] des mutations profondes sont effectivement en cours dans l'organisation même de la recherche, dans son rapport à la société et aux valeurs. Voici un domaine où la recherche scientifique est pilotée par des politiques, orientée vers des buts assignés d'avance, tendue vers le marché et la compétition »* (Bensaude-Vincent, 2009b).

Selon Julien Barrier, le domaine des « nanos » *« permet de faire ressortir de façon saillante plusieurs des enjeux centraux des évolutions associées à la redéfinition du « contrat entre la science, l'État et la société » et des politiques de [financements sur projet] »* (Barrier, 2011). Il existe trois raisons à la place particulière de ce domaine selon Barrier. Tout d'abord il s'agit d'un domaine d'intervention privilégié des politiques depuis les années 1970, dans lequel *« les politiques de rapprochement entre science et industrie ont été particulièrement volontaristes »*. Ensuite, il note que *« par la dimension fortement expérimentale et technologique des recherches dans ce domaine, qui nécessitent un renouvellement constant des équipements, l'accès à des ressources financières est un enjeu structurant »*. Cette dépendance à l'égard des ressources fait que *« les effets de l'évolution des régimes de financement sur les pratiques et l'organisation du travail des chercheurs sont susceptibles de s'y manifester avec plus de force*

que dans d'autres secteurs ». Enfin, il s'agirait d'un domaine dans lequel se pose constamment la question *« de la délimitation de la frontière entre recherche académique et industrie et, plus fondamentalement, la question de l'autonomie des chercheurs »*. Il décrit la démarche de recherche en électronique et micro/nanotechnologies faite *« d'allers et retours entre production de connaissances scientifiques génériques, validées par les pairs, et contribution à la conception d'objets technologiques définis par des « fonctionnalités » »*. Or, malgré *« la forte proximité entre dynamiques scientifiques et industrielles qui caractérise ce domaine »*, les chercheurs en électronique restent *« soucieux d'affirmer leur autonomie et de marquer leurs distances vis-à-vis des temporalités et des objectifs propres à la R&D industrielle »* (Barrier, 2011).

Une autre particularité du domaine des « nanos » est qu'il s'agit à la fois d'un domaine d'investigation fondamentale, dans lequel de nombreuses découvertes sur les propriétés de la matière restent à faire, et à la fois d'un domaine où se développent de nombreuses applications, et donc par là-même qui présente un intérêt stratégique pour l'industrie. Ainsi les impératifs industriels traversent la recherche fondamentale alors qu'elle ne peut, de par ses caractéristiques, fonctionner selon le modèle de la recherche appliquée ou de la recherche industrielle (Jouvenet, 2002).

Selon D. Pestre, la particularité des « nanos » découle aussi du mode de travail qui les caractérise et qui serait plus « pragmatique », de même que les biotechnologies ou les Sciences de la vie qui ont pris de l'importance ces dernières décennies et ont remplacé la position dominante de la physique.

> *« Elles sont plus clairement et explicitement orientées vers et par des volontés d'action technologique, leur efficacité est d'abord gagée sur des savoir-faire et des techniques – elles sont, en un sens profond, des manières de faire et de manipuler avant que d'être des corps de connaissances » (*Pestre, 2010, p.120).

Les particularités du domaine des « nanos » nous invitent à le considérer comme révélateur des tensions qui s'expriment entre les exigences systémiques portées par les politiques de recherche et les pratiques de l'activité de recherche.

DES PROGRAMMES DE RECHERCHE MARQUÉS PAR DES CRITÈRES DE PERTINENCE INDUSTRIELLE

Si l'on se penche sur les programmes ANR dédiés aux « nanos », on remarque que **les critères de pertinence industrielle** occupent une place croissante au fil des ans.

Le programme P3N (Nanosciences, Nanotechnologies, Nanosystèmes), en 2009, visait *« à explorer et à progresser dans le domaine de la structuration de la matière et à exploiter ces*

propriétés remarquables dans des fonctions de traitement de l'information et de la communication. Cet objectif sera atteint en utilisant une convergence des approches dites "descendantes" et "ascendantes". Le second objectif consiste à progresser dans le domaine des procédés technologiques, de l'instrumentation et de la simulation. Le troisième objectif vise à explorer le concept de micro et nanosystèmes "intelligents" pour des applications à fort impact sociétal comme la santé et l'environnement. Enfin, le quatrième objectif vise à assurer un développement responsable des nanosciences au travers de leurs impacts sociétal et des mécanismes de régulations associés. D'un point de vue stratégique, le programme P3N se propose de renforcer les liens entre le monde académique et le monde industriel et propose une ouverture à l'international avec les États-Unis »[90].

Le programme P2N (Nanotechnologies et Nanosystèmes, à noter ici la disparition des nanosciences par rapport au programme P3N), en 2013, *« se propose de renforcer l'excellence nationale dans le domaine de la micro et nano-ingénierie des technologies de base jusqu'aux systèmes, et d'accélérer le transfert technologique des nouvelles connaissances vers les entreprises françaises afin de mieux bénéficier des extraordinaires potentialités offertes par le secteur des nanotechnologies. Ainsi, le programme P2N se propose d'exploiter les propriétés et effets apparaissant aux dimensions nanométriques dans des micro et nanosystèmes nécessitant un niveau élevé d'intégration et dédiés aux secteurs applicatifs »*[91].

Les collaborations entre recherche académique et industriels apparaissent de plus en plus comme une condition nécessaire dans l'attribution de financements lors de procédures d'appels d'offre. Ainsi, l'appel à projets P2N vise à *« favoriser à la fois l'émergence de nouvelles approches et la production conjointe de savoirs et de savoir-faire entre chercheurs académiques et industriels afin d'améliorer le transfert entre la recherche fondamentale et la recherche industrielle »*[92]. L'accent est mis sur la nécessité de favoriser les débouchés industriels : *« après plus de dix années de recherches dans ce domaine, on s'attend aujourd'hui à voir l'émergence de transferts industriels dans des applications intégrant des nanotechnologies, et une augmentation du dépôt de brevets et des démonstrations prometteuses »*[93]. Les laboratoires sont incités à développer des collaborations industrielles, incitation qui s'étend à la recherche fondamentale :

---

[90] ANR, Appel à projets P3N, ANR, 2009. http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/historique-des-appels-a-projets/appel-detail1/programme-nanosciences-nanotechnologies-nanosystemes-2009/

[91] ANR, Appel à projets P2N, 2013 http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/historique-des-appels-a-projets/appel-detail1/nanotechnologies-et-nanosystemes-p2n-2013/

[92] Programme ANR P2N 2013.

[93] *Ibid.* p. 6

« Depuis plusieurs années, on a pu observer une augmentation de l'implication des industriels dans les projets de recherche fondamentale. Il semble opportun de consolider cette dynamique tout en poursuivant l'effort envers les aspects applicatifs des nanotechnologies et des nanosystèmes. Ainsi, tous les projets des axes thématiques devront être en partenariat public-privé, tout en conservant les 3 types de projets (recherche fondamentale, recherche industrielle et développement expérimental) […] cet appel à projets est ouvert uniquement à des projets de recherche partenariale organisme de recherche/ entreprise »[94].

Le domaine des « nanos », tel que mis en avant dans la politique de recherche comme un moteur de l'innovation, ne peut être considéré comme un bloc homogène. A l'intérieur, ce sont les Sciences de l'ingénieur qui ont un rôle de vecteur sur lequel s'appuie la transformation des pratiques de recherche pour aller vers plus d'applications, de création de richesses, d'emploi et d'innovation. Elles sont les mieux à même de répondre aux exigences de collaboration avec l'industrie et de fabrication de dispositifs et prototypes fonctionnels.

EN FRANCE, LE SOUTIEN AUX « NANOS » POUR FAVORISER L'INNOVATION

En France aussi, le développement des « nanos » constitue une des priorités de la politique de recherche. La « course » mondiale aux « nanos », présentées comme la « prochaine révolution industrielle »[95], s'accompagne d'un discours sur les « faiblesses » françaises en matière d'innovation révélées par la difficulté pour les résultats de la recherche française à se concrétiser dans des brevets. Aussi la politique de recherche insiste sur la nécessité d'aller vers le dépôt de brevets, la finalisation, à obtenir des résultats exploitables par l'industrie. Ces ambitions se traduisent dans des injonctions nouvelles de la politique de recherche dont nous avons parlé précédemment (chapitre 3).

C'est à partir de la fin des années 1990 que se manifeste en France l'intérêt politique autour du thème des « nanos ». En 1998, le Ministre Claude Allègre confie à l'Académie des sciences le soin de créer un groupe de travail sur les nanosciences avec pour mission *« d'établir un état de la recherche en France, d'avertir le ministre des défis scientifiques incontournables du prochain lustre, de lui établir diverses propositions dans un esprit d'aide à la décision »*[96]. Dans sa lettre aux futurs membres du groupe de travail, le secrétaire de l'Académie des sciences précise :

---

[94] *Ibid.* p.6-7
[95] Programme Nano-Innov, 2009.
[96] Lettre de Jean Dercourt, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, aux membres du groupe de travail sur les nanosciences, 27 novembre 1998.

« Parmi ces rendez-vous scientifiques qui apparaissent dès aujourd'hui comme stratégiques pour demain et où la présence française est considérée comme impérative au meilleur niveau international, il est apparu que les problèmes spécifiques que l'on pourrait rassembler sous l'intitulé « nanosciences » appartiennent à ces défis majeurs ».

Si l'investissement dans le domaine des « nanos » se précise à la fin des années 1990, il s'appuie sur les nombreuses avancées scientifiques qui ont marqué la décennie 1990. En particulier, les efforts pour le développement d'instruments, comme le microscope à effet tunnel (STM), jouent un rôle important pour le développement scientifique des nanotechnologies en France.

LE SOUTIEN DU CNRS À UN DOMAINE ÉMERGENT

Nous avons souligné plus haut le rôle déterminant d'accompagnement des institutions dans la construction d'un champ de recherche. Nous allons voir ici que le CNRS a effectivement participé à la constitution et à la structuration du domaine des « nanos », en octroyant des moyens à travers des programmes dédiés.

En 1990 est lancé le programme de recherche « Ultimatech » par le CNRS, largement dédié à la physique et au développement de techniques de microscopie. Ce programme entre dans le schéma stratégique du CNRS, qui est *« le développement interdisciplinaire de techniques porteuses d'innovation en recherche et leur diffusion rapide vers les disciplines voisines »*[97]. Ce programme naît quelques mois seulement après la réalisation de la première manipulation d'atomes par Donald Eigler. États-Unis, Japon et Europe entrent alors dans une course pour maîtriser cette technique innovante. Au début des années 1990 en France, quelques équipes possèdent un microscope à effet tunnel, mais ces instruments n'ont pas la précision nécessaire pour la manipulation des atomes un par un. La communauté « expérimentation » est sous-critique en France à ce moment-là par rapport à d'autres pays européens. En revanche, il existe une communauté de théoriciens dont l'intérêt se porte sur l'utilisation du STM, qui maîtrise des techniques, comme celle par exemple sur du calcul du courant tunnel, et qui cherche à développer ses travaux autour de l'utilisation et de l'amélioration de cet instrument. Une équipe de Toulouse fait partie de ces théoriciens qui travaillent sur le calcul des images du microscope à effet tunnel et du microscope à force atomique.

La manipulation d'atomes ouvre un monde nouveau et inconnu, les chercheurs entrevoient les possibilités immenses à travers le champ de « l'électronique moléculaire », comme la réalisation de fonctions électriques avec une seule molécule. *Ultimatech* soutient

[97] Appel d'offre Ultimatech 1993.

fortement le développement de ces instruments nouveaux que sont le STM et l'AFM. Mais le champ des nanotechnologies alors en construction va dépasser la « communauté du STM » et ne se limite pas à cette nouvelle technique de manipulation des atomes un par un.

Le programme tend à regrouper, sous les termes de « nanosciences » et « nanotechnologies », plusieurs techniques et plusieurs domaines qui ont atteint des précisions nanométriques, en Sciences de l'ingénieur, en physique ou en chimie. La microélectronique a poussé très loin la miniaturisation et arrive à des tailles se rapprochant de quelques dizaines de nanomètres. La possibilité de réduire encore la taille des circuits est ouverte avec l'électronique moléculaire.

Il n'y a pas que l'industrie de la microélectronique qui s'intéresse à cette nouvelle technique et aux développements qu'elle laisse espérer. Dès la fin des années 1980 apparait également l'intérêt de l'utilisation du STM et de l'AFM en biologie, bien que celle-ci s'avère encore difficile et non-stabilisée techniquement parlant à ce stade (Hansma *et al.*, 1988).

En 1993, le programme Ultimatech s'ouvre aux partenaires industriels, *« une attention particulière sera donnée à l'ouverture des efforts entrepris sur l'industrie, qui doit bénéficier des retombées de ces développements économiques »*[98]. Dans ce programme, les « nanos » représentent 38% du budget total.

Le programme Ultimatech de 1997 annonce *« un fort recentrage des thématiques autour des Nanostructures et Nanotechnologies »*. Les objectifs du programme sont *« i) de contribuer à la fertilisation du domaine par des approches multidisciplinaires, ii) de s'appuyer sur des développements instrumentaux innovants, iii) d'ouvrir la recherche aux domaines d'application potentielles »*[99]. Le volet « Nanotechnologies, Nanostructures » *« s'adresse aux frontières interdisciplinaires du domaine »*. Le champ des « nanos » est ici clairement présenté comme élargi et destiné à regrouper le plus grand nombre de compétences : *« L'originalité des nanotechnologies est d'impliquer une échelle où les phénomènes physiques, chimiques ou biologiques sont inextricablement mêlés, de même que les aspects microscopiques et macroscopiques. […] Outre un intérêt appliqué, on peut en attendre des retombées sur le plan fondamental puisqu'il sera possible d'étudier un objet unique, et non une collection »*.

Si les défenseurs de la manipulation d'atomes dénoncent la place faite à l'intérieur d'Ultimatech aux activités « classiques » que sont par exemple la chimie ou la lithographie, le programme leur permet toutefois de se fédérer. En 1990 est créé le GDR « Microscopie à champ proche » (90-93), puis en 1993 le GDR « Nanomips » (Manipulation et Interaction Pointe-surface au Nanomètre 93-97). Ce second GDR, qui regroupe six groupes de

[98] Programme Ultimatech, 1993.
[99] Programme Ultimatech, 1997.

recherche en France, plaide pour la sortie d'*Ultimatech* et la création d'un programme qui donnerait plus de place à la communauté du STM. Le programme Ultimatech et les tensions que l'on observe en son sein entre les différentes communautés de recherche donne à voir un phénomène caractéristique de la technoscience : les pratiques scientifiques dépendantes de gros instruments, coûteux, ont forcément tendance à s'ouvrir le plus largement possible dans le but d'amortir les investissements.

Le programme Ultimatech laisse place en 1999 au dernier programme du CNRS dans le domaine des nanosciences et nanotechnologies, programme intitulé « Nano-Objets Individuels » (NOI), dont le dernier appel à projets paraîtra en 2001. À partir de 1999 on peut constater que le Ministère de la recherche s'implique de plus en plus dans le financement de programme de recherche en « nanos ». Ce glissement témoigne de la place que prend le thème des « nanos » qui devient un thème de priorité nationale. En 2005 est créée l'ANR, qui lance le programme « PNano » destiné à financer les projets de recherche partenariale (publique-privée) en « nanos ».

Ce changement de gouvernance des programmes de financement « nano » du CNRS au profit de l'ANR témoigne de la prise en charge au niveau politique d'un domaine devenu d'intérêt politique et économique. L'ANR, à travers ses appels à projets, oriente l'activité de recherche vers le transfert technologique.

> *« En lançant des appels à projets, en initiant des collaborations entre disciplines comme des partenariats entre recherche universitaire et développement industriel, ces programmes contribuent à faire exister les nanotechnologies et affichent clairement un objectif de compétitivité économique face à un domaine dont les promesses de développement de marché se chiffrent en milliards d'euros »* (Laurent, 2010, p.33).

En 2005 sont créés six centres[100] de Compétences en Nanosciences « C'Nano » dans le cadre d'un Programme Interdisciplinaire de Recherche du CNRS, et avec le soutien du Ministère de la Recherche. L'objectif est de favoriser la communication entre *« les laboratoires, et les communautés de recherche, quelques soient les disciplines, pour mutualiser les efforts et moyens de recherche en nanosciences »*[101]. Ils doivent aussi permettre de *« structurer la recherche régionale »*, notamment en répondant *« de façon concertée aux appels d'offres nationaux et européens »*. Enfin,

[100] C'Nano Ile de France, C'Nano Grand Est, C'Nano Grand Sud Ouest, C'nano PACA, C'Nano Nord-Ouest, C'Nano Rhône Alpes Auvergne. Les six C'Nano régionaux sont organisés en GDR (Groupe de recherche). « Un groupe de recherche est une petite structure CNRS adaptée à l'animation scientifique, pilotée par un bureau », http://www.cnano.fr/spip.php?article14 .
[101] http://www.cnano.fr/spip.php?article1

ils sont censés *« coordonner les actions en définissant des priorités »*[102]. Entre autres missions, ils doivent favoriser l'émergence de projets interdisciplinaires et établir des liens avec les entreprises locales. Malgré un intérêt de mise en réseau, à ttravers des projets interdisciplinaires et inter-régionaux, l'action des C'Nano souffre du manque de financements du programme.

Il n'est pas satisfaisant de définir les « nanos » uniquement comme un champ nouveau de l'activité scientifique. Si elle s'appuie sur des avancées scientifiques importantes, la construction du domaine des « nanos » repose surtout sur des intérêts stratégiques qui transparaissent à travers les programmes de recherche.

> *« Outre les possibilités offertes par l'avancement des connaissances, ce sont aussi des décisions de politique scientifique qui ont présidé à l'émergence des nanotechnologies »*[103].

Comme nous l'avons montré plus haut en nous appuyant sur les analyses de Berthelot *et al.*, ou encore de F. Jack, l'appui des institutions est important dans l'émergence d'un champ scientifique. Toutefois, un domaine scientifique n'est pas réductible à ses formes institutionnelles et il convient aussi de s'intéresser aux pratiques de recherche.

4.2 Un domaine marqué par la pratique de l'interdisciplinarité ?

Les « nanos » constituent un champ porté comme « par essence » interdisciplinaire. Elles sont au cœur du programme de « convergence NBIC » et seraient en elles-mêmes porteuses d'une recomposition du découpage du savoir en disciplines autonomes. Nous allons voir ici que si les « nanos » regroupent bien des physiciens, des chimistes, des ingénieurs, et des biologistes pour les « nanobio », elles ne constituent pas pour autant un domaine dans lequel la pratique de l'interdisciplinarité serait plus « intégrée », irait plus loin, que dans d'autres champs plus anciens.

Cette pratique de l'interdisciplinarité caractéristique des « nanos » serait ainsi bien plus caractéristique d'une « *New disciplinarity* » (Marcovitch et Shinn, 2012), que d'une réelle interdisciplinarité. De plus, la pratique de l'interdisciplinarité se heurte à des barrières en termes d'évolution de carrière pour les chercheurs, ce qui s'avère une limite à l'intégration disciplinaire.

---

[102] *Ibid.*

[103] « Enjeux éthiques des nanosciences et nanotechnologies », *Avis du Comets* (Comité d'éthique du CNRS), 12 octobre 2006, Paris, p.14.

4.2.1 Des dynamiques de collaboration…

Morgan Jouvenet insiste sur l'importance des *« dynamiques de coopération »* dans les « nanos » *« qui mêlent aussi bien les disciplines classiques (physique, biologie, chimie…) que les logiques académiques et industrielles »* (Jouvenet, 2012). Il propose une typologie des formes de coopération dans le champ des NST : il peut s'agir d'une volonté d'intégration des connaissances ; d'un soutien technique, de transfert ; de transmettre des savoir-faire, de diffuser une technique ou une théorie. L'auteur souligne que les coopérations peuvent aussi reposer sur le rôle de catalyseurs de certains objets ou instruments, un rôle souvent joué par des « nano-objets », comme les nanotubes de carbone par exemple (Jouvenet, 2012). **En ce sens les « nanos » favorisent les collaborations interdisciplinaires, il s'agit d'une nécessité imposée par l'objet.** À travers l'étude de ces coopérations, Jouvenet note que les différences entre communautés sont moins d'ordre disciplinaire qu'organisationnel.

> *« Les scientifiques affirment qu'ils sont attachés à des communautés professionnelles à la culture particulière, et qu'ils peuvent estimer menacée. […] Les projets coopératifs ont des vertus, mais ils posent aussi des problèmes, et les physiciens s'interrogent d'autant plus sur leurs engagements que ces projets rassemblent des communautés aux cultures différentes »* (Jouvenet, 2012).

Ainsi les injonctions, tout comme la pratique réelle, de l'interdisciplinarité ou des collaborations entre recherche fondamentale et recherche appliquée, ne suppriment pas *« la force de l'attachement à des identités collectives »*. Bien au contraire, elles ont pour effet de faire ressortir *« l'attachement à une communauté scientifique et révèlent sa constitution interne »* (Jouvenet, 2012). Ici se joue selon lui la défense et la protection d' *« attributs identitaires »* d'une communauté professionnelle (Jouvenet, 2012).

Dans le même sens, Dominique Vinck et Eduardo Robles-Belmont notent que si le domaine des « nanos » est pluridisciplinaire, chaque laboratoire, équipe, revue, travaille sur les « nanos » du point de vue et de manière disciplinaire.

« Il y a bien de l'intégration de connaissances venant de plusieurs disciplines, de la confrontation des points de vue, de l'exploitation de données et de techniques venant d'autres disciplines, mais ces articulations sont principalement le fait de groupes de recherche qui raisonnent du point de vue de leur propre discipline » (Vinck et Robles-Belmont, 2012).

4.2.2 …qui n'induisent pas nécessairement de l'interdisciplinarité

La politique des « nanos » s'est accompagnée d'un discours sur la convergence NBIC, qui *« s'inscrit dans un discours plus ancien en faveur de l'interdisciplinarité »* (Vinck et Robles-Belmont, 2012). La convergence est un programme qui guide l'action, elle *« est supposée modeler les communautés scientifiques et l'organisation de la recherche »* (Vinck et Robles-Belmont, 2012). Toutefois, selon D. Vinck et E. Robles-Belmont, il faut se poser la question de savoir si l'on assiste à de nouvelles façons de travailler, de nouvelles pratiques dans l'activité de recherche, voire éventuellement à une révolution scientifique. Pour répondre à cette question, les auteurs proposent, à la suite d'auteurs anglosaxons (Schummer, 2004 ; Rafols, 2007 ; Rafols et Meyer, 2007) d'examiner les transformations de *« la carte des disciplines scientifiques »* afin de déterminer dans quelle mesure les « nanos » modifient cette carte, la question étant de déterminer si nous assistons à *« l'émergence d'un domaine de recherche hybride ou d'une nouvelle discipline? »*.

Selon Dominique Vinck et Eduardo Robles-Belmont, *« la définition du domaine NST par l'échelle nanométrique ne suffit ni pour définir un type particulier d'objet de recherche ni pour caractériser une approche scientifique nouvelle »*. Même le partage d'instruments entre différentes disciplines ne crée pas nécessairement de convergence. *« Au contraire, les instruments développés au XXe siècle et adoptés dans différentes disciplines (diffraction des rayons X, spectroscopie de masse, résonance magnétique nucléaire) ont favorisé un renforcement de chacune des disciplines dans leurs propres visées scientifiques (physique, chimie, biologie) plutôt que leur convergence »*. Il ne va donc pas de soi que le recours aux instruments des « nanos », les microscopes à force atomique ou à effet tunnel entre autres, *« ne produise plus de convergence que de différenciation »*.

Quant à la convergence au niveau des cadres théoriques, elle est également loin d'être évidente. En effet, le fait que des physiciens, des chimistes ou encore des biologistes travaillent à l'échelle nanométrique n'implique pas qu'ils aient la même conception de ces objets (Vinck et Robles-Belmont, 2012). Les auteurs parlent même de *« convergence sans interdisciplinarité »*.

MESURER L'INTERDISCIPLINARITÉ À TRAVERS LES CO-SIGNATURES D'ARTICLES

Selon une étude scientométrique réalisée par Joachim Schummer (Schummer, 2004b) sur des articles publiés dans une série de revues relevant des « nanos », le nombre de co-signatures entre chercheurs de différentes disciplines n'y est pas beaucoup plus élevé que dans des revues disciplinaires. Ce qui signifie que chaque discipline est engagée dans les nanotechnologies sans pour autant s'engager systématiquement dans des projets interdisciplinaires. L'analyse des co-signatures d'articles comme indice d'une collaboration interdisciplinaire fait ressortir que plus d'un tiers des articles publiés dans des revues dédiées aux « nanos » relèvent de coopérations interdisciplinaires. Toutefois, la comparaison avec une revue disciplinaire classique, le *Journal of the American Chemical Society*, conduit à nuancer la spécificité des « nanos ».

> *« Bien que la recherche à l'échelle nanométrique soit plus multidisciplinaire, tant en termes de nombre et de part relative des disciplines concernées, que la recherche disciplinaire classique, son degré d'interdisciplinarité n'est que légèrement plus élevé »* (Schummer, 2004b).

Ainsi, J. Schummer établit que la seule revue « nanos » interdisciplinaire est le *Journal of Nanoparticle Research* dans laquelle génie chimique, physique, sciences des matériaux et biologie sont en relatif équilibre[104]. Toutes les autres revues sont en fait disciplinaires et relèvent de la physique, de la chimie, du génie électrique, des sciences des matériaux ou du génie mécanique. Ainsi selon Vinck et Robles-Belmont, *« la convergence entre disciplines n'est qu'apparente. […] Les NST se diffractent, en fait, en un ensemble de domaines disciplinaires faiblement reliés entre eux »* (Vinck et Robles-Belmont, 2012).

ÉTUDIER L'IMPLICATION DE DIFFÉRENTES DISCIPLINES DANS DES PROJETS CONCRETS

Les co-signatures ne sont toutefois pas le seul indicateur de la coopération interdisciplinaire. Et il convient de se pencher plus précisément sur les pratiques des chercheurs.

Le moteur biologique moléculaire, présenté par certains représentants du domaine comme un thème emblématique des « nanos »[105], a été étudié par Ismael Rafols et Martin Meyer (Rafols et Meyer, 2007). Ils montrent que plusieurs disciplines sont mobilisées (biologie structurale, biologie cellulaire, chimie et physique) sur la fabrication du moteur

---

[104] Les SHS sont également représentées dans cette revue.

[105] Les moteurs biologiques moléculaires sont de l'ordre de la centaine de nanomètres, bien trop « gros » selon les défenseurs de l'approche *bottom-up*. Les tenants de cette approche préfèrent parler de « molécule-machine » lorsqu'ils cherchent à construire, par la voie ascendante, des objets capables de réaliser des fonctions électroniques par exemple.

moléculaire. Toutefois, chacun des projets qu'ils ont étudiés est porté par un laboratoire disciplinaire. Les cas étudiés illustrent clairement que même dans le cas de collaborations, les affiliations disciplinaires des équipes ne sont pas dépassées et l'interdisciplinarité relèvent surtout de ce qu'ils appellent les *« aspects cognitifs de la recherche »*, c'est-à-dire qu'elle passe principalement par les citations, les références, ou les instruments. En revanche, ils relèvent que l'interdisciplinarité est bien plus faible au niveau des *« dimensions sociales de la recherche (par exemple l'affiliation et l'arrière-plan des chercheurs) ».* Ainsi, dans un projet donné, les chercheurs travaillent essentiellement au sein d'une seule et même discipline et les liens avec les autres disciplines restent faibles. *« Ils utilisent des informations, des concepts, des matériaux et des techniques provenant de diverses disciplines mais leur maîtrise des savoirs issus de ces autres disciplines reste élémentaire »* (Rafols et Meyer, 2007).

Il en va de même pour les MEMS (microsystèmes électromécaniques), selon D. Vinck et E. Robles-Belmont. Il s'agit de dispositifs dont les dimensions sont situées entre 1 µm (c'est-à-dire 1000 nm) et 1 mm (voire plus) et constitués de composants électriques et mécaniques fabriqués au moyen de procédés issus de la microélectronique. Les NEMS (nanosystèmes électromécaniques) sont des dispositifs inférieurs à 100 nm (de 1 à 100 nm). Le développement des MEMS/NEMS repose sur l'articulation de plusieurs domaines de recherche et de plusieurs sous-disciplines. *« Par contre, rien ne permet de parler ici ni d'un mouvement de rapprochement des disciplines les unes par rapport aux autres ni d'une convergence de vue et d'objectif »* (Vinck et Robles-Belmont, 2012).

En revanche, un troisième cas de dispositif complexe dont le développement nécessite l'intégration de différentes disciplines pourrait, selon les auteurs, constituer un domaine de convergence. **Les laboratoires sur puce (*lab on chip*) sont conçus pour réaliser des analyses chimiques ou génétiques.** *« Ce type de MEMS est typique de ce que convergence NBIC annonce en termes de connexion entre les systèmes biologiques et les TIC »* (Vinck et Robles-Belmont, 2012). La conception et le développement de laboratoire sur puce constituent *« un domaine nouveau qui ne préexiste au sein d'aucune des disciplines en présence ».* C'est bien un phénomène de convergence de plusieurs disciplines qui le ferait exister. Avec les moteurs moléculaires, les laboratoires sur puce *« constituent une part fondamentale de la vision NBIC, en tant que connecteurs entre les systèmes biologiques et les dispositifs d'ingénierie NBIC – qui combinent les TIC, nano- et biotechnologies pour améliorer, remplacer ou réparer des fonctions biologiques »* (Rafols, 2007).

Les laboratoires sur puce sont des dispositifs qui intègrent des fonctions microfluidiques et analytiques dans une petite puce. Sur une puce constituée d'un matériau solide (verre, polymère, etc.) sont sculptés des micro/nano canaux à travers lesquels s'écoulent des

solutions liquides dans le but de contrôler leur dépôt et d'effectuer des analyses chimiques ou biologiques. Ce domaine de recherche *« combine des techniques de la microélectronique et des systèmes micro-électro-mécaniques (MEMS; par exemple photolithographie), la chimie analytique (par exemple d'électrophorèse capillaire), la microscopie (par exemple les microscopes à sonde locale), et, selon les échantillons en cours d'analyse, la connaissance de divers domaines de biologie »*. Il s'agit d'un domaine en constante progression depuis le milieu des années 1990 (Rafols, 2007).

Le laboratoire sur puce est par définition un problème technologique, l'objectif étant la fabrication de dispositifs. En outre, il nécessite de combiner les connaissances de champs de la science généralement indépendants (par exemple, l'électronique, la biologie cellulaire et la chimie analytique), *« dont le développement conjoint est un des défis majeurs »* (Rafols, 2007).

Les techniques centrales qui interviennent dans la fabrication des laboratoires sur puce, telle la nanofabrication, ou encore la culture cellulaire, étaient des techniques déjà très bien établies avant l'émergence de ce domaine de recherche, et le défi était alors non pas le développement de nouvelles technologies pour résoudre des problèmes scientifiques mais de parvenir à intégrer toute la gamme de techniques existantes sur une seule puce. *« Ce processus d'intégration a créé de nouveaux problèmes, qui, à leur tour, ont donné lieu à de nouvelles exigences technologiques (par exemple de biocompatibilité ou la fixation des cellules sur des surfaces) »* (Rafols, 2007).

Dans son étude sur des projets interdisciplinaires travaillant à la conception de laboratoires sur puce, Ismael Rafols (Rafols, 2007) montre que l'intégration de connaissances est très « asymétrique » selon les projets interdisciplinaires, et que la collaboration étroite (*deep collaboration*), pratique présentée au niveau de la politique de recherche comme étant de l'interdisciplinarité, se révèle en fait une pratique de collaboration peu fréquente. Il propose une distinction entre le *« niveau standard de savoir-faire »*, lorsqu'il s'agit d'articuler d'autres disciplines, et l'*« expertise »*, que l'on retrouve au sein de la discipline d'appartenance.

> *« Généralement, un projet va mobiliser des matériaux et des techniques de diverses disciplines à un niveau standard de savoir-faire, mais concentrer ses efforts de recherche sur l'expertise unique du laboratoire d'accueil »* (Rafols, 2007).

L'étude de I. Rafols montre qu'il existe différentes stratégies de l'interdisciplinarité : la collaboration de service, le recrutement marginal de chercheurs ayant une expertise complémentaire à celle qui domine dans le laboratoire ou l'équipe qui mène le projet et enfin l'apprentissage en interne.

« Les pratiques interdisciplinaires se réduisent alors en combinant de la sous-traitance de service (une discipline fournit des données, des produits ou des techniques à une autre discipline qui lui en a passé la commande), le recrutement marginal d'un ou de quelques représentants d'autres disciplines mobilisées et surtout l'apprentissage au sein du laboratoire disciplinaire de ce qui est nécessaire de comprendre des autres disciplines » (Rafols, 2007).

Ainsi, si la fabrication de laboratoires sur puce nécessite le recours à des connaissances et savoir-faire de plusieurs disciplines (microélectronique, fabrication de micro puces, chimie analytique, microscopie, biologie cellulaire, biochimie, microfluidique, physique des surfaces et des membranes, ingénierie tissulaire) […] *« on ne peut pas forcément en déduire que les chercheurs soient engagés dans une coproduction de connaissances »* (Vinck et Robles-Belmont, 2012).

Ainsi, la convergence ne va pas de soi et, même au sein d'un laboratoire travaillant dans le domaine des « nanos », les groupes de recherche ont tendance à se spécialiser et se subdiviser (Vinck *et al.*, 2006). Sur le plan des approches théoriques et instrumentales, selon D. Vinck et E. Robles-Belmont, les disciplines semblent même plutôt poursuivre leur dynamique de différenciation que converger (Vinck et Robles-Belmont, 2012). Les injonctions à l'interdisciplinarité seraient ainsi davantage un moyen de transformer l'organisation des institutions de recherche.

« La forte composante normative d'une grande partie du discours sur l'interdisciplinarité suggère que « c'est, en effet, un discours sur l'innovation dans la production de la connaissance » (Weingart, 2000, p. 30) qui « fournit un moyen de coordination du pilotage des investissements stratégiques dans la recherche de toute une gamme de partenaires (Lowe et Phillipson, 2006, p. 167). En d'autres mots, la rhétorique sur les avantages de l'interdisciplinarité est un outil pratique pour favoriser la réforme des institutions scientifiques, alors que, généralement, l'argument est présenté dans le sens inverse: que la réforme organisationnelle est nécessaire pour soutenir l'interdisciplinarité » (Rafols, 2007).

4.2.2.1 Les « nanos » : des pratiques caractéristiques de la *new disciplinarity*

Comment alors qualifier ces collaborations dans des projets qui deviennent une forme de plus en plus répandue de l'activité de recherche ? Et comment penser les transformations qu'elles entraînent au niveau de l'organisation de la science en discipline et de l'équilibre entre les différents régimes de recherche ?

Dans un article paru en 2012, T. Shinn et A. Marcovitch développent le concept de *borderland*, que l'on peut traduire par « zones frontalières » (Renaud, 2015, p. 155) pour distinguer et à la fois permettre le brassage entre les différentes disciplines et sous-

disciplines. Les « zones frontalières » se situent à la périphérie de chaque discipline, de chaque *régime de production scientifique et technique* (Shinn, 2000), permettant les échanges et les collaborations sans pour autant remettre en cause l'existence et les particularités de chacune d'entre elles. Cette notion de *borderland* introduit de la souplesse et autorise des circulations et collaborations que ne permet pas la notion de *boundary* (« frontière ») pour décrire la fermeture des différents champs disciplinaires.

Dans cette perspective, l'augmentation de projets interdisciplinaires n'aboutit pas forcément à la fin des disciplines, mais plutôt à un *« assouplissement »* (Renaud, 2015, p. 156) des relations entre disciplines et régimes de production des connaissances. Là où les disciplines étaient des territoires fermés, elles sont aujourd'hui davantage tournées vers la collaboration avec d'autres disciplines, mais sans que cela n'efface toutefois les frontières entre elles et en gardant leur spécificité en termes d'organisation, ou bien encore de repères méthodologiques ou cognitifs. Ainsi les auteurs parlent de l'émergence d'une « *New disciplinarity* » au cours de la deuxième moitié du XX^{e} siècle.

> *« Le point crucial à traiter ici est celui de la convergence, la circulation et la communication entre les régimes, et l'émergence d'une forme d'universalité qui s'étend à tous les régimes »* (Marcovich et Shinn, 2012).

Selon les auteurs, c'est dans le régime de la recherche technologique que l'on retrouve cette convergence. En effet, si le régime disciplinaire est fortement défini par son orientation autoréférentielle, le régime de la recherche technologique *« offre une sorte de langage commun à toute la science et une forme d'universalité sous le couvert de l'universalité pratique »*. Ainsi, les auteurs préfèrent parler de *new disciplinarity* plutôt que d'interdisciplinarité : le caractère autoréférentiel du régime disciplinaire est maintenu, mais de nouvelles caractéristiques ont été ajoutées, comme le travail de collaboration par projets, qui ont introduit de l'élasticité à l'intérieur des disciplines.

La première caractéristique de la « *new disciplinarity* » est donc le maintien d'un référent disciplinaire fort, qui reste déterminant dans la « nouvelle » disciplinarité, comme il l'est dans l' « ancienne » disciplinarité. Les auteurs suggèrent que si les chercheurs résident dans le noyau de la discipline, beaucoup d'autres circulent entre la périphérie et le centre de la discipline. *« Cette circulation cognitive et axée sur la technologie constitue une caractéristique saillante de la new disciplinarity »*.

Le « projet » est une autre caractéristique de la *new disciplinarity*. *« Un projet est la cristallisation d'une question de recherche qui ne peut pas être traitée de façon satisfaisante uniquement à partir d'un référent disciplinaire unique »*. Aussi, les auteurs soulignent que le travail par projets n'entraîne

pas l'abandon du référent disciplinaire. Les collaborations dans des projets ne portent pas préjudice à l'intégrité disciplinaire. Les découvertes qui s'y font peuvent même souvent contribuer à renforcer la connaissance centrale d'une discipline. Aussi les projets sont cruciaux aujourd'hui pour l'extension transversale de la connaissance mais aussi pour l'évolution disciplinaire. Les scientifiques restent dans le lieu sûr qu'est leur discipline d'appartenance, et ils s'adressent les uns aux autres à travers les « zones frontalières ». Celles-ci permettent la préservation de *« l'identité cognitive et communautaire-institutionnelle »* et la possibilité de collaborations autour de problèmes particulièrement complexes.

La troisième caractéristique de la *new disciplinarity* est l'existence de deux temporalités. L'engagement dans un projet se fait généralement sur du court terme. A la fin d'un projet, les praticiens reviennent vers le centre de leur discipline dans lequel ils mènent une recherche de long terme. *« C'est ce long terme versus des moments plus courts d'engagement dans des projets qui renforce la stabilité et la continuité de la discipline ».*

Enfin, l'élasticité constitue la dernière caractéristique de la *new disciplinarity*. *« Elle est liée à une réactivité accrue des disciplines à leur environnement plus large. Elle constitue la possibilité pour une discipline de s'auto-transformer, à l'intérieur de certaines limites, dans la mesure où ce changement ne compromet pas les lignes disciplinaires fondatrices en termes d'enquête, de méthodologie, normes d'évaluation, etc. »* (Marcovich et Shinn, 2012).

4.2.2.2 Les freins pratiques au renforcement de l'interdisciplinarité

Nous l'avons déjà souligné, la question de l'interdisciplinarité n'est pas nouvelle, il s'agit d'une préoccupation qui apparaît déjà au moment de la création du CNRS en 1939. Un récent rapport sur « L'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs » rappelle que les premiers programmes interdisciplinaires (PIR) naissent en 1975. Puis, lors des cinquante ans du CNRS en 1989, l'interdisciplinarité est désignée comme l'un des cinq défis pour 2039[106].

Cependant, ce rapport, publié en 2014, ouvre une question nouvelle puisqu'il tente de répondre à la problématique de la prise en compte de la pratique de « l'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs ». Les auteurs rappellent que la question de l'interdisciplinarité, loin d'être nouvelle au CNRS, a pris une tournure spécifique avec le rapport de la Cour des Comptes de 2010 qui posait ainsi la question *« comment la vocation*

[106] Florence Bouyer, Stéphanie Cousin, Béatrice Simpson, Vanessa Tocut, Étude sur l'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs, Rapport de phase 1, Observatoire des métiers et l'emploi scientifique (OMES) du CNRS, 2014, p.5

interdisciplinaire et pluridisciplinaire de l'établissement rappelée en introduction au nouveau contrat d'objectifs trouve-t-elle à se concrétiser s'agissant de la gestion des personnels et des carrières ? »[107]. Les auteurs du rapport relèvent deux écueils pour les personnels chercheurs, d'abord l'isolement disciplinaire et la technicisation, ensuite le risque de se trouver en situation d'expert au sein d'équipes pluridisciplinaires[108]. Ils soulignent l'importance de prendre en compte la temporalité pour réduire les risques pour les chercheurs[109].

Ce rapport témoigne de la volonté de la part du CNRS d'améliorer la prise en compte de l'interdisciplinarité dans la carrière des chercheurs. A cet égard, le CNRS a déjà créé de nouveaux « dispositifs » (Vinck, 2000) comme par exemple les Commissions interdisciplinaires (CID) thématiques du Comité national, en 2003, la Mission pour l'interdisciplinarité (MI), en 2011, qui a pour objectif : *« la promotion, l'animation et la coordination des recherches interdisciplinaires»*, ou encore l'affichage par les instituts de *« 20% de postes chercheurs dédiés à l'interdisciplinarité »*[110]. Mais, dans le même temps, il met en lumière qu'il existe aujourd'hui de nombreux obstacles à l'interdisciplinarité qui agissent comme autant de freins à la mise en application des nouvelles injonctions de la politique de recherche. Nous proposons de mettre au jour ces obstacles pratiques dans la suite de notre travail.

4.3 Posture méthodologique et approche du terrain

Le choix théorique que nous faisons entraîne une posture méthodologique particulière. Ainsi, nous ne parlerons pas d' « acteurs », dans le sens que nous ne nous intéresserons pas ici aux *motivations de l'action*. Nous ne nous intéresserons donc pas, en particulier, aux biographies des enquêtés. En nous intéressant au *système* tel que défini par J. Habermas, et à son opposition au *monde vécu* (Habermas, 1987), nous faisons donc abstraction de l'intention et de la volonté des acteurs pour ne prendre en compte que les conséquences de l'action. Dans la perspective de l'opposition entre système et monde vécu, nous nous attacherons à distinguer si les processus que nous observons sont la conséquence de stratégies orientées vers le succès ou, au contraire, participent de la poursuite d'un consensus autour de valeurs partageables.

---

[107] *Ibid.*, p.6
[108] *Ibid.* p.15.
[109] *Ibid.* p.17
[110] *Ibid.*, p.6

Nous avons mené 60 entretiens[111] avec *1)* des chercheurs du champ des « nanos » afin de saisir au mieux leurs pratiques quotidiennes ; *2)* des « décideurs » de la recherche ou parties prenantes du système politique ; nous regroupons sous ce terme à la fois des représentants du système politique (élus, chargés de missions, fonctionnaires de la Région Midi-Pyrénées, de Toulouse-Métropole et de la Préfecture de Midi-Pyrénées) et des chercheurs occupant des postes de direction ou de gestion dans les organismes de recherche (CNRS, Inserm) ou les universités ; *3)* des représentants du secteur industriel (PME et *start-up*s, mais aussi organismes de soutien à l'innovation).

Les entretiens ont tous été enregistrés et intégralement retranscrits (de 45 minutes à 1h45). Ils ont pratiquement tous été menés dans l'environnement professionnel des enquêtés, dans leur bureau la plupart du temps, ou bien dans des salles de réunion sur leur lieu de travail. Seulement trois ont été menés par téléphones.

Nous avons également pu visiter plusieurs laboratoires et salles d'instrumentation, et nous avons assisté à quelques expériences de laboratoire. Ces observations et explications sur les instruments utilisés pour la recherche en « nanos » se sont révélés des moments nécessaires et extrêmement instructifs. En effet, s'approprier un tel domaine scientifique ne peut se faire sans une approche concrète et directe des objets en question. Ainsi, voir des chercheurs utiliser des microscopes, lire les résultats sur un écran d'ordinateur, ou encore fabriquer des objets micrométriques par lithographie 3D en salle blanche sont quelques-uns des moments qui nous ont permis de saisir la réalité de leur travail, mais surtout d'appréhender ces nano-objets sur lesquels ils travaillent.

Enfin, nous souhaitons ici mettre en avant une particularité de notre terrain, qui est celui de la « sphère de la recherche », et dans laquelle il peut être difficile de différencier clairement entre *système* et *monde vécu*. En effet, comme nous l'avons expliqué, la sphère de la recherche présente la particularité de ne pouvoir être définie strictement ni comme partie intégrante du système, ni toutefois comme appartenant au monde vécu. Ce sont des pairs qui évaluent les chercheurs, et ceux-ci sont présents à tous les niveaux de décision concernant la politique de recherche. En effet, les chercheurs sont présents dès le niveau de la définition des programmes de recherche et de l'évaluation des projets qu'il convient, ou non, de financer, jusqu'à l'évaluation des résultats de la recherche (comités de lecture des revues scientifiques), tout comme de l'évaluation des carrières (comités de recrutement des chercheurs et enseignants-chercheurs, puis comité d'évaluation de l'avancement des carrières).

[111] Cf. liste des enquêtés en annexe n°3, p. V.

Ainsi, parmi nos enquêtés, certains sont à la fois dans la catégorie des chercheurs et dans la catégorie des décideurs, parce qu'ils sont, ou ont été, à un moment donné, conseiller ou chargé de mission auprès d'un Ministère ou de la Région, ou bien encore parce qu'ils sont responsables au niveau régional du CNRS, ou bien Vice-Président dans une université et à ce titre, chargés de relayer la politique de leur établissement, et, plus largement, de l'État.

Il ne s'agit donc pas de nous arrêter à l'étiquette « chercheur », laquelle peut être ambiguë dans la perspective de notre cadre théorique. Il s'agit de prendre la parole des chercheurs enquêtés en rapport avec leur fonction au moment de l'entretien.

Le choix des enquêtés a été motivé par un souci de cohérence avec le cadre théorique. En effet, nous avons cherché à différencier d'un côté les exigences stratégiques de la politique de recherche et de l'autre les pratiques concrètes de la recherche. Les entretiens menés n'avaient ainsi pas vocation à retracer des biographies d'acteurs ni le point de vue des enquêtés sur les évolutions de la recherche, ils visaient à mettre au jour d'un côté des pratiques de recherche et leurs évolutions, et de l'autre des injonctions politiques motivées par des intérêts stratégiques, afin d'éclairer les rapports des chercheurs à la politique de recherche. Ainsi, les entretiens ont été complétés par la lecture de textes et rapports officiels permettant d'appréhender la politique des « nanos ».

Afin de saisir les tensions qui peuvent s'exprimer entre injonctions politiques et pratiques de l'activité de recherche, nous avons choisi de focaliser notre travail de terrain sur un institut créé en 2009 à Toulouse, l'Institut des technologies avancées en Sciences du vivant (Itav). L'Itav a attiré notre attention parce qu'il a été porté et soutenu par le système politique en tant que vecteur d'une nouvelle organisation de la recherche, censée favoriser le développement technologique et l'innovation. En ce sens, il a constitué une opportunité de saisir les tensions entre des exigences politiques et la pratique quotidienne de la recherche, elle-même porteuse d'enjeux et de valeurs. L'Itav présentait un intérêt d'autant plus grand qu'il s'agissait d'une structure neuve en cours de construction, qui a connu de fortes transformations et réorientations durant notre travail de thèse.

Il existe des limites à appréhender une institution en train de se construire, en particulier la difficulté à arrêter à un moment donné le suivi de l'évolution de l'Itav pour répondre aux contraintes temporelles du travail de thèse. Cette interruption nécessaire du travail de terrain s'accompagne d'une incertitude sur les évolutions futures de la structure étudiée et nous amène à présenter une analyse nécessairement partielle qui demande à être prolongée.

CONCLUSION DU CHAPITRE 4

À l'intérieur du mouvement général de nouvelles injonctions qui tendent à être imposées par la politique de recherche aux chercheurs, nous avons avancé l'idée dans ce chapitre que la thématique spécifique des « nanos » représentae une opportunité particulière de mettre en lumière les évolutions de la politique scientifique.

Ce travail s'inscrit dans la continuité des travaux qui soutiennent que l'une des principales nouveautés des « nanos » se situe au niveau de la recomposition de l'organisation de la science qu'elles mettent en place (Schummer, 2008 ; Bensaude-Vincent, 2009 ; Hubert, Chateauraynaud, Fourniau, 2012).

La deuxième caractéristique est que la politique des « nanos », qui se traduit à travers les programmes de recherche, est traversée par des critères de pertinence industrielle, les « nanos » étant portées comme moteur de l'innovation. Les collaborations entre la recherche académique et le secteur industriel apparaissent depuis le milieu des années 2000 de plus en plus comme une condition pour les financements « nanos ». Toutefois le domaine des « nanos » n'est pas un bloc homogène. **À l'intérieur de ce domaine, ce sont les Sciences de l'ingénieur qui apparaissent comme le vecteur de ces transformations et nouvelles exigences.**

L'intérêt pour les « nanos » apparaît en France dès le début des années 1990. L'effort financier massif qui sera consenti dans les années 2000 suite à la NNI nord-américaine s'appuie sur les avancées scientifiques, instrumentales en particulier, réalisées depuis les années 1990. Le CNRS a joué un rôle d'accompagnement dans le développement des « nanos » en finançant dès 1990 un programme destiné à l'amélioration des outils, de microscopie notamment (Ultimatech, 1990), et qui participe à l'amélioration du STM et de l'AFM. Puis, dans les années 2000, les programmes « nanos » passent du CNRS au Ministère de la recherche, et, finalement, à l'ANR. Le programme PNano, lancé dès la création de l'ANR en 2005, est destiné à financer la recherche partenariale (publique-privée), et oriente la recherche vers le transfert.

Ainsi, les « nanos » ne sont pas uniquement un nouveau domaine de l'activité scientifique. Il est aussi construit autour d'intérêts stratégiques qui s'expriment à travers les programmes de recherche.

Les « nanos » sont au cœur de la convergence. Présentées au niveau politique comme étant par essence interdisciplinaires, elles seraient porteuses d'une recomposition du

découpage du savoir en disciplines autonomes. **Toutefois, si le domaine des « nanos » est occupé par des physiciens, chimistes, SI, biologistes, *etc.*, il ne serait pas plus interdisciplinaire que les champs « traditionnels ».**

Les « nanos » seraient ainsi davantage caractéristiques de la *new disciplinarity* (Marcovitch et Shinn, 2012) que de l'interdisciplinarité. La *new disciplinarity* est caractérisée par l'organisation de la recherche en projets, la recherche autour de problématiques technologiques et une temporalité courte qui s'inscrit en complément de la temporalité longue de la recherche disciplinaire.

Le domaine des « nanos » est marqué par des *« dynamiques de coopération »* (Jouvenet, 2012), caractérisées aussi bien par le mélange des disciplines que par le mélange des logiques académiques et industrielles. Toutefois, des travaux ont montré qu'au sein de ce domaine interdisciplinaire, chaque équipe continue à travailler sur les « nanos » d'un point de vue disciplinaire. Face à la convergence qui accompagne la politique des « nanos », D. Vinck et E. Robles-Belmont se demandent si l'on assiste à l'émergence de nouvelles pratiques dans la façon de travailler des chercheurs (Vinck et Robles-Belmont, 2012). Or, selon ces auteurs, il n'y a pas de convergence avec les « nanos ». Ni l'échelle « nano », ni le partage d'instruments ne crée nécessairement de la convergence. De même, la convergence au niveau des cadres théoriques est loin d'être évidente. Physiciens, chimistes et ingénieurs travaillent sur des objets de taille « nano » sans en avoir la même conception.

L'étude scientométrique réalisé par J. Schummer sur une série de revues spécialisées sur les « nanos » montre que le nombre de co-signatures entre différentes disciplines n'y est pas beaucoup plus élevé que dans les revues disciplinaires (Schummer, 2004b).

I. Rafols et M. Meyer ont montré que sur la thématique du moteur moléculaire, il y a bien collaborations, mais les affiliations disciplinaires ne sont pas dépassées. L'interdisciplinarité passe davantage par les citations, les références et les instruments, ce qu'ils appellent les *« aspects cognitifs de la recherche »*. Les chercheurs travaillent au sein d'une seule et même discipline et les liens avec les autres disciplines restent faibles (Rafols et Meyer, 2007).

D. Vinck et E. Robles-Belmont ont montré qu'il en allait de même pour la thématique des MEMS et NEMS. La conception de ces dispositifs repose sur l'articulation de plusieurs disciplines et sous-disciplines, pour autant, rien ne permet de parler de rapprochement des disciplines, ni de convergence de vue et d'objectif (Vinck et Robles-Belmont, 2012).

En revanche, les laboratoires sur puce, types de MEMS conçus pour réaliser des analyses chimiques, biologiques ou génétiques, présentent une particularité. La conception et le développement des laboratoires sur puce constitueraient un domaine nouveau qui ne préexiste au sein d'aucune des disciplines. C'est donc bien un phénomène de convergence

de plusieurs disciplines qui le ferait exister. I. Rafols a montré que l'intégration de connaissances est *« asymétrique »*, et que l'interdisciplinarité y est peu fréquente. Il fait une distinction entre l' *« expertise »*, que l'on retrouve au sein de la discipline d'appartenance, et le *« niveau standard de savoir-faire »* mobilisé lorsqu'il s'agit d'articuler d'autres disciplines. Il existe, selon l'auteur, différentes stratégies de l'interdisciplinarité qui vont de la sous-traitance, au recrutement et jusqu'à l'apprentissage (Rafols, 2007).

Ainsi, la convergence ne va pas de soi. L'affichage politique de l'interdisciplinarité serait davantage un moyen de transformer l'organisation des institutions de la recherche (Rafols, 2007).

Cependant, nous verrons à travers notre étude de terrain que des obstacles à l'interdisciplinarité se maintiennent au sein même des institutions scientifiques, qui se situent en particulier au niveau du recrutement et de l'évaluation professionnelle des chercheurs.

CONCLUSION DE LA PARTIE 1

Dans cette première partie, nous avons d'abord cherché à délimiter le domaine des « nanos » tel que nous l'appréhendons dans ce travail (chapitre 1). Nous avons montré qu'il s'agit d'un domaine scientifique dont les contours et délimitations restent objet de controverses, une contextualisation des différentes approches des « nanos », à la fois scientifique et politique, apparaissait donc nécessaire.

Depuis la mise en place de la NNI aux États-Unis, politique reprise en Europe et en France, les « nanos » sont un levier sur lequel s'appuie le système politique pour transformer l'organisation de la recherche, dans l'objectif d'orienter la recherche vers la poursuite de résultats transférables au secteur industriel. Dans l' *« économie de la connaissance »*, la recherche est portée comme le moteur de l'innovation.

Nous avons ensuite retracé les transformations des politiques de recherche depuis les années 1970, et leur accélération dans les années 2000 (chapitre 3). Nous avons insisté sur les deux principales caractéristiques de ces transformations, qui sont :

1) le passage d'un financement récurrent de la recherche publique de la part de l'État à un financement qui se fait désormais majoritairement par projets. Cette évolution s'accompagne d'une injonction aux collaborations entre la recherche publique et le secteur industriel.

2) les injonctions accrues à l'interdisciplinarité dans le but de favoriser l'innovation, et une pratique en hausse des collaborations interdisciplinaires du fait du mode de travail par projets de plus en plus fréquent.

Ces transformations remettent en cause un mode d'organisation « traditionnel » de l'activité de recherche et des rapports des chercheurs au système politico-économique. Ce mode est caractérisé par des financements récurrents, une séparation -plus ou moins nette et contestée- entre recherche fondamentale et appliquée, ainsi que par l'organisation disciplinaire de la recherche scientifique.

Nous avons également fait état d'études existantes sur les effets de ces transformations des exigences de la politique de recherche sur la pratique des chercheurs. En particulier, elles entraînent une perte, ou une reconfiguration, de l'autonomie professionnelle des chercheurs, en tendance revendiquée comme constitutive de l'activité de recherche. En outre, les injonctions à orienter l'activité de recherche de façon à mieux répondre à des

objectifs de développement économique amène à une remise en cause de l'autonomie de l'activité de recherche en tant que production désintéressée de connaissances.

Enfin, nous avons avancé que les « nanos », bien que portées au niveau politique comme un domaine favorisant l'interdisciplinarité, ne sont pas un domaine plus interdisciplinaire que d'autres champs scientifique « traditionnels » (chapitre 4). Des travaux ont montré qu'au sein du domaine des « nanos », chaque équipe continue à travailler d'un point de vue disciplinaire. Selon D. Vinck et E. Robles-Belmont, il n'y a pas de convergence avec les « nanos », et ni l'échelle « nano », ni le partage d'instruments ne crée nécessairement de la convergence. Ainsi, les physiciens, les chimistes, les ingénieurs, *etc.*, continueraient de travailler sur des objets « nano » sans en avoir la même conception et selon des logiques disciplinaires (Vinck et Robles-Belmont, 2012).

J. Schummer a montré, à travers une étude scientométrique sur une série de revues spécialisées sur les « nanos » que le nombre de co-signatures entre différentes disciplines n'y est pas beaucoup plus élevé que dans les revues disciplinaires (Schummer, 2004b). S'il y a des collaborations, les affiliations disciplinaires ne sont pas dépassées. Les chercheurs travaillent au sein d'une seule et même discipline et les liens avec les autres disciplines restent faibles (Rafols et Meyer, 2007).

Seuls les laboratoires sur puce, des dispositifs technologiques conçus pour réaliser des analyses chimiques, biologiques ou génétiques, constitueraient un domaine nouveau qui ne préexiste au sein d'aucune des disciplines. C'est donc bien un phénomène de convergence de plusieurs disciplines qui le ferait exister (Rafols, 2007).

Ainsi, dans le domaine des « nanos », la convergence ne va pas de soi. L'affichage politique de l'interdisciplinarité serait davantage un moyen de transformer l'organisation des institutions de la recherche (Rafols, 2007).

Nous avons choisi d'étudier ici les « nanos » en tant que révélateur des tensions qui apparaissent entre les chercheurs et les exigences que la politique de recherche fait peser sur leur travail. Pour répondre à notre problématique, le cadre théorique de Jürgen Habermas nous est apparu comme pertinent, car il permet d'opérer une distinction entre la pratique de l'activité de recherche, orientée par des normes et des valeurs, mais aussi traversée d'enjeux stratégiques, de carrière notamment, et les intérêts politiques et économiques qui s'expriment à travers la politique de recherche (chapitre 2).

Notre question est alors de saisir l'articulation entre la politique scientifique et l'activité de recherche. Les chercheurs opposent couramment l'autonomie de l'activité de recherche

à la tentative de la politique de recherche de leur imposer des contraintes de résultats en termes de développement économique. Quels sont les motifs de la résistance des chercheurs ? **Est-elle fondée sur la défense d'intérêts stratégiques (carrière), ou prend-elle appui sur un accord normatif autour de valeurs ?**

Nous avons choisi de focaliser notre travail de terrain sur le thème particulier des *nanobiotechnologies*. Celles-ci naissent du rapprochement des techniques de fabrication des Sciences de l'ingénieur et des problématiques biologiques de compréhension du vivant et, d'un point de vue plus pragmatique, seraient en mesure d'apporter des solutions en termes de diagnostic et de thérapeutique pour la médecine. En particulier, dans le domaine des « nanobio », les laboratoires sur puce seraient des dispositifs représentatifs du concept de la *convergence*. En ce sens, ce domaine a constitué un levier pour la construction de l'Itav à Toulouse, censé proposer une nouvelle organisation de la recherche, orientée vers le transfert de technologie à l'industrie. Les « nanobio » présentent deux caractéristiques principales qui en font un terrain d'étude pertinent dans le cadre de notre problématique : *1)* elles sont un domaine interdisciplinaire dans lequel la collaboration entre biologistes, chimistes, physiciens, SI, bioinformaticiens, *etc.* est indispensable ; *2)* elles présentent une forte dimension appliquée. L'effort de la politique scientifique est aujourd'hui important sur les recherches à l'interface entre les technologies et les Sciences du vivant, du fait des nombreuses innovations espérées dans le cadre de la détection et de la thérapeutique de certaines maladies, comme le cancer par exemple.

Nous proposons dans la partie suivante une analyse des transformations portées par le système politique afin de faciliter le rapprochement des activités de recherche et des enjeux économiques et industriels. Notre analyse portera sur un exemple concret, celui de la constitution de l'Itav. **Face à une dynamique impulsée par le système et contestée par les chercheurs, nous nous intéresserons à la façon dont la sphère de la recherche, qui revendique son autonomie par rapport aux intérêts politiques et économiques, peut résister à ces transformations. Ce sont à la fois les motifs et les formes de cette résistance que nous chercherons à éclairer.**

Les études sociologiques que nous avons mentionnées dans cette première partie se sont beaucoup intéressées à la figure du chercheur en tant que « professionnel ». Nous proposons ici une autre analyse, de par son ancrage dans les Sciences de la communication. Ce n'est pas le chercheur en tant qu'acteur, individuel et stratégique, qui sera l'objet de notre intérêt ici. **Au contraire, nous serons plutôt attentive aux positions communes**

susceptibles de s'ériger en contre-poids aux injonctions du système politique et économique.

PARTIE 2.

DÉVELOPPER LES NANOBIOTECHNOLOGIES : UN ENJEU POLITIQUE PORTÉ PAR LES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR. L'EXEMPLE DE L'ITAV À TOULOUSE.

Nous avons consacré notre travail de terrain à un institut créé en 2009 à Toulouse, l'*Institut des technologies avancées en Sciences du vivant* (Itav). Il a attiré notre attention parce qu'impulsé « par le bas », c'est-à-dire par des chercheurs. Il a aussi été soutenu et porté au niveau politique en tant que vecteur d'une nouvelle organisation de la recherche, censée favoriser le développement technologique et l'innovation. En effet, **le cas de l'Itav est intéressant dans le cadre de notre questionnement parce qu'il a été créé pour répondre aux caractéristiques des nouvelles exigences de la recherche : le travail par projets, l'interdisciplinarité et l'innovation.**

Nous allons nous intéresser, dans ce chapitre, à la création et à l'évolution de cet institut qui s'est révélé comme enjeu d'une politique de site. Le suivi de l'évolution du projet de l'Itav révèle les décalages entre une volonté de faciliter la pratique quotidienne de l'interdisciplinarité, ainsi que les relations entre recherche publique et secteur privé, et une vision administrative et politique de la construction d'un site.

Dans le même temps, l'étude de la construction de l'Itav permet de faire ressortir les visions divergentes de l'interdisciplinarité entre institutions : d'un côté, les collectivités locales et, de l'autre, les institutions de la recherche (CNRS et université). **À l'intérieur d'un organisme de recherche comme le CNRS, des visions différentes de l'interdisciplinarité coexistent.**

En France, les lois de décentralisation des années 1980, puis 2000, ont fait de l'échelon régional un niveau pertinent en ce qui concerne les préoccupations de développement économique. Par ailleurs, la politique régionale développée par l'Union Européenne a eu des effets certains sur la montée de la prise en compte par les régions de cette question. Avec l'impulsion de la Stratégie de Lisbonne et la construction de l'Espace européen de la recherche, *« la politique régionale est désormais largement mise au service de la politique d'innovation »* (Héraud, 2003).

Selon Jean-Alain Héraud, la construction européenne a fortement contribué à renforcer le rôle de l'échelon régional dans la construction et la mise en œuvre des politiques (Héraud, 2009). La situation de la France présente des particularités au sein de l'espace européen du fait de son modèle de décentralisation inachevé. Ainsi, l'un des traits essentiels qui nous intéresse ici est que *« la répartition fonctionnelle entre les nombreuses collectivités territoriales est loin d'être claire »* (Héraud, 2009).

Les politiques de recherche et d'innovation sont particulièrement éclairantes à ce sujet. En effet, ce domaine ne figure pas dans les compétences officiellement attribuées aux collectivités territoriales. Les régions qui souhaitent soutenir la recherche ou le transfert de

technologie le font en tant que responsables du développement économique régional. Avec les discours européens sur « l'économie de la connaissance », la recherche peut aisément être ainsi érigée en fondement essentiel du développement économique.

Si le niveau régional est le premier échelon local concerné à travers l'octroi de bourses de thèse et les aides aux entreprises de son territoire, qui sont de son ressort, le niveau local se révèle aussi, dans certains endroits, très impliqué. Cela se retrouve surtout dans les grandes villes, puisque la recherche est liée à l'enseignement supérieur, mais aussi aux hôpitaux par exemple, des domaines qui touchent au développement et à l'aménagement du territoire (Héraud, 2009).

Les pôles de compétivité[112], lancés en 2004, constituent une version française du modèle anglo-saxon des *clusters*, qui repose sur la vision d'écosystèmes localisés de croissance, impliquant des représentants des secteurs public et privé et soutenus aussi bien aux niveaux national que régional (Héraud, 2009). La procédure d'appel d'offre des pôles de compétitivité a donné lieu à *« une dynamique d'auto-organisation des territoires »* (Héraud, 2009).

Le secteur des activités de recherche apparaissant de plus en plus comme primordial pour le développement local, leur localisation devient un enjeu pour les collectivités territoriales. Ainsi, *« la recherche devient l'enjeu d'une rivalité entre les niveaux territoriaux »* (Pailliart, 2005, p.148).

Aussi, l'étude du cas particulier de l'Itav que nous proposons ici peut servir de fondement à une analyse plus large. En effet, il s'agit de replacer ce cas particulier dans une perspective plus globale pour nous permettre d'interroger les évolutions *« des cadres institutionnels de la science »* (Vinck, 2007, p.34), ainsi que la nature de ces transformations : à côté des changements de perception et de conception du pilotage de la science, peut-on parler aussi d'un changement *« des pratiques de recherche, des orientations et des contenus ? »* (*Ibid.*).

[112] Les pôles de compétitivité « visent à favoriser la collaboration sur un espace géographique donné, avec pour objectif d'accélérer la dynamique d'innovation et de renforcer la compétitivité technologique des entreprises » (Vinck, 2010).

CHAPITRE 5. LA POLITIQUE LOCALE DES « NANOS »: DU TRIANGLE BIO-NANO-INFO À NANO-INNOV

Nous allons retracer dans ce chapitre le contexte qui préexistait à la création de l'Itav[113] afin de montrer que cet institut représente un élément d'une stratégie politique régionale. Cette stratégie vise à positionner la Région Midi-Pyrénées en tête des régions françaises en termes de recherche et d'innovation et à donner à la Région une visibilité au niveau européen. L'enjeu est également de créer des emplois et de favoriser la croissance à l'échelle régionale.

Le lancement de la NNI américaine en 2001 – suivie de près par les pays européens – et de son programme de convergence qui met en avant le rapprochement des « nanos » et de la biologie, va marquer la politique de diversification du territoire de Midi-Pyrénées. Il s'agit dès lors de créer les conditions favorables au rapprochement des « nanos » et des Sciences du vivant, secteur privilégié des futures innovations dans le domaine de la santé.

Ainsi, la montée du thème des biotechnologies au niveau mondial dans les années 1990, puis celle des « nanos » au début des années 2000 (NNI), ont conduit la Région à mettre ces thématiques au premier plan.

Précisons toutefois que si nous allons, dans ce travail, nous focaliser sur la montée du thème des biotechnologies, puis des « nanos », en Midi-Pyrénées, la principale activité de la Région est l'aéronautique. Lorsque l'on parle des « nanos » à Toulouse, leur premier emploi concerne des applications pour l'aéronautique et les systèmes embarqués, à travers les matériaux, les capteurs, les peintures, etc. Les applications santé des « nanos » constituent une part marginale des activités de recherche de la région toulousaine, ou plus généralement en Midi-Pyrénées. Elles s'inscrivent dans une stratégie de diversification de l'industrie régionale en positionnant le territoire sur la recherche autour du cancer.

Plusieurs opérations ont contribué à positionner Toulouse en tant que territoire compétent dans le domaine des « nanos », hautement concurrentiel.

[113] Nous proposons un schéma en annexe n°4, p. IX rappelant les principaux repères chronologiques pour la constitution de l'Itav.

La première de ces opérations est le financement de la plateforme technologique du Laas[114] dans le cadre du programme RTB (réseau technologique de base), qui apporte des financements récurrents à partir de 2003.

La deuxième est la participation de la Région aux programmes européens ERA-NET dédiés aux « nanos » à partir de 2006[115].

La troisième est l'obtention d'un Labex dédié en partie aux « nanos » (NEXT-Nano, mesures extrêmes, théorie) en 2010.

Parallèlement à la volonté de la Région de se positionner dans la compétition européenne sur les « nanos », la politique locale vise à diversifier son industrie, jugée trop dépendante de l'aéronautique. La création d'une génopôle (Génotoul), dans le cadre du programme national d'investissement pour le développement des infrastructures nécessaires aux études du génome, soulève l'espoir d'un développement économique diversifié pour le territoire.

Les réflexions engagées par un groupe de chercheurs à la fin des années 1990 afin de faire de Toulouse la « Cité des biotechnologies », élargie ensuite au « Triangle Bio-Nano-Info », vont servir de base aux futurs projets marquants du territoire. L'explosion de l'usine AZF en 2001 ouvre la construction d'un nouveau projet d'aménagement du site sinistré. Il donnera naissance au campus de l'Oncopôle, qui constitue le projet majeur de diversification du territoire, impulsé par le Maire de Toulouse de l'époque (2004) Philippe Douste-Blazy. À la faveur de la reconstruction du site se concrétise également le projet de l'Itav. Par ailleurs, nous verrons que la création de la Fondation InNaBioSanté (*Info-Nano-Bio-Santé*) suite à l'explosion d'AZF éclaire sur les priorités du Maire de Toulouse quant au développement de son territoire.

En 2009, Toulouse est reconnue en tant que Centre d'intégration en « nanos », aux côtés de Grenoble et de Paris-Saclay. Cette reconnaissance vient récompenser le territoire qui a investi dans cette thématique depuis le début des années 2000. Nous allons retracer maintenant dans le détail ces différentes opérations.

---

[114] Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes, www.laas.fr .

[115] « Micro & Nanotechnologies. Midi-Pyrénées au cœur de la stratégie européenne de la recherche et de l'innovation », www.midipyrenees.fr .

5.1 Le plan Nano-Innov et la reconnaissance de Toulouse comme pôle d'intégration

Toulouse est désignée en 2009 Centre d'intégration en « nanos » lors du Plan Nano-Innov. Celui-ci émane des propositions faites par Alain Costes[116], Dominique Vernay[117] et Jean Therme[118], qui s'étaient vus confier en 2007 par le président de la République une mission visant à définir un schéma global de développement des « nanos » en France.

> *« Les nanotechnologies, comprises dans une vision large connue sous le nom de "convergence des technologies", constituent un nouveau domaine d'exploration qui présente d'immenses potentialités tant en termes de marché, de création de valeur que d'emplois. Elles sont en mesure de renouveler en profondeur le paysage industriel mondial. […] Les enjeux sont considérables pour la France et sa compétitivité. […] Ce domaine [est] capable d'induire une puissante dynamique d'innovation technologique et industrielle porteuse de croissance économique »*[119].

Il s'agit, à travers ce plan, de répondre à la course que se livrent au niveau mondial les différents pays pour le développement des nanotechnologies[120]. Les « nanos » *« s'imposent aujourd'hui parmi les domaine prioritaires de la recherche et de l'nnovation en Europe, aux États-Unis et en Asie »*[121].

Loin d'être un point de départ, cette reconnaissance au niveau national du rôle de Toulouse dans le développement des nanotechnologies en France est bien plus le résultat d'un investissement politique et d'un engagement des chercheurs dans ce domaine depuis les années 2000. Ainsi, c'est une succession d'opérations durant la décennie 2000, que nous allons retracer ici, qui positionne Toulouse en tant que territoire compétent sur les « nanos ».

Le programme Nano-Innov ne vise pas le développement de la recherche fondamentale, telle qu'elle peut être menée dans les laboratoires de recherche publique, il s'agit en priorité de favoriser le passage de la recherche publique vers le secteur industriel et donc de favoriser l'innovation. En effet, lors du lancement du plan Nano-Innov, la ministre de l'Enseignement supérieur et de la recherche, Valérie Pécresse, rappelle que la recherche française en « nanos » est à un bon niveau mondial (5,6% des publications mondiales), mais que sa capacité à transformer ces recherches en réussites industrielles reste trop faible (2%

---

116 Toulousain, ancien directeur du Laas-CNRS, directeur de la technologie au Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche de 2000 à 2003, président du Conseil scientifique de la Fondation InNaBioSanté.
117 Directeur scientifique de Thalès.
118 Directeur de la recherche technologique du CEA.
119 Lettre de mission du Président de la République aux auteurs du rapport Nano-Innov, 12 décembre 2007.
120 Lettre de mission du Président de la République en annexe n°5, p. Xi.
121 Journal du CNRS, dossier « Les promesses tenues des nanos », n°237, octobre 2009, pp.18-27.

des brevets mondiaux)[122]. Aussi le plan Nano-Innov doit contribuer de manière significative à l'effort de relance *« au regard de l'opportunité exceptionnelle que les nanotechnologies représentent pour l'industrie française »*[123]. Les promesses sont immenses et le marché des « nanos » devraient représenter 1700 milliards d'euros en 2014 et 15% de la production manufacturière mondiale[124].

> *« [La France a] des difficultés à transformer les résultats de [sa] recherche scientifique en innovations techniques porteuses de croissance économique, via le dépôt de brevets. Or, sans réaction d'envergure, […], nous serons progressivement distancés du peloton des nations qui ambitionnent de jouer un rôle de premier plan, au niveau mondial, dans l'exploitation économique des nanotechnologies »*[125].

Le programme Nano-Innov illustre le pari politique qui consiste à faire des « nanos » un levier de l'innovation.

> *« On a choisi le mot de Nano-Innov pour bien montrer que l'objectif que nous avions c'était véritablement de faire passer les activités de recherche fondamentale dans le secteur industriel, dans le secteur économique, d'où ce nom de nano-Innov : Innovation »*[126].

L'objectif de Nano-Innov est de financer des plateformes technologiques sur des thématiques ciblées, qui soient à la disposition à la fois des laboratoires de recherche et des industriels.

Il ne s'agissait donc pas, avec Nano-Innov, de financer des projets de recherche tels que ceux que finance l'ANR par exemple, mais de favoriser le passage des nanotechnologies *« dans le secteur économique, dans la création d'emplois et dans la création de richesses »*[127]. L'objectif étant de *« sensibiliser un certain nombre d'équipes académiques de très haut niveau aux aspects applicatifs de leurs travaux »*[128].

Ainsi le rapport final de Nano-Innov met en avant trois sites pour le développement de ces plateformes technologiques qui sont Grenoble, Paris-Saclay et Toulouse. Les trois sites doivent se positionner en complémentarité et en aucun cas en tant que concurrents. Les trois domaines à développer sont les matériaux, l'électronique et la santé

---

[122] Voir en annexes le communiqué de presse du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche annonçant le lancement du plan Nano-Innov. Annexe n°6, p. XIII.
[123] Communiqué de presse du MESR « Nano-Innov, le plan nanotechs », 5 mai 2009, http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid25281/nano-innov-un-plan-en-faveur-des-nanotechnologies.html
[124] Journal du CNRS, octobre 2009, *op.cit.*
[125] Alain Costes, cité dans le journal du CNRS, octobre 2009, *op.cit.*
[126] Entretien avec l'un des pilotes du projet Nano-Innov, 19.03.2013.
[127] *Ibid.*.
[128] Alain Costes, cité dans le journal du CNRS, octobre 2009, *op.cit.*

(bionanotechnologies), considérés comme les trois domaines futurs primordiaux d'applications pour les nanotechnologies. Chacun des trois sites doit développer une partie particulière, l'idée étant la spécialisation et d'éviter les recouvrements[129].

Toulouse est retenue dans Nano-Innov pour son environnement scientifique et technologique, qui couvre l'ensemble des disciplines nécessaires à la réalisation, la caractérisation et la modélisation de nano-objets ; mais aussi pour son environnement économique avec trois grands secteurs susceptibles d'intégrer ces innovations : les transports, la santé et l'agroalimentaire[130] .

Par ailleurs, Toulouse s'est positionnée en répondant de manière active aux injonctions de l'État dans les divers outils qu'il a mis en place depuis le début des années 2000.

Ainsi, le territoire de Midi-Pyrénées accueille :

- Trois pôles de compétitivité (AESE, Cancer-bio-Santé et AgriMip Innovation) ;
- Un PRES Université de Toulouse [131] (devenu aujourd'hui Comue, Communauté d'universités et d'établissements) ;
- Deux RTRA (Sciences et Technologies pour l'Aéronautique et l'Espace, Toulouse School of Economics) ;
- Un RTRS [132] (Réseau Recherche et Innovation Thérapeutique en Cancérologie) ;
- Trois fondations nationales reconnues d'utilité publique (Fondation pour la Recherche pour l'Aéronautique et l'Espace, Fondation InNaBioSanté,

[129] Par exemple, concernant le domaine des nanobiotechnologies, la plateforme « NanoBIOTECH » de Toulouse est ainsi censée se spécialiser sur des enjeux liés à l'oncologie, couplée à l'Oncopôle, tandis que la plateforme « Nanobio » de Grenoble sera tournée vers des enjeux de diagnostic et d'infectiologie, et la plateforme « NanoMED » de Paris vers des enjeux d'imagerie, de neurologie et de médecine régénérative (Rapport Nano-Innov, 2008, p. 120).

[130] Rapport Nano-Innov, 2008, p.153

[131] « Les PRES regroupent tout ou partie des activités et moyens en matière de recherche et d'enseignement de plusieurs établissements sur un territoire donné, afin de conduire ensemble des projets communs ». L'objectif est en particulier « de favoriser les synergies sur le plan de la recherche au sein des sites universitaires » (Vinck, 2010).

[132] Les RTRA, réseaux thématiques de recherches avancées et les RTRS, réseaux thématiques de recherche et de soins ont été créés par la loi de programme pour la recherche de 2006. Ils ont pour objectif « de rassembler, sur un thème donné, une masse critique de chercheurs de très haut niveau, autour d'un noyau dur d'unités de recherche géographiquement proches, afin d'être compétitif avec les meilleurs centres de recherche au niveau mondial ». http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid56330/les-reseaux-thematiques-de-recherche-avancee-et-de-recherche-et-de-soins.html

Fondation pour une culture de sécurité industrielle) ;

- Trois Instituts Carnot[133] (Laas-CNRS, CIRIMAT, ONERA).

Forte d'un potentiel universitaire et académique ainsi que d'un tissu industriel diversifié, *« sa principale faiblesse réside dans la dispersion de son potentiel scientifique limitant sa visibilité et sa capacité à tirer parti de l'interdisciplinarité propre à la convergence technologique »*[134]. Dès lors, les auteurs soulignent les efforts fournis en ce sens, visibles à travers l'émergence des divers pôles, réseaux et fondations cités plus haut, mais mettent en avant le nécessaire effort à fournir en termes d'intensification de la recherche technologique.

Ainsi, un des objectifs du centre d'intégration Nano-Innov est de gagner en visibilité afin d'attirer l'implantation du CEA [135] à Toulouse qui apporterait des plateformes technologiques. Le plan Nano-Innov doit permettre de soutenir suffisamment de projets de recherche technologique afin d'intéresser le CEA.

> *« C'est le chaînon manquant mais indispensable pour relever les défis de la complexité des systèmes comportant des nanoobjets, qui sera bâti avec toutes les équipes toulousaines existantes (académiques et industrielles) et un apport du CEA »*[136].

Dans le cadre du plan de relance de 2009, soixante-dix millions d'euros sont consacrés à Nano-Innov.

- 46 millions pour la construction d'un centre d'intégration sur le site de Saclay, sous la maîtrise d'ouvrage du CEA[137] ;

- 7 millions pour des équipements technologiques dans le cadre du programme de Réseau Technologique de Base, dédié à l'équipement des

---

[133] « Les instituts Carnot sont des structures de recherche publique qui ont pour mission de développer la recherche partenariale au bénéfice de l'innovation des entreprises – de la PME au grand groupe – et des acteurs socioéconomiques ». Ils ont pour objectif d' « accroître l'impact économique des actions de R&D menées par les laboratoires des instituts Carnot en partenariat avec les entreprises en termes de création d'emploi, de chiffre d'affaires national et à l'export, et donc de compétitivité ». http://www.instituts-carnot.eu

[134] Rapport Nano-Innov, 2008, p.155

[135] Commissariat à l'énergie atomique, leader français en recherche technologique et dans les nanotechnologies à travers son pôle Minatec à Grenoble, équipé de 10 000 m² de salles blanches: « MINATEC constitue un campus d'innovation unique en Europe et au meilleur rang international dans le domaine des micro et nanotechnologies », http://www.minatec.org/minatec/minatec-campus-innovation-en-micro-nanotechnologies

[136] Rapport Nano-Innov, 2008, p.155

[137] Le communiqué de presse rappelle que le nouvel administrateur général du CEA s'est vu chargé de renforcer la recherche en nanotechnologies, particulièrement autour des pôles de Grenoble et de Saclay, dans le cadre du nouveau contrat d'objectifs État-CEA.

plateformes ;

- 17 millions pour des appels à projets technologiques dans la programmation 2009 de l'ANR.

Toutefois, le Plan Nano-Innov n'apportera pas les financements à hauteur de ce qui avait été imaginé par les chercheurs impliqués dans la préparation de la candidature toulousaine, au regard de l'effort en temps investi. Les chercheurs toulousains du champ des « nanos » se montrent très déçus des résultats concrets de Nano-Innov pour le territoire. *« Une baudruche qui s'est dégonflée. Ça fait partie de toutes les choses où on fait courir les gens pour rien »*[138]. Le point positif ayant toutefois été de faire se rencontrer des chercheurs issus de laboratoires différents : *« ce qui n'a pas été inutile avec Nano-Innov c'est qu'on s'est réunis avec les collègues, on a discuté »*[139]. Il faudra attendre les investissements d'avenir lors du grand emprunt pour voir ressurgir l'hypothèse d'un financement du centre d'intégration de Toulouse. Finalement, les investissements d'avenir n'apporteront pas de financements dédiés à une plateforme pour les nanotechnologies, comme cela avait été prévu avec Nano-Innov, mais permettront de financer de nouvelles structures, les IRT[140] (Instituts de Recherche Technologique), dont un à Toulouse, l'IRT AESE (Aéronautique, Espace, Systèmes Embarqués)[141].

> *« C'était toujours la même idée, c'était du Nano-Innov bis, puisque je vous rappelle que les IRT c'est des plateformes technologiques, donc pas éloigné de Nano-Innov si vous voulez »*[142].

Pour les promoteurs de Nano-Innov, ce plan est une victoire puisqu'il apporte des financements pour leurs territoires respectifs. À Toulouse, les financements de Nano-Innov iront à la mise en œuvre de l'IRT AESE, mais les chercheurs toulousains impliqués ont été déçus puisque celui-ci n'a pas profité aux « nanos » spécifiquement, ce domaine s'est retrouvé dilué dans le domane lus large de l'aéronautique avec l'IRT AESE. En effet, l'IRT AESE, baptisé plus tard Antoine de St-Exupéry, s'est construit autour du financement de projets de recherche technologique et non plus de plateformes technologiques. Les nanotechnologies ne sont pas au centre des priorités de l'IRT, les trois domaines stratégiques définis sont les *« matériaux multifonctionnels à haute performance »*, l' *« aéronef plus*

---

138 Entretien avec le directeur d'un laboratoire toulousain, 02.05.2012.
139 *Ibid.*
140 Les IRT sont « des instituts thématiques interdisciplinaires rassemblant les compétences de l'industrie et de la recherche publique dans une logique de co-investissement public-privé et de collaboration étroite entre tous les acteurs », qui doivent permettre de « renforcer les écosystèmes constitués par les pôles de compétitivité ». Source : projet de loi de finances rectificative pour 2010.
141 L'IRT AESE est rebaptisé IRT Antoine de Saint-Exupéry en 2014.
142 Entretien avec l'un des pilotes du projet Nano-Innov, 19.03.2013

électrique » et les *« systèmes embarqués »*. Cela ne signifie pas que les « nanos » ne soient pas intégrées dans différents projets, mais l'espoir d'une plateforme technologique dotée d'équipements coûteux spécifiquement dédiée aux « nanos » a clairement disparu, alors que cette idée était au centre de Nano-Innov.

Cela s'explique, selon l'un des pilotes de Nano-Innov, par l'implication des industriels dans l'IRT.

« L'IRT est cofinancé à 50% par les industriels. Les industriels ne considèrent pas aujourd'hui [les « nanos » comme] leur investissement premier »[143].

Une déception partagée du côté de la CAGT.

> *« Grand emprunt, paf ! IRT, c'est la chance de Toulouse ! Tout le monde y va ! Résultat, c'est un conglomérat de plateformes, voulu par les industriels, dont est exclue la recherche toulousaine. Très clairement. Et ce ne sont que des plateformes, et pas un institut de recherche techno pérenne type CEA »*[144]

Les « nanos » ont été, à un moment donné, un levier pour attirer des financements publics sous couvert de créer les conditions nécessaires au rapprochement entre la recherche publique et le secteur industriel. Finalement, le Plan Nano-Innov, puis l'IRT toulousain, n'ont pas permis de créer une plateforme spécifiquement « nano », et l'on peut voir que les différentes initiatives nationales visant à rapprocher les différentes parties prenantes locales de la recherche et de l'innovation se heurtent à des visions et des intérêts parfois divergents.

Mais cette mise en avant du site toulousain au niveau national a abouti à l'installation quelques années plus tard d'une équipe du CEA, qui devrait permettre la construction de 2000 m² de plateformes technologiques. Si les « nanos » ne sont plus prioritaires dans ces nouveaux projets, pour les promoteurs de Nano-innov, et en particulier pour son promoteur toulousain, l'implantation du CEA est une victoire et un premier aboutissement de ce travail de mobilisation et de mise en visibilité du site toulousain.

---

[143] *Ibid.*

[144] Entretien avec un chargé du développement économique à Toulouse Metropole, 22.06.2013.

« Les plus compétents, les vrais pros de la recherche technologique, c'est le CEA. Nous on était toujours l'enfant un peu mal loti de ce système-là [Nano-Innov], d'où l'annonce du Premier Ministre consistant à dire que le CEA créait des antennes dans des régions, et en particulier celle qui était particulièrement visée parce que ça fait 6 ans qu'on y travaille, qui était l'antenne de Toulouse Midi-Pyrénées, et donc ceci a été annoncé, maintenant ceci est fait, et donc le CEA aujourd'hui est à Toulouse »[145].

5.2 Le soutien de la région Midi-Pyrénées aux « nanos »

Au niveau de la Région Midi-Pyrénées, les « nanos » font parties des thèmes qui ont bénéficié d'un soutien dans le cadre du développement scientifique et économique. Nous l'avons déjà dit, la Région soutient les activités de recherche dans le cadre du développement économique du territoire, et, à ce titre finance des projets en lien avec des industries, ou *start-ups*, régionales. Répondant aux mouvements impulsés au niveau national et plus encore européen, la Région Midi-Pyrénées s'est notamment investie dans les ERA-NET (European Research Area Network)[146], en particulier celui consacré aux micro-nanotechnologies (MNT - la Région Midi-Pyrénées est la seule région française investie dans l'ERA-NET MNT). Les ERA-NET ont été créés au niveau européen pour faciliter les coopérations interrégionales et ainsi favoriser les rapprochements entre différents laboratoires travaillant sur les mêmes thèmes de recherche.

La première participation de la Région Midi-Pyrénées au programme ERA-NET MNT date de 2006, programme qui réunit au total 25 partenaires européens. Cet investissement témoigne de la sensibilité particulière pour cette thématique. Les partenaires au niveau des ERA-NET sont les financeurs des programmes, ce sont des agences nationales de recherche, des ministères, etc. Au niveau de Midi-Pyrénées, c'est la Direction des affaires économiques et de la recherche (DAER), rejointe ensuite par la Direction des affaires européennes et de la coopération décentralisée (DAEC). La subvention européenne intervient ici uniquement dans la mise en réseau, les activités de recherche étant financées par les partenaires nationaux. Dans l'ERA-NET MNT, la France est représentée par deux partenaires qui sont

[145] Entretien avec l'un des pilotes de Nano-Innov, 19.03.2013.
[146] « Le mécanisme ERA-NET vise à mettre en réseau les programmes nationaux et régionaux de R&D, afin de permettre aux différents systèmes de financement de la recherche (nationaux ou régionaux) de prendre collectivement en charge des actions qu'ils n'auraient pu mettre en œuvre individuellement ». http://www.france-europe-innovation.fr/era-net.php

la Région Midi-Pyrénées, qui soutenait les laboratoires de recherche publique, et OSEO[147] qui soutenait directement les entreprises partenaires.

Comme l'illustre l'exemple des programmes ERA-NET, la Région est un financeur complémentaire, elle n'initie pas des programmes mais s'inscrit dans le cadre de programmes existants. Ainsi, elle est fortement en prise avec les programmes nationaux et européens.

La Région Midi-Pyrénées a élaboré un schéma régional de l'enseignement supérieur et de la recherche (SRESR), s'inscrivant ainsi dans le contexte européen de la stratégie de l'Union Européenne « Europe 2020 »[148] pour une *« croissance intelligente, durable et inclusive »*. Ce programme est *« le cadre de référence de l'ensemble des politiques européennes, et notamment des politiques de recherche, d'enseignement supérieur et d'innovation »*. Dans un tel contexte, *« la première ambition du SRESR est de fixer les grands enjeux et les perspectives de l'action régionale dans les domaines de l'enseignement supérieur et de la recherche, pour les années à venir »*[149].

Nous l'avons vu, depuis l'adoption de la stratégie de Lisbonne en 2001, les « nanos » font parties des technologies clés définies par la Commission Européenne comme devant participer au développement économique par l'irrigation de nombreux secteurs industriels. Or, l'Union européenne *« attribue aux régions un rôle central »* dans le développement économique (Bouquillion et Pailliart, 2006, p.109).

---

[147] Société anonyme avec délégation de service public destinée à financer des projets d'entreprises. Elle fusionne en 2013 avec d'autres partenaires pour la création de la Banque Publique d'Investissement (Bpifrance).

[148] « La stratégie Europe 2020 vise à stimuler une croissance qui soit intelligente, en investissant de façon plus efficace dans l'éducation, la recherche et l'innovation; durable, en donnant la priorité à une économie sobre en carbone; et inclusive, en mettant clairement l'accent sur la création d'emplois et la réduction de la pauvreté. Cette stratégie est axée sur cinq objectifs ambitieux dans les domaines de l'emploi, de l'innovation, de l'éducation, de la réduction de la pauvreté, ainsi que de l'énergie et du climat » http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/priorities/index_fr.htm

[149] « Guide des aides de la région 2015/2016 », Conseil Régional Midi-Pyrénées, Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation, p.6.

« Midi-Pyrénées s'est interrogée sur les secteurs clés d'avenir, donc y en avait certains qui étaient liés au pôle de compétitivité qui se sont imposés, AGRIMIP, l'agroalimentaire, le Canceropôle, l'aérospatiale se sont imposés. Et on a cherché d'autres éléments, qui pourraient être en lien avec le reste, et les micro-nanotechnologies sont apparues comme un des éléments porteurs »[150].

Par ailleurs, depuis 2009, L'État et la Région pilotent conjointement une Stratégie Régionale de l'Innovation (SRI) répondant aux attentes de l'UE. L'objectif de la SRI est de *« créer les conditions favorables au passage de l'invention à l'innovation »*[151].

« Aux territoires, il est apparemment conféré une place centrale dans le devenir économique de la France » (Bouquillion et Pailliart, 2006, p.108).

La participation de Midi-Pyrénées aux ERA-NET illustre l'investissement de la Région dans les « nanos » pour leur potentiel innovant, la priorité pour une région étant de favoriser l'innovation pour favoriser le développement économique du territoire. Ainsi, la Région ne finance des projets de recherche que s'ils font la preuve d'un potentiel de valorisation. *« Les régions n'ont pas de compétence recherche, donc on recherche le potentiel de développement économique car l'intérêt est la création d'emplois »*[152].

Du point de vue du développement économique du territoire, le Conseil régional considère que le potentiel des « nanos » est concentré autour de l'aéronautique et des systèmes embarqués. *« La thématique phare de la Région MP est sur les matériaux et les systèmes embarqués, pas sur les bionanotechnologies »*[153].

La Région Midi-Pyrénées a choisi donc de soutenir le développement de la thématique des « nanos » du fait du dynamisme de la recherche toulousaine dans ce domaine et des applications potentielles autour des matériaux qui pouvaient toucher différents domaines, et particulièrement les domaines forts de la Région Midi-Pyrénées.

L'ambition autour des « nanobio », qui se cristallise dans le projet de l'Itav, n'est pas impulsée par la Région, mais plutôt par l'agglomération toulousaine, durant la mandature de Philippe Douste-Blazy. Elle est fortement engagée dans ces projets en tant que propriétaire du terrain. Après le changement de municipalité, l'agglomération a continué à soutenir ces projets et, à travers eux, la thématique des « nanobio ». En outre, l'implantation de plateformes en génomiques Génotoul ouvre un espace pour le développement du secteur des « nanobio ».

---

[150] Entretien avec la Direction des affaires européennes et de la coopération décentralisée (DAEC) Midi-Pyrénées

[151] « Guide des aides de la région 2015/2016 », *op.cit.*, p.9.

[152] Entretien avec le Président de la commission recherche et enseignement supérieur au Conseil régional Midi-Pyrénées, 19.02.2013.

[153] *Ibid.*

Les biotechnologies sont bien un thème privilégié de la Région Midi-Pyrénées, qui revendique une diversification par rapport à l'industrie aéronautique. Pour ce qui est du développement des « nanos », la priorité va à *« tout ce qui [est] utilisation des micro-nanotechnologies pour les systèmes intelligents, dans le transport, dans la sécurité, la santé, et tout ce qui était matériaux innovants »*[154]. Les « nanos » ne sont pas un secteur qu'il faut développer pour lui-même. Il s'agit d'une thématique transversale, qui reçoit du soutien du fait de sa potentialité à impacter tous les autres secteurs industriels.

Cependant, malgré un soutien au secteur des « nanos » sous-tendu par les promesses de création d'emplois de la Commission européenne, la Région Midi-Pyrénées à l'heure actuelle n'a pas de filière industrielle à même de bénéficier des développements des « nanos ».

> *« Le micro-nano en Midi-Pyrénéées c'est quelque chose encore assez diffus. C'est-à-dire qu'on n'a pas une masse critique d'acteurs sur lesquels je pourrai vous dire par exemple on a une filière qui est en train de se créer à partir des micro-nano sur tel domaine. […] C'est encore incertain parce qu'on a des labos qui ont atteint la taille critique, mais on n'a pas forcément le secteur industriel qui va avec »*[155].

En matière de recherche, *« le schéma régional a pour but d'élaborer une politique et de mettre en place une gestion mutualisée de la recherche au niveau régional, dans une optique d'efficacité et de visibilité à l'échelle internationale »*[156]. Dans ce contexte, l'Itav rentre dans une stratégie de site pour la Région.

LE LABEX NEXT

En 2010 sont lancés, sous la présidence de Nicolas Sarkozy, les Investissements d'avenir, qui prévoient 22 milliards d'euros pour l'Enseignement supérieur et la Recherche. Comme indiqué sur la capture d'écran ci-dessous (*Fig. 3*), l'objectif est de *« doter la France de quelques campus à forte visibilité internationale, à la gouvernance rénovée, et ouvert sur leur écosystème d'innovation ».* Ce programme se décline en différents projets que sont les IDEX, « Initiatives d'excellence » qui visent à regrouper par territoire des établissements d'enseignement supérieur et de recherche autour de projets scientifiques *« ambitieux, en partenariat étroit avec leur environnement*

---

[154] Entretien avec la Direction des affaires européennes et de la coopération décentralisée (DAEC) Midi-Pyrénées, *26.04.2012*.
[155] *Ibid.*
[156] « Guide des aides de la région 2015/2016 », *op.cit.*, p.7.

économique » ; les EQUIPEX, « équipements d'excellence » destinés à l'amélioration des équipements des laboratoires ; et enfin les LABEX, « laboratoires d'excellence »[157].

Fig. 3 : Infographie représentant la répartition des investissements d'avenir dédiés à la recherche. Capture d'écran sur le site du ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche, consulté le 02.03.2015. (Source : http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid55892/comprendre-le-programme-investissements-d-avenir.html)

A Toulouse, le projet du Labex NEXT (Nano, mesures Extrêmes et Théorie), porté par six laboratoires toulousains de physique, principalement, est sélectionné dès la première vague. Le Labex obtient ainsi une dotation de 10 millions d'euros sur dix ans. Parmi les six

[157] Voir en annexe n°7 p. XV, la liste des projets retenus en Midi-Pyrénées dans le cadre des investissements d'avenir.

laboratoires du Labex, si deux ont une certaine expérience et un certain intérêt pour la collaboration industrielle, les quatre autres sont des laboratoires de recherche fondamentale, très éloignés des préoccupations d'applicabilité de leurs recherches et du secteur industriel.

Cette opération constitue une reconnaissance de la qualité scientifique des travaux des équipes toulousaines sur le thème des « nanos », même si ces dernières regrettent aujourd'hui la mise en avant de cette thématique qui n'était pas au cœur du projet. Le directeur du Labex NEXT rappelle que le projet présenté mettait l'accent sur les « nanos », mais surtout sur la physique atomique et moléculaire, les champs magnétiques intenses, la théorie, la formation, afin d'englober et de rapprocher les compétences des six laboratoires impliqués.

> *« Le CGI, le commissariat aux grands investissements, investissements d'avenir, n'a retenu de notre truc que les « nanos », toutes les communications qu'ils ont fait là-dessus, c'était "nano" »*[158].

La décennie 2000 est une période politique qui favorise le thème des « nanos ». En répondant favorablement aux différents dispositifs nationaux visant à structurer des pôles régionaux de compétences (RTB, Nano-Innov, Investissements d'avenir), Toulouse est parvenue à se positionner comme territoire « d'excellence » dans ce secteur, aussi bien du fait de l'investissement politique qui a consisté à répondre aux différents dispositifs de réorganisation émanant des autorités politiques nationales, qu'en raison des compétences scientifiques des chercheurs de son territoire dans ce domaine.

5.3 De la « Cité des Biotechnologies » au « Triangle Bio-Info-Nano-Technologies »

A la fin des années 1990 se précise la volonté de développer les biotechnologies dans la région toulousaine. Plusieurs projets vont dans ce sens, celui de l'Agrobiopole pour les biotechnologies végétales, ou encore celui de « La Cité des Biotechnologies » pour les biotechnologies appliquées à la santé[159].

Cette dernière est issue d'une réflexion prospective initiée par des chercheurs. Si les biotechnologies végétales se développent assez logiquement en Midi-Pyrénées, première

---

158 Entretien avec le directeur du Labex Next, 25.06.2014.

159 Pour un historique du développement de projets autour des biotechnologies à Toulouse, Jean-Marc Zuliani et Michel Grossetti, avec la coll. de Guy Jalabert, « L'agglomération toulousaine, un système productif localisé de la recherche-développement ? », programme SPL CCRRDT, *Les SPL en Midi-Pyrénnées : vers l'émergence de systèmes régionaux ?*, rapport final, novembre 2003, pp.43-112.

région agricole de France, le domaine de la santé n'apparaît pas de manière aussi évidente comme un potentiel en Midi-Pyrénées. Le projet de « Cité des Biotechnologies » vient d'abord de la volonté de diversifier l'industrie toulousaine, trop dépendante de l'aéronautique, et du potentiel en termes de recherche sur la biologie et la biotechnologie. L'idée est d'associer sur un même site des laboratoires académiques et des entreprises – Toulouse bénéficiant de la présence de deux industriels pharmaceutiques que sont Pierre Fabre[160] et Sanofi[161] – dans le but de participer au développement économique du territoire.

Le thème des biotechnologies se développe à Toulouse dans des laboratoires de recherche publics et privés depuis les années 1970, donnant naissance à de nombreuses *start-ups*, mais ce n'est qu'à la fin des années 1990 que les institutions politiques locales font le choix d'investir dans le développement de ce secteur.

L'une des raisons expliquant l'intérêt politique pour le thème des biotechnologies vient du fait que *« le système de la recherche et développement centré sur les biotechnologies liées aux sciences du vivant et à la fabrication des médicaments s'inscrit davantage dans la promotion et la valorisation des innovations, sanctionnées par des brevets »* (Zuliani et Grossetti, 2003), à l'heure où les discours sur le retard de la France en matière de dépôt de brevets guident les politiques de recherche. Si la Région Midi-Pyrénées figure à la troisième place nationale pour l'effort en matière de recherche et développement, sa faiblesse en termes de nombre de brevets déposés peut s'expliquer par le poids des grandes firmes dont la logique de développement est centrée sur l'exploitation de quelques grands brevets (*Ibid.*).

L'attribution au pôle toulousain d'une plateforme de génomique, la Génopole de Toulouse (Génotoul) en 1999 (*Ibid*, p.51), vient confirmer l'élan régional en matière de biotechnologies.

Le programme du « Triangle Bio-Info-Nano-Technologies » s'inscrit dans le cadre du projet de faire de Toulouse la « Cité des Biotechnologies ». Il résulte d' *« une réflexion prospective sur ce thème dans le cadre d'un groupe informel constitué de cinq scientifiques dont la compétence et la renommée internationale sont incontestables »*[162]. Parmi ces cinq scientifiques, on retrouve

---

[160] Pierre Fabre est le troisième laboratoire pharmaceutique français. Implanté dans 44 pays, il est présent en Midi-Pyrénées à travers des laboratoires de recherche en pharmaceutique et en dermo-cosmétique. En 2013, le groupe a consacré plus de 17% du chiffre d'affaires réalisé dans le médicament à la R&D, autour de trois axes de recherche prioritaires : oncologie, dermatologie et neuropsychiatrie, http://www.pierre-fabre.com/fr

[161] Sanofi est la première entreprise pharmaceutique française. Un site de R&D est installé à Toulouse depuis 1965.

[162] Alain Costes, Vice-Président de l'ADERMIP (Association pour le Développement de l'Enseignement, de l'Économie et des Recherches de Midi-Pyrénées), dans la brochure de présentation de la journée « Le Triangle Bio-Info-Nano-Technologies », organisée par l'ADERMIP le 28 novembre 2003. Voir Annexe n°8, p. XVI.

deux biologistes, un chimiste, un chimiste spécialisé dans les nanosciences, un chercheur spécialisé dans les systèmes informatiques[163]. Cette réflexion prospective est accompagnée par l'Association pour le Développement de l'Enseignement, de l'Économie et des Recherches de Midi-Pyrénées (ADERMIP)[164].

Le projet est orienté selon deux axes essentiels, il s'agit pour les chercheurs engagés de défendre l'interdisciplinarité et le rapprochement entre la recherche publique et le secteur industriel. En effet, dans le cadre des exigences européennes de la Stratégie de Lisbonne (2001), et du Conseil de Barcelone (2002), la Région Midi-Pyrénées entend se positionner au cœur de l'Espace Européen de la Recherche. Pour cela, Toulouse et Midi-Pyrénées présentent tous les atouts nécessaires *« à la condition de changer de culture et d'état d'esprit pour se diriger vers une nouvelle voie axée sur la mutualisation, la coordination et l'intégration des moyens, qu'ils soient humains ou financiers* »[165].

Aussi ce changement est censé répondre aux exigences de l'Europe dont la politique est façonnée autour de programmes, qui incite au travail par projets et à la mutualisation des moyens au travers de plateformes technologiques (Peerbaye, 2004). S'inscrire dans cette voie suppose donc de cesser *« de mettre en avant nos appartenances à telle ou telle discipline, à tel ou tel laboratoire ou université pour mettre en avant un domaine d'activité mutualisant et regroupant toutes les compétences »*[166]. C'est l'objectif de la « Cité des biotechnologies », basée sur le développement des compétences autour du Triangle Bio-Info-Nano. L'objectif est de placer Midi-Pyrénées en tête des régions européennes en concentrant les efforts sur quelques domaines.

Si les domaines de l'aéronautique et de l'espace s'imposent logiquement pour la Région, d'autres domaines apparaissent porteurs en Midi-Pyrénées, comme les biotechnologies, la micro-nanoélectronique et les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication. C'est ainsi que les « nanos » apparaissent parmi les priorités politiques de Toulouse et Midi-Pyrénées :

---

163 Deux sont professeurs à l'université Paul Sabatier et trois sont directeurs de recherche au CNRS. Les laboratoires impliqués, par l'intermédiaire de leurs chercheurs sont donc le LSRV (biologie végétale), l'IPBS (biologie), le Cemes (physique-chimie), le Laas (Sciences de l'ingénierie et des sytèmes), le LCC (chimie).

164 L'ADERMIP, fondée en 1970, a pour objectif de « contribuer à développer l'économie de Midi-Pyrénées en favorisant et promouvant les échanges et transferts entre les centres de recherche, les établissements d'enseignement supérieur et les entreprises de la région » http://www.evariste.org/ridt/r73/36.html . Elle disparaît en 2006 lorsque la région décide de créer une seule structure pour assurer le lien entre la Recherche et les entreprises. Midi-Pyrénées Innovation vient remplacer les trois structures chargées jusque-là du transfert de technologie (Adermip, Miditech, 3RT) http://www.midipyrenees.fr/Essai-texte-avec-encart

165 Brochure de présentation de la journée « Le Triangle Bio-Info-Nano-Technologies », *op.cit.*

166 *Ibid.*

« Tout le monde s'accorde aujourd'hui à dire que c'est à l'interface de ces trois domaines que se feront les grandes découvertes et les créations d'emploi et de richesses de demain, la conclusion s'impose : le triangle "Bio-Info-Nano-Technologies" est un domaine où Toulouse-Midi-Pyrénées peut prétendre au podium européen »[167].

C'est bien une stratégie de site qu'il s'agit de façonner avec le Triangle Bio-Nano-Info-Technologies. Jean Cros, biologiste et fondateur de l'IPBS[168], laboratoire toulousain, parle de la nécessité de *« bénéficier d'une vision stratégique partagée, source d'une grande visibilité »*[169]. Il soutient que *« la révolution biologique »* à l'œuvre est propice au rapprochement interdisciplinaire, car l'élaboration des produits de santé, qu'il s'agisse de médicaments, d'outils de diagnostic ou de traitements, nécessitent de nouveaux concepts, et, en particulier, *« les nanosciences et nanotechnologies ouvrent la voie à la recherche du futur »*[170]. Ainsi il convient de *« briser les cloisonnements, revoir les frontières de nos institutions et mettre vite en chantier une rénovation très profonde dans les objectifs et l'organisation de la recherche »*.

Le Triangle Bio-Info-Nano apparaît ainsi largement inspiré de la NNI américaine et de son programme de *convergence*, présentée précédemment (Chapitre 1). D'abord issu d'une volonté de développer les biotechnologies pour diversifier l'industrie toulousaine et de la région Midi-Pyrénées, l'élargissement aux « nanos » intervient aux vues de l'importance que prend cette thématique au niveau international et européen. Les « nanos » étant considérées comme des technologies clés, susceptibles de favoriser divers secteurs industriels, il convient d'utiliser leur potentiel aussi largement que possible.

LA MONTÉE DU THÈME DES « NANOS » À TOULOUSE

Toulouse bénéficie en 2003 du programme « Réseau national de grandes centrales de technologie pour la Recherche Technologique de Base » (RTB), lancé par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche pour appuyer le développement des « nanos ».

L'objectif est de *« permettre à la recherche publique française (CEA, CNRS, Universités,...) de faire face dans de bonnes conditions aux formidables enjeux de micro et nanotechnologies et nanosciences pour les années à venir »*[171]. Ce programme, porté par l'Insis (Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes) du CNRS et par le laboratoire LETI du CEA (d'autres unités du CNRS et du

---

[167] *Ibid.*
[168] Institut de Pharmacologie et de Biologie Structurale, UMR 5089, http://www.ipbs.fr/
[169] Entretien avec Jean Cros, Brochure de présentation de la journée « Le Triangle Bio-Info-Nano-Technologies », *op.cit.*
[170] *Ibid.*
[171] http://www.rtb.cnrs.fr/accueil.php3

CEA étant bien évidemment concernées), vise à équiper un certain nombre de centrales technologiques dans des laboratoires de recherche publique en équipements de pointe.

Quatre centrales technologiques sont ainsi retenues dans le réseau : Grenoble, Paris, Lille et Toulouse (Laas-CNRS). Ces salles blanches reçoivent ainsi des subventions pour s'équiper avec des équipements de très haut niveau et, en contrepartie, à côté de leurs propres travaux de recherche, elles doivent se mettre au service de structures extérieures au laboratoire, en particulier du secteur industriel.

La salle blanche du Laas à Toulouse est retenue à ce moment-là dans le RTB pour plusieurs raisons[172]. Le Laas tout d'abord est le premier laboratoire public ayant réalisé une salle blanche (1968), il bénéficie donc d'équipements déjà importants ; plusieurs laboratoires toulousains présentent des compétences dans le domaine des « nanos »; et enfin, Toulouse bénéficierait de plusieurs domaines susceptibles d'utiliser et de valoriser les recherches et projets des laboratoires publics : l'aéronautique, les matériaux, les systèmes embarqués, la santé, l'agroalimentaire. On retrouve d'ailleurs ces compétences dans les trois pôles de compétitivité [173] de Midi-Pyrénées : le pôle mondial Aéronautique-Espace-Systèmes Embarqués (AESE, avec l'Aquitaine) ; le pôle Cancer-Bio-Santé (CBS) et le pôle Agrimip Innovation.

Cette reconnaissance de Toulouse dans le RTB constitue le point de départ d'un processus qui aboutira en 2009 à sa désignation en tant que Centre d'intégration en « nanos » au moment du Grand Emprunt (Nano-Innov).

5.4 Le contexte de l'explosion de l'usine AZF : renouveler l'industrie à Toulouse

5.4.1 Reconstruire sur un site sinistré

L'explosion de l'usine AZF en 2001 [174] ouvre un espace au développement des biotechnologies à Toulouse. En effet, il s'agit désormais de renouveler l'industrie du territoire. Suite à la catastrophe, le gouvernement met en place un CIADT (Comité

---

172 Entretien avec un ancien directeur du Laas-CNRS, 19.03.2013.

173 Les pôles de compétitivité sont lancés en 2004, il s'agit de « l'association, sur un territoire donné, d'entreprises, de centres de recherche et d'organismes de formation, engagés dans une démarche partenariale (stratégie commune de développement), destinée à dégager des synergies autour de projets innovants conduits en commun en direction d'un (ou de) marché(s) donné(s) » http://www.midi-pyrenees.gouv.fr/web/Portail_Midi-Pyrenees/2761-les-poles-de-competitivite.php .

174 Le 21 septembre 2001 survient l'explosion de plusieurs centaines de tonnes de nitrates d'ammonium déclassés dans un hangar de l'usine chimique AZF, propriété du groupe Grande Paroisse, filiale du groupe TotalFinaElf depuis 2000. L'explosion est ressentie dans toute l'agglomération, des dégâts sont recensés sur plusieurs kilomètres, et trente et une personnes perdent la vie, dont vingt-deux dans l'usine.

Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire) pour examiner la situation de Toulouse[175]. Celui-ci charge un groupe de travail toulousain de proposer des initiatives autour des biotechnologies, qui apparaissent alors comme devant remplacer l'industrie chimique, s'appuyant sur la réflexion amorcée autour de la « Cité des Biotechs » et du « Triangle Bio-Info-Nano ». Il est alors envisagé par le Maire de Toulouse, Philippe Douste-Blazy, d'implanter une « Cité des biotechnologies » sur le site sinistré d'AZF[176].

L'idée de l'Itav

Ainsi un groupe de travail, dans lequel on retrouve des chercheurs déjà engagés dans les deux projets déjà cités (Cité des biotechs et Triangle Bio-Nano-Info), est missionné par les pouvoirs publics locaux afin d'animer une réflexion visant à faire émerger des initiatives autour du thème des biotechnologies, dans le but de redynamiser le territoire affecté par la catastrophe AZF. En effet, *« le Gouvernement souhaite développer un pôle de premier plan dans le domaine des bio-technologies »*[177].

Le groupe de travail rend en juin 2002 au CIADT un rapport dans lequel figure l'initiative du projet de création d'un institut, appelé *Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant* (Itav). Il s'agit de développer des technologies innovantes, en particulier les « nanos », afin de favoriser les innovations dans le domaine des Sciences du vivant. Pour cela, l'institut devra permettre une interaction forte entre la recherche publique et le secteur privé. Le projet, porté par Alain-Michel Boudet, professeur de biologie végétale à l'Université Paul Sabatier (UPS), est entériné par le CIADT -entre autres projets- qui souligne que le projet de l'Itav *« repose sur l'existence à Toulouse, d'un potentiel de recherche de grande ampleur dans les disciplines d'interface avec la biologie »*[178].

Dans le cas des projets d'aménagement du territoire, les financements sont généralement le fait d'un fond national[179], de fonds FEDER et des collectivités locales. Toutefois, à ce stade, même validé au niveau national, le projet reste une simple idée. Une fois validé, le travail commence, puisqu'il s'agit de construire le projet concrètement et notamment de trouver des financements.

---

[175]Entretien avec l'ancienne déléguée régionale du CNRS, 10.04.2013.
[176] Marion Cauhopé, « De la Poudrerie nationale de Toulouse au Cancéropole : la catastrophe d'AZF dans les dynamiques territoriales d'un espace industriel urbain (1850-2008) », thèse de doctorat en géographie, Toulouse, 2011, p.124.
[177] Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement Du Territoire, Dossier de presse, Matignon, 13 décembre 2002, p.38
[178]*Ibid.*
[179] Le Fond national d'aménagement et de développement du territoire (FNADT) qui a connu plusieurs changements de nom.

L'intérêt pour le secteur des biotechnologies trouve une triple justification : scientifique, politique et économique. D'abord, il s'appuie sur les compétences de scientifiques toulousains sur ce thème. Au-delà, les biotechnologies apparaissent, au début des années 2000, comme un secteur en plein essor au niveau mondial, dynamisé par les progrès scientifiques portés par les programmes de génomique et porteur d'innovation à travers la création de nombreuses *start-up*s. Dans ce contexte, *« le renforcement de la compétitivité des pays européens dans le domaine des biotechnologies par rapport aux grands concurrents (États-Unis, Japon) apparaît comme une priorité de l'Union Européenne »*[180].

Parmi les projets entérinés par le CIADT, figure aussi, indépendamment du projet de l'Itav, *« l'appui d'une zone d'activités dédiée aux biotechnologies, corollaire de l'effort consacré à la recherche […] sur le site de Montaudran »*[181]. On se trouve bien ici dans le prolongement de la réflexion amorcée autour de la « Cité des biotechs ». Ainsi les promoteurs de l'Itav ont pensé à ce moment-là que celui-ci serait construit sur le site de Montaudran[182], puisqu'il s'agissait d'un projet destiné à participer au développement des biotechnologies. En tout état de cause, la construction de l'Itav n'est pas entreprise de suite, car les fonds ne sont pas encore acquis.

L'IDÉE DE L'ONCOPÔLE

En 2003, à la faveur du lancement du premier Plan Cancer par le Président de la République, Jacques Chirac, le Maire de Toulouse, Philippe Douste-Blazy, médecin, décide de transformer le site sinistré de l'ancienne usine AZF, renommé site de Langlade[183], en un lieu dédié au traitement du cancer, l'Oncopôle[184].

L'idée première est de réunir sur un même site les laboratoires de recherche sur le cancer, publics et privés, ainsi que les industriels pharmaceutiques de la Région. Viendra ensuite

[180]Projet de création de l'Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant, *op.cit.,* p.4

[181] CIADT, dossier de presse, *op.cit.*, p.38.

[182] Le site de Montaudran, historiquement dédié à l'industrie aéronautique, il accueillait à l'origine le producteur Latécoère, puis les ateliers de réparation d'Air France, il est aujourd'hui toujours dédié à l'aéronautique, baptisé « Montaudran Aerospace », il accueille notamment le site toulousain du pôle de compétitivité mondial Aerospace Valley fondé en 2005 par les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées.

[183] Le site AZF est renommé Langlade après l'explosion, reprenant son nom d'avant l'installation des usines chimiques. Marion Cauhopé, op.cit., p.351.

[184] Nous parlerons du « Cancéropôle » ou « Oncopôle » pour désigner le campus de cancérologie de Toulouse situé sur le site de Langlade, site sinistré par l'explosion de l'usine AZF en septembre 2001. Le site est désormais nommé Oncopôle, mais certaines personnes rencontrées en entretien parlent du Cancéropôle, titre pressenti au début du projet. Pour plus de clarté, nous choisissons d'utiliser le terme d'Oncopôle dans les pages qui suivent.

s'ajouter à cela l'idée d'un hôpital dédié au soin du cancer, au plus près des centres de recherche, dans une logique de recherche « translationnelle »[185].

Une fois la décision de la construction de l'Oncopôle entérinée, le projet de l'Itav, est relocalisé sur le site de Langlade, futur Oncopôle. Cette décision est le fait de la communauté d'agglomération du Grand Toulouse (CAGT), présidée par Philippe Douste-Blazy (2001-2008). En effet, il s'agit désormais de développer le site du futur Oncopôle. Plus largement, c'est le projet de la « Cité des biotechs », jamais concrétisé, qui va peu à peu disparaître au profit du projet de l'Oncopôle.

L'idée de l'Oncopôle, très schématiquement, est de rassembler sur un même campus les laboratoires de recherche publique et privée (Pierre Fabre, Sanofi principalement), dans le but de mettre au point des techniques et des thérapies innovantes pour le traitement du cancer. Plus tard viendra s'ajouter l'idée d'installer sur le même site un hôpital, l'IUC (Institut Universitaire du Cancer) regroupant l'Institut Claudius Régaud et le CHU. Pour ce qui est de la recherche publique, c'est l'Inserm qui est principalement concerné, il devra construire 13 000 m² de bâtiment sur le site. L'Itav s'intègre au projet de l'Oncopôle à travers la thématique des « technologies » qu'il s'agit d'appliquer aux problématiques spécifiques des Sciences du vivant. En effet, l'Itav, avec des chercheurs spécialistes dans les « nanos », et plus généralement des Sciences de l'ingénieur, doit fournir le volet « technologie » à l'Oncopôle.

DEUX PROJETS, DEUX SITES

Le projet de « Cité des biotechs », avant d'être finalement abandonné, a fait l'objet de nombreuses annonces autour de sa localisation. Marion Cauhopé rappelle dans sa thèse sur la reconversion du site AZF que la création d'une « Cité des biotechs » a été annoncée en 2002 par *La Dépêche du Midi* sur le site de l'ancien pôle chimique. Un article annonce en 2003 que l'Itav devrait s'intégrer dans le cadre de la mise en œuvre d'une « Cité des biotechs » que le Grand Toulouse a choisi d'implanter sur le futur parc d'activités de Montaudran[186].

---

[185] Selon la définition de l'AERES, la recherche translationnelle « consiste à transférer les innovations scientifiques de la recherche fondamentale vers la recherche clinique et à tirer des apports de la clinique des hypothèses scientifiques en recherche fondamentale, afin de permettre rapidement une meilleure prise en charge médicale du patient ». http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/biologie-sante/programme-de-recherche-translationnelle-en-sante-prts/

[186] « L'Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant pourrait voir le jour à Toulouse-Montaudran », *La Dépêche du Midi,* 17 avril 2003

> Finalement, le site de Langlade ayant été choisi pour accueillir l'Oncopôle toulousain (Cauhopé, 2011, p.315), le site de Montaudran sera quant à lui dédié à l'aéronautique et au spatial.

Si le projet de « Cité des biotechs » a été abandonné[187] au profit de celui de l'Oncopôle, l'Itav est un prolongement de la réflexion du premier projet.

Le projet de l'Oncopôle est imposé « par le haut », celui de l'Itav, prolongement de la « Cité des Biotechs », est pour sa part une construction « par le bas », c'est-à-dire par les chercheurs. Ceci explique en partie les difficultés à définir une gouvernance pour l'Itav, et les nombreux infléchissements qu'il connaîtra par rapport à l'idée de départ (voir chapitre 6).

La question du site de localisation (*Fig. 4 et 5*) est révélatrice du décalage entre la vision des chercheurs à l'origine de l'Itav et la vision politique. Le fait que les promoteurs de l'Itav aient d'abord envisagé que celui-ci soit construit à Montaudran signifiait qu'il n'était pas centré sur des applications particulières, il s'agissait même de la possibilité de nouer des relations avec l'industrie de l'aérospatiale. En effet, des technologies génériques, qui devaient être développées à l'Itav, sont susceptibles d'intéresser tout type d'industrie. Lorsque l'Itav est finalement englobé dans le projet de l'Oncopôle, cela implique qu'il devra s'inscrire dans la thématique du cancer.

[187] Dans sa thèse, Marion Cauhopé avance des éléments qui permettent d'expliquer l'abandon de ce projet de « Cité des biotechs ». En partie, cela s'explique par des concurrences entre communautés d'agglomérations de Toulouse et du SICOVAL (le Syndicat intercommunal de la vallée de l'Hers, au sud-est de Toulouse). Ce dernier accueillait jusqu'alors la majorité des activités liées aux biotechnologies. Ainsi, à travers la « Cité des biotechs » et au final le Cancéropôle, l'agglomération toulousaine se positionne sur ce même secteur et contribue à le diviser : les activités liées au domaine de la santé se relocalisent sur le territoire du Grand Toulouse, les deux industries pharmaceutiques que sont Sanofi-Synthélabo et Pierre Fabre quittent le territoire du SICOVAL où elles étaient implantées pour regrouper leurs activités sur le Cancéropôle, obligeant le SICOVAL à se recentrer sur l'agrobiologie et à abandonner l'idée de « Cité des biotechs », qui se voulait un projet global, et non thématisé uniquement sur un secteur plutôt qu'un autre (*op.cit.*, p.325)

Fig. 4 : Localisation des sites de Montaudran et de Langlade dans l'agglomeration toulousaine. (Google maps).

Fig. 5: Localisation de l'Itav, sur le site de Langlade ancien emplacement de l'usine AZF (Google maps).

5.4.2 La création de la Fondation InNaBioSanté

La création de la Fondation InaNaBioSanté est elle aussi liée à l'explosion de l'usine AZF. En effet, suite à la catastrophe, Total fait une donation de 10 millions d'euros à Toulouse, qui seront investis dans la Fondation InNaBioSanté, présidée par Philippe Douste-Blazy,

dans l'objectif de financer des projets de recherche sur le cancer. Cette initiative relève de la mise en place des bases du futur Oncopôle.

En 2004, le gouvernement déclare la recherche « priorité nationale », ambition qui se traduit dans le projet de loi des finances qui prévoie en particulier de promouvoir le financement privé de la recherche par la réforme du crédit impôt-recherche, la mise en place du statut de la jeune entreprise innovante et l'incitation à la création de fondations dans le domaine de la recherche[188]. Une fondation pour la recherche est une fondation d'industriels, mais le projet de loi prévoit que pour un euro des industriels, l'État, par le biais de l'ANR, abonde d'un euro. Toulouse a constitué un dossier suite à cet appel à projets lancé pour les fondations pour la recherche, avec les industriels Pierre Fabre, Amgen, GSK, Siemens et Total, qui est le plus gros donateur avec 10 millions d'euros. Le projet soumis est retenu par l'ANR qui abonde de 8 millions d'euros.

La Fondation est construite autour du projet d'allier les sciences « dures », comme la physique, ou les Sciences de l'ingénieur, et le domaine de la biologie et de la santé. Ainsi la Fondation est nommée InNaBioSanté pour technologies de l'*In*formatique, *Na*notechnologies, *Bio*technologie, *Santé* (on retrouve le Triangle Bio-Info-Nano) mais entend soutenir aussi le développement *« des techniques d'imagerie, de radiothérapie, etc. appliquées au domaine de la santé en général, et du cancer en particulier, pour pouvoir être à même de faire un focus sur le Canceropôle-Oncopôle de Toulouse »*[189].

La Fondation lance ses premiers appels à projets en 2007, axés autour de la lutte contre le cancer avec comme exigences l'interdisciplinarité et les partenariats public-privé. En effet, l'idée de la Fondation est de financer des projets de recherche qui présentent un potentiel de valorisation. Or à ce moment-là, un domaine apparaît fortement porteur de valorisation potentielle, celui des « nanos ».

---

[188] Dans le cadre du projet de loi des finances de 2004, il est prévu d'inciter les efforts du secteur privé en matière de recherche et d'innovation, entre autres en encourageant les fondations de recherche. « Les fondations sont encore très insuffisamment développées en France. On en recensait, en 2001 : 473 reconnues d'utilité publique, dont les deux tiers peu actives, et 500 hébergées par la Fondation de France. Chiffre modeste au regard des 12 000 fondations américaines, des 3 000 « charity trust » britanniques et des 2 000 fondations allemandes. En outre, celles-ci ne contribuent à la recherche qu'à hauteur de 0,04 % du PIB en France, contre 0,2 % au Japon, 0,16 % en Suède, 0,11 % aux États-Unis et 0,10 % en Grande Bretagne. […] Le gouvernement a décidé de compléter le dispositif en faveur de la recherche fondamentale et appliquée privée, en s'appuyant sur le développement des fondations » http://www.senat.fr/rap/a03-074-9/a03-074-91.html

[189] Entretien avec le directeur financier de la Fondation InNaBioSanté, 20.03.2013.

« A l'heure actuelle, la plupart des innovations se font « à la frontière de », c'est-à-dire beaucoup dans l'interdisciplinarité, où on met en rapport des physiciens, avec des chimistes et des médecins, là je vous parle de "nanos". Et sur la dizaine de projets qu'on a financé, on a 7 projets fortement axés "nanos", pour la simple et bonne raison que les "nanos" c'est fortement interdisciplinaire »[190].

Après avoir lancé des appels à projets nationaux les premières années pour répondre aux exigences d'« utilité publique », une décision des administrateurs en 2012 permet à la Fondation de se consacrer aujourd'hui aux projets toulousains sur l'Oncopôle.

Elle jouera un rôle de soutien important dans la construction de l'Itav, avec la promesse d'un soutien financier pour les projets accueillis dans l'institut.

[190] Entretien avec le directeur financier de la Fondation InNaBioSanté, 20.03.2013.

CONCLUSION DU CHAPITRE 5

Dans le cadre des promesses de la NNI et de son programme de convergence NBIC, les nanotechnologies ont été perçues, au début des années 2000, comme un levier pour assurer un développement économique du territoire diversifié.

À Toulouse, l'explosion de l'usine AZF, et la nécessité de renouveler l'industrie du territoire, ont été des opportunités pour développer les biotechnologies, portées depuis plusieurs années par des scientifiques locaux. Les « nanos » sont venues agrémenter la thématique des biotechnologies afin de répondre aux exigences politiques de transfert industriel et de développement économique.

Ainsi, l'Itav naît dans un contexte de reconstruction d'un site sinistré par une catastrophe industrielle. Si ce projet d'un Institut des technologies avancées en Sciences du vivant s'est imposé, c'est qu'il reposait sur une réflexion déjà engagée entre des chercheurs du site toulousain, la « Cité des biotechs », puis le « Triangle bio-info-nano ». Ces projets reposaient sur une mise en dynamique du terrain et répondaient à une volonté politique de diversifier l'industrie du territoire, largement centrée sur l'aéronautique. Toutefois, ils n'auraient certainement pas vu le jour sans l'explosion de l'usine AZF, qui a ouvert la voie aux financements qui faisaient défaut jusque-là (fonds nationaux, fonds européens, Fondation InNaBioSanté grâce à l'investissement de Total).

Parallèlement, ce sont divers projets qui ont, durant toute la décennie 2000, permis à la Région Midi-Pyrénées d'assurer sa place dans la compétition autour des « nanos ». Le Plan Nano-Innov en 2009, ainsi que l'obtention du Labex Next, témoigne de la place qu'occupe aujourd'hui la recherche autour des « nanos » à Toulouse.

Dans cette longue trajectoire pour faire reconnaître les compétences du territoire, et donc assurer des financements pour son développement, l'Itav apparaît comme un levier, à un moment donné, d'une politique de site plus large. À ce titre, il ne peut être appréhendé que dans son contexte, que nous avons tenté de retracer au mieux ci-dessus.

Nous allons maintenant nous intéresser au projet Itav, aux enjeux scientifiques qu'il recouvre et aux intérêts politiques qui ont marqué sa construction.

CHAPITRE 6 L'ITAV : TENSIONS AUTOUR D'UNE PERSPECTIVE DE DÉCLOISONNEMENT INSTITUTIONNEL ET DISCIPLINAIRE

Dans ce chapitre, nous allons nous intéresser au processus de création institutionnelle de l'Itav.

Comme l'ont déjà montré certains auteurs, le cadre institutionnel n'est pas sans effet sur le développement des activités de recherche, pour autant, il n'est pas mécaniquement déterminant. En pratique, ce sont les chercheurs qui construisent des communautés en tant que *« structures productrices de savoir »* (Berthelot *et al.*, 2005). De même, nous avons vu que F. Jack invite à ne pas survaloriser le rôle des politiques de recherche, ni leur effet, sur l'activité de recherche (Jack, 2002). Les actions incitatives du CNRS en faveur du développement d'un champ, ou d'un domaine particulier, fonctionnent parce que les conditions sont déjà réunies en amont (Lautman, 1990). En effet, la dynamique d'un domaine de recherche relève d'abord de la pratique quotidienne de l'activité de recherche.

Lorsque le CNRS lance ses premiers programmes interdisciplinaires dans les années 1970, ils sont perçus par les départements scientifiques comme une perte de contrôle (3.1.2). Nous allons voir que c'est le cas également pour le projet de l'Itav, vis-à-vis duquel certains instituts du CNRS et certains laboratoires de recherche hésitent à s'engager, craignant une perte de contrôle. Finalement, la perspective interdisciplinaire de cet hôtel à projet n'a pas conduit à l'implication des différents instituts du CNRS dans sa gestion. Ainsi nous distinguons les incitations institutionnelles des dimensions épistémique et pratique du domaine des « nanobio ». Nous proposons d'analyser dans ce chapitre la construction institutionnelle d'un institut interdisciplinaire dédié au développement des « nanobio ».

Notre cas d'étude nous amène à confirmer que les institutions, et l'organisation institutionnelle, pèsent mais ne sont pas déterminantes dans le développement scientifique d'un domaine. Nous proposons de mettre en lumière les raisons pour lesquelles la gestion interdisciplinaire au niveau des instituts du CNRS, de même que la gestion pluri-institutionnelle (organismes de recherche et institutions politiques) n'a pas réussi à se concrétiser. Ce sont deux raisons principales que nous mettrons en avant : d'abord un désaccord sur la question de la gouvernance entre les institutions de recherche et les institutions politiques, ensuite, des désaccords au sein même des institutions de la recherche,

entre les différentes disciplines représentées au sein du CNRS, sur la question du rapport de la recherche à l'industrie.

L'Itav est construit sur une logique de projets. En ce sens, il charrie les exigences associées aux financements sur projets, que nous avons présentées précédemment (3.2). En particulier, le mode d'action de ce type de financements passe par la mise en concurrence autour de l'octroi de ressources (Barrier, 2011).

La thématique des « nanobio » s'est révélée un levier dans la construction de l'Itav. D'abord parce qu'elle préexistait à l'Itav et a ainsi représenté un levier sur lequel a pu s'appuyer son fondateur pour donner de la consistance au projet de l'Itav. Ensuite parce que les chercheurs engagés à l'Itav dans le domaine des « nanobio » évoluent dans le *régime transitaire* de T. Shinn : ils se définissent moins selon une appartenance disciplinaire ou institutionnelle que par l'appartenance à un projet (Shinn, 2000). Enfin, parce que les « nanobio » sont un domaine interdisciplinaire.

Toutefois, si le domaine des « nanos » est marqué par des *« dynamiques de coopération »* (Jouvenet, 2012), chaque discipline continue à travailler sur les « nanos » concernant ses propres questions, ses modèles et ses méthodes (Vinck et Robles-Belmont, 2012). La convergence ne va pas de soi, et même au sein d'un laboratoire qui travaille sur les « nanos », les équipes de recherche ont tendance à se subdiviser et à se spécialiser (Vinck *et al.*, 2006).

L'Itav médiatise les injonctions politiques à une nouvelle organisation de la recherche, qui passe en priorité par l'interdisciplinarité avec l'objectif de favoriser l'innovation. Selon I. Rafols, les injonctions à l'interdisciplinarité seraient utilisées davantage comme un moyen de transformer le fonctionnement des institutions de recherche (Rafols, 2007). Parce que l'interdisciplinarité serait nécessaire à l'innovation, il serait nécessaire de réformer une organisation cloisonnée, qui n'est pas optimale pour la pratique de l'interdisciplinarité. La réforme organisationnelle portée au niveau politique pour améliorer la « compétitivité » de la recherche française (Guillaume et Macron, 2007)[191] trouve dans l'interdisciplinarité un argument commode.

Nous allons voir qu'à l'Itav, l'interdisciplinarité est soutenue en tant que levier de l'innovation, et la réorganisation de la recherche comme une condition nécessaire pour répondre à des intérêts stratégiques.

---

[191] A titre d'illustration de cette ambition politique de réorganiser la recherche, Emmanuel Macron, aujourd'hui Ministre français de l'Economie, écrivait en 2007 : « Afin de faire face à la compétition internationale, il importe de repenser les politiques publiques dans [le domaine de la recherche et de l'innovation] selon trois axes forts: redéployer les aides et incitations à la recherche privée en particulier vers les petites et moyennes entreprises (PME), améliorer et accroître les liens entre recherche publique et acteurs privés, enfin et surtout réorganiser la recherche publique et l'enseignement supérieur afin d'accroître l'autonomie, les incitations et l'évaluation des acteurs » (Guillaume et Macron, 2007).

6.1 Enjeu de l'Itav : innovation et transfert technologique

Tout comme l'étaient la « Cité des biotechs » et le « Triangle Bio-Nano-Info », le projet de l'Itav est fortement marqué par l'influence du programme américain de la NNI sur la convergence (Partie 1, 3.3.2).

Au début de la décennie 2000, l'idée de l'interdisciplinarité, poussée jusqu'à la convergence suite au programme américain, occupe une place de plus en plus importante dans les programmes de recherche. L'idée de l'Itav vient d'une volonté de chercheurs de créer une structure qui soit au carrefour de plusieurs disciplines, de la physique à la biologie, en passant par la chimie et avec une forte présence des Sciences de l'ingénieur, puisque le projet de la convergence est largement orienté vers la recherche technologique.

> *« On était deux ou trois au début pour créer l'Itav, en disant aux autorités nationales, CNRS, tout ça, et aux autorités régionales, il faut faire quelque chose, regardez la convergence ça arrive et il faut qu'on soit prêts, nous [laboratoires toulousains] qui avons des compétences [dans plusieurs laboratoires], faisons quelque chose ensemble »*[192].

Ainsi, c'est un groupe de chercheurs, issus de différents laboratoires toulousains (des biologistes de l'IPBS et de l'Insa Toulouse, des physiciens et ingénieurs du Laas, des chimistes du SPCMIB, des médecins de l'Inserm, et le porteur de projet, un biologiste dans un laboratoire UPS), qui est à l'origine des réflexions qui aboutissent au projet de l'Itav. Au cours de discussions, ils identifient plusieurs axes thématiques qui pourraient y être développés, de manière à décloisonner les disciplines dans un objectif de développement économique du territoire. Parmi ceux-ci, le thème des bionanotechnologies[193] est le pilier de la concrétisation de l'Itav, comme nous allons le développer plus loin. Selon ces chercheurs, l'organisation « traditionnelle » au sein des laboratoires est trop rigide et ne permet pas le décloisonnement nécessaire pour aller vers l'innovation et le transfert technologique. À ce propos, Berthelot *et al.* rappellent que beaucoup de nouveaux laboratoires naissent à l'initiative de quelques chercheurs qui recherchent des formes organisationnelles qui soient mieux adaptées à leurs attentes (Berthelot *et al.*, 2005, p.130).

---

[192]Entretien avec un chercheur, microélectronicien, 20.06.2014.

[193] Il est question de « bionanotechnologies », à l'Itav, afin de marquer la prédominance des problématiques de biologie dans la construction des dispositifs. Dans d'autres laboratoires, en particulier dans le laboratoire de Sciences de l'ingénieur fortement impliqué dans l'Itav, il est question de « nanobiotechnologies », pour indiquer que la compétence première se situe sur les nanotechnologies, les problématiques de biologie venant en second.

Le « projet Itav» désigne le projet tel qu'il a été présenté dans le rapport remis au CIADT en 2003, et qui a été retenu, puis soutenu par les collectivités locales et par l'État.

Nous parlerons du *fondateur* de l'Itav pour désigner la personne qui a porté le projet administrativement, il s'agit d'un biologiste spécialiste des biotechnologies végétales, et professeur à l'université Paul Sabatier de Toulouse.

Nous parlerons des *créateurs* pour désigner à la fois le fondateur ainsi que le groupe de chercheurs associés aux réflexions sur la construction de l'Itav[194], engagé dès le départ et ayant accompagné les premiers pas de l'institut.

Ceux-là ne sont aujourd'hui plus engagés dans l'Itav. Ils s'en sont retirés car l'institut a pris une direction, sous la gestion du CNRS, qui ne correspond pas, selon eux, à l'idée de départ.

Nous allons dans ce chapitre présenter le projet de l'Itav tel qu'il a été pensé par son fondateur puis soutenu par les collectivités locales.

Pour le fondateur, cet institut doit présenter deux originalités : favoriser A/ les recherches interdisciplinaires pour l'innovation et B/ le transfert de technologie.

L'interdisciplinarité apparaît dans ce projet comme un moyen de favoriser l'innovation et d'accélérer le transfert de technologie entre la recherche publique et le secteur industriel. En effet, l'idée de promouvoir et de faciliter l'interdisciplinarité vient en soutien à cette priorité qu'est l'innovation. L'émergence de ce projet, issu des réflexions engagées préalablement, repose sur l'idée que les découvertes, ou les « ruptures technologiques », se situent souvent aux interfaces entre les disciplines.

> *« L'innovation technologique en biotechnologie se situe déjà et se situera de plus en plus à l'intersection de plusieurs disciplines »*[195].

Dans son projet remis au CIADT, le fondateur de l'Itav met en avant le potentiel de la région Midi-Pyrénées en matière de Sciences du vivant, aux côtés des secteurs de l'aéronautique, de l'espace et de l'électronique, et souligne la dynamique autour de la

[194] Une biologiste (CNRS), un chimiste (CNRS), un physicien (professeur Insa), un biologiste (professeur Insa/laboratoire CNRS), un physicien (CNRS), un médecin (Inserm).
[195] Projet de création de l'Itav, *op.cit.*, p.12.

création de la Génopole [196] dans les domaines de la santé, de la microbiologie, de l'agronomie, de la qualité et de la sécurité des aliments[197].

Selon le fondateur, Toulouse présente un fort potentiel en termes de recherche et de formation, mais également en termes de débouchés industriels, notamment par la présence sur le sol toulousain de groupes industriels semenciers (Syngenta) et pharmaceutiques (Sanofi, Pierre Fabre), ou encore la création au cours des dernières années de *start-up*s et de PME dans le domaine des biotechnologies[198].

Enfin, il souligne le soutien des collectivités locales (Conseil Régional Midi-Pyrénées, Conseil Général de la Haute-Garonne, Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse, Sicoval[199]) au développement des biotechnologies à travers le financement de plateformes technologiques et la mise en place de structures d'accompagnement à la création d'entreprises, tels les incubateurs et pépinières d'entreprises[200].

Aussi l'opportunité de l'Itav s'inscrit dans la continuité de l'action engagée en faveur des biotechnologies par la Région Midi-Pyrénées et doit contribuer à favoriser la compétitivité de la région, ainsi que l'identification et l'attractivité du site au niveau européen, dans un contexte de compétition régionale.

6.1.1. Un lieu unique pour héberger des projets interdisciplinaires

L'idée principale, pour favoriser l'interdisciplinarité, est de proposer un lieu qui puisse accueillir des chercheurs de différentes disciplines, ce qui est difficilement réalisable dans un laboratoire « traditionnel ». Par exemple, il est difficile, voire impossible, pour un laboratoire CNRS relevant de l'Institut des Sciences de l'ingénieur (Insis), d'accueillir des chercheurs relevant de l'Institut des Sciences de la vie (INSB), et inversement.

---

[196] La Génopole de Toulouse Midi-Pyrénées, « Génotoul », constitue le réseau régional des plateformes en Sciences du vivant, ouvertes à toutes équipes publiques et privées, impliquées dans le développement technologique et dans l'innovation. Elle est créée en 1999 avec les soutiens du Ministère de la Recherche, des établissements de recherche et d'enseignement supérieur, de l'Agence Nationale de la Recherche, de fondations, de la Région et de l'Europe. Elle participe d'un réseau national visant à développer les infrastructures nécessaires à l'étude des génomes. La Génopole fédère au sein du GIS GENOTOUL tous les établissements publics et les collectivités territoriales locales concernés par la recherche et par l'innovation dans la Région. http://www.genotoul.fr/index.php?id=53

[197] Projet de création de l'Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.*, p.6.

[198] Le projet mentionne la progression de 14 à 27 *start-up* de 1999 à 2002, p.7

[199] Le Sicoval est la communauté d'agglomération du sud-est toulousain.

[200] Pour un historique de l'investissement des collectivités locales et régionales dans le domaine des biotechnologies, Jean-Marc Zuliani et Michel Grossetti, *op.cit.*

« La spécialisation de la recherche et la fragmentation du système de recherche français (entre organismes et à l'intérieur d'un organisme donné) peuvent, dans ce contexte, s'avérer contre productives »[201].

Prenant appui sur la « pluridisciplinarité » ou « l'interdisciplinarité »[202], l'institut souhaite explorer le potentiel de l'interdisciplinarité[203] dans différents secteurs d'interfaces. Plusieurs secteurs ont été identifiés au moment de la rédaction du projet pour la CIADT : les biomathématiques, la bioinformatique, les bionanotechnologies, l'interface chimie-biologie, l'imagerie, la robotique et l'instrumentation biomédicale.

Les programmes ponctuels d'incitation à l'interdisciplinarité, par des appels d'offres spécifiques par exemple, souffriraient de leur défaut d'inscription dans la durée, ainsi que de l'absence de *« proximité réelle »*[204], c'est-à-dire dans un même lieu, comme cela a pu se révéler fructueux dans certains cas étrangers.

Aussi, il serait nécessaire de *« passer du stade de collaborations entre équipes qui restent dans leurs laboratoires pour aller vers des équipes pluridisciplinaires intégrées, travaillant ensemble au jour le jour. La transdisciplinarité, pour être effective, doit se pratiquer de façon continue »*[205].

Le projet se construit autour de l'idée centrale qui est de doter le futur institut de plateformes technologiques de pointe. La mise en commun, à travers les plateformes, apparaissant comme la forme de plus en plus courante permettant l'achat d'équipements coûteux (Mangematin et Peerbaye, 2004).

Ainsi, l'Itav devrait soutenir et accueillir des équipes ou des projets obligatoirement interdisciplinaires, ainsi que des plateformes technologiques de pointe ouvertes à la communauté scientifique et aux entreprises privées[206] (*Fig. 6*).

Les auteurs du projet de création de l'Itav parlent de la nécessité de mettre en place des *« approches renouvelées de l'interdisciplinarité »* entre thématiques de recherche ainsi qu'entre les organismes de recherche académiques et les structures de transfert et de valorisation[207].

Ainsi l'Itav est porté en tant qu'instrument de décloisonnement à la fois institutionnel et disciplinaire.

---

[201] Projet de création de l'Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.*, p.5.
[202]Notons que les deux termes de « pluridisciplinarité » et d' « interdisciplinarité » sont employés de manière indifférenciée dans le projet de création de l'Itav (juin 2003).
[203] Nous choisissons de parler d'interdisciplinarité, pour les raisons explicitées en Partie 1, 3.3.
[204] Ibid.
[205] Entretien avec Jean-Claude Laprie, directeur de recherche CNRS, Brochure de présentation de la journée « Le Triangle Bio-Info-Nano-Technologies », *op.cit.*
[206] On retrouve ici ce qui était sera également mis en avant comme un objectif de Nano-Innov (cf. 5.1)
[207] Projet de création de l'Itav, *op.cit.*, p.5.

Fig. 6: Infographie sur l'Itav et ses missions. Source : http://www.itav-recherche.fr/.

Selon la vision portée à l'Itav, le décloisonnement disciplinaire passe nécessairement par le décloisonnement institutionnel, puisque les institutions classiques de la recherche, telles les universités ou les organismes comme le CNRS, n'offrent pas un cadre favorable au rapprochement des disciplines. Il convient donc d'ouvrir la recherche aux partenaires extérieurs, que sont le pouvoir politique et les industriels, afin d'assouplir une organisation trop disciplinaire.

L'Itav accueillera des « équipes-projets », il ne s'agit pas de déplacer des équipes de manière permanente. Il s'agit de venir à l'Itav pour maturer un projet de développement technologique. Les « équipes-projets » seront constituées de personnels rattachés à l'Itav de manière temporaire, pour des périodes de 2, 4 ou 6 ans, renouvelables[208]. Les personnels permanents seront uniquement ceux en charge de l'administration et des aspects de logistique. Ils devraient être affectés par les organismes de recherche, les universités ou les collectivités locales[209].

Dans ce cadre, la figure du « chef de projet » est essentielle. La mise en avant du chef de projet s'inscrit dans la dynamique de rapprochement du secteur industriel.

[208] Projet de création de l'Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.*, p.10.
[209] *Ibid.*

« La notion de chef de projet est assez étrangère à la recherche académique mais très commune dans l'industrie et dans les institutions publiques à vocation industrielle. Cette fonction, indispensable à la maîtrise des échéanciers et coûts des projets, concerne aussi directement leur valorisation économique et leur promotion par la communication »[210].

6.1.2 Une nouvelle organisation pour favoriser le transfert de technologie vers le secteur privé

L'Itav est présenté par son fondateur comme un « instrument nouveau », suivant une conception d'un système de recherche qui nécessiterait d'être réformé. Selon les promoteurs de l'Itav, chercheurs à l'université, à l'Insa ou au CNRS, le système français tel qu'il est organisé n'offre pas la possibilité de développer les projets de recherche technologique, et empêche la concrétisation des projets de laboratoires vers des produits susceptibles d'intéresser l'industrie.

« La spécialisation de la recherche et la fragmentation du système de recherche français (entre organismes et à l'intérieur d'un organisme donné) peuvent […] s'avérer contre productives »[211].

Le fondateur de l'Itav souhaite apporter une réponse à un vide dans le système de recherche et développement français en termes de financement, qui empêcherait le passage de la recherche au développement technologique.

Il s'agit de proposer un environnement pour des projets à fort potentiel en termes de valorisation, et non d'accueillir des projets de recherche fondamentale. Le porteur de projet pense à ce moment-là pouvoir fédérer autour de l'Itav les différents organismes de recherche et les universités, les collectivités locales ainsi que le secteur industriel, dans un objectif de développement économique de la région et de mise en visibilité de celle-ci au niveau européen.

Le projet dénonce une *« sectorisation excessive entre recherche et développement »*[212]. L'Itav s'inscrit clairement comme une réponse aux nouvelles exigences de la recherche[213]. Le fondateur parle d'ailleurs d' *« une anticipation sur l'évolution prévisible de nos systèmes de recherche »*[214].

Cette volonté de favoriser le transfert technologique est appuyée par la CAGT qui décide d'implanter dans le bâtiment hébergeant l'Itav, à côté des plateformes technologiques, une

---

[210] Note de synthèse confidentielle du conseil scientifique de l'Itav, 14.09.2009.
[211] Projet de création de l'Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant, *op.cit.*, p.5
[212] *Ibid.*
[213] Cf. l'Agenda stratégique pour la recherche, le transfert et l'innovation « France Europe 2020 » qui propose « des mesures spécifiques pour favoriser le transfert et l'innovation », p.3
[214] Projet de création de l'Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.*

pépinière d'entreprises dédiée aux biotechnologies. Ce rapprochement est censé favoriser les échanges entre recherche publique et secteur privé, et faciliter le transfert des résultats de la recherche vers la sphère économique.

L'Itav, pour répondre à ses objectifs, devra présenter une flexibilité d'organisation qui doit répondre *« aux réserves généralement formulées vis-à-vis du système français en matière de contraintes, lourdeurs et délais d'intervention »*[215]. En effet, les créateurs de l'Itav se montrent critiques envers l'organisation « traditionnelle » de la recherche en France, selon eux *« la fragmentation du système de recherche en organismes et sous-structures à l'intérieur de ces organismes »* est un frein à l'innovation. Ils soulignent, comme conséquence de cette organisation, les freins qu'entraîne un positionnement d'interface en termes de carrière et d'évaluation, réduisant selon eux l'efficacité des incitations à l'interdisciplinarité[216]. Le projet Itav ne doit donc pas être géré par les tutelles classiques de la recherche, tel le CNRS. Il devrait être géré de manière collective par les institutions de recherche et les collectivités locales. Cette vision vient soutenir le renforcement de l'orientation des recherches par le pouvoir politique pour assurer le développement économique.

Le fondateur de l'Itav souhaite dépasser la segmentation traditionnelle entre recherche fondamentale, recherche appliquée et transfert technologique, en défendant un continuum entre ces activités[217].

C'est une démarche de rupture qui est revendiquée et qui doit favoriser la transversalité à trois niveaux : 1) entre les organismes de recherche, les institutions politiques et le monde industriel ; 2) entre les disciplines scientifiques ; et 3) entre les résultats de la recherche et les applications technologiques[218]**.**

L'Itav, tel qu'il est imaginé en 2003 par son fondateur, est très ambitieux. Parmi ces ambitions, celle d'accueillir des projets innovants, interdisciplinaires, présentant un fort potentiel de valorisation, devant favoriser le rapprochement entre la recherche académique et le secteur industriel, devant mener au dépôt de brevets, mais aussi accueillir des équipes internationales de haute renommée.

Lorsqu'on interroge aujourd'hui les différentes parties prenantes du projet Itav, on mesure les divergences de vue sur ce que devait être cet institut et l'absence de définition commune à tous. Ainsi tous ne mettent pas l'accent sur les mêmes priorités, et ont engagé des visions différentes sur ce que devait être cet institut. Par exemple, pour la Région Midi-

[215] *Ibid.*
[216] *Ibid.*, p.27
[217] *Ibid.*, p.27
[218] *Ibid.*, p.27

Pyrénées, il s'agissait avant tout d'attirer à l'Itav des équipes étrangères de « haut niveau » qui auraient eu un effet d'entraînement pour les laboratoires locaux ; pour certains des chercheurs engagés dans le projet, il s'agissait plutôt de mettre à disposition des équipements pour des équipes locales souhaitant développer des projets interdisciplinaires.

Aussi le projet a été validé par les collectivités locales et les différents financeurs avant d'avoir été clairement défini, du moins autour d'une définition partagée par toutes les parties prenantes. Le large spectre d'ambitions de l'Itav, et donc la masse financière requise, annonce clairement – *a posteriori*- un inévitable recentrage de l'Itav autour d'objectifs plus « réalistes » financièrement. Selon plusieurs chercheurs, parties prenantes du projet Itav, c'est le manque de moyens finalement investi qui a entraîné une redéfinition des objectifs.

6.1.3 Construction des contours scientifiques de l'Itav

Bien qu'ainsi défini par son fondateur, le projet de l'Itav est loin d'être un projet linéaire, il a très tôt suscité des discussions sur les thématiques scientifiques à développer à l'Itav, reflétant l'hétérogénéité de la sphère scientifique à propos de ce que devait être cet institut.

Les laboratoires « partenaires » de l'Itav sont ceux qui ont participé au projet de construction de l'institut, c'est-à-dire qui s'y sont retrouvés engagés par la participation d'un ou de plusieurs de leurs membres aux réflexions qui dessinent les contours de ce projet[219].

Une équipe de l'Inserm a participé au départ à la réflexion, avant de s'en retirer très rapidement. Les chercheurs de cette équipe attendaient de l'Itav un endroit dédié à la recherche clinique. En termes de technologies, ils envisageaient de pouvoir disposer à l'Itav de techniques d'imagerie pouvant aller du petit animal jusqu'à l'homme et ainsi créer un continuum allant de la cellule en culture, au petit animal, jusqu'aux organes. Mais cet aspect sera rapidement écarté et il est décidé de s'en tenir dans le cadre de l'Itav à l'aspect biologie, c'est-à-dire le travail sur les cellules uniquement. Sur les raisons de ce recentrage autour d'activités purement biologiques, il est difficile aujourd'hui d'en retracer les trajectoires précises. Selon un médecin chercheur à l'Inserm et engagé dans les réflexions sur la construction de l'Itav, les contraintes particulières liées à la recherche médicale ont pu effrayer les autres membres de la réflexion qui ont préféré s'en tenir à une activité de biologie « classique », autour des cellules. Par ailleurs, les volumes financiers finalement disponibles ont participé à la restriction des ambitions initiales. Lorsqu'est lancée l'idée de l'Itav, tous les chercheurs engagés ont été invités à donner leurs idées, mais lorsqu'il s'agit

[219] Voir en annexe n°9, la liste des laboratoires partenaires de l'Itav, p. XXII.

de passer à la phase de construction concrète, les contraintes, en particulier financières, imposent de faire des choix.

Des ambitions contraintes par les financements

Aussi l'Inserm, à travers cette équipe, se retire, très tôt, du projet[220]. L'Inserm se désengage de l'Itav aussi parce que le projet de l'Oncopôle lui impose de construire un bâtiment sur le campus afin d'y délocaliser tous ces laboratoires de recherche toulousains spécialisés sur la thématique du cancer. Le fait que l'Inserm ne soit pas partie prenante d'un institut dédié aux Sciences du vivant, sur un campus dédié au cancer, peut sembler paradoxal. Toutefois, à ce stade il ne s'agit pas d'un élément déstabilisateur puisque l'Itav garde sa légitimité à se consacrer à l'interdisciplinarité et au développement de technologies innovantes pour le transfert technologique.

Ensuite, c'est l'axe robotique qui est finalement, lui aussi, abandonné. Cet axe est porté par un chercheur d'un laboratoire toulousain spécialisé en ingénierie (« laboratoire SI»), l'objectif étant de développer un projet en cours de chirurgie téléopérée. Au sein du « laboratoire SI » (un laboratoire de Sciences de l'ingénieur à Toulouse), microélectroniciens et roboticiens travaillaient alors à l'élaboration d'un robot, en collaboration avec le CHU de Toulouse, et en partenariat avec un industriel. Ce projet avait donné lieu à la fabrication d'un robot, différent de ceux alors fabriqués aux États-Unis, leaders sur le marché. L'opportunité de l'Itav, dédié aux technologies innovantes, est apparue intéressante pour y développer ce projet et l'amener vers le transfert. L'idée est d'y installer une salle d'opération robotisée dans laquelle pratiquer de la recherche en microchirurgie, en collaboration étroite avec le CHU. Finalement, la mise en place de l'Itav prenant du temps, le CHU s'est équipé avec d'autres robots. Au moment où le projet de l'Itav prenait forme, où les volumes financiers devenaient concrets, contraignant à revoir les ambitions à la baisse, il s'agissait de faire des choix, le porteur de l'axe robotique a estimé que la robotique n'était plus apte à continuer et cet axe a été abandonné, au moins provisoirement, à l'Itav[221].

Un projet final structuré autour de trois axes thématiques

Contraint par le financement disponible, l'Itav va finalement se structurer autour de trois axes, qui prennent forme dans trois plateformes technologiques : **Bionanotechnologies**, **Chimie** et **Imagerie**

---

[220] Cela n'empêche pas que des projets labellisés Itav soient menés en collaboration avec des équipes de l'Inserm. Lorsque nous parlons d'engagement d'une équipe dans l'Itav, cela signifie que l'équipe, à travers un ou plusieurs de ses membres, participe à la réflexion et à la construction du projet Itav, et envisage de s'y déplacer en partie lorsque le bâtiment sera construit.

[221] Entretien avec le porteur de l'axe robotique, 20.06.2014.

À ce stade, il n'y a plus que quatre équipes impliquées, à travers leurs responsables, issues de quatre laboratoires qui deviennent alors les « laboratoires partenaires ».

- Le **« laboratoire chimie »** est un laboratoire de chimie, UMR CNRS/UPS hébergé par l'UPS ;

Deux laboratoires de biologie :

- Le **« laboratoire bio 1 »** est un laboratoire Insa/Inra/UPS hébergé sur le campus de l'Insa ;
- Le **« laboratoire bio 2 »** est une UMR CNRS/UPS hébergée par le CNRS ;

Et

- Le **« laboratoire SI »** : un laboratoire regroupant différentes Sciences pour l'ingénieur, UPR du CNRS.

Les « laboratoire bio 1 » et « laboratoire SI » sont les porteurs de l'axe **Bionanotechnologies**, le « laboratoire chimie » est le porteur de l'axe **Chimie**, et le « laboratoire bio 2 » est le porteur de l'axe **Imagerie** (*Fig. 7*).

Les laboratoires partenaires se répartissent le choix des équipements. Ces équipements sont acquis alors que l'Itav n'est pas encore construit, et seront hébergés provisoirement dans les laboratoires partenaires.

C'est donc autour de trois familles d'équipements (bionanotechnologies, chimie, imagerie optique) que se structurent les futures plateformes de service.

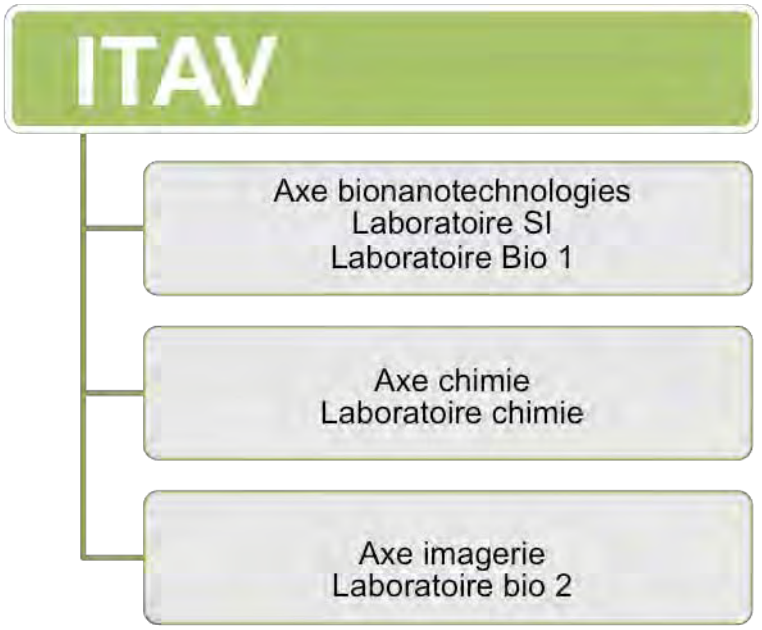


Fig. 7: Infographie des trois axes scientifiques de l'Itav et les quatre laboratoires partenaires.

6.1.3.1 L'axe « bionano »: l'effet de levier d'une dynamique préexistante

Les équipes qui se retrouvent à participer ensemble à la création de ce nouvel institut collaboraient déjà sur des projets communs.

En particulier, une dynamique de mise en réseau entre ces équipes autour de projets de « bionano » était en cours de construction au moment où a émergé l'idée de l'Itav et il est important de relever que la construction de l'institut s'appuie sur cette dynamique existante.

En effet, les injonctions à l'interdisciplinarité ne trouvent pas d'écho dans la pratique si elles ne sont pas impulsées par les chercheurs eux-mêmes à partir de leurs expériences de recherche[222].

L'équipe-projet « bionano » (*Fig. 8*) dont il est question ici préexiste à l'Itav, elle est nommée équipe « Biopuces-bionanotechnologies » et se forme au début des années 2000 autour de l'expertise de la plateforme « Biopuces », installée dans le « laboratoire bio 1 », sur le campus de l'Insa, et qui fait partie des neuf plateformes de la Génopôle Toulouse.

[222]Florence Bouyer, Stéphanie Cousin, Béatrice Simpson, Vanessa Tocut, *Étude sur l'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs*, Rapport de phase 1, Observatoire des métiers et l'emploi scientifique (OMES) du CNRS, 2014.

L'un des deux porteurs de l'équipe « Biopuces-bionanotechnologies », à l'origine de la plateforme « biopuces », situe en effet le point de départ du rapprochement des « nanos » et de la biologie à Toulouse à la constitution des plateformes Génopole.

De nouvelles perspectives s'ouvrent alors à la recherche en biologie avec le séquençage du génome qui permet d'avoir accès au système biologique dans son ensemble. Or, appréhender l'ensemble des fonctions cellulaires et passer d'une analyse ponctuelle à une analyse « multiplexée » nécessite le développement d'outils. L'idée à l'époque (début des années 2000) a été de chercher à développer des outils originaux par l'intégration des compétences de chimistes, de physiciens, de bio-ingénieurs dans le but d'analyser ces systèmes biologiques sur des systèmes miniaturisés.

C'est à partir de là que se développent les nanobiotechnologies, ou bionanotechnologies[223], puisque *« la cellule par définition, c'est nano. Donc le biologiste sans le savoir travaille dans le nano »*[224]. Des collaborations se nouent avec le « laboratoire SI », en particulier avec l'équipe « Nanobio ».

L'équipe du « laboratoire bio 1 » obtient l'installation dans son laboratoire d'une plateforme « Biopuces », rattachée à la Génopole Toulouse, à laquelle est affectée une équipe de recherche.

Ainsi se forme une équipe informelle qui collabore étroitement, regroupant des chimistes, des biologistes, des physiciens et des technologues[225]. Ces collaborations se formalisent plus tard sous le nom d'équipe « Biopuces-Bionanotechnologies » au moment de la création de l'Itav. Les deux porteurs de l'équipe « Biopuces-Bionanotechnologies » sont respectivement professeurs de biologie et de physique à l'Insa Toulouse. Cette équipe porte l'axe « Bionanotechnologies » à l'Itav, nous la nommerons dans la suite du document équipe « bionano »[226].

La plateforme Biopuces n'a pas par elle-même une activité liée aux « nanos », cette spécificité est apportée par la collaboration de l'équipe « Nanobio » qui travaille à améliorer la performance, et surtout réduire le coût des biopuces, par des procédés de micro-nanotechnologies. C'est pourquoi l'équipe ainsi constituée entend développer ses projets

---

[223] Nous parlons de « bionano » spécifiquement à l'Itav et de « nanobio » en ce qui concerne l'activité au sein du « laboratoire SI », pour reprendre la distinction opérée par l'équipe elle-même.

[224] Entretien avec un chercheur, biologiste, 23.01.2013.

[225] Pour une présentation détaillée des travaux de cette équipe interdisciplinaire, voir « Les nanotechnologies au service des biopuces, l'exemple toulousain », in Magazine *Biofutur*, « Bioterrorisme, de l'analyse aux solutions », n° 250, décembre 2004, pp.41-45.

[226] L'équipe « bionano » est l'équipe interdisciplinaire qui s'installe à l'Itav et qui porte l'axe bionanotechnologies. L'équipe « nanobio » est une équipe du « laboratoire SI », elle fait partie de l'équipe « bionano » de l'Itav.

spécifiques dans ce nouveau lieu qu'est l'Itav, et qui serait le point de rencontre entre ces différentes équipes issues de laboratoires différents. L'objectif est la facilitation des collaborations au quotidien qui doit permettre l'accélération de l'avancée des projets vers le transfert technologique. L'équipe ainsi formée regroupe des biologistes, des chimistes, des physiciens et des technologues qui mettent leurs compétences complémentaires au profit de la fabrication et de l'amélioration des biopuces.

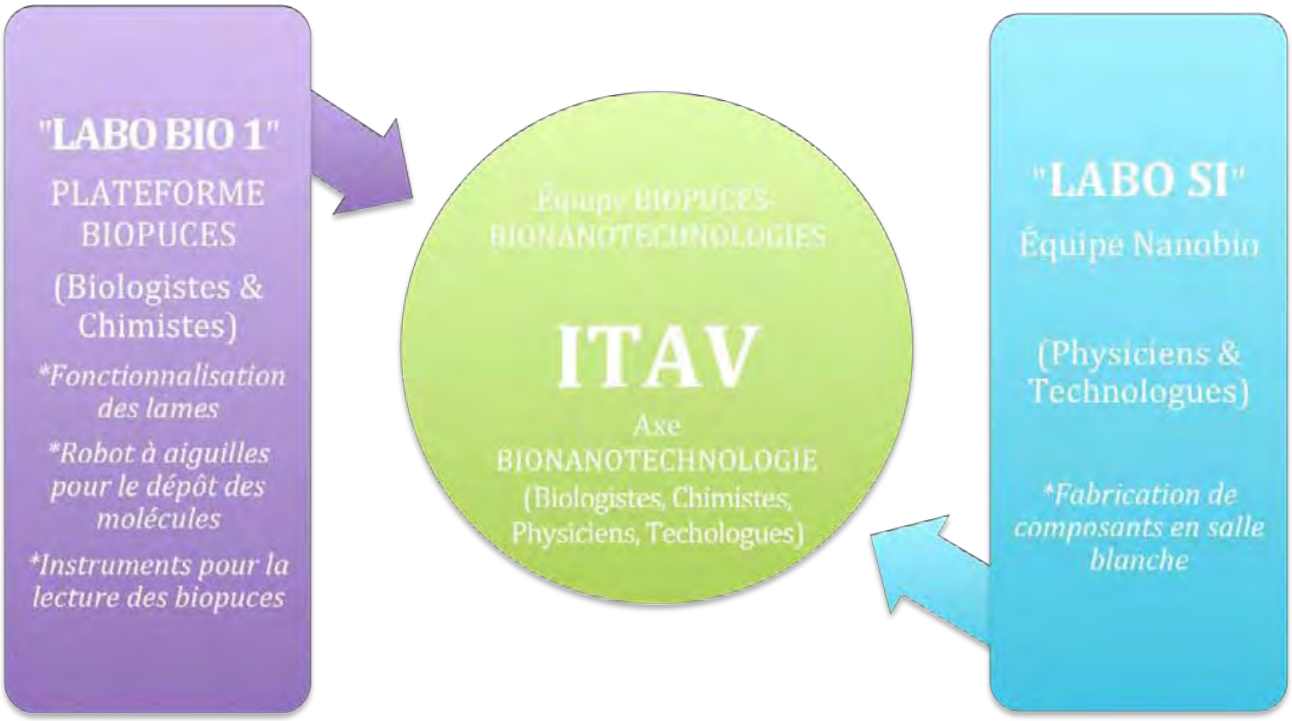


Fig. 8: Infographie illustrant la construction de la collaboration interdisciplinaire dans l'axe « bionano » à l'Itav.

LA TECHNOLOGIE DES BIOPUCES À ADN

La technologie des biopuces à ADN (*Fig. 9*) permet d'identifier un ensemble d'acides nucléiques (séquences d'ADN) simultanément et en une seule analyse. Initialement développée pour des travaux académiques, cette technologie n'est qu'au début de son développement dans le domaine du diagnostic *in vitro*. Les biopuces utilisent aujourd'hui la méthode de la fluorescence pour la détection. Un robot à aiguilles permet de déposer les molécules d'ADN sur la surface, ces molécules sont « marquées » avec une

molécule fluorescente qui va permettre de révéler l'hybridation, ou l'absence d'hybridation, révélant la présence ou l'absence de la molécule recherchée. La lecture des biopuces se fait avec un scanner de fluorescence ou un microscope de fluorescence.

La biopuce à ADN est constituée d'un support solide, généralement une lame de verre « fonctionnalisée », c'est-à-dire préparée avec des molécules qui permettront d'accrocher les molécules d'intérêt. Sur cette lame, sont déposés plusieurs centaines, voire milliers, de brins d'ADN, désignés comme des « spots ». Chaque « spot » est constitué d'un ensemble de brins d'ADN connus, appelés « sondes », et choisis pour leur capacité à s'hybrider avec les séquences d'ADN qu'il s'agit de détecter dans un échantillon, et appelées « cibles ». L'utilisation de la biopuce à ADN consiste à déposer sur la matrice de spots de brins d'ADN sondes, les séquences d'ADN extraits de l'échantillon à analyser et préalablement marqués (généralement avec une molécule fluorescente). Pendant cette étape, si les séquences d'ADN cibles d'intérêt, c'est-à-dire recherchées, sont présentes dans l'échantillon, elles vont s'hybrider sur les séquences sondes immobilisées sur la biopuce. La détection de l'hybridation est ensuite réalisée grâce à la lecture de la fluorescence émise par chacun des spots. La présence de fluorescence sur un spot valide l'hybridation et donc l'identification des séquences cibles d'intérêt. Cet outil a pour avantage de détecter de multiples ADN cibles d'un échantillon en parallèle et en une seule analyse.

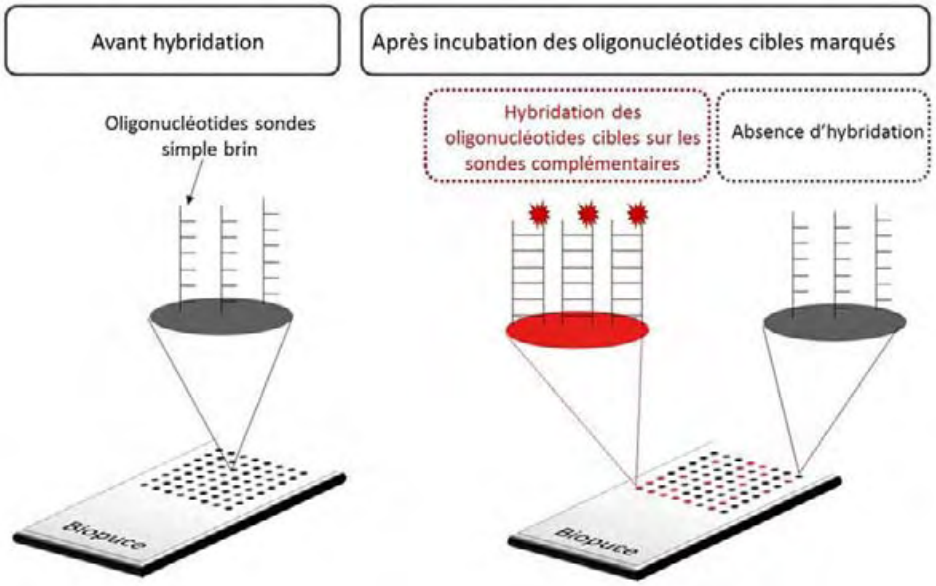


Fig. 9 : Infographie illustrant le principe des biopuces a ADN (Foncy, 2013).

L'équipe « Biopuces-Bionanotechnologies » préexistait à l'Itav et c'est pourquoi elle a représenté un socle concret et solide sur lequel le projet Itav s'est appuyé dans sa phase de construction. Lorsqu'il s'agissait de rechercher des financements pour construire l'Itav, le fondateur pouvait mettre en avant l'équipe « bionano » et ses réalisations, ses projets engagés, sa dimension interdisciplinaire et ses collaborations avec le secteur privé. Pour les membres de cette équipe interdisciplinaire, se retrouver dans un bâtiment commun représentait une continuité par rapport à des projets déjà engagés, apportant la plus-value d'un lieu permettant aux membres de se rencontrer quotidiennement et ainsi d'avancer plus rapidement vers la maturation des technologies en vue du transfert de technologie.

Le rôle des Sciences de l'ingénieur dans ce projet est essentiel. Les biopuces à ADN ont été initialement développées pour des travaux académiques, mais cette technologie a vocation à pénétrer le marché du diagnostic *in vitro*. Pour cela, l'enjeu est de mettre au point des méthodes de fabrication des biopuces à faible coût. En effet, pour répondre aux critères économiques du marché du diagnostic *in vitro*, cette technologie doit devenir accessible aux laboratoires d'analyses médicales en étant simplifiée, robuste, rapide et peu onéreuse. Le rôle des Sciences de l'ingénieur est de mettre les méthodes de fabrication qu'elles maîtrisent bien au service de l'amélioration des biopuces afin de les rendre disponibles pour un marché particulier.

La thématique des « bionano », telle qu'elle est portée par cette équipe, est centrale dans la phase de construction du projet, elle apporte l'illustration de projets à fort potentiel de

transfert industriel, ou médical. En effet, cet axe repose sur le potentiel du secteur de la santé qui serait *« un des secteurs applicatifs les plus prometteurs des nanotechnologies »*[227]. Ce thème constitue donc un pilier dans la création et la mise en place de l'institut, le cœur scientifique du projet. S'il y avait des incertitudes quant à la façon de structurer l'institut, sur la forme à lui donner, sur sa gouvernance (comme nous allons le voir plus loin), en revanche la thématique scientifique des « bionano » est identifiée très tôt, dans une perspective très orientée vers le développement technologique.

« L'idée de départ de l'Itav c'est d'introduire les Sciences de l'ingénieur sur l'Oncopôle»[228].

Les travaux sur les puces à ADN menés dans le « labo bio 1 », sur la plateforme « biopuces », ont donné lieu à un transfert à une *start-up*, que nous désignerons ici comme « X », installée sur la pépinière de l'Itav, qui travaille à la commercialisation d'une biopuce à ADN pour le dépistage du cancer du sein. L'équipe travaille par ailleurs au développement des puces à protéines (projets portés par le « labo SI »), avec un projet notamment sur la détection des allergies alimentaires, en collaboration avec une PME régionale, « Y »[229].

ORIGINE DE LA *START-UP* « X »

La *start-up* « X » a été créée après le dépôt d'un brevet en collaboration entre l'équipe du « labo bio 1 » et un laboratoire de chimie toulousain. Le brevet porte sur la chimie des dendrimères (molécules connues pour leur forme qui rappelle les branches d'un arbre) et leur utilisation pour la conception de biopuces à ADN comme améliorant la sensibilité des biopuces, en comparaison de la chimie de surface déjà commerciale. Aujourd'hui, la *start-up* « X » possède une licence d'exploitation exclusive de ce brevet. Le créateur de la *start-up* a installé « X » sur la pépinière d'entreprises du Centre Pierre

[227] Magazine *Biofutur*, « Les nanotechnologies au service des biopuces, l'exemple toulousain », décembre 2004.
[228] Entretien avec le président du conseil scientifique de la Fondation InNaBioSanté, 19.03.2013.
[229] « Y », créée en 1999, développe des technologies génériques, et plus particulièrement des scanners, pour le diagnostic. L'entreprise a valorisé plusieurs technologies mise au point par le « laboratoire SI ». Le « laboratoire SI » et « Y » sont partenaires depuis le milieu des années 2000.

> Potier (qui regroupe l'Itav et une pépinière d'entreprises) à l'ouverture du bâtiment.

Les projets de l'équipe « bionano » sont à l'interface entre la physique, la biologie, la chimie et les Sciences de l'ingénieur.

> *« La chimie de surface, des nanoparticules et de leur fonctionnalisation, la fabrication de systèmes miniaturisés jusqu'à l'échelle moléculaire et la nanophysique du transport électrique au travers d'assemblées moléculaires complexes entrent en synergie autour d'une application biologique »*[230].

Les projets portant sur les biopuces et les problématiques de détection sont développés dans un souci de valorisation, en partenariat avec le secteur industriel (une *start-up* et une PME).

D'après une chercheuse, l'idée de coupler sur le site le bâtiment de recherche avec une pépinière d'entreprise conforte la place centrale des « bionano ».

> *« L'idée de réunir sur un même bâtiment des équipes de recherche et une sorte d'incubateur, de pépinière d'entreprises, c'est une super bonne idée, et ça c'est vraiment des nanobiotech., parce que ça a vocation à donner lieu à du transfert »*[231].

L'ÉQUIPE « BIONANO » : ÉQUIPE-ANTENNE DE L'ITAV

L'équipe « bionano » est la première équipe à s'installer dans l'Itav, elle est désignée comme « équipe-antenne ». Ce terme n'a jamais été clairement défini, mais il témoigne tout de même du statut particulier qui est donné à l'équipe, qui se distingue ainsi d'un équipe-projet.

L'un des deux porteurs de projet, biologiste, obtient un financement ANR (projet de collaboration entre les deux porteurs de l'axe « bionano ») pour développer le projet sur les puces à ADN, qu'il positionne à l'Itav et non dans son laboratoire d'origine (*Fig. 10*). Ce choix vise d'abord à rapprocher les équipes de recherche dans un lieu unique dédié à ce projet, et ensuite à rapprocher le projet de recherche de la s*tart-up* « X ». La meilleure illustration de ce rapprochement est l'embauche d'une doctorante en thèse Cifre par la *start-up*, dont le directeur de thèse est l'un des porteurs de l'équipe « bionano ». Elle travaillera, durant toute la durée de sa thèse, entre la *start-up* et la plateforme de recherche « bionano », une proximité très utile au déroulement de son travail de thèse (cf. 7.1.2). Une autre

---

[230] Magazine *Biofutur*, décembre 2004, op.cit.

[231] Entretien avec une chercheuse, biologiste, engagée dans la création de l'Itav en tant que porteuse de l'axe imagerie, 23.04.2013.

doctorante, qui travaille en codirection entre un porteur de l'équipe-antenne, physicien au « laboratoire SI » et une neurobiologiste spécialiste d'imagerie médicale à l'Inserm, s'installe à l'Itav une fois qu'il est construit.

L'axe « bionano » présente des projets avancés en termes de maturation technologique c'est pourquoi il est présenté comme un moteur, qui devrait permettre d'impulser une dynamique en entrainant les autres équipes.

> *« Nous pensons que l'axe nanobiotechnologies sera un ciment très fort de l'Itav et que progressivement des projets communs entre les différents axes thématiques seront développés »*[232].

Au regard de cette dynamique autour des projets de « bionano » qui ont servi de socle à la construction de l'Itav, les porteurs de l'axe « bionano » attendaient davantage un lieu de soutien à la recherche technologique (et donc des financements dédiés), qu'un lieu interdisciplinaire, puisque nous avons vu que la dynamique interdisciplinaire était née bien avant l'Itav. **L'interdisciplinarité apparaît dans les projets de « bionano » mise en avant en tant que levier de l'innovation.**

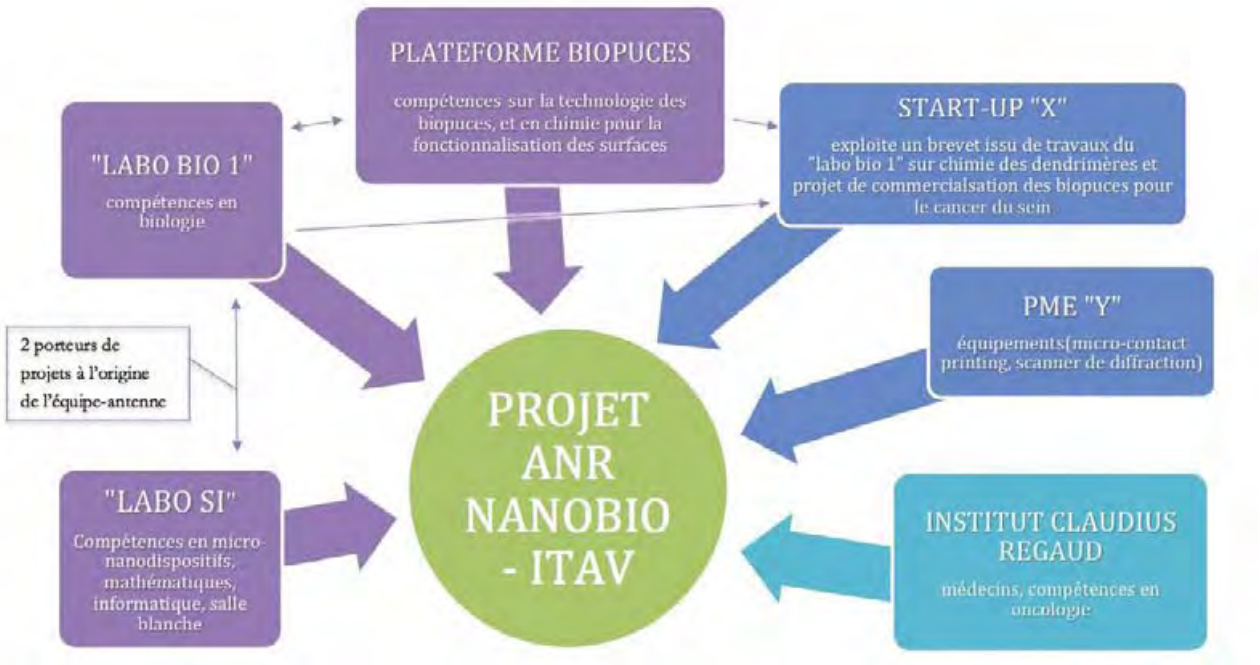


Fig. 10 : Infographie illustrant l'implication des différents partenaires dans un projet interdisciplinaire porté à l'Itav par l'équipe-antenne dans l'axe « bionano ».

[232] Présentation de l'axe « Bionanotechnologies » dans le projet de création de l'Itav, *op.cit.*, annexe n°10, p. XXV.

6.1.3.2 Les débuts scientifiques de l'Itav

Après l'accord de principe pour la création de l'Itav par le CIADT en 2003, son fondateur a sollicité divers partenaires académiques et politiques (universités, organismes de recherche, Région Midi-Pyrénées, CAGT, Préfecture de Région, Fondation InNaBiosanté) pour des subventions afin de construire l'Itav (bâtiment, appels à projets, *etc.*). Suite à ce travail du fondateur pour réunir plusieurs partenaires institutionnels autour du projet de l'Itav, un premier appel à projet est lancé en 2005, alors que le bâtiment n'est pas encore construit. Il est financé par le Conseil Régional, la CAGT, le CNRS et l'UPS (*Fig. 11*). Il est prévu que la Fondation InNaBioSanté, en cours de création, abonde les projets sélectionnés plus tard. A ce moment-là, l'Itav n'ayant pas encore d'existence physique (le bâtiment n'est pas encore construit), les six projets soutenus (dont trois projets « nanos »)[233] sont labellisés « Itav » mais se développent au sein des laboratoires d'origine des équipes.

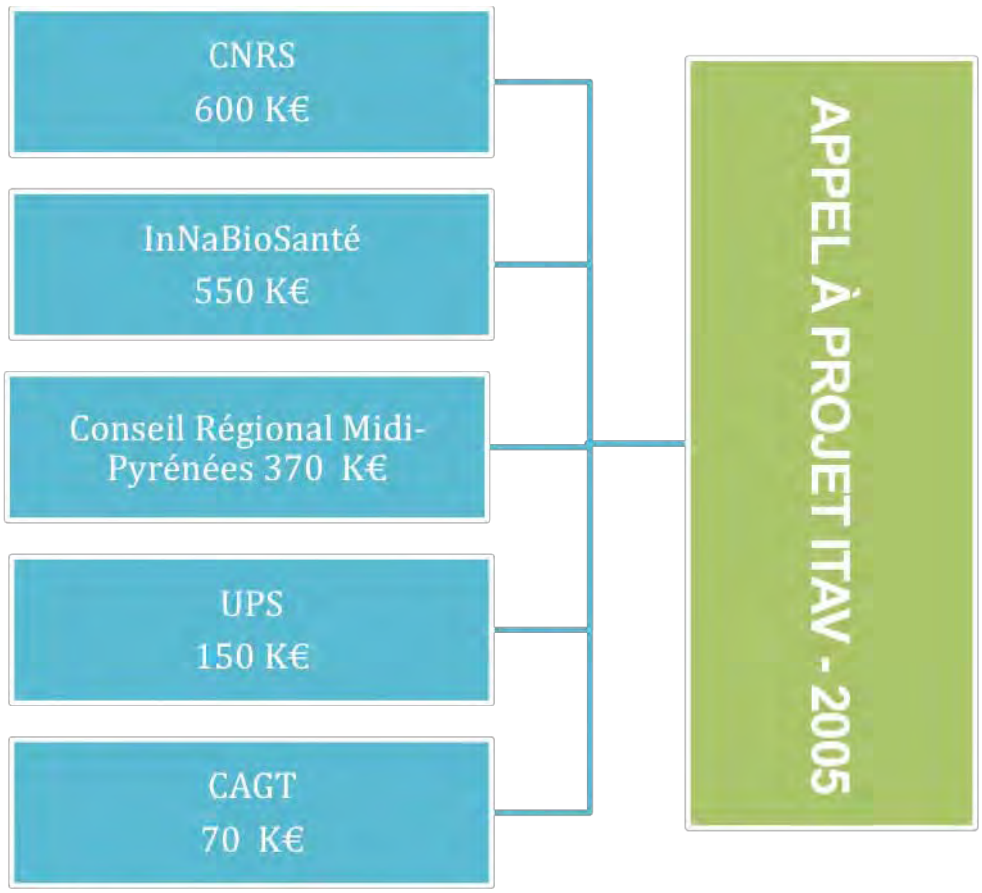


Fig. 11: Infographie illustrant la participation des différents partenaires dans le financement du premier appel à projets pour l'Itav.

[233] Voir en annexe n°11 la liste des six premiers projets soutenus dans le cadre de cet appel à projets, p. XXXIII.

L'accord qui se dessine ici entre les différents partenaires semble prometteur pour la suite de l'Itav. Mais il n'a pas été si évident que cela à mettre en place et à opérationnaliser, et il se révèlera impossible à pérenniser. Les projets retenus doivent être financés pour deux ans, cependant, au moment de la sélection des six premiers projets *« le montant de la pondération des contributions individuelles n'est pas encore acquise. Globalement chacun des 6 projets devrait être soutenu à hauteur de 300 000 euros pour deux ans »*. Toutefois, le fondateur de l'Itav se félicite de ce démarrage et souligne que *« trois projets impliquent des partenariats industriels et devraient déboucher, à court terme, sur de la création d'emploi »*[234].

En effet, trois des projets retenus incluent un partenaire privé installé dans la région de Toulouse : une PME de recherche pré-clinique spécialisée dans les maladies métaboliques et cardiovasculaires, une PME spécialisée dans l'instrumentation scientifique et un industriel pharmaceutique[235].

Durant la période 2005-2009, trois « Workshops Itav » sont organisés, qui témoignent d'une certaine vitalité en termes d'activité scientifique.

Le premier est organisé en octobre 2006, sur le thème *Ingénierie des surfaces à l'interface Matériaux/Vivant* à l'Insa Toulouse. La thématique des « bionano » y est représentée à travers plusieurs interventions, l'une portant sur la « biostructuration de surfaces pour les biopuces », la deuxième sur « sciences des surfaces et bionanotechnologies », une autre enfin sur « l'optimisation de nanoparticules de fer pour l'oncologie ».

Le deuxième Workshop est organisé en octobre à l'ENSAT (Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse), sur le thème de *l'imagerie optique du futur*. Nous n'avons pu retrouver le programme détaillé de cette journée, dont l'objectif était d'initier un échange interdisciplinaire entre biologistes, chimistes, physiciens et informaticiens sur les évolutions récentes et les perspectives de l'imagerie optique au service de recherches fondamentales et du diagnostic.

Le troisième et dernier Workshop se tient en septembre 2008 sur le thème *Bionanotechnologies : une dynamique régionale, nationale et européenne*. Les présentations concernent alors la « micro et nanofluidique », la « micro/nano biodetection », les interactions des nanotubes de carbone double-paroi avec le vivant, l'apport des nanotechnologies dans l' « auto-assemblage moléculaire », les « nanosystèmes et nanomédecine à visée anti-

---

[234] Fondateur de l'Itav, cité dans MID *e-new*s, 6 janvier 2006, http://archives.midenews.com/politiques-publiques/886-biotechnologies-premiers-projets-finances-dans-le-cadre-de-l-itav.html

[235] « Les 6 premiers projets de recherche retenus par l'Itav », *La Dépêche du Midi*, 17.01.2006, http://www.ladepeche.fr/

cancéreuse », ainsi qu'une présentation sur « les apports de la physique théorique à la compréhension de la matière vivante à l'échelle moléculaire ».

Les partenaires de ces Workshops sont nombreux : académiques, collectivités locales et industriels, parmi lesquels les deux principaux industriels pharmaceutiques de la Région, Pierre Fabre et Sanofi.

Quant aux thèmes abordés, ils incarnent les trois plateformes de l'Itav: chimie, imagerie et bionanotechnologies.

Cette dynamique va finalement, et paradoxalement, être interrompue par les tensions qui apparaissent au moment de la construction du bâtiment, c'est-à-dire au moment où l'activité de l'Itav doit être encadrée par des murs. C'est à cette nouvelle étape du processus de construction de l'Itav que nous allons maintenant nous intéresser.

6.1.4 La vision du fondateur de l'Itav : une gouvernance élargie pour favoriser le décloisonnement

Afin de favoriser l'interaction interdisciplinaire, l'Itav proposera, à côté des plateformes technologiques, des bureaux et laboratoires pouvant accueillir les équipes et des espaces communs. L'installation de *start-up*s dans le même bâtiment que les plateformes dédiées à la recherche devrait favoriser *« une dynamique de fertilisation croisée »*[236].

Concernant les personnels, l'Itav accueillera des personnels permanents uniquement dédiés à l'administration et aux aspects de fonctionnement logistique de l'institut. **En revanche, le projet ne prévoit pas l'affectation d'équipes de recherche.** Il accueillera des équipes-projets uniquement de manière temporaire, rattachées à l'institut pour des périodes de 2 à 5 ans, renouvelables. Il pourra s'agir de chercheurs ou enseignants-chercheurs, d'agents d'organismes de recherche ou d'établissements d'enseignement supérieur *« mis à disposition de l'institut »*. Ils seraient alors dotés d'un double rattachement administratif (unité d'origine et Itav) et affectés à l'institut à temps complet ou partiel (supérieur ou égal à 50%). Il pourra aussi s'agir, cela est même fortement attendu, de scientifiques étrangers. Enfin, cela pourra être aussi des doctorants et post-doctorants financés par les types de bourses existants.

Trois questions essentielles non résolues à ce stade seront à l'origine des tensions qui mèneront à l'infléchissement de l'Itav par rapport à son objectif initial. D'abord la question du financement des projets qui doivent venir se dérouler à l'Itav. Ensuite, la question du financement et de la gestion du bâtiment devant accueillir l'Itav. Enfin, la question du statut

[236]Projet de création d'un Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.*, p.13

des chercheurs hébergés à l'Itav : comment convaincre des chercheurs locaux de venir travailler sur un projet à l'Itav, alors qu'ils sont déjà dans des laboratoires, et quelles seront les conséquences en termes de signatures d'articles par exemple ? Le mode de fonctionnement traditionnel des plateformes de service est que des chercheurs viennent y travailler selon leur besoin en instruments. Délocaliser une équipe durant toute la durée d'un projet soulève donc des problématiques non résolues.

La question du financement des projets trouve une réponse avec la création de trois organismes ayant pour but de financer des projets en cancérologie : le Pôle de compétitivité Cancer-Bio-Santé, suite au lancement des pôles de compétitivité en 2004, qui permettent de labelliser des projets afin qu'ils puissent recevoir des financements de l'État ; la Fondation RITC (Recherche Innovation Thérapeutique Cancérologie) qui finance *« des projets interdisciplinaires de recherche en transfert en cancérologie »*[237] et la Fondation InNaBioSanté, organe de financement et va faire l'objet de notre attention car elle est fortement impliquée dans les premiers pas de l'Itav [238].

Le financement de l'Itav, et des projets hébergés, n'était pas acquis au moment où a émergé l'idée du projet. Le CIADT valide les projets mais cela ne s'accompagne pas de moyens financiers. Ceux-ci restent ensuite à trouver. Le fondateur de l'Itav envisage un co-investissement des organismes de recherche, des universités et des collectivités locales : fléchage de postes de chercheurs, d'enseignants-chercheurs et de techniciens sur l'institut par les organismes de recherche et les universités ; et financement de bourses de doctorat et de post-doctorat par les collectivités locales. Toutefois, ce co-investissement ne se révèlera pas évident car chaque institution qui finance veut avoir le contrôle sur l'orientation de l'institut. Or, nous verrons que les institutions politiques et scientifiques n'ont pas la même vision de ce que doit être l'Itav et comment il doit fonctionner.

La question du statut des chercheurs à l'Itav est centrale et pose la question de la concurrence de l'Itav aux yeux des laboratoires existants. Comment les chercheurs dont un projet est hébergé à l'Itav devront-ils signer leur publication ? Comment sera partagée la propriété intellectuelle en cas de dépôt de brevet ? Ainsi les laboratoires de rattachement des chercheurs expriment leur inquiétude de perdre leurs chercheurs au profit de cette nouvelle structure. L'Itav est clairement perçu comme une concurrence par les laboratoires existants, dans un contexte général de raréfaction des crédits et des postes.

---

[237] http://www.fondation-ritc.net/-La-vocation-.html

[238] La création de l'ANR en 2005 vient aussi apporter une réponse partielle à la question du financement des projets à l'Itav.

« [L'idée] c'était de dire le matériel c'est pas pour le [laboratoire x], c'est pas pour le [laboratoire y] parce que tous ces labos universitaires ils sont nuls, on va faire un truc nouveau »[239].

« Les moyens, c'est toujours pareil, dans la recherche c'est quand même pas extensible, [les laboratoires] se disaient que s'il y avait quelque chose de nouveau ça allait être au détriment de ce qui existait, et donc en gros quasiment tout le monde a pris ça [l'Itav] en grippe»[240].

Dans un souci de marquer sa différence avec les laboratoires, l'Itav se présente comme un instrument complémentaire destiné à répondre à un besoin du système de recherche. Il est présenté par son fondateur comme complémentaire et en aucun cas concurrent des laboratoires existants.

« L'Itav ne doit pas reproduire ce que les unités font bien, en particulier, dans la progression des connaissances de base au niveau de domaines thématiques spécifiques […] et [il] doit, de façon renouvelée, représenter une structure où l'on peut réaliser ce qu'il serait difficile de faire ailleurs, en particulier, en matière de transversalité et de souplesse d'intervention »[241].

LE PROJET D'UNE GOUVERNANCE COMMUNE ENTRE LES INSTITUTIONS POLITIQUES ET DE RECHERCHE

Le « manque de souplesse » est reproché par les créateurs de l'Itav au CNRS, c'est pourquoi ils souhaitent que le nouvel institut ne soit pas sous sa tutelle. En particulier, l'implication des collectivités locales dans la gouvernance doit permettre selon eux, de pallier à la rigidité du CNRS.

« Ce qui était voulu au départ c'était un truc qui était certes institutionnel, Inra, Inserm, CNRS, Région, Métropole, Europe, tout ce qu'on veut, mais pas une unité CNRS. Parce qu'on sait très bien ce que ça donne une unité CNRS, c'est un carcan extrêmement étouffant… le CNRS ne sait faire que des labos de recherche, il ne sait pas faire un outil comme ça [dédié au développement technologique] »[242].

Le fondateur de l'Itav prévoit d'organiser le pilotage scientifique de l'institut autour d'un comité stratégique d'orientation qui serait composé pour moitié de représentants des tutelles et des collectivités, et pour l'autre moitié de personnalités étrangères appartenant aux milieux de la recherche et des entreprises et dont le président du comité serait issu.

---

[239] *Ibid.*
[240] Entretien avec l'ancienne directrice de l'Itav, 30.06.2014.
[241] *Ibid.*, p.11
[242] Entretien avec un chercheur, physicien, 02.06.2013.

Quant à la sélection des équipes-projets, elle reviendrait à un comité d'évaluation international. Un comité de pilotage local serait chargé de la mise en application des orientations et décisions des deux comités précédents[243].

Selon la vision portée à l'Itav, le rapprochement entre la recherche académique et les intérêts de développement économique doit passer par une gouvernance commune, dans laquelle à la fois les collectivités locales et des représentants du secteur de l'industrie seraient associés au pilotage scientifique de l'institut et au choix des projets qui y seraient développés.

Le fondateur de l'Itav a ainsi identifié un terreau industriel régional[244] (grandes sociétés ou *start-up*s) susceptible de rendre possible cette collaboration attendue entre la recherche et l'industrie autour des biotechnologies et nanobiotechnologies. Outre le secteur des biotechnologies, des collaborations sont envisagées avec des entreprises qui utilisent des technologies avancées dans divers secteurs industriels tels que le spatial, l'aéronautique ou la chimie et qui *« pourraient trouver de nouveaux développements prometteurs dans les biotechnologies »*[245]. Les collaborations avec les entreprises pourraient prendre différentes formes: participation des entreprises à des projets de recherche, accords sur des projets finalisés dans le but d'aboutir à des produits, services ou procédés à court terme. Les équipements et compétences de l'Itav étant évidemment ouverts aux entreprises.

> ***« Le but avoué de notre action sur l'Itav est donc clairement de se démarquer d'une stratégie classique de laboratoire de recherche, mais de mettre l'accent sur des projets à haute valeur ajoutée technologique avec une vision de transfert à court ou moyen terme. [..] L'Itav/bionanotechnologies fonctionnera donc plus comme un institut de Recherche Technologique que comme une unité de recherche classique »***[246].

Le décloisonnement doit en outre permettre de dépasser les blocages aux recrutements interdisciplinaires dans les laboratoires académiques. En effet, l'évaluation individuelle des chercheurs est faite par des sections disciplinaires. Il est très difficile, dans un laboratoire de Sciences de l'ingénieur, employant des technologues, des physiciens, des informaticiens ou des mathématiciens, de recruter des biologistes, des biochimistes, des électrochimistes, *etc.* Les postes sont de plus en plus rares dans la recherche publique française, et les profils interdisciplinaires ne sont pas prioritaires. Le fondateur de l'Itav avait cet objectif de parvenir à créer un institut véritablement interdisciplinaire où différents chercheurs,

---

[243]Projet de création d'un Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.,* p.11

[244] Cf. liste des entreprises recensées par le porteur de projet Itav en annexe n°12, p. XXXIX.

[245]Projet de création d'un Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.*, p.12

[246] « ITAV-Hôtel à projets interdisciplinaires. Document stratégique pour l'UMS 3039 », 1er octobre 2010, p.16.

relevant d'instituts et de sections disciplinaires différents, seraient venus travailler dans un même lieu. D'où cette importance d'avoir dans l'Itav des biologistes, des chimistes, des physiciens, des ingénieurs, des informaticiens, etc. qui travaillent ensemble sur un projet de maturation technologique.

La gestion par le CNRS s'est imposée – comme nous le verrons plus loin – sans être remise en question par les partenaires, l'organisme apparaissant à tous comme légitime pour gérer une unité de recherche. Toutefois, les partenaires (collectivités locales et Fondation) souhaitaient intervenir dans la sélection des projets menés à l'Itav à travers le financement des appels projets et ainsi peser sur l'orientation de l'institut. C'est à ce niveau-là qu'est apparu le point de tension entre les différents partenaires.

LES « BIONANO » À L'ITAV : LEVIER DES TRANSFORMATIONS DE L'ORGANISATION DE LA RECHERCHE

Les contours scientifiques de l'Itav articulent deux disciplines principales, les Sciences du vivant et les Sciences de l'ingénieur. Autour d'elles viennent s'ajouter des disciplines « complémentaires » telles la chimie, la physique, l'informatique, les mathématiques. Les deux porteurs de projet de l'axe « bionano » voient dans l'Itav un institut dédié à la collaboration interdisciplinaire et au développement de projets en phase de maturation vers le développement industriel, c'est-à-dire des projets qui ne peuvent être développés dans les laboratoires « classiques »[247].

Dans les laboratoires « classiques », certains projets donnent lieu à des brevets, des chercheurs mettent au point des objets technologiques susceptibles de répondre à un besoin industriel (dans le cas des « nanobio » il s'agit le plus souvent d'outils pouvant servir au diagnostic ou à la thérapeutique), mais ne parviennent pas à atteindre cet objectif faute de financements pour aller vers le développement technologique.

À travers l'implication de ces deux chercheurs, qui s'investissent en localisant certains de leurs projets à l'Itav, ainsi que des doctorants ou post-doctorants travaillant sur ces projets, la thématique des « bionano » est bien centrale à l'Itav (*Fig. 12*).

La thématique de la chimie couplée aux Sciences du vivant est également fortement présente, l'axe chimie-biologie étant un axe structurant de l'Itav. Toutefois, tel qu'il se construit à l'Itav, cet axe est très proche de l'axe « bionano ».

[247] Les unités de recherche publiques et les chercheurs individuels sont évalués principalement sur le nombre et la « qualité » de leurs publications.

« Pour de nombreux projets, il ne s'agit pas simplement de collaborations entre chimistes et biologistes (deux partenaires), mais entre chimistes, nanotechnologues et biologistes (trois partenaires). La mise au point de nouvelles puces à ADN […] est un exemple très significatif. […] La complexité de l'innovation technologique oblige à créer des interactions entre trois ou quatre disciplines. Ce nouveau niveau de complexité devrait être le choix pour sélectionner les projets scientifiques de l'Itav, en fait ceci devrait être la « marque » Itav »[248].

Le travail sur les biopuces illustre particulièrement bien les collaborations attendues entre ces trois disciplines principales à l'Itav. Les « nanobio » sont le point de convergence de ces différentes disciplines, c'est sur elles que repose l'enjeu du lien entre recherche et secteur industriel à l'Itav.

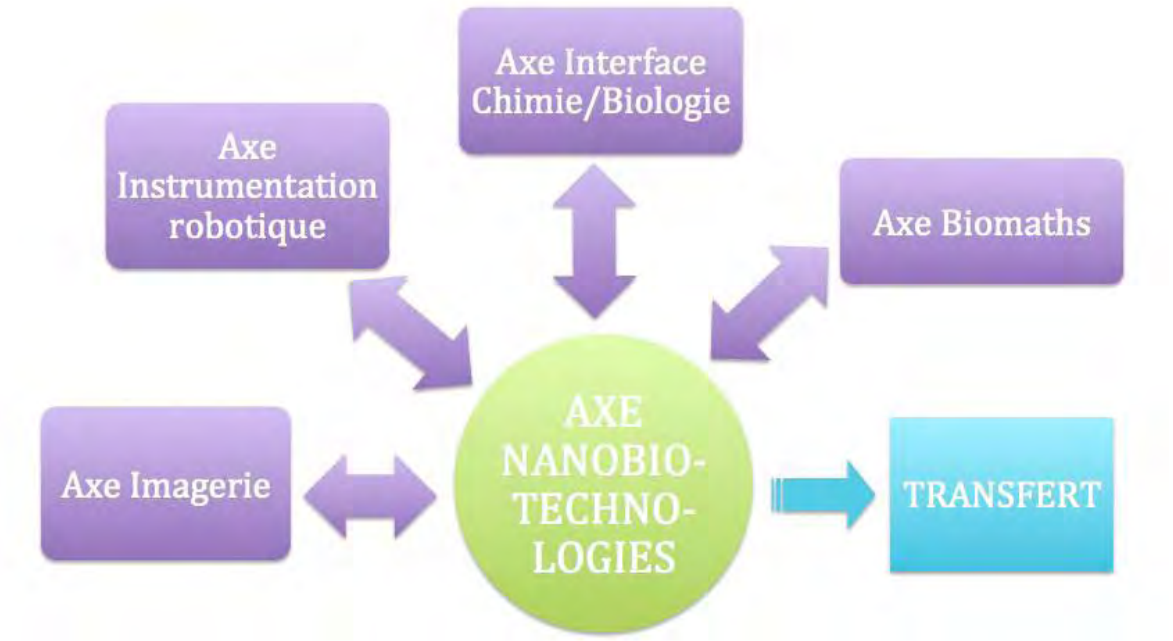


Fig. 12 : Infographie illustrant le rôle central de l'axe « bionano » dans la mission de transfert de technologie de l'Itav (Reproduction du schéma figurant dans la convention de création du GIS de préfiguration de l'Itav, 2005).

Nous ne développons pas ici les axes « instrumentation robotique » et « biomathématiques » parce que ceux-ci n'ont pas été retenus dans le projet final. L'axe Imagerie est resté, mais il s'est déplacé depuis 2005 (date de ce schéma). Alors qu'il devait

[248] Annexe au projet de création de l'Itav, « Axe thématique interface chimie-biologie », *op.cit.*, p.25.

être dédié à « l'imagerie *in vivo* », ce sera finalement l'imagerie multiphotonique[249] qui sera retenue dans les achats d'équipements[250].

Soulignons ici que les « bionano » à l'Itav sont en prise avec la recherche appliquée, portées comme un vecteur de développement économique. Toutefois elles ne sont pas, par essence, un domaine de recherche appliquée.

> *« Certains parlent de nanobiosciences par exemple, l'ANR parle de nanobiosciences. On peut très bien utiliser les « nanos » pour adresser une problématique de biologie plutôt fondamentale, c'est des projets qu'on a nous avec [le laboratoire bio 2]. On essaie d'utiliser des concepts, des outils, des méthodes issues des nanotechnologies pour étudier, comme un chercheur en biologie, des problématiques biologiques. Ca on peut l'appeler nanobiotechnologies, ou nanobiosciences, nanobiologie si vous voulez ou bionanologie ! Mais la problématique est surtout de faire avancer la connaissance »*[251].

Ce type de projet, pour l'équipe-antenne de l'Itav, doit continuer de se dérouler dans les laboratoires « traditionnels ». En revanche, les « bionano » à l'Itav correspondent à des recherches appliquées.

> *« Et puis on a des projets où, au contraire, on utilise les technologies vraiment pour aller vers l'applicatif. Là le mot nanobiotechnologies est beaucoup plus approprié. On met en place des techniques, des technologies génériques, pour aller vers du diagnostic médical, pour nous, et d'autres pour aller vers la thérapie. Donc là y a de la techno et y a une visée applicative claire : soit une pathologie à adresser, soit un diagnostic nouveau à mettre en place, et éventuellement transférer vers le médical ou vers le milieu industriel »*[252].

Ce type de projets correspond à l'environnement Itav, dédié à la recherche appliquée.

---

[249] Le microscope multiphoton permet d'imager en profondeur des systèmes d'intérêt biologique.
[250] L'axe imagerie *in vivo* était porté par l'équipe Inserm qui s'est retirée du projet Itav (voir plus haut). L'axe imagerie qui se maintient à l'Itav ensuite est porté par une équipe CNRS du « labo bio 2). Plus tard, celle-ci sera également remplacée par une équipe de biologistes spécialistes du cancer, autour d'un autre équipement d'imagerie.
[251] Entretien avec un chercheur, physicien, porteur de l'axe « bionano » à l'Itav, 27.03.2014.
[252] *Ibid.*

« Nous on a ces deux types de projets, pour nous c'est fondamental parce que [le laboratoire SI] est un laboratoire CNRS et parce qu'il faut qu'on fasse des publis intéressantes, etc. Et il faut aussi une partie applicative pour montrer que ce qu'on fait ça se traduit par des choses concrètes »[253].

Il importe de retenir que l'Itav est le lieu où doivent se développer les projets de « nanobio » orientés vers l'applicatif. **Le développement des « nanobio » à l'Itav est guidé par une logique, une façon de faire, caractéristique des Sciences de l'ingénieur plus que de la recherche fondamentale.**

LA « VISION SCIENCES DE L'INGÉNIEUR »

C'est une *vision Sciences de l'ingénieur* qui donne son orientation à l'Itav. Celle-ci émane du « laboratoire SI », et de l'équipe projet formée autour des biopuces. Nous sommes ici dans le régime transitaire identifié par Terry Shinn, dans lequel les chercheurs se définissent selon l'appartenance à un projet davantage que par l'appartenance disciplinaire (Shinn, 2000).

Les chercheurs du « laboratoire SI » qui travaillent à l'interface avec la biologie voient dans l'Itav l'opportunité de maturer des projets de recherche nés en laboratoire mais qui, lorsqu'ils atteignent un certain niveau de développement, ne trouvent plus, dans un laboratoire académique, les ressources pour évoluer et aller au-delà du prototype de laboratoire. L'Itav représente pour eux l'institut de recherche technologique qui fait défaut à Toulouse. Il s'agit de mener à l'Itav des projets de développement technologique et non des projets de recherche.

Dans cette *vision Sciences de l'ingénieur* le degré de maturité des projets est évalué à partir de l'échelle TRL, *Technology Readiness Level* (*Fig. 13*), qui peut se traduire par *Niveau de Maturité Technologique*. Elle est utilisée par la NASA et d'autres agences nord-américaines pour évaluer la maturité d'une technologie. En France, l'échelle TRL est utilisée par le CEA. Partant de cette échelle de référence, l'Itav doit accueillir des projets qui se positionnent après le TRL 5.

[253] *Ibid.*

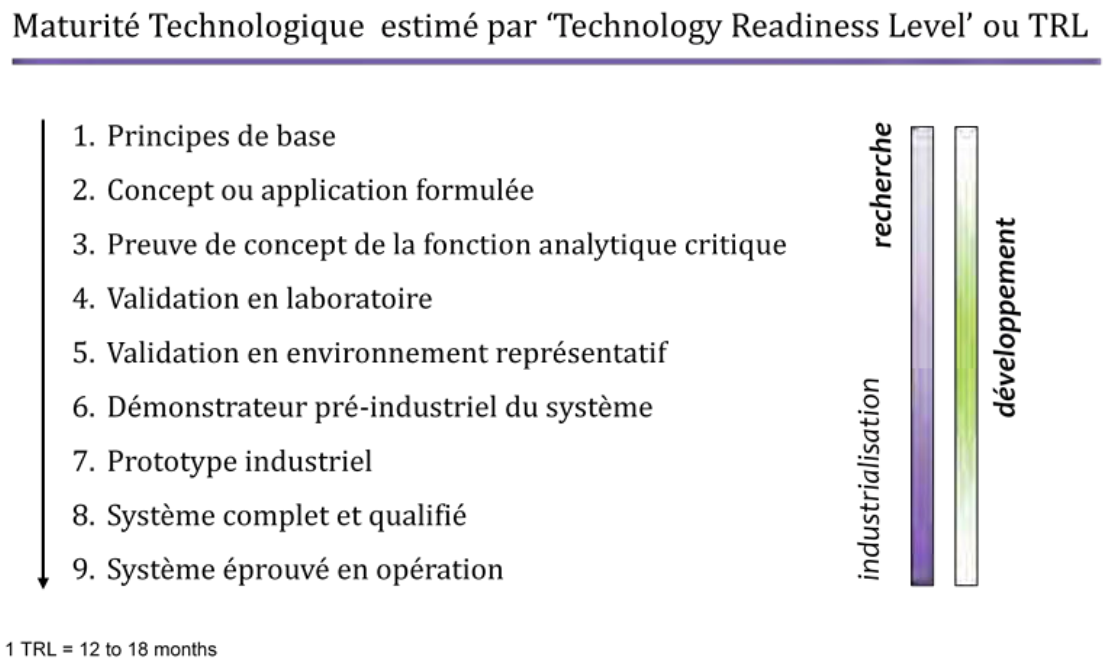


Fig. 13: Infographie représentant le « Technology Readiness Level » (échelle de maturité technologique) de la NASA. (Réalisée à partir de François, 2013).

Un laboratoire de recherche académique, même tourné vers la mise au point de prototypes comme c'est le cas du « laboratoire SI », ne va pas au-delà des niveaux 5 ou 6. La plupart des laboratoires de recherche académique se limitent plutôt aux niveaux 1 à 3. Après les TRL 5-6, c'est le secteur industriel qui doit prendre le relai. Toutefois, toutes les technologies mises au point en laboratoire ne sont pas récupérées par un industriel pour être développées. Et les financements dédiés à la recherche académique ne vont pas jusqu'à la maturation technologique. Il est souvent très difficile pour des chercheurs de développer une technologie jusqu'à ce qu'elle puisse faire la démonstration de son intérêt pour un industriel. Les projets naissent au sein du « labo SI », des micro-nanodispositifs, des capteurs par exemple, y sont mis au point pour analyser des phénomènes du vivant, détecter des bactéries, des molécules, de l'ADN, puis les projets souvent s'arrêtent à ce niveau, car un laboratoire académique n'a pas vocation à financer davantage.

Ainsi, des technologies mises au point dans les laboratoires académiques ne se développent pas faute de financements (public ou privé).

Dans cette perspective, les différentes équipes du « labo SI » orientées vers l'interface avec la santé sont invitées par leur laboratoire à présenter à l'appel à projets pour l'Itav les projets de maturation technologique qui pourraient bénéficier des financements dédiés. L'Itav a suscité de fortes attentes du côté du « labo SI », jusqu'à être considéré par certains comme un prolongement de celui-ci.

« On a pensé qu'on pouvait associer l'Itav au [laboratoire SI], en discussion interne, ça ne s'est jamais dit à l'extérieur mais je dévoile pas un secret, c'est une évidence, on avait dit peut-être qu'on peut, à ce moment-là, faire ce rapprochement du [labo SI] avec le CRCT[254], faire un espèce de bloc qui pour nous était quand même une réussite possible parce qu'on n'est quand même pas biologistes, et donc il nous faut absolument la compétence en biologie et donc de la collaboration extérieure »[255].

Les deux sont pensés en complémentarité par les créateurs de l'Itav.

« On s'est toujours arrangé pour ne jamais dupliquer des éléments et toujours s'assurer que ce qu'on faisait c'était du complément vers le transfert de ce qui se construisait au [laboratoire SI]. On n'a jamais revendiqué une salle blanche par exemple, ça ne sert strictement à rien, on n'a jamais revendiqué des tas d'instruments qui sont au [laboratoire SI] »[256].

Cette vision d'un institut dans lequel seraient menés des projets de transfert industriel est portée par les Sciences de l'ingénieur, soutenue par le « laboratoire SI », et reçoit le soutien des collectivités locales, en particulier de la CAGT qui accepte de prendre la maîtrise d'ouvrage du bâtiment Itav. Toutefois, cette vision n'est pas partagée par les instituts du CNRS, en particulier l'institut de biologie (INSB), qui va impulser une autre dynamique à l'Itav, davantage tournée vers le développement de la recherche en biologie.

6.2 La difficile définition de la gouvernance de l'Itav : tension autour d'une orientation vers le transfert technologique

6.2.1 Un projet renouvelé sous la gestion du CNRS

Le CNRS s'engage très tôt dans l'Itav. En particulier, la directrice régionale engage son établissement en montant un dossier pour bénéficier de fonds Feder (fonds européens) en 2005, à un moment où l'Itav n'avait aucune existence ni matérielle, ni juridique, ce qui a permis l'acquisition d'équipements coûteux pour les plateformes.

Face à la difficulté à accorder les partenaires (académiques et non-académiques) autour d'une gouvernance commune, le CNRS décide de prendre la gestion de l'Itav, en créant une

254 Le Centre de Recherche en Cancérologie de Toulouse est le centre de recherche de l'Oncopôle. Il rassemble l'ensemble des unités de recherche, CNRS et Inserm, qui travaille sur le Cancer à Toulouse.
255 Entretien avec un chercheur, directeur de recherche émérite au « labo SI », 20.06.2014.
256Entretien avec un chercheur, biologiste, porteur de l'équipe « bionano » à l'Itav, 25.01.2013.

UMS[257] (Unité Mixte de Service) en cotutelle avec l'UPS[258] et l'Insa[259]. Le CNRS impose son leadership face aux différentes parties prenantes sans que cela ne soit remis en cause. Le CNRS est légitime pour gérer une unité de recherche, une capacité et une légitimité que ne revendique pas les collectivités locales ni la Fondation InNaBioSanté. En revanche, ces parties prenantes vont se montrer en désaccord avec l'orientation qui sera impulsée par le CNRS à l'Itav.

Lorsque le bâtiment est construit en 2009, le CNRS prend la gestion de l'Itav. Il est une structure différente des laboratoires « traditionnels » et correspond à un nouveau type de structures qui émerge à ce moment-là au CNRS, les *hôtels à projets interdisciplinaires*.

LES HÔTELS À PROJETS INTERDISCIPLINAIRES

Si l'interdisciplinarité n'est pas une préoccupation nouvelle pour le CNRS, il s'agit d'une question qui peine à trouver une réponse appropriée. Aussi, les hôtels à projets constituent, au milieu des années 2000, une tentative de mise en place d'une nouvelle organisation de la recherche censée favoriser la pratique de l'interdisciplinarité, celle-ci devant amener l'innovation.

Les hôtels à projets[260] *« sont des structures interdisciplinaires inscrites dans le tissu local, qui ont vocation à attirer des chercheurs et/ou des équipes de renommée nationale et internationale ; participer avec les laboratoires du site à la formation à l'interdisciplinarité et à l'émergence de jeunes talents* ». Pour ce faire ils assurent *« une recherche interdisciplinaire dite « de contact » permettant la confrontation de cultures différentes ».* Ils fonctionnent par *« la présence d'équipes projets recrutées sur appel d'offre et entretenant un flux régulier de visiteurs ».* Enfin, ils disposent d'une ou plusieurs plateformes technologiques de haut niveau et ouvertes. Des appels à projets sont lancés en partenariat avec les centres de recherche et d'enseignement supérieur, les collectivités territoriales et les acteurs économiques.

Ainsi c'est un modèle de l'interdisciplinarité comme facteur d'innovation qui est porté à travers ces nouvelles structures.

---

[257] Le choix se porte sur une Unité mixte de recherche car aucune équipe de recherche n'est affectée à l'Itav, les plateformes fonctionnent en prestation de service.

[258] Le fondateur de l'Itav, comme de nombreux chercheurs susceptibles de venir travailler à l'Itav, sont des professeurs de l'UPS.

[259] L'Insa s'implique dans la gestion de l'Itav du fait de l'implication de deux de ses enseignants-chercheurs, porteurs de l'axe bionanotechnologies.

[260] Il y aura 6 hôtels à projets au total. L'Itav à Toulouse, l'Institut de Recherche Interdisciplinaire (IRI) à Lille ; le Laboratoire Joliot-Curie à Lyon ; l'Institut Européen de Chimie et Biologie (IECB) à Bordeaux ; l'Institut de Recherche sur les Composants logiciels et matériels pour l'Information et la Communication Avancée (IRCICA) à Lille ; l'Institut Rhône-Alpin des systèmes complexes (IXXI) à Lyon.

« Ces dispositifs s'intègrent à l'évolution du paysage français de la recherche et de l'enseignement supérieur ainsi qu'aux initiatives territoriales visant à renforcer la compétitivité basée sur l'économie de l'innovation »[261].

La cellule d'accompagnement des hôtels à projets du CNRS est alors intégrée à l'Institut National des Sciences Biologiques (INSB), ainsi, dès lors que le CNRS envisage de prendre la direction l'Itav pour en faire un hôtel à projets interdisciplinaire, celui-ci se trouve rattaché à l'INSB (institut des sciences biologiques). L'institut de biologie affecte une biologiste, ingénieur de recherche, à la direction de l'UMS Itav.

Cette tutelle est mal vue par le « laboratoire SI », qui relève de l'Insis (Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes).

Toutefois, il apparaît clairement aujourd'hui que l'Insis n'a jamais investi dans l'Itav, malgré la présence de chercheurs relevant de sa tutelle.

L'Insa

En 2009, lorsque le bâtiment Itav est construit et qu'il s'agit de définir sa gouvernance, l'Insa accepte de s'investir en tant que tutelle du fait de l'implication de deux de ses enseignants-chercheurs, porteurs de l'axe « bionano ». A ce moment-là l'option de faire de l'Itav un hôtel à projets interdisciplinaire est entérinée, et les deux professeurs Insa sont alors les *« deux piliers »*[262] du nouvel institut. Il apparaît alors logique pour l'Insa de prendre part au projet, *« c'est très clair, on avait des gens qui étaient prêts à s'impliquer dans cet hôtel à projets »*[263] dans lequel l'objectif est alors de *« mettre ensemble des physiciens, des chimistes, des biologistes sur le volet appliqué des nanos, et une forte collaboration, à terme, avec tout le Cancéropôle qui était en train de s'installer »*[264].

D'un point de vue financier, le soutien de l'Insa a été limité. Il avait prévu d'affecter un poste d'ingénieur de recherche à l'Itav, mais l'abandon des appels à projets dédiés lancés en commun par les partenaires, et la difficulté à s'accorder autour d'une gouvernance commune, a fait que ce poste a attendu plusieurs années avant d'être utilisé.

Les deux enseignants-chercheurs Insa ayant décidé de quitter l'Itav et de retirer leurs projets, l'Insa s'est retiré de la tutelle de l'Itav en 2014.

---

[261] http://www.cnrs.fr/mi/spip.php?article2
[262] Entretien avec un ancien Vice Président Recherche de l'Insa Toulouse, 25.06.2014
[263] *Ibid.*
[264] *Ibid.*

L'UPS

L'Université Paul Sabatier (UPS) est la troisième tutelle de l'Itav. Elle peut apporter un soutien financier dans le cadre des bourses de thèses financées par l'UPS ou bien dans le cadre de l'appel d'offres dédié aux plateformes, couplé avec l'appel d'offres de la Région pour les plateformes, pour le renouvellement des équipements. Dans ces deux cas l'Itav peut postuler au même titre que n'importe quel autre laboratoire. Le seul soutien fléché directement Itav a été l'octroi d'un poste d'ingénieur de recherche, qui n'avait toujours pas été attribué au moment de notre enquête[265].

UNE GOUVERNANCE RESSERRÉE AUTOUR DU CNRS

Le CNRS est le mandataire unique de gestion de l'Itav et assure son fonctionnement. C'est donc lui qui va définir la gouvernance. En 2009, lorsque le bâtiment est inauguré, la gouvernance de l'Itav n'est pas définie. Les instruments scientifiques doivent intégrer l'Itav après avoir été installés dans les laboratoires partenaires et il faut définir un mode d'organisation.

> *« Là, je me suis dit franchement que c'était très préjudiciable qu'il n'y ait pas de structure. Il fallait que les équipements rejoignent l'Itav, et vis-à-vis de Grand Toulouse qui construisait un bâtiment, il fallait qu'on soit responsables et qu'on donne les clefs à quelqu'un. Y a eu pendant pas mal de mois une interrogation préfecture-Toulouse Metropole, savoir à qui ils allaient remettre les clefs. Donc j'ai dit ça suffit, maintenant vous allez remettre les clefs au CNRS. […] C'était mon rôle, en fait, de préserver les biens du CNRS. […] On a un peu tout essayé, on a essayé le GIP, on a essayé le GIS, on a essayé la fondation abritée de la Fondation InNaBioSanté, on a essayé tout un tas de dispositifs, des consortiums. À un moment donné, quand vous avez tourné autour du pot pendant plusieurs années, j'ai pris une mesure conservatoire»*[266].

Le CNRS crée une UMS, l'Itav est défini comme un hôtel à projets interdisciplinaires. La direction des Sciences du vivant nomme une ingénieure de recherche à la direction de l'Itav et octroi des postes d'ingénieurs d'étude pour la gestion des plateformes.

> *« Il y avait un vide, le CNRS se l'est approprié tout simplement en mettant des postes […] Le CNRS biologie, l'INSB, a donné des postes à l'Itav»*[267].

---

[265] Entretien avec le Vice-Président délégué à la stratégie de la recherche pour l'UPS, 23.04.2013
[266] Entretien avec l'ancienne déléguée régionale du CNRS.
[267] Entretien avec l'un des porteur de l'axe « bionano », biologiste, 25.01.2013.

Infléchissement par rapport à l'objectif de départ avec l'arrivée d'une équipe résidente

En 2009, le Centre Pierre Potier est inauguré. Le bâtiment rassemble une partie dédiée à la recherche, l'Itav, qui héberge trois plateformes technologiques, et l'autre moitié du bâtiment est dédiée à l'accueil d'une pépinière d'entreprises gérée par une société d'économie mixte de la CAGT.

Le bâtiment représente un investissement de 15 millions d'euros, 11 millions pour le bâtiment et 4 millions pour l'équipement dédié à la recherche. Ce financement est ainsi réparti : 30% de l'Europe (Fonds FEDER), 26% de l'État, 20% du Grand Toulouse, 17% de la Région Midi-Pyrénées et 7% du conseil général de la Haute-Garonne.

D'un côté, l'espace recherche de 2500 m² comprend, outre les trois plateformes technologiques, 9 laboratoires et 24 bureaux.

D'un autre côté, 2500 m² sont divisés en huit lots réservés à l'accueil de *start-up*s. La pépinière d'entreprises pouvant accueillir à terme 15 entreprises.

Le terrain est mis à disposition par Toulouse Métropole et à ce titre le bâtiment reste la propriété de la communauté d'agglomération, qui gère la pépinière d'entreprise à travers une société d'économie mixte et qui met à disposition la moitié du bâtiment pour l'Itav:

> *« Le Grand Toulouse est le maître d'œuvre et le propriétaire de ce bâtiment conçu pour une recherche de pointe et le développement économique qui y est associé »*[268].

La question se pose alors pour les équipes des trois laboratoires engagés dans la création de l'Itav et porteuses des trois axes de « bionano », de chimie, et d'imagerie de s'installer, au moins en partie, à l'Itav. Le bâtiment est construit, il faut le « remplir ». Deux sur trois acceptent. Les équipes de « bionano » et de chimie installent une partie de leur équipe (des doctorants principalement, les porteurs de projets ne sont pas là à temps plein) dans les locaux de l'Itav pour y mener des projets interdisciplinaires et profiter des équipements des plateformes.

L'axe chimie à l'Itav

L'équipe-projet qui porte l'axe « chimie » développe des projets à l'interface chimie-biologie. Elle travaille sur la conception, la synthèse et la compréhension du rôle au niveau moléculaire de trois familles de composés, dans le domaine de la santé pour des pathologies telles que les cancers et les

[268] *Le grand Toulouse infos. Le magazine de la communauté urbaine du Grand Toulouse*, 2e trimestre 2009, n°21, p.15

maladies cardiovasculaires, ou encore des maladies infectieuses telles que le paludisme et la tuberculose. Suite à ses travaux, une *start-up* est créée en 2010. Installée sur la pépinière du Centre Pierre Potier, la *start-up* conçoit et produit des molécules d'actifs cosmétiques.

En 2013, le responsable de l'équipe change mais celle-ci continue de développer des projets à l'Itav. L'équipe travaille sur deux projets, soutenus par l'ANR : l'un portant sur la mise au point de nouveaux outils fluorescents qui pourraient servir pour l'imagerie médicale ainsi que pour la pharmacologie. Le second *« s'inscrit dans une démarche de « chimie verte » et propose le développement de nouveaux catalyseurs, faciles à préparer, recyclables et universels en termes d'applications ».*

Une autre équipe de chimie s'installe à l'Itav en 2012. Celle-ci bénéficie d'un financement ANR et choisi de s'installer pour la durée du projet à l'Itav. Elle travaille sur la fabrication de nanoparticules fluorescentes pour le diagnostic du cancer de la prostate. L'objectif du projet est de développer une nouvelle technique pour réaliser la détection précoce de très petites tumeurs cancéreuses par fluorimétrie. Ce projet participe lui aussi au développement de l'interface chimie-biologie.

En revanche, l'équipe porteuse de l'axe imagerie refuse de s'installer à l'Itav.

> *« Moi j'ai dit non, parce qu'à l'époque on n'avait pas de projet dans notre équipe qui avait atteint un degré de maturation qui correspondait aux objectifs de l'Itav»*[269].

La responsable de l'équipe « imagerie » refuse de délocaliser son projet et une partie de son équipe à l'Itav qui doit être dédié au transfert de technologie. Selon elle, elle ne peut s'y installer alors que son projet n'a pas atteint le niveau de maturation requis pour aller vers le transfert, dénaturant ainsi l'objectif premier de l'Itav. L'axe imagerie se retrouve donc sans équipe référente pour accompagner la plateforme technique.

[269]Entretien avec une chercheuse, biologiste, engagée dans la création de l'Itav en tant que porteuse de l'axe imagerie, 23.04.2013.

6.2.1.1 Une équipe résidente à l'Itav

Suite à ce recul, une autre équipe se porte candidate pour prendre sa place à l'Itav et porter l'axe imagerie. Il s'agit d'une équipe de biologie, dirigée par un médecin cancérologue (actuel directeur de l'Itav). Il propose d'apporter à l'Itav un équipement d'imagerie, le SPIM (Selective Plane Illumination Microscope), basé sur la microscopie « à feuille de lumière »[270]. Nous nommons cette équipe « équipe SPIM ».

> **LES TRAVAUX DE L'ÉQUIPE SPIM, AXE IMAGERIE**
>
> L'équipe est spécialisée dans l'étude de la dynamique des cellules tumorales et leur prolifération en utilisant des modèles de tumeurs en 3D, les sphéroïdes, avec une attention particulière à l'étude du contrôle du cycle de vie de la cellule. Les objectifs de ces travaux ont pour perspective l'amélioration de l'efficacité thérapeutique des traitements contre le cancer. Labellisée par la Ligue contre le Cancer pendant douze ans, puis par la Fondation pour la Recherche Médicale en France pendant trois ans, ses activités sont aujourd'hui financées par l'ANR, le Plan Cancer et la Fondation RITC. Un projet soutenu financièrement par la Fondation InNaBioSanté, consistant à trouver de nouveaux modèles de culture cellulaire en 3D et de nouveaux outils d'imagerie pour étudier la prolifération tumorale et évaluer la réponse aux traitements, a permis à l'équipe de développer un nouveau système d'imagerie cellulaire permettant de visualiser en trois dimensions des structures biologiques, le SPIM (Selective Plane Illumination Microscope), basé sur la microscopie « à feuille de lumière ». Le SPIM est un microscope inventé par une équipe du Laboratoire Européen de Biologie Moléculaire (EMBL). Cet instrument d'imagerie permet de visualiser en 3D l'effet d'un médicament sur un tissu tumoral de quelques dizaines de micromètres à quelques millimètres de diamètre, les effets des molécules pouvant s'avérer très différents sur quelques cellules ou sur un tissu vivant. Un travail interdisciplinaire entre des biologistes cellulaires spécialistes d'imagerie de l'Itav, des mathématiciens et des informaticiens de Toulouse a permis la construction d'un premier «

[270] « La microscopie à feuille de lumière consiste à réaliser des coupes optiques d'un échantillon en l'illuminant par le côté avec une feuille de lumière ». Source : http://www.cnrs.fr/insb/recherche/parutions/articles2010/b-ducommun.htm

> SPIM de routine » ouvert à la communauté scientifique sur la plateforme d'imagerie de l'Itav. Il existe depuis peu un microscope SPIM commercialisé par la société allemande ZEISS.
> Une collaboration avec une entreprise de la pépinière créée suite aux travaux de l'équipe de chimie, a donné lieu en 2014 à un projet de transfert, soutenu financièrement par la SATT [271] (Société d'Accélération du Transfert Technologique) toulousaine Toulouse Tech Transfert. L'équipe de biologistes a mis ses connaissances des modèles cellulaires tumoraux en trois dimensions, les sphéroïdes, au service de la jeune entreprise pour une application en cosmétologie.

Deux autres équipes-projets mènent des projets de biologie à l'Itav[272].

L'équipe SPIM ne vient pas à l'Itav en tant qu'équipe-projet. Elle quitte son laboratoire d'origine sur l'UPS et s'installe à l'Itav en tant qu'équipe résidente. L'INSB, tutelle principale de l'Itav, charge cette équipe de porter un projet d'USR (Unité de service et de recherche). L'Itav ne peut plus fonctionner sous le statut d'UMS à partir du moment où une équipe de recherche s'y installe de façon définitive.

L'installation de manière permanente d'une équipe de biologistes, dirigée par un médecin cancérologue, à l'Itav, lui donne dès lors une orientation scientifique de recherche en biologie, et particulièrement centrée autour de la thématique du cancer.

À partir de ce moment, l'orientation de l'Itav échappe définitivement à l'équipe-antenne pour aller dans un sens qui n'était pas celui qu'ils souhaitaient ou qu'ils imaginaient. En effet, la nomination d'un directeur relevant des Sciences du vivant, avec une équipe résidente, signifiait à partir de là une évaluation par l'institut des Sciences biologiques et donc des affectations de postes par les Sciences biologiques. De là disparaissait l'espoir pour le « laboratoire SI » de bénéficier de postes en physique, micro-nanoélectronique, *etc.* à l'Itav. Avec la création d'une USR, l'originalité de l'Itav qui devait être de favoriser l'interdisciplinarité se voit remise en cause. Créer une USR participe à « figer » les thématiques puisque celles-ci, comme toutes les unités de recherche, sont créées et renouvelées pour des périodes de cinq ans et évaluées sur leur projet de recherche, ce qui

[271] Les SATT ont été créées à l'initiative du Programme des Investissements d'Avenir avec pour objectifs la valorisation de la recherche académique et l'amélioration du processus de transfert de technologies vers les marchés socio-économiques. 14 SATT ont été créées avec pour objectif de devenir le guichet unique en regroupant l'ensemble des équipes de valorisation des sites universitaires d'une même région. Avec un budget initial de 856 millions d'euros, les SATT consacrent une part importante de leur activité à la propriété intellectuelle et à la maturation. http://www.satt.fr/que-sont-les-satt/

[272] Présentation des projets de chimie, biologie et « bionano » en annexe n°13 p. XLV.

peut donc rapidement s'avérer un frein à la dynamique et à la diversité souhaitées au départ au niveau des thématiques et des projets.

6.2.1.2 Divergences de vision au sein du CNRS

À ce stade, les réflexions se poursuivent quant à la meilleure formule pour la pérennisation financière de l'hôtel à projets, autour de plusieurs pistes. Le CNRS ne souhaite pas pérenniser l'organisation sous forme d'UMS et veut créer une USR. Pour cela, il faut constituer un projet autour d'une équipe résidente à même de porter le projet scientifique de l'unité.

L'INSB ne conçoit pas l'UMS sans que des chercheurs permanents soient affectés à l'unité. Selon la vision de l'INSB, une UMS peut exister à l'intérieur d'un laboratoire « traditionnel », dans lequel une partie plateformes peut être organisée sous forme d'UMS, mais elle ne peut exister seule, comme un « électron libre ». L'INSB souhaite que des chercheurs permanents y soient associés, pour cela il faut changer de statut et créer une USR. Logiquement, l'INSB va privilégier une équipe relevant de sa tutelle. La directrice était jusque-là une ingénieure de recherche, à ce titre elle manquait de légitimité pour certains. A la fois à l'intérieur de l'Itav pour des chercheurs qui se retrouvaient de fait sous son autorité, et pour le CNRS qui n'envisageait pas de laisser la gestion d'une unité à une ingénieure. Ainsi l'équipe « biologie SPIM », résidente, fixe l'orientation de l'Itav. Toutefois, la situation n'est pas claire entre cette dernière et l'équipe antenne (l'équipe « bionano ») qui pense tirer sa légitimité du fait qu'elle est la première à investir les lieux, ainsi que par son ancienneté dans l'Itav.

L'Itav commence à fonctionner sous le statut d'UMS le 1er janvier 2009 tandis qu'un porteur pour l'USR[273] est en cours de recrutement. Car il n'est pas affiché clairement que le responsable de l'équipe « biologie SPIM » sera le directeur de l'Itav. Bien que le CNRS ait pris la gestion de l'Itav, les différentes parties prenantes de l'Itav expriment leur point de vue. Les compte-rendu de réunions laissent apparaître que le futur directeur de l'USR devra

[273] Une Unité Mixte de Service peut être créée sans passer par des instances d'évaluation. Elle ne fonctionne pas selon un projet scientifique, il s'agit uniquement d'un projet de services. Cette option a été d'abord privilégiée parce que le CNRS voulait agir au plus vite et que les discussions autour de l'orientation scientifique entre biologie et Sciences de l'ingénieur ne permettaient pas de s'accorder sur un projet scientifique. Une Unité de Service et de Recherche en revanche, est construite autour d'un projet scientifique, et donc d'une équipe qui porte ce projet. Celui-ci doit donc être évalué par les instances du CNRS (entretien avec l'ancienne déléguée régionale du CNRS, 10.04.2013).

s'appuyer sur l'équipe-antenne dont les membres ont été actifs durant le montage de l'Itav[274].

Toutefois, l'UMS, au niveau du CNRS, est clairement rattachée à l'Institut des Sciences biologiques (INSB), et plus particulièrement au département des Sciences de la vie, en charge de la cellule d'accompagnement des hôtels à projets. Or, celui-ci a une vision très éloignée des créateurs de l'Itav, en particulier de l'équipe-antenne, très investie dans la dynamique de l'Itav. En 2009, la directrice de l'Itav rappelle que l'institut commence à fonctionner selon la vision de l'équipe-antenne.

> *« À cette époque moi j'avais la vision de ce que faisait [le fondateur de l'Itav], ce qu'il avait fait sur le terrain avec les chercheurs du [laboratoire SI], donc dans une approche assez politique régionale »*[275].

En effet, la directrice a monté le projet de création d'UMS avec le fondateur de l'Itav et les chercheurs de l'équipe-antenne. Ce projet, très orienté vers le transfert technologique, correspond à la vision de la CAGT et justifie le soutien de l'institution politique. Ainsi, **le soutien aux Sciences de l'ingénieur à l'Itav est davantage le fait des collectivités locales que du CNRS. Les Sciences de l'ingénieur à l'Itav médiatisent les exigences politiques.**

Les chercheurs de l'axe « bionano » envisageaient ainsi que leur action soit mesurée à l'Itav en termes de dépôts de brevets et de concrétisations industrielles et commerciales, et non en termes de nombre de publications comme cela est la règle dans les laboratoires.

Cependant, cette vision n'est clairement pas en adéquation avec la vision de la tutelle principale qui est l'INSB :

---

[274] Compte-rendu de réunions. Cette position est défendue par le fondateur de l'Itav, la CAGT et la Fondation InNaBioSanté.

[275] Entretien avec l'ancienne directrice de l'Itav, 30.06.2014.

« Honnêtement, je pense que c'est là que les choses ne sont pas toutes convergentes, je pense que la vision de l'hôtel à projets de l'INSB c'était les Sciences biologiques, les Sciences du vivant, avec les partenaires, et ça, ça fait une interdisciplinarité autour de questions biologiques, avec des partenaires qui sont l'Insis, la physique, les mathématiques, la chimie, autour de questions biologiques pour faire avancer la recherche et la connaissance, après le contexte entrepreneurial vient au second plan. C'est d'abord l'interdisciplinarité. Dans le même temps y avait la vision du terrain qui était les nanotechnologies appliquées à la biologie, ou d'autres choses. Et la vision qui avait été préparée sur le terrain c'était d'abord la vision entrepreneuriale et le partenariat avec la pépinière. Et qui pouvait être peut-être plus de la techno que des questions de recherche fondamentale »[276].

Les chercheurs de l'axe « bionano », qui imaginaient avec l'Itav un institut dégagé des tutelles classiques, ont alors tendance à refuser ce modèle et les règles qui découlent d'une unité CNRS. Parmi les règles mises en place à la création de l'UMS, celle pour les porteurs de projets, et tous les chercheurs impliqués dans un projet Itav, d'être présent un certain pourcentage de leur temps à l'Itav.

« Alors on nous a obligés à venir ici [à l'Itav] avec un certain temps, machin, chose, j'ai dit attendez on ne vient pas ici pour être 50% ou 70%, nous sommes au labo là-bas [les laboratoires d'origine], on a les enseignements, mais ceux qui viennent ici ce sont les gens qui travaillent sur les projets, les thésards »[277].

Cette contrainte de temps passé à l'Itav est mal perçue par les chercheurs qui ne souhaitent pas se couper de leur laboratoire d'origine parce qu'ils s'investissent dans l'Itav. Les discussions en interne au CNRS entre la directrice de l'Itav, la délégation régionale Midi-Pyrénées et la cellule d'accompagnement des hôtels à projets, témoignent de ce qu'aucune directive claire n'émane du CNRS au niveau national pour l'Itav et entretient la confusion sur son orientation. Fin 2009, deux orientations différentes pour l'Itav sont défendues au sein de la cellule d'accompagnement des hôtels à projets. L'une souhaite mettre en avant l'interface nanotechnologies/biologie qui pourrait devenir la spécialité de Toulouse, tandis que l'autre soutient la priorité à l'interface chimie/biologie, également défendu au niveau local par la délégation régionale du CNRS, dans ce cas il conviendrait de restaurer un équilibre manquant au niveau de l'équipe résidente vers la chimie. La première vision médiatise la vision stratégique de la recherche : l'interdisciplinarité Sciences de l'ingénieur/biologie est envisagée dans un objectif de favoriser l'innovation pour le développement économique. La deuxième vision médiatise une vision plus « académique »,

[276] Entretien avec une représentante du CNRS, 30.06.2014.
[277] Entretien avec un chercheur, biologiste, porteur de l'équipe-antenne, 25.01.2013.

dans laquelle l'activité de recherche n'est pas orientée prioritairement vers des enjeux stratégiques : les avancées en matière de Sciences du vivant passent par des collaborations renforcées et facilitées entre la biologie et la chimie.

> *« Dans les Sciences de l'ingénieur ils vont apporter des solutions techniques, ou alors au contraire ils ont déjà développé des outils très performants et après ils cherchent à les appliquer à quelque chose. Tandis qu'en biologie on se pose des questions très fondamentales sur le fonctionnement de la cellule et des choses comme ça, et, au fur et à mesure qu'on se pose des questions on essaie de trouver des moyens de développer des approches expérimentales pour répondre à ses questions et c'est là, c'est vrai, qu'on a beaucoup besoin de nos partenaires »*[278].

Ce sont deux visions de l'interdisciplinarité qui s'affrontent entre les biologistes et les SI à l'itav. Ces discussions sur l'axe scientifique à mettre en avant laissent planer une incertitude sur l'évolution de l'Itav, et favorisent les tensions entre équipe-antenne et équipe résidente à l'Itav. La biologie est l'orientation principale du fait de l'équipe résidente, toutefois, l'équipe antenne de « bionano » cherche à peser dans le sens d'une interdisciplinarité biologie/nanotechnologies. Les tensions sont tellement vives qu'une lettre est adressée par les tutelles en mai 2010 à la directrice de l'Itav ainsi qu'au directeur de l'équipe résidente et aux deux porteurs de l'équipe-antenne. Signée par le directeur général délégué scientifique du CNRS, les directeurs de l'Insis et de l'INSB, le directeur scientifique pour le site de Toulouse, le président de l'UPS et le directeur de l'Insa Toulouse, ce courrier se veut une tentative de « calmer » ces tensions entre équipes en apportant un soutien à la direction en place à l'Itav et en réaffirmant la structure sous forme d'UMS avec possibilité d'affectation de chercheurs.

6.2.1.3 L'impossible gestion inter-instituts au CNRS

L'équipe « biologie SPIM », qui intègre l'Itav en tant qu'équipe résidente, se voit confiée par l'INSB le soin de porter scientifiquement l'orientation de l'Itav, destiné à devenir une USR (Unité de service et de recherche). À ce moment-là, l'un des deux porteurs de l'équipe « bionano », issu du « laboratoire SI », décide de porter un projet concurrent, afin que le projet d'USR soit construit autour du projet de son équipe. Il bénéficie du soutien de son laboratoire de rattachement, le « labo SI », soucieux de mettre à profit l'environnement de l'Itav pour sa diversification et son ouverture aux Sciences de la vie.

À travers ces deux porteurs de projet, ce sont deux visions de l'interdisciplinarité qui sont en jeu. L'une (Sciences de l'ingénieur) médiatise la vision stratégique de la recherche, l'autre (biologistes) s'appuie sur la valeur de l'autonomie de la recherche par rapport à des

[278] Entretien avec une ingénieur de recherche, biologiste, 30.06.2014.

intérêts stratégiques qui tendent à faire du développement économique l'objectif premier de l'activité de recherche.

Le porteur de projet « bionano » souhaite orienter l'institut dans le sens de l'idée originale : le développement de technologies, et particulièrement des nanotechnologies, pour les Sciences du vivant, en développant à l'Itav des projets interdisciplinaires de transfert et non des projets de recherche.

> *« Mon cheval de bataille c'était de dire on revient à l'idée initiale […] et à ce moment-là je dis mon projet c'est d'aller vers le transfert industriel, redonner du sens aux plateformes, essayer d'accélérer les découvertes en chimie, en imagerie et en "nanos" pour irriguer le tissu industriel »*[279].

> *« Et je dis par contre il vous faut décider tous ensemble. Parce qu'on a l'impression que le CNRS décide et que les autres suivent, j'ai dit non c'est pas bon. C'est le CNRS, l'UPS, l'Insa, l'agglomération et la Région qui doivent décider. Eux ne sont pas tutelles de l'Itav mais ils sont quand même associés depuis longtemps au projet, à divers titres. Parce que les locaux appartiennent à la communauté d'agglomération et parce que 60 ou 70% des fonds de l'Itav c'est des fonds Région. Donc en gros ceux qui payent ne sont pas conviés à la décision [sur le choix du directeur] »*[280].

Selon les chercheurs de l'axe « bionano », l'installation d'une équipe résidente dénature le projet de l'Itav. Cela signifie qu'il va s'y mener de la recherche scientifique telle qu'elle aurait pu être faite dans n'importe quel laboratoire « traditionnel » du CNRS[281]. En effet, une équipe de recherche a vocation, en priorité, à faire de la recherche. Les laboratoires, les équipes et les chercheurs sont évalués en premier lieu sur le nombre de publications qu'ils font, donc sur leur activité de recherche. Jusque-là, l'idée que l'Itav accueillait des équipes qui restaient rattachées à leur laboratoire d'origine signifiait que la recherche devait se faire dans les laboratoires, et que c'est la partie développement et transfert industriel qui devait se faire à l'Itav. Une équipe de recherche qui s'installe de manière permanente à l'Itav implique que dans l'institut est développée une recherche plus « traditionnelle », telle qu'elle se fait dans tout laboratoire de recherche. Cette distinction était clairement pensée et exprimée par l'équipe-antenne pour qui le clivage entre les laboratoires d'origine et l'Itav se faisait en termes de contenu des projets.

---

[279]Entretien avec un des deux porteurs de l'axe bionanotechnologies, 02.06.2013.
[280] *Ibid.*
[281]*Ibid.*

« On disait ce projet il est [labo SI] par exemple, parce qu'il adresse des problématiques assez fondamentales, ou ce projet il est Itav parce qu'il est interdisciplinaire, première condition, et deuxièmement, il va vers le transfert et l'innovation. Voilà, c'était ça nos critères»[282].

Sur fond de telles divergences de vision, en 2011 est créé un nouvel organe au CNRS qui va participer à entretenir la confusion au niveau de la gouvernance de l'Itav, la Mission pour l'Interdisciplinarité (MI). Elle est chargée de mener une *« réflexion coordonnée et transversale »* à l'organisme de recherche dans le but de mettre en œuvre une politique de soutien et de renforcement de l'interdisciplinarité.

« Une des principales missions de la MI est d'accompagner les équipes de recherche qui produisent de nouveaux concepts, de nouvelles méthodologies et des solutions innovantes qui n'auraient pu être obtenus sans coopération entre les différentes disciplines du CNRS »[283].

L'Itav, comme les autres hôtels à projets en France, est rattaché à la MI. Il s'agit d'un rattachement uniquement en termes d'affichage, puisque la MI n'a pas vocation à gérer des personnels. Il s'agit davantage de mettre en avant de l'action du CNRS en faveur de l'interdisciplinarité en créant une vitrine avec la MI.

Le premier directeur de la MI est l'ancien directeur de l'Insis, ce qui a pu être interprété comme un signal favorable pour le « laboratoire SI » et les chercheurs de l'axe « bionano ». Cette intervention de la MI vient brouiller davantage la gouvernance de l'Itav puisque à la fois le directeur de la MI et celui de l'INSB interviennent concernant l'Itav, avec des discours divergents.

Finalement, la vision n'était pas claire au niveau du CNRS autour de l'objet Itav, et plus généralement, des hôtels à projets interdisciplinaires. Aucune directive précise n'émane du niveau national quant au fonctionnement des hôtels à projets. Si l'INSB était le seul vraiment investi matériellement et que l'Itav dépendait logiquement de sa tutelle, elle était contestée par les chercheurs rattachés à l'Insis qui ont pensé, à un moment, avoir eux aussi le soutien de leur tutelle. Ainsi, si l'institut se veut interdisciplinaire, les contraintes institutionnelles, en particulier d'affectation de moyens et de personnels, imposent un rattachement à un institut, *« on avait besoin de tutelle, et la tutelle principale c'était le CNRS et le CNRS il faut que ce soit un institut »*[284]. Cela a pour effet logique d'influencer également l'orientation scientifique. Dans le cas présent, l'orientation Sciences biologiques est contestée par les chercheurs

[282]Entretien avec un porteur de l'équipe-antenne, 02.06.2013.
[283] Présentation de la MI sur le site web du CNRS http://www.cnrs.fr/mi/spip.php?article193
[284] Entretien avec une biologiste, partie prenante de l'Itav, 30.06.2014.

relevant des Sciences de l'ingénieur, ce qui entraîne des tensions interpersonnelles au sein de l'institut.

Le cas de l'Itav révèle des visions divergentes au sein même du CNRS, mais aussi entre le CNRS et les collectivités locales qui, elles, soutenaient la vision très orientée « technologies » du « laboratoire SI ».

C'est le responsable de l'équipe résidente, biologiste et médecin cancérologue, qui sera désigné à la direction de l'Itav.

Il nous a été impossible d'établir avec précision la véritable raison de l'éviction de l'équipe-antenne de la direction[285], mais il semblerait que cela relève d'une décision de la direction du CNRS.

Début 2013 intervient le changement de direction à l'Itav, qui s'accompagne de la transformation de l'UMS en USR.

Ce changement de direction et d'orientation va pousser les porteurs de l'axe « bionano » à se désengager de l'Itav et à relocaliser leurs projets dans leurs laboratoires d'origine.

La tentative de mettre en place une structure de recherche interdisciplinaire se heurte à la divergence des visions sur les formes que doit prendre l'interdisciplinarité et sur les objectifs qu'elle doit servir. Clairement, les biologistes et les Sciences de l'ingénieur n'ont pas la même vision de ce que doit être l'interdisciplinarité. Les biologistes ont résisté, dans l'Itav, à une vision de l'interdisciplinarité guidée par les Sciences de l'ingénieur, c'est-à-dire au service uniquement du développement technologique de dispositifs.

Ce retrait, de la part de l'équipe-antenne « bionano », est volontaire, puisque la collaboration interdisciplinaire n'a pas besoin d'un lieu pour s'épanouir. Mais suite à la nouvelle orientation de l'Itav vers une activité de recherche plus « traditionnelle », les chercheurs de cette équipe ne trouvent plus leur intérêt à poursuivre leurs projets à l'Itav plutôt que dans leurs laboratoires d'origine. D'autant que si la plateforme bionanotechnologies de l'Itav permet de faire de l'analyse de cellules biologiques, grâce aux AFM notamment, elle ne dispose pas des outils nécessaires pour fabriquer des « nanos », qui restent la compétence du « laboratoire SI », à travers sa salle blanche. Il apparaît clairement que l'utilisation du terme « nanos » a fait l'objet à l'Itav d'un certain opportunisme – sans enlever la qualité et la pertinence scientifique des projets – aussi bien dans l'affichage que dans le retrait de cet affichage.

[285] Selon divers compte-rendu de réunions que nous avons pu consulter, l'équipe-antenne a été pressentie pour prendre la direction de l'Itav, ou du moins lui donner son orientation principale.

« Au départ je voulais qu'il y ait une équipe projet de nanobiotechnologies pour la santé, mais au vue des évènements j'ai dit c'est terminé, vous n'aurez pas de "nanos" ici, on a les plateformes AFM, on fait de l'analyse, on fait [une start-up], mais on ne fait pas de « nanos » dans le sens où il faut pas demain aller vendre l'Itav en disant on fait des "nanos", non. […] Mais même avant à la limite les « nanos « n'avaient pas…parce que pour faire des "nanos" il faut des outils, des environnements que nous ne pouvons pas avoir ici, donc c'est pas la peine d'utiliser ces termes-là. Après les politiciens vous savez pour vendre un truc… »[286].

Ce n'est pas l'interdisciplinarité en soi, en tant que modalité de travail entre chercheurs, qui est remise en question à l'Itav. C'est la finalité d'une interdisciplinarité quand celle-ci est au service d'enjeux économiques qui est dénoncée.

Finalement, en 2013, l'orientation de l'Itav se précise, très éloignée de l'idée de départ : **il s'agit de mener à l'Itav des projets interdisciplinaires autour de questions biologiques. L'interdisciplinarité et la technologie (imagerie) sont développées, mais dans un objectif d'avancement des connaissances autour d'objets biologiques complexes.**

L'Itav n'est pas un cas unique. L'expérience de la MI et des hôtels à projets témoignent de la difficulté à imposer un cadre institutionnel à l'interdisciplinarité. En effet, après quelques années d'existence, le principe des hôtels à projets a été remis en question. Ceux-ci aujourd'hui ne sont plus rattachés à la Mission pour l'interdisciplinarité et ont tous été réaffectés à leur unité d'origine. Tous les hôtels à projets ont déviés dans le sens d'unité de recherche « classique ».

« Au départ tout le monde a envie de faire un hôtel à projets, sur les cinq ou six y en a peut-être un ou deux qui sont des vrais hôtels à projets mais qui sont beaucoup moins interdisciplinaires. La Mission n'a pas vocation à piloter des unités de recherche et du personnel, donc les hôtels à projets ont été réaffectés à leur institut initial. Donc aujourd'hui l'Itav est piloté par l'INSB »[287].

Selon la MI, ce modèle d'hôtel à projets se serait révélé inadapté au système français.

[286] Entretien avec un porteur de l'axe bionano, biologiste, 25.01.2013.
[287] Entretien téléphonique avec la direction de la MI au CNRS, 26.06.2014.

« Je pense que c'était une très bonne idée, mais à partir du moment où on y met des murs, des moyens humains et éventuellement des équipements, qu'on met dans un lieu donné, tout doucement le système français naturellement va dériver vers une unité classique »[288].

Pour pallier à cette tendance, la MI a mis en place et pilote un nouvel outil, la « pépinière interdisciplinaire », qui doit permettre de faire émerger des thèmes interdisciplinaires sur des sites particuliers, mais sans les « enfermer » dans un bâtiment doté de moyens humains et matériels. L'idée étant juste de permettre à des chercheurs de différentes disciplines de se retrouver autour d'une question scientifique.

« C'est faire émerger, j'ai appelé ça pépinière parce que c'est vraiment mettre une graine donc on y met des moyens financiers et on peut faire en sorte que les gens travaillent ensemble, sous différentes formes, ça peut être un projet de recherche, un séminaire, des colloques, ce qu'ils veulent, pour se structurer autour d'une question et on y met des moyens uniquement financiers »[289].

Le passage des hôtels à projets de la MI aux instituts témoigne de l'incapacité pour le CNRS à « organiser » au niveau institutionnel l'interdisciplinarité.

« Ce qui est difficile justement c'est de faire de l'interdisciplinarité, pour l'instant ce qu'essaie de faire le CNRS c'est de l'inter-instituts »[290].

« NANOBIO » : LA BIOLOGIE « AU SERVICE » DE L'INGÉNIERIE ?

Cette orientation « recherche autour du cancer » qui finalement s'impose à l'Itav n'est toutefois pas incompatible avec une orientation « développement technologique », et l'on peut dès lors se demander pourquoi la nomination d'un directeur issu de l'INSB pousse au retrait des équipes de « bionano ». Ce qui s'est joué autour de la direction de l'Itav relève de visions divergentes de l'interdisciplinarité au sein même du CNRS. En effet, la particularité du CNRS est d'être divisé en instituts qui mènent leur propre politique, et qui se révèle un frein à la définition d'une politique globale[291]. L'Insis a visiblement choisi de ne pas investir dans l'Itav, peut-être à cause de la place déjà très grande occupée par l'INSB, peut-être en raison d'une opposition à ce type de structure que sont les hôtels à projets – comme cela nous a été rapporté en entretien – difficiles à faire fonctionner en tant que tels concrètement. Cependant, si l'orientation technologie était défendue par la CAGT et non

[288] *Ibid.*
[289] Entretien téléphonique avec la direction de la MI au CNRS, 26.06.2014.
[290] Entretien avec une membre du comité de pilotage de la MI du CNRS, 30.06.2014.
[291] Entretien avec l'ancienne Déléguée régionale du CNRS, *op.cit.*

par le CNRS, le « laboratoire SI » (UPR CNRS) a longtemps tenté d'exercer une influence à l'Itav, qu'il a vu comme pouvant être intégré à sa stratégie de diversification et d'ouverture aux Sciences du vivant.

> *« Nous ici on a discuté en interne pour savoir comment on pouvait aider, parce qu'on y était favorable, bien sûr, et en même temps, dans ces éléments de structures, on va pas prendre des chercheurs [de notre labo] pour les amener là-bas, donc on a dit ben y a des correspondants, c'est [X-un des deux porteurs de l'équipe-antenne] qui s'y est collé, et lui qui a vraiment œuvré aussi pour que ça progresse, évidemment s'est engagé personnellement, a aidé à cette évolution, enfin à cette concrétisation, il y a mis même des chercheurs de chez nous, qui sont restés longtemps »*[292].

L'Itav est vu par le « laboratoire SI » comme une structure pouvant prolonger les travaux de recherche menés au laboratoire vers la valorisation industrielle. En effet, c'est un laboratoire spécialiste des micro- et nanotechnologies, reconnu à ce titre au niveau national depuis 2003, mais le leader des nanotechnologies en France est le CEA-LETI à Grenoble. L'investissement nécessaire pour les plateformes de nanotechnologies et pour fabriquer des composants micro-nanoélectroniques est immense et il est apparu que Toulouse, à travers le CNRS ici, n'avait clairement pas les moyens de se positionner face au CEA. La stratégie scientifique du « labo SI » a donc évolué. Elle avait d'abord évolué par ouverture à la physique, utilisant les savoir-faire en microélectronique pour réaliser différents types de capteurs (de pression, de température, etc.). Puis l'évolution naturelle a poussé ses spécialistes de microélectronique à aller vers la chimie, puis la biologie, donc le laboratoire développe une partie de son activité aujourd'hui autour de la fabrication de microsystèmes physiques, chimiques, biologiques. Et une partie du laboratoire est aujourd'hui tournée vers la réalisation de micro-nanodispositifs pour le diagnostic, donc dans une interface forte avec le secteur de la santé.

> *« Le [labo SI] pendant longtemps a développé de la micro-nanoélectronique, enfin microélectronique, un peu de nanoélectronique, à un moment donné on a dit voilà on n'est plus dans la course là-dessus, on n'a plus les moyens, on a par contre des équipements importants pour faire des microtechnologies, regardons ce qu'on peut faire avec la physique, la chimie, la biologie »*[293].

C'est pourquoi l'Itav est apparu stratégiquement intéressant pour le « laboratoire SI ». Celui-ci a finalement retiré ses projets de l'Itav, mais il continue de développer son axe sur

---

[292] Entretien avec un chercheur, directeur de recherche émérite au « labo SI », 20.06.2014.
[293] Entretien avec un chercheur du « labo SI », 10.04.2014.

les applications santé en interne, en collaborant avec des biologistes et des cliniciens, en interaction forte notamment avec le CRCT[294]. Le changement d'orientation de l'Itav n'a, de ce point de vue-là, pas été un frein aux projets du « laboratoire SI », simplement, comme l'exprime un de nos interlocuteurs, *« on a tout ramené sur le territoire national »*[295]. Cela démontre clairement que l'Itav s'est éloigné de son axe développement de technologies – au sens de technologies développées par les Sciences de l'ingénieur.

Mais la spécificité de ces projets et la raison aussi pour laquelle ils se retrouvent éloignés par des biologistes (l'INSB), est lié au fait qu'**il s'agit de mettre la technologie au premier plan, avant la biologie. Auttrement dit, la biologie est « au service » de la technologie.**

> *« On rentre dans la biologie par la technologie. C'est-à-dire qu'on n'est pas biologistes, donc on rentre en disant aux biologistes « on va vous aider », donc il faut que le biologiste accepte, ou pense qu'on a raison. Mais il ne le pense pas aujourd'hui, justement, et ce n'est pas qu'en France ou qu'à Toulouse ou qu'au [labo SI]. Dans le monde entier, la biologie continue de progresser par ses propres moyens et n'utilise pas vraiment le potentiel technologique »*[296].

Nous souhaitons pointer ici, à la suite notamment de D. Vinck (2012), que la collaboration ne signifie pas l'interdisciplinarité, et que derrière ce terme peut se cacher une certaine « domination » d'une discipline sur une autre. Tout au moins, il s'avère fréquemment que les deux partenaires de disciplines différentes ne soient pas égaux dans la collaboration, l'un pouvant se révéler « au service » de l'autre.

---

[294] Centre de Recherche en Cancérologie Toulousain, laboratoire de recherche de l'Oncopôle, qui regroupe les équipes Inserm et de l'Institut Claudius Régaud.
[295] Entretien avec un chercheur, directeur de recherche émérite au « labo SI », 20.06.2014.
[296] *Ibid.*

« Il y a deux choses : le niveau des outils qu'on partage, et puis le niveau des projets de recherche qu'on fait ensemble et des échanges qu'on peut avoir sur les questions que l'on se pose. Donc je pense que ce qu'ils ont fait au [labo SI] c'est une salle de technologie où on peut faire de la bio, c'est-à-dire qu'après c'est des normes de sécurité pour faire la culture de cellules ou de bactéries, etc., mais y a pas de biologistes chez eux, donc c'est…c'est plus un outil technique. Après, qu'il y ait des centres de bionanotechnologies avec des chercheurs qui sont là, des chercheurs à la fois des biologistes et des technologues, y a des centres à l'étranger effectivement, peut-être qu'à Grenoble aussi, à Minatech, avec le CEA plutôt…au CNRS j'ai pas l'impression »[297].

Ce n'est pas l'interdisciplinarité en soi qui est remise en cause à l'Itav. **C'est l'interdisciplinarité comme voie unique telle qu'elle est envisagée par les Sciences de l'ingénieur qui est refusée par les biologistes.**

Les Sciences du vivant historiquement opposées aux Sciences de l'ingénieur

Cette question du couplage des Sciences de la vie et de la technologie, ou des Sciences de l'ingénieur, n'est pas nouvelle, et rappelle le débat déjà engagé au moment de l'essor des biotechnologies. Rappelons d'abord l'opposition dont a fait l'objet la création du département des Sciences pour l'ingénieur (SPI) au CNRS de la part des autres départements (Gagnepain, 2007). Seuls les physiciens ont finalement accepté d'y participer, la chimie et la biologie se montrant résolument contre. Jean-Jacques Gagnepain parle d'une forme d' « élitisme », ou d' « intégrisme » des biologistes qui *« ne voulaient pas s'impliquer dans cette aventure et ni même être « pervertis » »* (Gagnepain, 2007).

Plus tard, le département SPI a été quasiment absent au lancement du programme biotechnologies. Un certain nombre de laboratoires des Sciences de la vie (SDV) passent aux SPI.

« Dans la mentalité SDV de l'époque, les laboratoires transférés en SPI étaient des laboratoires trop "industriels" sans légitimité en SDV » (Gagnepain, 2007).

Il existe à ce moment-là une volonté de la direction générale du CNRS de lancer une action autour des biotechnologies en créant un projet pluridisciplinaire. La direction de la valorisation de la recherche souhaite alors superviser le programme du fait du potentiel industriel, en servant d'interface entre les laboratoires et les industries. Divers départements, dont celui des Sciences de la vie, sont s'impliqués et n'acceptent pas la participation de la direction de la valorisation, préférant rester en charge de leurs relations avec l'industrie. Or,

[297] Entretien avec une déléguée auprès de la MI du CNRS, 30.06.2014.

il apparaît que les collaborations des SDV avec l'industrie sont faibles. La création d'un institut pluridisciplinaire est envisagée par la direction du CNRS, auquel s'oppose le département des Sciences de la vie (Gagnepain, 2007). Ainsi le rapprochement entre les biologistes ayant rejoint le département SPI et les SDV pour créer une force dans les biotechnologies ne se fait pas. *« Pire, ces chercheurs sont jugés comme des « parias » et le parcours de recrutement s'avère jonché d'obstacles »* (Gagnepain, 2007). La direction générale a toutefois souhaité poursuivre le programme biotechnologies mais celui-ci s'est fait principalement autour du rapprochement entre la biologie et la chimie. L'implication des Sciences de l'ingénieur n'est apparue que de manière occasionnelle, à travers des programmes interdisciplinaires, mais en aucun cas dans un souci de coopération entre les deux départements. Les programmes interdisciplinaires *« ont joué un rôle de transfert de technologies, en mettant l'accent sur l'interdisciplinarité »* (Gagnepain, 2007). Selon J.J. Gagnepain, il n'y a pas eu de volonté du département SPI de se positionner sur les biotechnologies. *« D'une part, car les Sciences pour l'ingénieur avaient d'autres préoccupations, d'autres part, car les SDV voyaient leur arrivée d'un mauvais œil ».* Les SDV préféraient alors acheter les plaques de silicium à une société américaine, seul fournisseur mondial, *« ils n'éprouvaient pas le besoin de faire développer des produits de future génération avec les laboratoires SPI qui en avaient les compétences ».* Aussi, les SPI n'ont pas été très présentes dans les biotechnologies, travaillant au développement industriel dans d'autres sujets. Les Sciences de la vie étaient, elles, au cœur des biotechnologies mais très limitées dans le partenariat industriel. J.J. Gagnepain pose la question du lien entre l'absence de rôle véritable du CNRS dans les biotechnologies et l'absence de développement industriel des biotechnologies en France (Gagnepain, 2007).

Ce retour au développement du thème des biotechnologies à l'intérieur du CNRS est intéressant parce qu'il permet de saisir l'évolution du côté des Sciences de l'ingénieur. Le thème de la santé étant aujourd'hui central dans les politiques de recherche, aussi bien européenne que nationale, les Sciences de l'ingénieur, si elles ont été absentes du développement des biotechnologies, entendent aujourd'hui saisir le potentiel que représente pour leur propre renouvellement et diversification le rapprochement avec les Sciences de la vie. Un terrain qu'elles investissent à travers le développement des « nanobio ». En revanche, la réticence des Sciences de la vie ne semble, elle, pas encore dépassée.

Aussi, plus que la disparition des technologies, développées par les Sciences de l'ingénieur à l'Itav, suite à la fin des projets de « bionano », **le changement d'orientation est marqué davantage par l'opposition entre les Sciences de la vie et les Sciences de l'ingénieur sur la question de la direction de l'Itav.** Il s'agit de rejeter une activité

scientifique guidée par les applications, et donc une structure prioritairement dédiée au transfert de technologie.

L'Itav aujourd'hui est une unité de recherche qui fait une large part à l'interdisciplinarité. L'équipe de biologie résidente a développé des collaborations avec la chimie, les mathématiques, mais aussi avec l'informatique, et qui a permis de valoriser certains résultats, tout comme d'améliorer des technologies d'imagerie. Les technologies d'imagerie sont utilisées ici dans un but d'améliorer la connaissance en biologie, la priorité va à la production de connaissances, non guidée en priorité par des intérêts stratégiques. La volonté de développer des applications qui puissent servir au diagnostic, par exemple, est beaucoup plus présente chez les chercheurs du « labo SI ». Il n'est pas étonnant que la médiatisation des injonctions politiques passe par les Sciences de l'ingénieur puisqu'il s'agit d'un secteur disciplinaire traditionnellement plus proche du secteur industriel que la biologie ou la physique fondamentale.

Ainsi, la question posée ici est de savoir si l'activité de l'Itav aujourd'hui présente des différences avec l'activité de n'importe quel autre laboratoire du CNRS. Il est en effet difficile d'affirmer que ces collaborations interdisciplinaires et les valorisations auxquelles elles ont donné lieu ne se seraient pas déroulées de la même façon si chaque équipe était restée dans son laboratoire d'origine. Il n'existe aucun élément qui permette de démontrer le rôle déterminant de l'Itav, en tant que structure dédiée, dans ces réalisations.

6.3 Désaccord des partenaires non académiques avec l'orientation du CNRS à l'Itav

L'Itav est partie intégrante de la structuration du site de Langlade après l'explosion de l'usine AZF, et les différents partenaires financiers impliqués sur l'Oncopôle ont tous tenté d'imprimer leur vision. Le fondateur voulant en faire un objet de décloisonnement et souhaitant une gouvernance élargie, plusieurs parties prenantes ont exprimé, durant la phase de construction du projet, leur vision de ce que devait être l'Itav, et toutes ont pensé pouvoir jouer un rôle dans la gouvernance. La CAGT parce qu'elle était propriétaire du bâtiment. La Région et la Fondation InNaBioSanté parce que les deux finançaient des projets. Si la gestion par le CNRS n'a pas reçu d'opposition, en revanche, les parties prenantes non-académiques revendiquaient un droit de regard sur la sélection des projets sélectionnés à l'Itav. C'est à travers les compte-rendu de réunions de l'association Oncopôle que l'on a pu avoir accès à ces discussions, puisqu'elle est le lieu d'échange entre toutes les parties prenantes du campus.

Entre 2003 (date de soumission du projet Itav au CIADT) et 2009 (date de l'inauguration du Centre Pierre Potier), avant que ne soit entériné le projet d'UMS du CNRS, plusieurs pistes ont été étudiées afin de trouver un mode de gouvernance approprié à l'Itav: association, fondation, GIS (Groupement d'intérêt scientifique), GIP (Groupement d'intérêt public)[298].

En effet, une des questions posées au moment de passer du projet Itav à sa concrétisation est celle de la construction et de la gestion du bâtiment. Alors que le modèle économique de l'Itav n'est pas clairement défini par le porteur de projet, la CAGT accepte de prendre la maîtrise d'ouvrage du bâtiment, sous l'impulsion de Philippe Douste-Blazy qui pousse à la concrétisation de l'Oncopôle. Les institutions académiques ne sont pas enthousiastes à l'idée de s'impliquer dans la gestion de ce nouvel institut de recherche. L'Inserm parce qu'il est déjà chargé de construire un nouveau centre de recherche sur l'Oncopôle afin d'y regrouper ses équipes sur le cancer. Quant au CNRS, si la déléguée régionale avait soutenu l'Itav par la constitution du dossier FEDER pour l'acquisition des équipements, au niveau national ce projet Itav n'était pas soutenu et le porteur de projet ne se cachait pas de vouloir une structure « hors CNRS » ou tout autre organisme de recherche. Ainsi, le porteur de projet plaide en 2008 pour que le pilotage soit assuré par un partenariat entre la CAGT et la Fondation InNaBioSanté.

> *« Il est essentiel que ce projet soit porté fortement politiquement au niveau local : l'interdisciplinarité, le décloisonnement des « chapelles », l'innovation des organisations demandent en permanence des aiguillons politiques »*[299].

Le financement de l'Itav n'étant pas encore défini, la CAGT pose une condition à la maîtrise d'ouvrage du bâtiment, celle de l'implantation d'une pépinière d'entreprises spécialisées dans les biotechnologies au côté de la partie recherche, c'est-à-dire des plateformes technologiques de l'Itav. Quant à la question de la gestion des plateformes technologiques de l'Itav, elle non plus n'est pas tranchée en amont. Elle se pose pendant la construction du bâtiment et elle devient pressante lors de son inauguration. Nous avons eu accès à des compte-rendu de réunions relatives à la question de la gouvernance de l'Itav qui nous ont été fournis par l'une des parties prenantes. Dans ces discussions interviennent le porteur de projet, l'État à travers le Secrétaire Général aux Affaires Régionales (SGAR), la délégation régionale du CNRS, la CAGT, le Conseil Régional, la Fondation InNaBioSanté,

[298]Nous avons pu récupérer des comptes-rendus de réunion qui retracent les débats entre les différentes parties prenantes autour de la question du statut juridique à donner à l'Itav.
[299] Note de synthèse sur l'Itav, novembre 2008.

le PRES Université de Toulouse, l'association de préfiguration de l'Oncopôle, l'Université Paul Sabatier[300], le directeur R&D de Pierre Fabre[301].

La création d'un GIS a largement retenue l'attention du fondateur de l'Itav. Une convention de création d'un GIS a été proposée en 2005, entre le CNRS, l'Inserm, l'Inra, l'UPS, l'INPT, l'Insa, le Conseil Régional Midi-Pyrénées, le Conseil Général de la Haute Garonne, la Communauté d'agglomération du Grand Toulouse et la communauté d'agglomération du Sicoval. Mais le CNRS s'oppose à l'idée d'un GIS dans lequel il n'aurait pas la personnalité morale[302]. Quant à l'Inserm, il a refusé de s'engager dans l'Itav, en grande partie du fait qu'il se voyait déjà contraint de construire plus de 10 000 m² de locaux sur le site de l'Oncopôle.

La CAGT, propriétaire du bâtiment, a une vision assez proche du fondateur de l'Itav, c'est la raison pour laquelle elle a accepté d'investir dans le projet et d'en prendre la maîtrise d'ouvrage. Il est envisagé de laisser la gestion de l'Itav à la Fondation InNaBiosanté (jusqu'en 2008 son président est aussi le président de la CAGT) et de regrouper les partenaires académiques et industriels dans une UMS (Unité mixte de service) ou une USR (Unité de service et de recherche) du CNRS. La nécessité de créer une unité de recherche du CNRS apparaît comme le moyen le plus sûr d'apporter à l'Itav les moyens financiers et humains (techniciens et ingénieurs) nécessaires à son fonctionnement, tandis que les chercheurs seraient détachés provisoirement de leur unité de recherche d'appartenance pour venir travailler à l'Itav dans le cadre de projets[303].

> *« Les appels à projets, il faut bien les financer. Alors la Région met un peu au pot, la Fondation InNaBioSanté met un peu au pot, la Fondation RITC*[304] *a financé des projets de l'Itav, mais y a rien de pérenne là-dedans. Donc la seule chose que la France connaisse en termes de financements pérennes c'est les unités de recherche »*[305].

Ainsi, jusqu'à l'inauguration du bâtiment, les différents partenaires ne sont pas parvenus à s'accorder sur la question du statut[306].

---

[300] Liste détaillée des partenaires académiques et institutionnels de l'Itav en annexe n°9, p. XXII.
[301] Il n'apparaît que sur un seul des comptes-rendus auxquels nous avons eu accès.
[302] Entretien avec l'ancienne déléguée régionale du CNRS.
[303] C'est cette option d'organisation pour l'Itav qui est d'abord présentée par la CAGT : MID *e-news*, « Biotechnologies : premiers projets financés dans le cadre de l'Itav », 6 janvier 2006, http://archives.midenews.com/politiques-publiques/886-biotechnologies-premiers-projets-finances-dans-le-cadre-de-l-itav.html
[304] Recherche et Innovation Thérapeutique en Cancérologie.
[305] Entretien avec un chercheur ayant participé aux réflexions sur la création de l'Itav, 30.04.2013.
[306] Les compte-rendu de réunions de l'association Oncopôle font été de discussions au sujet de la gouvernance de l'Itav entre 2007 et 2009.

Le porteur de projet envisageait le statut de fondation[307] comme le plus à même de fédérer les différents partenaires, publics et privés.

Mais le CNRS, qui s'engage à soutenir de façon récurrente les projets de l'Itav, s'oppose à une association ou une fondation et soutient la création d'une USR (Unité de service et de de recherche) pour gérer les plateformes.

La Préfecture[308] souhaite que tous les partenaires ayant soutenu le projet se retrouvent dans la gouvernance, elle propose un GIP ou le statut de fondation abritée par InNabioSanté. En décembre 2007, le Préfet confirme que la Fondation InNaBioSanté accueillera l'Itav.

Toutefois, le fondateur de l'Itav s'inquiète du fait que donner la personnalité morale à la Fondation ne prive l'Itav d'un apport en personnels en n'incluant pas le monde universitaire. Selon lui, il faut inclure le maximum de partenaires dans la gouvernance.

L'UPS se dit prête à prendre la gestion de l'Itav tout en n'excluant pas une autre solution.

La Fondation InNaBioSanté, qui ne revendique pas le pilotage politique et scientifique, accepterait que l'UPS soit majoritaire dans la structure de gestion. Or, un problème va définitivement écarter la gestion par InNaBioSanté : l'Itav a besoin de personnels de recherche et d'accompagnement à la recherche, ce que la Fondation n'est pas en capacité financière d'apporter afin d'assurer l'autonomie de la structure. Tandis que le CNRS, s'il apporte du personnel, ne peut accepter que ceux-ci soient gérés par d'autres. Par ailleurs, le changement de président de la CAGT suite aux élections de 2008 contribue à écarter la Fondation, présidée par Philippe Douste-Blazy, de la gouvernance de l'Itav.

Les débats sont nombreux entre les différents partenaires et aucun accord n'est trouvé, aucun partenaire ne faisant l'unanimité sur sa légitimité à prendre la gestion de l'Itav.

Il apparaît aux yeux des partenaires académiques que la CAGT dépasse ses prérogatives en voulant imposer sa vision à l'Itav. À titre d'exemple, la CAGT à un moment proposait de changer la signification de l'acronyme Itav en « Incubateur des Technologies Adaptées au Vivant », afin qu'il couvre la partie recherche et la partie pépinière. En ce sens la volonté de la CAGT de mettre au premier plan la mission de développement technologique pour le transfert industriel rejoint celle des deux porteurs l'équipe-antenne « bionano ». Mais cette vision n'est pas celle du CNRS.

---

[307] Projet de création d'un Institut des technologies avancées en Sciences du vivant, *op.cit.*

[308] La préfecture de Région est engagée au titre de représentant de l'État dans le projet de l'Oncopôle, qui a reçu des fonds nationaux.

Dans une note de synthèse sur l'Itav rédigée en novembre 2008 par le fondateur de l'Itav, celui-ci exprime son sentiment vis-à-vis de la difficulté à définir un mode de gouvernance [309]. Elle vient, selon lui, de deux raisons :

A/ *« que le produit est totalement nouveau et qu'il n'existe donc pas de références ni de mode opératoire défini »*

B/ *« que* ***l'opération se veut transversale en favorisant le décloisonnement scientifique mais aussi institutionnel****. On a pu ainsi apprécier la difficulté à fédérer certains partenaires »*[310].

En 2009, au moment de l'inauguration du bâtiment, le mode de gouvernance de l'Itav n'est pas défini.

Les collectivités locales souhaitent que leur investissement favorise le développement économique du territoire, mais aussi son attractivité. C'est le premier bâtiment construit sur le site de ce qui sera le futur Oncopôle, projet emblématique du Maire de Toulouse lancé en 2003. Le projet de l'Oncopôle représente un investissement total de 44 millions d'euros, sur un terrain de 220 hectares. Aussi lorsque l'Itav est construit, en 2009, il matérialise la concrétisation de ce campus, enjeu de rayonnement pour le territoire.

Au moment de la validation de l'idée de l'Itav par le CIADT, en 2003, puis la mise en route du projet de l'Oncopôle, la Région et la CAGT ne sont pas du même bord politique. Le projet de l'Oncopôle est particulièrement emblématique de l'ancienne municipalité, menée par Philippe Douste-Blazy. De nombreux blocages et tensions peuvent s'expliquer en partie par *1)* le changement de municipalité en 2008, juste avant l'inauguration de l'Itav, et *2)* la participation de la Région a un projet dont elle n'a pas l'initiative.

La prise en charge par le CNRS ne met pas un terme aux discussions entre les partenaires puisque l'enjeu du financement de l'Itav et des appels à projets impose la prise en compte des diverses parties prenantes.

---

[309] Note de synthèse sur l'Itav, point 2 « Gouvernance et personnalité juridique et morale de l'Itav : une solution à trouver », novembre 2008.
[310] *Ibid.*

« Le nerf de la guerre c'est l'argent. Et personne n'avait assez d'argent pour faire tourner [l'Itav]. Donc c'est un peu ça qui était gênant, y avait besoin de la Fondation pour nous aider, la Région nous a beaucoup aidés, en gros on avait besoin de tout le monde, mais quand on mettait tout le monde autour de la table, les gens après, au dernier moment, c'était untel qui voulait faire la sélection…donc personne n'arrivait à déléguer »[311].

Les différents partenaires ont chacun une vision propre de l'Itav, qui reflète leur intérêt. Ils souhaitent peser sur l'Itav à travers les financements qu'ils octroient et qui devraient pouvoir leur garantir un droit de regard sur les projets en développement à l'Itav.

6.3.1 La région Midi-Pyrénées : l'Itav, une vitrine pour attirer des chercheurs étrangers à Toulouse

La Région Midi-Pyrénées n'a pas l'initiative du projet de l'Itav. Elle s'y retrouve impliquée un peu « forcée », suivant le projet d'aménagement du site de Langlade porté par la CAGT.

Nous avons vu précédemment (5.2) que la Région Midi-Pyrénées investit depuis les années 2000 pour le développement des « nanos », perçu comme un levier pour assurer sa compétitivité au niveau national et européen. Dans ce contexte, elle attend de l'Itav qu'il devienne une vitrine pour l'action de la Région et l'attractivité de Midi-Pyrénées, en particulier à travers l'accueil d'équipes étrangères de renom. C'est ce que la Région souhaitait privilégier dans la sélection des projets[312].

Cependant, selon certains, les financements proposés pour l'appel à projets Itav n'ait pas été à la hauteur des ambitions de la Région.

« Ce qui était offert n'était pas suffisamment important pour attirer des candidatures de jeunes brillants, avec des projets ambitieux etc. Moi j'ai fait suivre l'annonce je me souviens du premier appel à projets pour venir faire héberger une équipe sur un projet, je l'ai envoyé à un collègue qui est aux Pays-Bas dans un institut équivalent dans le domaine des « nanos » justement, et il a rigolé, il m'a dit « moi je vais pas bouger pour ça, on m'offre rien », aucune chance de sortir quelque chose d'intéressant, dans ces conditions c'est pas possible »[313].

Toutefois la Région a tenu ses engagements vis-à-vis du soutien financier à l'Itav et a participé au financement de tous les projets qui ont été choisi pour être accueillis à l'Itav.

---

311 Entretien avec une biologiste, ingénieur de recherche, partie prenante de la construction de l'Itav, 30.06.2014.

312 Entretien avec le Président de la commission recherche et enseignement supérieur au Conseil régional Midi-Pyrénées, 19.02.2013.

313 Entretien avec une chercheuse, biologiste, engagée dans la création de l'Itav en tant que porteuse de l'axe imagerie, 23.04.2013.

6.3.2 La communauté d'agglomération du Grand Toulouse : un institut de recherche technologique pour le développement économique

La CAGT a la compétence d'aménagement du site de Langlade (ex-AZF) sur lequel doit se construire l'Oncopôle. À ce titre, le président de la Communauté d'agglomération préside l'association de préfiguration de l'Oncopôle, mise en place durant la construction de l'Oncopôle afin de coordonner les différentes parties prenantes du projet (collectivités locales, organismes de recherche, université Paul Sabatier, Fondation InNaBioSanté). C'est au titre de cette compétence d'aménagement que la CAGT prend la décision d'implanter le futur Itav sur le site de l'Oncopôle.

Si l'Itav et le projet de l'Oncopôle sont le fruit de la mandature de Philippe Douste-Blazy, le bâtiment Itav ne sort de terre et n'acquiert donc une existence concrète qu'en 2009. A ce moment-là c'est une nouvelle municipalité qui est en place, le Maire est Pierre Cohen, également président de la CAGT.

Aux vues des difficultés à définir une gouvernance pour l'Itav, la CAGT, qui n'a pas vocation à gérer des plateformes technologiques et des équipements scientifiques, ne s'oppose pas à la prise en charge de l'Itav par le CNRS. Toutefois, les deux institutions ont deux visions différentes de la mission de l'Itav. La présence de l'Itav sur le site de l'Oncopôle s'inscrit pour la CAGT dans la stratégie déjà évoquée qui consiste à développer la recherche technologique et à favoriser le passage entre les résultats de la recherche et le développement industriel. *« À Toulouse il a toujours manqué, entre la recherche et l'industrie, le maillon techno. […] il nous faudrait un institut de recherche techno »*[314]. Le projet Itav correspond à un objectif de *« vraiment mettre de la techno sur le cancer »*[315].

La construction de l'Oncopôle s'avère donc être une opportunité de développer l'application des technologies pour le diagnostic et le traitement du cancer. Cela correspond à une vision de la recherche développée dans un objectif de valorisation économique, une vision qui s'accorde davantage avec celle des Sciences de l'ingénieur qu'avec celle de la biologie fondamentale. La CAGT a adhéré au projet de l'Itav porté par ses créateurs : appliquer des techniques connues, issues de la micro-nanoélectronique, au secteur de la santé.

La CAGT a construit le bâtiment, à ce titre elle en reste aujourd'hui le propriétaire. Toutefois, en 2009, la gouvernance de l'Itav pose question.

---

[314] Entretien avec un chargé du développement économique et de la recherche à Toulouse Metropole, 22.04.2013.
[315] *Ibid.*

« On avait un bâtiment, qu'on avait construit, et on savait pas quoi en faire »[316].

En effet, la question de la gouvernance de l'Itav se pose vraiment de manière inquiétante au moment de la livraison du bâtiment puisque la CAGT ne sait pas à qui remettre les clés. Lorsque le CNRS décide de prendre la gestion de l'Itav, la CAGT met la moitié du bâtiment à sa disposition, à titre gracieux.

« Le CNRS, dans ses missions, doit favoriser l'exploitation de la recherche dite fondamentale vers de la techno et vers l'industrialisation. Donc l'Itav, avec cette idée de mettre de la nanotechnologie, puisqu'il s'agissait quand même de ça, là-dedans, ça nous paraissait pertinent »[317].

Afin de s'assurer un retour sur investissement, une moitié du bâtiment est organisé en pépinière d'entreprises, dédiée à l'accueil de *start-up*s. Cette pépinière d'entreprise est gérée par la CAGT, à travers une société d'économie mixte.

Au titre de propriétaire du bâtiment, la CAGT choisi de nommer le bâtiment (Itav et pépinière d'entreprises) « Centre Pierre Potier ». Ce choix illustre la vision de la collectivité locale. Pierre Potier, chercheur au CNRS et ancien directeur de laboratoire à Gif sur Yvette en Ile de France, est à l'origine de la découverte de deux médicaments, brevetés par le CNRS et exploités par deux industriels pharmaceutiques français, utilisés dans le traitement de différents cancers : la NAVELBINE® développée par les Laboratoires Pierre Fabre, et le TAXOTÈRE®, un composé développé par les laboratoires Sanofi[318].

Il s'agit là d'un symbole pour Toulouse Métropole, qui souhaite que l'Itav permette de favoriser de telles réussites.

« Actuellement au CNRS 90% des royalties en Sciences du vivant viennent des découvertes de ce monsieur [Pierre Potier]. Donc c'était vraiment l'esprit de l'Itav un pied dans la recherche publique, un pied dans la recherche privée »[319].

Les projets de l'équipe-antenne correspondent à ce qui doit être développé à l'Itav, du point de vue de la CAGT.

Aussi celle-ci va s'inquiéter de voir l'institut s'orienter dans un sens qui n'était pas celui de départ. L'installation d'une équipe de biologie de manière permanente à l'Itav risque d'infléchir celui-ci d'une unité dédiée au transfert technologique à une unité de recherche

---

[316]Entretien avec un chargé de développement économique à Toulouse Metropole, 22.04.2013.
[317]Entretien avec chargé du développement économique et de la recherche à Toulouse Metropole, 22.04.2013.
[318] http://www2.cnrs.fr/presse/communique/816.htm
[319] Entretien avec un ancien vice-président de l'association Oncopôle, à l'origine du nom de Centre Pierre Potier, 10.02.2015.

« traditionnelle ». Toutefois, bien que propriétaire du bâtiment, la capacité d'action de la CAGT est limitée : elle ne peut rien imposer au CNRS sous peine de voir celui-ci se retirer de la gouvernance de l'Itav. Or c'est le CNRS qui assure la majeure part du fonctionnement de l'Itav, à travers ses chercheurs et ses équipements sur place.

> *« Et nous, en l'occurrence là le territoire, malgré qu'il ait financé le bâtiment, qu'est-ce que vous voulez faire ? »*[320].

L'Itav est le premier bâtiment public construit sur le campus de l'Oncopôle et il est la propriété de l'agglomération, il matérialise la politique de site et à ce titre fait l'objet d'autant d'attention de la part de l'agglomération. Aussi il a été présenté comme le symbole de l'action et de l'investissement de l'agglomération sur l'Oncopôle, et ce par les deux municipalités qui se succèdent. Malgré les changements politique à la municipalité à Toulouse, et donc à la présidence de la CAGT[321], celle-ci a toujours soutenu financièrement l'Itav.

> *« L'Itav c'est l'emblème de l'équipe municipale, quelle qu'elle soit, sur l'Oncopôle. Donc ils sont très soucieux du devenir de l'Itav »*[322].

> *« Il y avait hyper communication sur l'Itav, vous ouvriez « La Dépêche »… parce que c'était politique finalement puisque c'était un bâtiment de la Métropole, donc au milieu de la campagne électorale [en 2008], et puis, même, que ce soit de gauche ou de droite on en faisait des tonnes sur l'Itav. Entre le président de la Fondation Douste Blazy qui communiquait sur l'Itav, entre le maire de Toulouse ès qualité, qui communiquait sur l'Itav, l'inauguration en grande pompe etc. »*[323].

Ce fort investissement politique de la collectivité locale est mal perçu par les chercheurs.

> *« Je me souviens avoir assisté à des réunions, c'était génial, parce que c'était les grands communicateurs administratifs du Grand Toulouse qui allaient nous expliquer la science qu'il allait falloir faire dans l'Itav, c'était absolument génial, on a beaucoup ri ! »*[324].

La CAGT met fortement en avant, au moment de l'ouverture du bâtiment en 2009, l'équipe-antenne, mettant ainsi au centre de sa communication sur l'Itav la thématique

---

320 Entretien avec un chargé du développement économique et de la recherche à Toulouse Metropole, 22.04.2013.
321 Pierre Cohen remplace Philipe Douste-Blazy à la présidence de la CAGT en 2008.
322 Entretien avec une partie-prenante de l'association Oncopôle, 10.02.2015.
323 *Ibid.*
324 Entretien avec une chercheuse, biologiste, engagée dans la création de l'Itav en tant que porteuse de l'axe imagerie, 23.04.2013.

« bionano ». Dans un numéro du magazine d'information de la communauté d'agglomération consacré à l'Oncopôle, en 2009, une grande place est accordée à l'Itav, premier bâtiment construit et inauguré sur le site de l'Oncopôle.

> *« Nous avons la chance d'amorcer l'installation sur le site avec une première équipe spécialisée dans le domaine des bionanotechnologies […] l'activité de cette équipe repose sur deux critères : l'interdisciplinarité entre les chercheurs et le transfert vers l'industrie et le médical »*[325].

Pour la CAGT, l'Itav s'inscrit ainsi pleinement dans la dynamique de l'Oncopôle et doit témoigner de l'action de la communauté d'agglomération en faveur de ce projet. Il acte en outre la participation du CNRS à l'Oncopôle : la première question qui est posée à la directrice de l'Itav concerne le rôle du CNRS au sein de l'Oncopôle, marqué par la forte implantation de l'Inserm[326]. Celle-ci met également en avant l'équipe-antenne comme exemple de la réussite de l'Itav quant aux objectifs de l'institut : l'interdisciplinarité et la collaboration industrielle.

> *« La première équipe de chercheurs installée, qu'on appelle l'équipe-antenne, est constituée de physiciens et de biologistes. Ils travaillent ensemble et avec [la start-up « X »], une des deux entreprises installées dans la pépinière d'entreprises du bâtiment. »*[327]

Après le changement d'orientation de l'Itav, dans lequel les technologies ont été mises de côté (6.2.1.3), la CAGT a exprimé son inquiétude quant à l'orientation de l'Itav en posant la question du renouvellement du bail. Les tutelles de l'Itav ont protesté et le bail a été renouvelé pour quatre ans en 2012, sous conditions.

> *« Nous on a dit il nous faut un projet où véritablement, vous nous montrez que dans ce projet ça sera vraiment pluridisciplinaire, donc de la techno et tout ça »*[328].

Le CNRS aurait abandonné l'Itav si l'agglomération lui avait demandé de payer un loyer. Or, nous l'avons vu, l'Itav est un investissement de l'agglomération et un symbole de son action, elle ne peut se permettre un tel échec qui viendrait mettre à mal toute la communication consacrée à l'Itav sur l'Oncopôle. Toutefois, la CAGT exprime son

---

[325]Interview d'Alain-Michel Boudet, initiateur du projet du centre Pierre Potier, *Le grand Toulouse infos. Le magazine de la communauté urbaine du Grand Toulouse*, 2e trimestre 2009, n°21, p.17

[326]Interview de Martine Knibielher, directrice des plateformes de recherche du centre, *Le grand Toulouse infos. Le magazine de la communauté urbaine du Grand Toulouse*, 2e trimestre 2009, n°21, p.21

[327]Interview de Martine Knibielher, directrice des plateformes de recherche du centre, *Le grand Toulouse infos. Le magazine de la communauté urbaine du Grand Toulouse*, 2e trimestre 2009, n°21, p.21

[328] Entretien avec un chargé du développement économique et de a recherche à Toulouse Metropole, 22.04.2013.

désaccord face à l'orientation choisie par le CNRS dans laquelle la visée de transfert technologique est mise de côté.

6.3.3 La Fondation InNaBioSanté : les « nanos » au service de la santé

L'Itav a bénéficié très tôt du soutien de la Fondation InNaBioSanté. Dès l'annonce de sa création, elle s'est engagée à financer les projets accueillis dans le futur institut. La proximité entre l'Itav et la Fondation vient de ce qu'ils sont tous deux des projets liés à l'ancienne mandature à la tête de la CAGT (2001-2008). Les deux sont guidés par une vision qui consiste à développer l'interface entre les technologies et la santé.

> *« La Fondation est très proche de l'Itav parce qu'elle finance de la recherche que personne d'autre ne peut financer »*[329].

Au moment de la création de l'Itav, son fondateur[330] sollicite la Fondation pour financer des projets labellisés Itav « hors les murs » (le bâtiment devant héberger l'Itav n'est pas encore construit), et la Fondation accorde alors à ces projets un soutien de 600 000 euros. Le fondateur de l'Itav sollicite par la suite celle-ci afin qu'elle l'accompagne dans la définition d'une structure juridique pour l'Itav. C'est à ce moment-là qu'est envisagée l'option de faire entrer l'Itav sous la gestion d'InNaBioSanté. C'est le souhait du fondateur de l'Itav, qui souhaite un investissement fort des collectivités locales et de la Fondation (donc des institutions non-académiques). Aussi la possibilité que l'Itav soit représenté au niveau juridique par la Fondation est l'option privilégiée par le fondateur. Une lettre adressée à la Déléguée régionale de l'Inserm en 2005 indique *« certains aspects techniques et administratifs associés à l'émergence et à la gestion de l'Itav: maîtrise d'ouvrage –Communauté d'agglomération du grand Toulouse (CAGT), support juridique et moral – Fondation InNaBioSanté, sont actuellement éclaircis »*. Cependant, cette option ne se révèlera pas tenable.

[329] Entretien avec le directeur de la Fondation, 10.02.2015.
[330] Ce dernier est également membre du Conseil scientifique de la Fondation InNaBioSanté.

« On a vite abandonné cette piste-là parce que gérer un bâtiment comme ça qui fait quand même quelques milliers de m², il faut des compétences de maintenance, nous on ne peut pas faire, il faut que ce soit des entités comme l'université ou le CNRS qui ont cette habitude-là, ces ressources en interne pour gérer »[331].

Aussi la Fondation n'envisage pas de prendre seule la gestion d'une structure comme l'Itav, mais elle n'écarte pas la possibilité de le faire en collaboration, ou en partenariat avec le CNRS ou l'université. La Fondation voit dans l'Itav une opportunité de se reloger, elle est à la recherche alors de nouveau locaux pour s'y installer, en échange de quoi elle s'engage à soutenir financièrement les projets labellisés Itav. Celui-ci deviendrait ainsi une vitrine de l'action de la Fondation. Les compte-rendu de réunions que nous avons pu consulter montrent que cette option est sérieusement envisagée par les divers partenaires financiers de l'Itav. La Fondation en particulier peut être en capacité de financer des projets de chercheurs étrangers, par exemple des post-docs souhaitant revenir s'installer en France, ce type de financements réclame des sommes élevées dont ne bénéficient pas les organismes de recherche et les universités. Cette option est finalement écartée, il est difficile de définir avec certitude les raisons exactes à travers aujourd'hui des discours qui sont parfois contradictoires, mais plusieurs raisons peuvent être avancées.

D'abord le CNRS n'a pas souhaité perdre le contrôle et l'orientation d'une structure qu'il avait largement soutenue, et destinée à accueillir ses personnels et son matériel.

Ensuite, la Fondation InNaBioSanté est le fruit de l'investissement politique de l'équipe municipale de Philippe Douste-Blazy (2001-2008), le changement de municipalité a certainement contribué à marginaliser la Fondation. Celle-ci ne s'est finalement pas installée à l'Itav, en partie du fait d'un loyer trop élevé, la CAGT ayant refusé de l'y accueillir à titre gracieux.

Par ailleurs, la forte implication de la Fondation dans le projet de création de l'Itav, avec la promesse de financements conséquents, n'a pas non plus été toujours bien reçue du côté des chercheurs. Ceux-ci se montrent réticents à l'émergence d'un partenaire non-académique dans la gestion et l'orientation de la recherche.

[331] Entretien avec le directeur financier de la Fondation InNaBioSanté, 20.03.2013.

« La Fondation InNaBioSanté était dans une vision très hôtel à projets, anglo-saxonne, « on va faire un truc parce que la science française ça marche pas et puis là enfin ça va marcher grâce à nous ». Oui, d'accord. Et puis nous on disait oui, mais pour que ça marche il faut des chercheurs, il faut des thésards, il faut des post-docs, il faut des équipements, il faut du fonctionnement, qui paye le fonctionnement ? »[332].

Par exemple, en 2010, la Fondation InNaBioSanté accorde un financement à l'équipe-antenne pour l'achat d'un équipement technologique. Mais elle conditionne cette subvention à la réponse à plusieurs questions.

La première est de savoir à quelle structure juridique seraient affectés les équipements (il est question de transformer l'UMS Itav en USR), la seconde est de s'assurer si cette structure serait pérenne au sein de l'Itav, enfin elle demande comment être associée au devenir de la recherche en bionanotechnologies au sein de l'Itav. Par ailleurs, elle rappelle son attachement à l'objectif premier de l'Itav comme un hôtel à projets interdisciplinaires favorisant le transfert de l'innovation technologique vers le secteur industriel et comme un institut attractif au niveau international. La Fondation conditionne son soutien à l'Itav au maintien de son « originalité »[333]. Suite à l'orientation finalement définie à l'Itav (6.3), cet équipement a finalement été affecté au « labo SI », lieu de rapatriement des projets en « bionano ».

Quelques années plus tard, avec l'ouverture de l'hôpital et du CRCT sur le site de l'Oncopôle, les attributions de la Fondation ont évolué. Elle est aujourd'hui la seule fondation pour l'Oncopôle de Toulouse[334]. En mai 2014, après un changement de direction, la Fondation entérine ce nouveau statut en changeant de nom, elle devient Fondation *Toulouse Cancer Santé*. Suite aux conclusions d'un rapport visant à améliorer la gouvernance de l'Oncopôle[335], elle doit aussi absorber la deuxième fondation pour le cancer à Toulouse, la Fondation RITC, et remplacer l'association Oncopôle qui disparaît. *« L'idée est de gagner en efficacité avec un lieu de travail commun, une communication commune et des demandes de fonds communes »*[336].

---

[332] Entretien avec un chercheur.
[333] Extrait d'un courrier de la Fondation InNaBioSanté adressé à l'un des porteurs de l'équipe-antenne, 13 avril 2010.
[334] La Ligue contre le Cancer finance des projets sur le territoire national. Les administrateurs de la Fondation InNaBioSanté ont décidé en 2012 de ne financer que des projets Oncopôle de Toulouse.
[335] Thierry Philip et André Syrota, « Rapport de la mission « Oncopole de toulouse » », avril 2013.
[336] Interview de Christophe Cazaux, directeur de la Fondation InNaBioSanté, 05/05/2014, *ObjectifsNews.com*, http://www.objectifnews.com/Innovation/oncopole-fondation-innabiosante-toulouse-cancer-christophe-cazaux-changements-recherche-medicament-02052014. Christophe Cazaux est décédé accidentellement le 3 août 2015.

Aussi l'agglomération (la CAGT est devenu Toulouse Métropole en 2012) garde la maîtrise de tout ce qui concerne les bâtiments et les aspects techniques du campus, tandis que la Fondation Toulouse Cancer Santé est en charge de financer les projets de recherche. Elle opère également une recapitalisation et fait appel aux industriels de différents secteurs, en particulier elle souhaite attirer des industriels de l'aéronautique.

> *« L'idée est de créer une fibre toulousaine, une fierté, pour que l'on puisse dire « on a créé à Toulouse le médicament contre le cancer » de la même façon que l'on dit « on a fabriqué le nouvel A350 » »*[337].

La Fondation maintient son ambition d'encourager le couplage des technologies avec les Sciences du vivant, et cela vient rappeler le projet initial de l'Itav. *« Les possibilités sont nombreuses avec l'utilisation des systèmes embarqués dans les dispositifs médicaux, par exemple »*[338].

Si le nom a changé pour laisser plus de place à la thématique du cancer, l'esprit demeure le même depuis InNaBioSanté. Dans ce cadre, les nanotechnologies appliquées à la santé représentent un pari central. Philippe Douste-Blazy, président de la Fondation, rappelait lors d'une conférence à Toulouse en juin 2013, *« [les américains] ont compris que les « nanos » sont la révolution de demain. A Toulouse il y a les équipes qui ont découvert les « nanos ». A la Fondation on essaie de trouver une niche, on espère développer la lutte contre le cancer grâce aux « nanos », il y a une niche là »*[339].

De même, le directeur du CRCT déclarait au même moment *« pour exister face à l'aéronautique, il faut intégrer les nanotechnologies. Les gros programmes qu'on va voir apparaître dans les dix ans vont être à l'interface entre la santé et les nanotechnologies »*[340].

Le développement des « nanos » pour le cancer n'a pas trouvé sa place à l'Itav. Il convient maintenant de voir si les projets de « nanobio » qui se développent dans les laboratoires « traditionnels » font la preuve de leur utilité pour le diagnostic et la thérapeutique du cancer. Nous voyons à travers la Fondation que les « nanos » constituent toujours un objectif politique du territoire toulousain. Toutefois, leur mise en retrait à l'Itav est peut-être aussi le fait de leur manque de maturité technologique.

---

337 *Ibid.*

338 *Ibid.*

339 Philippe Douste-Blazy, président de la Fondation InNaBioSanté, journée « NBI Tech to life : Recherche, Innovation et Compétitivité : quels enjeux en cancérologie ? », organisé par la Fondation InNaBioSanté, le 20 juin 2013 à l'Université Paul Sabatier, Toulouse.

340 Jean-Jacques Fournié, directeur du CRCT, journée « NBI Tech to life : Recherche, Innovation et Compétitivité : quels enjeux en cancérologie ? », organisée par la Fondation InNaBioSanté, le 20 juin 2013 à l'Université Paul Sabatier, Toulouse.

« Après, attention, est ce que le marché est déjà là ? Parce qu'on nous dit les nanos, les nanos, les nanos, mais ça court pas les rues quand même, y a peut être un problème de marché aussi »[341].

La Fondation Toulouse Cancer Santé soutient prioritairement des projets de recherche concernant la thématique du cancer. Parmi ceux-là, les « nanobio » pour le diagnostic et la thérapeutique ne constituent qu'une partie, bien qu'elle fasse partie des thématiques soutenues par la Fondation. En revanche, la recherche sur le cancer concerne prioritairement des biologistes et des médecins, et leur vision est parvenue, à travers l'Itav, à s'imposer face à une priorité que les technologues (SI) voulaient accorder à la recherche technologique.

6.4.4 L'impossible décloisonnement institutionnel

Un « Protocole pour la promotion et la valorisation de l'Itav » est signé en 2009 entre les différents partenaires. Ceux-ci s'accordent ainsi à cofinancer les projets labellisés Itav, chacun intervenant en fonction de ses compétences : les tutelles de l'UMS (CNRS, UPS, Insa) pour l'accompagnement scientifique, la Fondation InNaBioSanté pour le financement des appels à projets, le Conseil régional et le Conseil général pour des soutiens financiers dans le cadre de leurs appels à projets réguliers, et la CAGT pour les aspects liés aux infrastructures mises à disposition.

À travers ce protocole d'accord, les différents partenaires s'engagent à lancer un appel d'offres commun. Il est préparé par la Fondation en collaboration avec l'association Oncopôle.

Le « pack accueil » propose de financer deux types de projets, un financement de 500 000 euros pour une durée de trois ans, plutôt destiné à des chercheurs « confirmés » et un de 300 000 euros pour une durée de deux ans, plutôt en direction de jeunes chercheurs. L'ambition est d'attirer à la fois des chercheurs toulousains ayant un projet innovant, mais également des chercheurs étrangers confirmés, ou des jeunes chercheurs, désirant rentrer en France et monter une équipe. Un appel à projet commun est donc rédigé, qui doit être diffusé en France et à l'international. Cet appel à projets ne sera finalement pas diffusé tel quel, la Région ayant décidé au dernier moment de retirer son soutien, du fait de désaccords à la fois avec la CAGT et avec la Fondation.

La Région souhaitait avant tout favoriser la candidature de chercheurs étrangers, quand la CAGT défendait le soutien à des équipes locales.

---

[341] Entretien avec une partie prenante de l'association Oncopôle, 10.02.2015.

Par ailleurs, la Fondation, qui avait piloté le protocole d'accord, voulait piloter l'appel à projets, ce à quoi le Conseil Régional s'est opposé (celui-ci souhaite garder la main sur les projets qu'il finance).

Aussi cet appel à projets commun se heurte aux différents intérêts en présence : chaque financeur souhaite que son action de soutien à la recherche lui apporte de la visibilité. En particulier, on peut souligner que les divergences politiques – entre une Fondation symbole de la marque de l'ancien maire de Toulouse et une communauté d'agglomération, ainsi qu'un Conseil régional, toutes deux d'un autre bord politique – ont largement participé à l'impossibilité de se retrouver unies derrière un seul d'entre eux. Ensuite, la différence de vision entre la Région et la CAGT, entre l'attrait de chercheurs étrangers et le soutien aux équipes locales, a provoqué le non-renouvellement du protocole d'accord.

La Région décidera finalement de lancer un appel à projets quelques mois plus tard, les candidats seront principalement des locaux et considérés comme ne correspondant pas à l'appel à projets. Cet appel à projets a ainsi été un échec puisqu'il n'aura permis de soutenir aucun projet. Il faudra attendre plusieurs années (2013) pour que la Région apporte son soutien à de nouveaux projets à l'Itav.

Ce qui nous intéresse est de pointer l'écart entre l'objectif de départ qui était de faire de l'Itav le modèle d'une nouvelle organisation de la recherche par le décloisonnement disciplinaire et institutionnel, et la réalité de l'Itav plusieurs années après.

L'Itav n'a pas été le lieu du décloisonnement institutionnel espéré.

D'un côté, le décloisonnement institutionnel devait favoriser la dynamique de collaboration entre recherche publique et secteur privé. Si la volonté de Toulouse Métropole d'installer une pépinière d'entreprises, à côté de la partie recherche, vient appuyer la volonté affichée par les créateurs de l'Itav de favoriser le transfert industriel, le lien s'avère cependant difficile à établir du fait de l'impossibilité d'assurer une gestion coordonnée des deux entités. Si un même bâtiment, le Centre Pierre Potier, abrite plateformes technologiques et pépinière d'entreprises, les deux entités sont gérées de manière indépendante. L'idée du fondateur et de l'équipe-antenne d'établir une gouvernance globale n'a pu se réaliser car cela ne correspondait à aucun modèle d'organisation connu en France. Ainsi une société d'économie mixte de Toulouse Métropole gère la pépinière, et le CNRS gère la partie des plateformes technologiques.

Tandis que des problèmes de gouvernance ont freiné le développement de la recherche à l'Itav, quelques *start-up*s se sont tout de même installées dans la pépinière. En effet, l'intérêt pour la SEM gestionnaire de la pépinière est de la remplir le plus rapidement possible. Le

choix des *start-up*s accueillies dans la pépinière n'est donc pas coordonné avec les projets de recherche.

Toutefois, trois expériences de *start-up*s s'inscrivent dans l'objectif de l'Itav de lien entre recherche et valorisation.

La première, la *start-up* « X » n'est pas née à l'Itav. Mais elle est issue des travaux d'un responsable de l'équipe-antenne et s'implante au Centre Pierre Potier en même temps que l'équipe-antenne.

La deuxième, la *start-up* « S », n'est pas non plus née d'un projet Itav mais a bénéficié de la collaboration avec l'équipe « chimie 1 », puis a collaboré avec l'équipe de biologie résidente.

Seule la troisième, la *start-up* « V », est née suite à un projet mené à l'Itav. Notre étude ne nous permet pas d'affirmer, ni de nier, le rôle de l'Itav dans la création de cette *start-up*. Des *start-up*s sont créées régulièrement par des chercheurs dans les laboratoires « traditionnels ». Toutefois, cette expérience permet à l'Itav de mettre en avant l'attention portée à sa mission de valorisation face à la CAGT.

> **LA CRÉATION DE LA *START-UP* « V »**
>
> En 2012, une nouvelle équipe-projet de biologistes intègre l'Itav. Il s'agit d'une équipe issue d'un laboratoire de biologie de l'Université Paul Sabatier qui souhaite mettre à profit l'environnement de l'Itav, en termes d'outils techniques et de compétences, afin de développer une preuve de concept pour une technologie mise au point en laboratoire, brevetée, qui permet de tester les propriétés antivirales d'une molécule. Il s'agit d'un projet interdisciplinaire biologie-chimie-imagerie, qui s'inscrit bien dans les objectifs de l'Itav puisqu'il a une visée d'application industrielle et en particulier de création d'entreprise. Le porteur de l'équipe-projet est en effet à l'origine de la technique brevetée et envisage de monter une *start-up* s'il parvient à faire la preuve de concept. L'objectif est atteint, une preuve de concept est réalisée grâce à une collaboration avec un chercheur CNRS du CHU de Purpan, spécialiste des virus herpès. Une licence exclusive mondiale est obtenue auprès de la SATT Toulouse Tech Transfert, qui gère le portefeuille de brevets du CNRS[342]. A la fin de son deuxième contrat de post-doctorat au

[342] http://www.cnrs.fr/dire/actualites/2012/decembre/satt-171212.htm

> CNRS, le jeune chercheur à la tête de l'équipe-projet se lance dans la création d'une *start-up*, « V ». La *start-up* est aujourd'hui hébergée par les tutelles au sein de l'Itav, l'objectif étant de passer sur la pépinière d'entreprise d'ici quelque temps. La *start-up* collabore avec l'équipe-projet dont elle est issue, toujours présente à l'Itav, avec deux personnes accueillies à 100% de leur temps. L'équipe-projet continue à travailler au développement de nouvelles applications pour la technique ayant fait l'objet du brevet pour analyser différents processus de l'ADN. Par ailleurs, elle développe des approches de marquage de l'ADN sur cellules vivantes vers des applications de criblage à haut débit à travers un nouvel axe de recherche sur les mécanismes moléculaires de l'infection virale.

D'autres *start-ups* installées sur la pépinière n'ont pas de collaborations avec les équipes-projets de l'Itav. D'un point de vue pratique, la coexistence au sein d'un même bâtiment n'est pas suffisante pour donner naissance à des collaborations entre équipes académiques et *start-up*s.

> *« Alors bien sûr une cafétéria au milieu, de la porosité heureusement, mais quand même à aucun moment les gens qui font de la recherche à l'Itav ne savent quelle est l'entreprise qui va venir incuber, c'est quand même pas normal, si on veut qu'il y ait des enrichissements mutuels »*[343].

D'un autre côté, le décloisonnement institutionnel visé à travers la création de l'Itav devait se traduire pour les chercheurs par une simplification des procédures administratives concernant les appels à projets. Le financement d'un projet par un partenaire étant la plupart du temps conditionné au financement par d'autres partenaires, cela entraîne une augmentation des tâches administratives pour les directeurs d'équipes qui doivent multiplier les dossiers de demande de subventions. Aussi l'ambition des créateurs de l'Itav était d'en faire le guichet unique pour les équipes-projets : celles-ci auraient fait leur demande de subventions à l'Itav, qui lui aurait récupéré les fonds venant des différents partenaires pour ensuite les redistribuer. Or dans la pratique, chaque partenaire a des modalités et des temporalités d'octroi de subventions propres et l'Itav n'a pu devenir ce guichet unique espéré. Les équipes qui souhaitaient intégrer l'Itav au moment du premier appel à projets devaient dans les faits déposer plusieurs dossiers : à la Région, au CNRS, à la Fondation

[343]Entretien avec un porteur de l'axe bionano, physicien, 09.07.2013.

InNaBioSanté. Or, du fait des différentes temporalités de chacun, certains partenaires versant l'argent plus tard que d'autres, des projets ont commencé sans avoir la totalité du financement, ce qui a retardé l'avancée des travaux, certains partenaires avançant plus vite que d'autres, et ils n'ont finalement pu aboutir aux résultats escomptés dans le temps défini[344]. **L'Itav n'est pas parvenu à faciliter le montage de projets interdisciplinaires par le décloisonnement institutionnel souhaité.**

UNE NOUVELLE DYNAMIQUE À L'ITAV DEPUIS 2013

Les chercheurs impliqués dans l'Itav regrettent que les moyens offerts n'aient pas été suffisamment compétitifs pour attirer des chercheurs venus de l'étranger.

> *« Les conditions qui ont été imposées pour faire venir des équipes au regard des montants qui étaient disponibles n'étaient pas en adéquation. On a dit il faut des équipes de prestige, venant si possible de l'international, et en face on avait 350 000 euros - 400 000 euros. Ca ne peut pas marcher. Il faut être réaliste. 400 000 euros pour venir où ? À l'Itav ? C'est quoi l'Itav ? On regarde le site web du laboratoire et qu'est-ce qu'on voit ? 3 plateformes ? 2 chercheurs qui se battent en duel ? Rien »*[345].

L'actuel directeur de la Fondation[346] y voit plutôt un projet prématuré pour l'époque (2009). A ce moment l'Oncopôle n'est qu'un projet, l'Itav est le seul bâtiment sur un terrain vague, il était donc difficile dans de telles conditions d'attirer des chercheurs à l'étranger.

De 2009 à 2013, quelques équipes-projets locales seront financées pour venir travailler à l'Itav, grâce à des financements de la Fondation ou du CNRS. Cependant, c'est la construction de l'Oncopôle qui a finalement participé à améliorer l'attractivité de l'Itav.

En 2013, une chercheuse française en biologie, installée aux États-Unis depuis dix-huit ans, a choisi de venir s'installer à l'Itav. Elle a un projet de création d'entreprise dans les prochaines années et a reçu le soutien de la Région et de la Fondation pour son installation. Selon le directeur de la Fondation, le partenariat fort qui subsiste entre celle-ci et l'Itav vient de ce que les deux ont une mission et des objectifs similaires : financer des projets à potentiel de valorisation économique[347].

En 2014, une autre chercheuse française, installée jusque-là en Allemagne, a reçu le soutien de la Région et de la Fondation pour s'installer à l'Itav.

La stratégie aujourd'hui à l'Itav est davantage d'attirer des chercheurs étrangers afin de participer à l'attractivité du site, et non plus de financer des équipes-projets locales. Les

---

344 Entretien avec un chercheur du « labo SI », 10.04.2014.
345 Entretien avec un chercheur, biologiste, 07.02.2013.
346 Directeur de la Fondation d'avril 2014 à août 2015, auparavant vice-président de l'association Oncopôle.
347 Entretien avec le directeur de la Fondation, 10.02.2015.

chercheurs locaux qui souhaiteraient profiter de l'Itav et de ses équipements peuvent le faire en prestation de service. L'Itav répond aujourd'hui davantage à la vision de la Région, qui a d'ailleurs apporté un soutien financier pour l'installation des deux chercheuses venues de l'étranger s'installer à l'Itav.

Il n'y a plus d'appel à projets dédiés à l'Itav. Lorsqu'un projet est retenu par le conseil scientifique, il faut que les porteurs du projet bénéficient de leurs propres financements, et la direction de l'Itav peut aussi aider l'équipe à rechercher des financements auprès de partenaires « historiques » ou « naturels »[348] : Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS, InNaBioSanté, Région Midi-Pyrénées, etc. L'appel à projets lancé en 2013 par exemple, c'est-à-dire après la constitution en USR, précise que *« la sélection des candidats sera conditionnée à leur autofinancement »*[349].

Quant à l'activité de la plateforme « bionano », elle s'est réorientée depuis le départ de l'équipe-antenne. Elle est aujourd'hui spécialisée dans le domaine de la mécanique des cellules vivantes, grâce au développement de la microscopie à force atomique (AFM) dans ce domaine. Il s'agit de mesurer et de comparer l'élasticité des cellules en fonction de différents paramètres biologiques.

C'est bien une orientation recherche, non dirigée en priorité vers des enjeux stratégiques de transfert technologique, qui s'oppose à la vision politique, médiatisée à l'Itav par les Sciences de l'ingénieur, qui s'est imposée à l'Itav.

> *« On prend les choses dans le sens inverse, c'est pas les financeurs qui choisissent les équipes qui viennent à l'Itav d'abord, parce que c'est pas comme ça que ça doit fonctionner, c'est le conseil scientifique de l'Itav qui choisit des équipes, et une fois que ces équipes sont choisies, on sollicite des financeurs pour identifier éventuellement des soutiens financiers qui sont en adéquation avec les besoins. Et on prend les choses dans ce sens-là parce que c'est le seul sens dans lequel ça peut marcher »*[350].

La remise en cause de l'orientation de l'Itav vers le développement technologique pour l'économie locale n'est pas uniquement le fait d'une partie des chercheurs, médiatisée dans le cas de l'Itav par les biologistes.

L'investissement de la CAGT au titre d'aménageur du site de l'Oncopôle et de propriétaire du bâtiment Itav a aussi fait l'objet d'une remise en cause de la part de

[348]Entretien avec le directeur de l'Itav, 07.02.2013.
[349]Appel à projets Itav, 2013, www.itav-recherche.fr
[350] Entretien avec la direction de l'Itav, 07.02.2013.

l'institution CNRS. Dans un « document stratégique pour l'UMS », la directrice de l'Itav pointe, de la part de la CAGT, *« la volonté de prérogatives sur le fonctionnement de l'UMS avec une vision type «4e tutelle » en termes de communication et d'animation scientifique »*[351].

L'Itav s'est révélé un enjeu pour les différents partenaires qui ont tous voulu en faire un instrument de leur propre politique (CAGT, InNaBioSanté, CNRS). Or une unité de recherche est gérée par des institutions de recherche, qui refusent de se voir imposer des orientations uniquement tournées vers le développement économique de la part des instances politiques. Le refus d'une direction incombant aux Sciences de l'ingénieur est aussi un moyen pour le CNRS de garder son autonomie par rapport au pouvoir politique local.

Aujourd'hui, le campus de l'Oncopôle est organisé sous forme de GIP (Groupement d'intérêt public) dans lequel la Fondation, l'Inserm, l'UPS, le CHU, l'Institut Claudius Régaud, la Ligue contre le cancer ont chacun un siège. Le GIP est présidé par le président de l'Inserm. Au début de l'année 2015, le CNRS, représenté sur l'Oncopôle à travers l'Itav, a demandé à rentrer dans ce GIP. L'Itav va donc intégrer la gouvernance de l'Oncopôle. Le CNRS, à travers l'Itav, est donc parvenu à se faire reconnaître comme partie prenante intégrante de l'Oncopôle.

Installation du CEA à Toulouse : nouvel espoir de développement économique pour le pouvoir local

Si l'Itav représentait l'opportunité, pour les parties-prenantes non-académiques (CAGT, InNaBioSanté), d'apporter le « chaînon manquant » de la recherche technologique à Toulouse, c'est une autre direction qu'a pris l'Itav aujourd'hui. Toutefois, nous avons vu que l'Itav participait de la dynamique politique engagée dès les années 2000 et qui vise à favoriser l'utilisation des résultats de la recherche publique pour le développement économique. Cette dynamique à Toulouse a largement pris appui sur les promesses du programme américain de convergence NBIC, et dans ce cadre un soutien particulier a été accordé au domaine des « nanos ». Celles-ci ont été investies au niveau politique d'une mission de développement technologique devant bénéficier au territoire, comme l'exprimait clairement le promoteur toulousain du programme Nano-Innov (5.1). L'installation à Toulouse d'une équipe du CEA en 2013 représente une retombée positive, selon les pouvoirs locaux, de l'investissement des dix dernières années[352]. Ceux-ci attendent du CEA qu'il bénéficie au transfert de technologie entre les laboratoires et l'industrie locale, l'aéronautique et les sytèmes embarqués en premier lieu. En outre, les décideurs régionaux espèrent favoriser l'innovation et le transfert

[351] « ITAV-Hôtel à projets interdisciplinaires. Document stratégique pour l'UMS 3039 », 1er octobre 2010, p.13.
[352] Voir en annexe n°14, p. LII, le communiqué de presse annonçant l'installation d'une plateforme du CEA à Toulouse.

de technologie dans le domaine de la santé, avec une plateforme du CEA qui devrait être dédiée à ce domaine et construite en intercation avec les parties prenantes locales[353]. En cela il s'inscrit dans la volonté de diversification du territoire toulousain et répond à la dynamique engagée avec les « nanobio ».

Il y a donc une continuité entre les différents projets, une volonté politique claire du territoire toulousain de diversifier son industrie et de s'orienter vers la santé avec le Cancéropole et Nano-Innov. C'est ainsi que l'exprime le promoteur toulousain de Nano-Innov, ce programme *« si vous voulez par ricochet ça amène aujourd'hui la venue du CEA à Toulouse »*. Parmi les quatre plateformes du CEA en projets pour Toulouse, une devrait être dédiée à la santé. De fait, l'installation du CEA à Toulouse met un terme au projet, nourri depuis le début des années 2000, entretenu avec Nano-Innov, par les chercheurs toulousains, d'une plateforme dédiée aux nanotechnologies à Toulouse, ce qui coûte très cher et viendrait concurrencer la place première de Grenoble dans les nanotechnologies.

> *« Il n'est bien évidemment pas question l'espace d'une seconde de refaire sur Toulouse [ce qui existe ailleurs], d'abord elle en aurait pas les moyens et deux si vous voulez, quelque part, alors c'est pas l'ancien directeur du [labo SI] qui va [le] critiquer mais, ce que les gens ne voient pas c'est que faire de la recherche et faire de la techno. C'est des métiers différents. Si vous regardez, y a aucune critique derrière, loin de là, bien entendu, si vous regardez la salle blanche du [labo SI], elle ouvre aux heures d'ouverture du [labo SI], elle ferme aux heures de fermeture du [labo SI], le week-end elle est fermée, les vacances elle est fermée. Et c'est normal, c'est de la recherche de base, c'est le fonctionnement habituel. Si vous allez voir la même centrale au CEA, elle travaille en 3x8, 365 jours par an parce que si vous voulez elle fait du produit,…c'est des métiers différents »*[354].

Ainsi ce qui est attendu de l'installation du CEA, c'est que ses équipes travaillent en collaboration avec les laboratoires locaux afin de favoriser le passage des projets de recherche vers le développement technologique. Avec le souhait de développer à Toulouse *« une plateforme santé qui serait celle qui deviendrait nationale, et qui aurait le même rôle que le LETI*[355] *en microélectronique »*[356].

Toutefois, les résultats de cette opération sont encore aujourd'hui incertains.

---

353 Une telle plateforme n'existe pas encore au terme de notre travail de recherche.
354 Entretien avec l'un des pilotes de Nano-Innov, 19.03.2013.
355 Le CEA-LETI est le premier laboratoire de recherche technologique dans le domaine des nanotechnologies. http://www-leti.cea.fr/
356 Entretien avec l'un des pilotes de Nano-Innov, 19.03.2013.

Le 16 avril 2013, la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de Toulouse organisait une journée de rencontres entre experts du CEA et industriels du monde de la santé intitulée « Tech Day Santé », suite à l'installation d'une antenne CEA Tech à Toulouse. La journée était organisée autour de conférences de chercheurs du CEA Grenoble et de rencontres entre des « référents techniques », spécialistes de technologies au CEA, et des industriels de Midi-Pyrénées susceptibles d'être intéressés par le savoir-faire et les technologies du CEA en matière d'applications pour la santé[357]. En effet, en introduction, le vice-président de la commission « Enseignement supérieur, Recherche, Innovation, Relations pôles de compétitivité » de la CCI Toulouse, a rappelé combien l'installation du CEA était *« une bonne chose pour les entreprises du territoire car il y aura sur place un leader en technologies clés »*, ajoutant que le CEA se place en deuxième position au niveau national pour le dépôt de brevets. Si le domaine de la santé n'apparaît pas à priori comme un secteur du CEA, celui-ci développe des *« technologies génériques, diffusantes, qui intéressent de nombreux secteurs »*[358]. CEA Tech s'installe donc en région en tant que *« fournisseur de briques technologiques génériques »*[359]. L'autre compétence attendue du CEA pour Midi-Pyrénées est l'élaboration et la protection de la propriété industrielle. Le directeur du CEA Tech Midi-Pyrénées, a précisé que la mission était *d' « apporter les connaissances de CEA Tech au tissu économique local »*. Le CEA Tech devrait fonctionner par l'accueil d'équipes-projet sur des plateformes, les équipes devraient être composées de locaux et de chercheurs-technologues du CEA Grenoble. Il est prévu d'implanter cinq plateformes technologiques à Toulouse, dont une dédiée à la conception et l'intégration des « nanos » pour l'aéronautique et l'espace, et une autre entièrement dédiée aux technologies pour la santé. Les spécialistes de ce domaine ont donc présenté leurs travaux au cours de la journée, en particulier ceux menés sur le site « Clinatec »[360].

Clinatec est un bâtiment du CEA-LETI à Grenoble, construit en 2012, et dédié aux applications des micro et nanotechnologies pour la médecine. Il réunit à un même endroit des technologues, des biologistes et des cliniciens. L'objectif est d'en faire un pont entre les laboratoires de recherche et l'hôpital pour faciliter le transfert vers le patient, en incluant les industriels. Il s'agit de développer des micro-nanotechnologies pour la santé dans le but de mettre au point des dispositifs médicaux innovants. Clinatec est né de la volonté commune du neurochirurgien Alim-Louis Benabid et de Jean Therme, directeur de la recherche technologique au CEA.

---

[357] « Tech Day Santé » Journée technologique CEA Tech – Santé, organisée au Palais Consulaire - CCI Toulouse, le 16 avril 2013.
[358] Introduction à la Journée technologique CEA Tech – Santé, *op.cit.*
[359] *Ibid.*
[360] http://www.clinatec.fr/

« Ces deux éminents spécialistes sont convaincus que le rapprochement de la recherche médicale et technologique peut bouleverser des millions de destins. Ceux de malades privés de soins adaptés faute d'une médecine capable de surmonter des impasses thérapeutiques »[361].

On retrouve dans ce projet de nombreux traits communs avec le projet de l'Itav tel qu'il avait pu être pensé à ses débuts, c'est-à-dire inspiré des laboratoires de recherche technologique. Ce qui n'a pu être réalisé à Toulouse à travers l'Itav s'est construit à Grenoble grâce à la volonté du spécialiste de la recherche technologique qu'est le CEA. L'Itav n'ayant pas réussi à remplir ce vide en matière de développement de la recherche technologique, peut-être que les projets de bionanotechnologies bénéficieront dans les années à venir de la présence du CEA.

Clinatec est le modèle de ce qui n'a pas pu se réaliser à l'Itav. Il rassemble plusieurs partenaires qui sont le CEA, le CHU de Grenoble, l'Inserm et l'Université Joseph Fourier. Au niveau des praticiens de la recherche, ce sont des biologistes, experts en micro-nanotechnologies, en électronique qui travaillent ensemble dans le même bâtiment. L'autre particularité est la collaboration étroite avec le secteur industriel. Autant d'éléments qui font écho à l'échec de l'Itav dans son objectif de départ.

Sur le plan scientifique, François Berger, neuro-oncologue et directeur de Clinatec parle de *« deux urgences »*[362] qui sont la biocompatibilité et l'association avec des industriels des micro-nanotechnologies. Il s'agit d'amener plus tôt les cliniciens et les technologues à se rencontrer, dès le développement de la technologie en amont. Le but est d' *« aller des salles blanches au lit du malade »*. Clinatec dispose en effet d'une animalerie pour les tests in vivo mais également de six chambres de patients et d'un bloc opératoire *« unique au monde »*[363]. Le directeur de Clinatec parle de l'invention d'un *« nouveau business model* post *électronique »*, il s'agit de créer de l'innovation à l'interface entre des mondes qui n'arrivent pas à communiquer, les technologues et les médecins. Certains projets de Clinatec sont développés avec le soutien financier de la Fondation InNaBioSanté et des collaborations existent avec des équipes toulousaines.

---

[361] http://www.clinatec.fr/clinatec/quest-ce-clinatec/

[362] Intervention de François Berger, directeur de Clinatec, « CLINATEC : une clinique au cœur de l'innovation technologique », Journée technologique CEA Tech – Santé, *op.cit.*

[363] *Ibid.*

6.4 Pratiquer la recherche hors du laboratoire d'origine

Nous avons vu précédemment que la définition de la gouvernance d'un institut dédié au transfert technologique pose problème et que des tensions entre les institutions politiques et de recherche conduisent à un infléchissement des objectifs définis pour l'Itav par les partenaires politiques. Toutefois, à côté du problème de gouvernance, c'est aussi un problème pratique qui se pose à l'Itav. La cohabitation d'un hôtel à projets interdisciplinaires dédié au transfert technologique avec des laboratoires « traditionnels », qui se trouvent ainsi incités à « partager » leurs personnels de recherche, ne va pas de soi. Les chercheurs ne peuvent pas « jongler » entre le format de l'Itav et le format « traditionnel » de leurs laboratoires de rattachement.

6.4.1 Des contraintes temporelles et spatiales

Nous avons vu dans la partie précédente que certaines équipes impliquées dans le projet de l'Itav, ayant bénéficié d'un financement pour y développer un projet, ne sont finalement pas venues s'installer, au moins en partie, à l'Itav, et ont préféré ne pas se détacher de leur laboratoire d'origine (le « labo bio 2 », premier porteur de l'axe imagerie).

La principale contrainte que pose l'Itav aux chercheurs s'exprime en termes temporel et spatial. Le principe de l'Itav, nous l'avons vu, est de demander à des équipes de recherche de venir mener des projets, en collaboration interdisciplinaire, sur une durée déterminée.

Être équipe-projet à l'Itav suppose pour les chercheurs d'y passer 50% de leur temps (60% dans l'appel à projets 2013). Or, ceux-ci, en général, ne souhaitent pas se couper de leur environnement traditionnel de travail, leur laboratoire, ni de leurs collègues, et ne souhaitent pas délaisser leurs autres projets en cours. Ainsi, le fait de passer de leur laboratoire à l'Itav pour suivre leurs différents projets apparaît comme une perte de temps.

Une critique souvent opposée par les chercheurs à l'Itav est qu'il est inspiré d'un modèle anglosaxon (qui est d'ailleurs revendiqué par le fondateur), et qu'il ne correspond pas au modèle d'organisation de la recherche en France. Nous avons vu que cela posait des problèmes au moment de définir la gouvernance de l'Itav, qui ne correspondait à aucun modèle établi. Cela pose des questions également au niveau pratique. La recherche en France est organisée selon le modèle d'affectation de chercheurs au sein d'un laboratoire et d'une équipe. Par ailleurs, la spécificité de la France est que les chercheurs sont titulaires, à la différence des autres pays européens, ou des États-Unis, où les chercheurs travaillent la majeure partie de leur carrière sur projets et sans être titularisés. Ainsi, pour les chercheurs que nous avons rencontrés, délocaliser une partie de son activité signifie un risque

d'éloignement de sa communauté d'origine, et cela est préjudiciable à leur évolution de carrière.

> *« C'est pas facile on est dans nos labos, donc aller passer la moitié de notre temps, ou 80% de notre temps dans un hôtel à projets où on nous dit c'est pour 4 ans, vous voyez ? Il faut un projet sur 4 ans, à la limite renouvelable 4 ans de plus mais c'est tout, après il faudra partir, c'est difficile quand même. La recherche en France c'est pas ça, donc c'est un peu compliqué »*[364].

> *« S'éloigner de son labo d'origine c'est aussi ne plus être au courant de tout, ne plus être là quand une opportunité se présente, quand vous êtes pas là on pense pas à vous. »*[365]

> *« Faire venir des gens, dans [le] concept [de l'Itav], les meilleurs de partout, donc ça veut dire que les gens doivent venir avec femme, enfants, tout ça, sur des projets à durée déterminée, 3 ou 5 ans et après une fois qu'il est fait qu'est ce qu'ils font ? Ils repartent. Et je crois que dans la pratique on n'est pas dans une mentalité américaine ici, les gens même s'ils sont bons, même s'ils vont être bien payés, ils ne vont pas déménager de Paris, Lille ou Strasbourg pour trois ans »*[366].

Par ailleurs, se déplacer d'un site à un autre est une difficulté pour les chercheurs, qu'ils expriment en termes de perte de temps et d'organisation. Cette contrainte concerne les équipes qui ne peuvent mener l'intégralité de leurs travaux à l'Itav, faute d'équipements nécessaires. Dans ce cas ces équipes se trouvent contraintes de partager leur temps entre l'Itav et leur laboratoire d'origine, impliquant des périodes où elles ne peuvent être physiquement sur le site de l'Itav.

Nous illustrons ici notre propos à travers l'exemple d'un projet que nous appelons « nano-ingénierie ». Il consiste en la fabrication de microdispositifs sur lesquels sont déposés et cultivés des neurones pour tenter de diriger leur croissance, l'idée étant de faire de la régénération neuronale après un AVC. La croissance des neurones est dirigée et facilitée par l'utilisation de nanotubes de carbone. Ce projet regroupe une équipe du « labo SI », une équipe spécialiste en neuro-imagerie de l'Inserm, et un chimiste spécialiste des nanotubes de carbone (UMR CNRS). L'équipe de neuro-imagerie est équipe-projet à l'Itav depuis 2009, elle a bénéficié d'un financement de la MI du CNRS. Suite au changement de direction à l'Itav en 2013, la porteuse du projet s'est vue contrainte de ne pouvoir renouveler son

364 Entretien avec une chercheuse, spécialiste de neuroimagerie, 15.04.2013.
365Entretien avec une chercheuse engagée dans la création de l'Itav, 23.04.2013.
366 Entretien avec un chimiste, 27.05.2014.

implication à l'Itav du fait de ne pouvoir y justifier le temps nécessaire. Après avoir développé à l'Itav les prothèses destinées à être implantées dans le cerveau (voir 7.1.1), le projet est passé à la phase d'essai sur les animaux, rats puis petits primates. Elle ne peut mener cette partie du projet à l'Itav, qui n'a pas les accréditations nécessaires pour recevoir des animaux, alors qu'elle en dispose dans son laboratoire d'origine (unité Inserm). Ainsi la limite de l'Itav est qu'il exige une implication de porteurs de projets, or les projets sont, par nature, divisés en lots de tâches. Dans l'exemple présent, une partie du projet nécessitait de travailler sur la plateforme « bionano » pour fabriquer des microdispositifs, mais une fois cette partie menée à terme, il s'agit d'implanter et de tester ces microdispositifs sur des animaux, ce qui ne peut se faire à l'Itav.

Même s'il y a de la part de l'équipe de neuro-imagerie de l'Inserm une volonté de prolonger sa collaboration avec l'Itav, elle ne peut y justifier une présence à 50% car le développement de son projet, au stade actuel, ne le permet pas. Elle se trouve donc contrainte de demander l'accès à la plateforme en tant qu'utilisateur extérieur et ne peut plus revendiquer le statut d'équipe-projet Itav. Les dispositifs technologiques, fabriqués durant la durée de la thèse à l'Itav, peuvent également être fabriqués dans le « laboratoire SI ». Dans cet exemple précis, l'Itav apparaît davantage comme source de contraintes que d'une réelle plus-value.

L'Itav ne peut prétendre faire venir des équipes sur 2, 3 ou 4 ans alors que l'intégralité de leur projet ne peut y être menée (essais sur des animaux par exemple). Ce fonctionnement contraste avec l'organisation d'une plateforme où les chercheurs viennent effectuer une tâche bien précise, et repartent une fois l'expérimentation terminée, la suite de leur projet est menée dans leur laboratoire d'origine.

Le projet de « nano-ingénierie » a bénéficié d'un financement d'une bourse de thèse dans le cadre d'un appel à projet Itav, mais l'une des co-encadrantes de la thèse souligne les contraintes et les limites de l'environnement Itav. La thèse avait commencé au sein du « labo SI », puis a été déplacée à l'Itav une fois le bâtiment construit. Les porteurs de projets, encadrants de la thèse, n'étaient pas souvent à l'Itav, car ils mènent chacun d'autres projets dans leurs laboratoires d'origine. La doctorante s'est ainsi trouvée relativement isolée par rapport à ses collègues. Les déplacements du laboratoire d'origine à l'Itav, pour les encadrants de thèses, sont vécus comme une perte de temps, d'autant plus que l'Itav se trouve éloigné du campus de l'Université Paul Sabatier, périmètre qui accueille la majeure partie des laboratoires de recherche en physique, chimie, biologie, Sciences de l'ingénieur, etc.

« Pour les biologistes j'ai essayé de faire un groupe avec des gens qui sont dans l'environnement immédiat parce qu'on prend la voiture ou le scooter, on y va, on s'échange des échantillons, ils font une manip sur des rats on y va, pour voir comment ça se passe, il me semble que dans le travail au quotidien la proximité c'est important »[367].

Toutefois, si cette proximité est utile et privilégiée, elle est contingente. La volonté qu'a pu avoir l'Itav de devenir un lieu d'accueil pour les différents partenaires, et en particulier d'attirer des équipes étrangères, se heurte à des difficultés et ne représente pas un avantage dans tous les cas.

La proximité apparaît être un critère aux yeux des chercheurs pour entamer une collaboration, mais elle ne suffit pas. Et la volonté de favoriser le rapprochement dans l'Itav n'a pas suffi à convaincre les chercheurs de son utilité.

« A mon avis ils sont dans un modèle complètement anglosaxon, qui en plus est basé sur la réputation des universités, je sais pas, le MIT peut se permettre de faire ça, met de l'argent sur la table et récupère les meilleurs chercheurs du monde sur des projets à cinq ans. Bon, on est à Toulouse, on n'est pas le MIT et on met pas le même budget en face donc… »[368].

Ainsi, le système politique ne peut imposer le rapprochement en créant une structure dédiée. Pour collaborer, les chercheurs n'ont pas besoin d'une telle incitation, ils collaborent en premier lieu parce qu'ils le décident : soit que leur objet d'étude rende la collaboration nécessaire, soit que celle-ci relève d'une volonté personnelle. Dans certains cas, l'incitation financière peut se révéler importante pour entamer des collaborations. Or précisément, l'incitation financière a manqué à l'Itav, du fait des tensions décrites plus haut, et du fait de la baisse de financement global et caractéristique du système de recherche en France.

D'autres contraintes pratiques sont mises en avant par les chercheurs, qui témoignent de la difficulté à construire un laboratoire interdisciplinaire. Par exemple, une chercheuse, équipe-projet à l'Itav, nous révèle que selon elle, outre que la plateforme chimie n'offre pas tous les instruments dont elle a besoin, le bâtiment de l'Itav n'est pas adapté pour faire de la chimie, il a été conçu pour faire de la biologie.

---

[367] Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.
[368] *Ibid.*

« Le bâtiment ici n'est pas fait pour faire vraiment de la chimie. Regardez les sols par exemple, c'est pas un sol sur lequel on peut faire tomber un acide ou des solvants organiques, ça va se dissoudre de suite. C'est vraiment fait pour faire de la biologie, y a pas beaucoup de hottes, tout ça, ça convient bien à la chimie que je fais, qui est une chimie très simple, mais pour quelque chose de plus élaboré c'est vrai que ça serait un peu limite »[369].

Cette chercheuse soulève un autre problème, qui tient aux commandes des produits qu'elle utilise pour travailler. A la différence d'un laboratoire de chimie où les commandes sont nombreuses et fréquentes, commander des produits lui coûte plus cher en étant relativement isolée (il y a peu d'équipes-projets chimie à l'Itav). Elle commande moins de produit qu'un laboratoire de chimie comprenant plusieurs dizaines de chercheurs qui travaillent sur des sujets proches. Ainsi, elle paie parfois plus de frais de port que ne lui coûtent les produits commandés.

« Alors on est discipliné, on essaie de pas commander un produit, parce que ça c'est aussi un problème d'être ici, c'est que si on commande on va avoir 50 € de port, à la différence d'un laboratoire de chimie…on aura plus de frais de port que le prix du produit. Donc on sait qu'on va commander 4 fois par an, on essaie de grouper les commandes, on se débrouille comme ça »[370].

Ces aspects pratiques ne sont pas des points de détail, ils sont révélateurs de la difficulté à construire un lieu interdisciplinaire dans lequel tous les chercheurs, quels que soient leur discipline, méthodologie, équipements, puissent travailler dans les meilleures conditions. Ces contraintes sont extrêmement lourdes et coûteuses, et elles sont à prévoir dans la conception même du bâtiment. Ce sont précisément ces contraintes qui poussent plutôt dans le sens de regroupement disciplinaire qui a marqué la politique du CNRS ces dernières années. Les coûts élevés de la recherche (équipements, produits, etc.) poussent au regroupement afin de pouvoir peser dans les commissions pour ce qui est d'obtenir des postes et des financements. En ce sens, l'idée de l'Itav apparaît plutôt à contre-courant par rapport à la politique du CNRS, ce qui peut expliquer l'infléchissement vers une unité plus centrée sur la biologie.

[369] Entretien avec une chimiste, équipe-projet Itav, 04.04.2013.
[370] *Ibid.*

« Maintenant depuis 3-4-5ans, je sens au contraire un regroupement en gros instituts disciplinaires où on met tous les gens de la même discipline ensemble parce qu'il faut absolument peser dans les commissions, c'est-à-dire avoir du nombre et être reconnu par sa discipline. Alors ça n'empêche pas l'interdisciplinarité, mais elle se fait en dehors des laboratoires, par des collaborations sur des projets, mais chacun reste dans sa discipline »[371].

6.4.2 Animation scientifique de l'institut interdisciplinaire

Des freins pratiques se révèlent aussi au moment d'animer au niveau scientifique un tel hôtel à projets interdisciplinaires. Tous les chercheurs impliqués ne sont pas prêts à s'investir dans la vie propre de l'institut. Cela s'observe notamment à travers les séminaires qui sont organisés à l'Itav, auxquels certains chercheurs ne vont pas car les thématiques abordées ne concernent pas leurs propres travaux.

« Il faut peut-être qu'il y ait un minimum de cohérence, mais pourtant la proximité c'est quand même la chance de pouvoir faire germer de nouvelles choses. Ça favorise les échanges, alors les gens qui disent "j'y vais pas parce que ça m'intéresse pas", pour que ça marche il faut un minimum de curiosité et d'envie. Faut jouer le jeu. Intégrer un centre qui a vocation à être multidisciplinaire et dire « ce que fait le voisin, ça ne m'intéresse pas », je suis pas sûre qu'ils aient leur place là »[372].

Le développement de l'interdisciplinarité nécessite un effort que tous les chercheurs ne sont pas prêts à fournir et qui ne peut être imposé. Au niveau de l'Itav, les chercheurs qui ne sont pas des biologistes considèrent que les séminaires qui y sont organisés le sont par, et pour, des biologistes.

« Au niveau animation, leurs séminaires, j'avoue que…moi je propose pas des gens qui m'intéressent. Quand ça s'est trouvé, ces gens-là, des intervenants que je voulais faire venir, je les ai fait venir ici [dans mon laboratoire]. Je les ai pas fait venir à l'Itav, parce que je pense que ça n'aurait intéressé personne »[373].

Les séminaires organisés à l'Itav sont sur des thématiques de biologie et de chimie principalement, et n'attirent pas forcément les non-spécialistes. Il apparaît que l'animation scientifique d'un hôtel à projets interdisciplinaires n'est pas facile à mettre en place sans une volonté des équipes de recherches impliquées. D. Vinck *et alii.* ont déjà mentionné à ce propos que *« la construction de groupes et de différences est parfois volontaire, liée à l'action de quelques-*

[371] Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.
[372]Entretien avec une chercheuse engagée dans la création de l'Itav, 23.04.2013.
[373] Entretien avec une chercheuse, spécialiste de neuroimagerie, 15.04.2013.

uns [ou au] comportement involontaire des chercheurs [qui] par leurs comportements, tendent alors à se spécialiser, à se retrouver entre spécialistes d'un sujet et à former de petits groupes » (Vinck *et alii*., 2006). La différenciation entre les groupes disciplinaires n'est pas seulement construite par les institutions, elle est également construite par la démarche quotidienne des chercheurs. Une injonction politique n'entraîne pas de manière mécanique une modification des comportements.

6.4.3 La question des équipements et la perte de contrôle des laboratoires « traditionnels »

Les laboratoires « traditionnels » ont perçu l'Itav, lorsqu'il a pris la forme d'unité du CNRS, comme une concurrence, du fait que certains de leurs chercheurs y délocalisaient une partie de leur activité.

La question des équipements illustre en partie la tension entre les laboratoires « traditionnels » et l'Itav, mais aussi entre les injonctions politiques et l'activité concrète de la recherche. Une équipe de recherche peut financer un instrument coûteux par l'obtention de subventions suite à un appel à projets appliqué. Mais elle va aussi pouvoir utiliser cet instrument pour avancer sur des problématiques fondamentales. Les financements par projets favorisent la recherche appliquée, mais les équipes de recherche les utilisent aussi comme un moyen de financer de la recherche fondamentale. Les appels à projets de l'Itav ont pu permettre aux équipes sélectionnées d'acquérir des équipements. Mais un instrument acquis grâce à une subvention dédiée à l'Itav, il est appelé à rester à l'Itav il ne sera donc pas disponible lorsque l'équipe en question rejoindra son laboratoire d'origine.

> *« Par exemple, pour être concret, on a acheté un équipement, en mettant le financement Région et le financement InaNaBioSanté ensemble pour acheter un nouvel équipement pour des projets de « nanobio », cet équipement dans mon esprit il devait aller à l'Itav. Et à la suite de ce qu'il s'est passé, cet équipement il vient au [labo SI]. Avec le financement InNaBioSanté et Région [dédié à l'Itav] »*[374].

Ce problème a été posé dès l'ouverture de l'Itav avec l'équipe porteuse de l'axe imagerie. L'équipe, à travers les fonds pour l'Itav, a pu acquérir des instruments. Ceux-ci ont d'abord été disposés dans le laboratoire avant que l'Itav ne soit construit, après quoi ils devaient y être déménagés. Les tensions sont alors inévitables, les équipes ne peuvent plus se projeter sur du long terme avec ses instruments. Ils ne peuvent plus faire le lien entre un projet et le reste de leur activité. C'est une rupture qui intervient ici. Les laboratoires « traditionnels »,

[374] Entretien avec un chercheur, physicien, 02.06.2013.

les équipes de recherche, les chercheurs, ne peuvent plus « jongler » et « s'arranger » pour financer du fondamental sur des projets appliqués. Ils se sentent ainsi « dépouillés » au profit de cette nouvelle structure.

> *« Pour faire aujourd'hui du fondamental y a plus d'argent. Donc tout le monde se tourne vers le médical, […] et donc aujourd'hui y a énormément de labo qui sont comme ça, qui vont créer un projet très ambitieux autour de l'interdisciplinarité, mais qui, via les gens qu'ils vont recruter et l'argent qu'ils vont récupérer… quand vous achetez un anticorps, quand vous achetez un appareil, il servira pas qu'à ce projet-là, donc vous allez de fait financer votre fond de commerce qui est beaucoup quand même du fondamental. Mais aujourd'hui c'est financé de manière détournée »*[375].

Le développement des plateformes technologiques est aujourd'hui privilégié pour mutualiser l'utilisation d'équipements coûteux (Peerbaye, 2004). Ce mode d'organisation n'est accepté par les chercheurs que dans la mesure où il apporte une plus-value dans leur quotidien. D'un point de vue pratique, il est toujours plus confortable pour les chercheurs d'accéder à un instrument qui se trouve dans leur laboratoire et auquel ils peuvent avoir accès relativement facilement. En revanche, lorsque l'instrument se trouve sur un lieu physique différent, cela entraîne des contraintes d'organisation supplémentaires pour les chercheurs. D'autant plus que sur une plateforme, les équipements sont ouverts à une communauté plus large que celle d'un seul laboratoire, et cela implique donc une moindre disponibilité de l'instrument. Ainsi, si la création d'une plateforme apporte des instruments inexistants jusque-là sur le territoire, et qu'elle est susceptible d'intéresser une large part de la communauté de recherche locale, elle est bienvenue. Si en revanche, il s'agit d'instruments qui existent déjà, ou bien qui intéressent une partie relativement faible de la communauté locale, ou encore qu'il est demandé aux laboratoires de délocaliser leurs instruments, la démarche obtient difficilement le soutien élargi des chercheurs.

À ce titre, le cas de l'Itav, éclaire le caractère inadapté de cette forme d'organisation au travail des chercheurs et à leurs attentes. Cette question est un point de tension très fort entre les chercheurs en tant que partie d'un laboratoire et d'une équipe, et les nouvelles structures d'organisation que le système politique tente d'imposer. Elle ne se pose pas uniquement à l'Itav, mais est récurrente dans l'ensemble des initiatives poussées par le pouvoir politique. On la retrouve dans l'IRT Antoine de St Exupery – que nous n'avons pas étudié dans ce travail[376]– ou encore dans Nano-Innov.

---

[375] Entretien avec un jeune chercheur, post-doctorant, spécialiste de biochimie structurale, 16.04.2014.

[376] Nous le mentionnons ici parce qu'il est, comme l'Itav, un exemple de nouvelle structure créée pour apporter une meilleure réponse de la recherche publique aux injonctions politiques

« La condition aux appels d'offres Nano-Innov était que les équipements achetés par ce financement devaient être stockés à Montaudran[377]*. Les chercheurs à ce moment-là ne comprennent pas pourquoi et ont refusé de participer à ce plan »*[378].

À la question du déplacement des équipements hors de leur laboratoire d'origine, lieu de pratique de l'activité de recherche au quotidien, s'ajoute celle du déplacement des membres du laboratoire. Cette question que l'on retrouve dans l'Itav, comme nous l'avons vu, ne lui est pas propre, elle se retrouve également dans le cas de la mise en place de l'IRT, par exemple.

« L'IRT voulait également transférer du personnel, au moment de la mise en place de l'IRT, il était demandé aux laboratoires combien de personnels ils pensaient transférer à Montaudran. Tous les laboratoires toulousains ont refusé de participer à ce jeu et donc de rentrer dans l'IRT »[379].

L'Itav, avec son mode d'organisation nouveau orienté vers le décloisonnement, n'a pas été perçu favorablement par les laboratoires « traditionnels ». Mi-2010, une réunion d'échange sur l'Itav entre la délégation régionale du CNRS, la direction de l'Itav et les directeurs des quatre laboratoires partenaires fait apparaître plusieurs préoccupations des laboratoires.

D'abord, ceux-ci rappellent que l'Itav doit accueillir des projets et non des équipes, et alertent sur le risque de voir se développer un laboratoire « classique ». Cette crainte est née de l'installation d'une équipe résidente à l'Itav (voir 6.3.2.1). Ils rappellent que les chercheurs menant des projets à l'Itav doivent rester attachés à leur laboratoire, que les projets doivent être à durée limitée et qu'il convient de prévoir les modalités pratiques pour la signature des publications. Ils insistent également sur la nécessité de constituer le conseil scientifique de l'Itav afin qu'il définisse les grands axes et expertise les projets. Ils expriment ici leur rejet d'une orientation définie par le politique local. Enfin, ils s'inquiètent des financements pérennes qui viendront assurer le renouvellement des équipements pour assurer l'attractivité de la structure.

La mutualisation des équipements à travers les plateformes technologiques est intéressante dans la mesure où elle se fait à l'intérieur d'un laboratoire. Elle permet ainsi à des équipes, qui n'ont pas le financement nécessaire, d'avoir accès à des instruments coûteux.

---

377 Lieu d'implantation de l'IRT Antoine de Saint-Exupery.
378 Entretien avec un chimiste, spécialiste des nanosciences, 16.04.2012.
379 Entretien avec un chimiste, spécialiste des nanosciences, 16.04.2012.

« Ce qui est intéressant dans notre laboratoire c'est qu'on a des plateformes techniques […] qui sont ouvertes à l'ensemble des équipes du laboratoire. Donc en gros c'est de l'argent que j'ai aussi, j'ai pas d'argent direct, je ne peux pas acheter de matériel, mais c'est un outil qui existe, qui est là, qui est ouvert, que je peux utiliser à tout moment, ça c'est très intéressant, c'est ce qu'on appelle la mutualisation des moyens »[380].

Ce type de mutualisation ne peut se faire que dans les laboratoires de taille importante. Elle est intéressante pour les différentes équipes qui ont alors différents instruments à leur disposition, qu'elles ne pourraient pas financer sur leurs fonds propres. Ces plateaux techniques sont ensuite ouverts à l'ensemble de la communauté scientifique locale. Ainsi, un chercheur peut aller dans un autre laboratoire pour accéder à un instrument dont il ne dispose pas dans son laboratoire. L'exemple de la salle blanche du « laboratoire SI » s'inscrit dans cette démarche. Cette salle blanche dispose d'instruments coûteux qui ne peuvent être dupliqués dans tous les laboratoires, et elle est ouverte à toute la communauté scientifique. Les équipements qui constituent les plateaux techniques de certains laboratoires constituent leur activité principale, c'est-à-dire que l'activité des équipes de recherche du laboratoire implique l'utilisation de ces instruments et contribuent à les améliorer. Par ailleurs, ils sont ouverts à des chercheurs qui les utilisent de manière ponctuelle. La démarche est différente lorsqu'il est demandé à des équipes de recherche de déplacer des équipements sur un lieu différent que celui de leur laboratoire. Dans ce cas les unités de recherche refusent de perdre une partie de ce qui constitue leur outil de travail et contribue à faire leur spécificité dans le milieu professionnel de la recherche.

Ces questions pratiques sont le motif de résistances des chercheurs à la réorganisation de l'activité de recherche impulsée par la politique de recherche. Dans un contexte de baisse de crédits généralisé qui fragilise l'activité de la recherche publique, et de mise en concurrence des chercheurs autour d'appel à projets, ceux-ci perdent une part de leur autonomie dans la définition de leurs thématiques de recherche et de l'organisation interne de leurs unités de recherche (Hubert et Louvel, 2012 ; Jouvenet, 2011).

Les tensions pratiques que nous avons décrites ici ont participé au retrait de certaines équipes de l'Itav et à la transformation de celui-ci en unité de recherche « traditionnelle ». Ainsi les projets de « nanobio » ont été rapatriés au sein du « laboratoire SI ». Si l'Itav n'a pas été la réponse adaptée aux nouvelles exigences, tous les problèmes ne sont pas résolus avec le rapatriement des projets en interne au sein du « laboratoires SI ». Nous allons maintenant nous intéresser au contenu de ces projets et à la manière dont ils se construisent dans un laboratoire « traditionnel ».

---

[380] Entretien avec un chimiste, 02.03.2012.

6.5 La défense de l'organisation « traditionnelle »

6.5.1 Temps court vs temps long : les limites de la recherche sur projets

Au-delà des contraintes pratiques, la résistance au mode d'organisation de l'Itav est sous-tendue par un enjeu normatif. Elle relève d'une forme de résistance à ce que l'activité de recherche soit uniquement définie selon des résultats définis *a priori* et inscrite dans un temps court, les deux caractéristiques de la recherche sur projets. Nous avons vu que cette résistance était portée à l'Itav par les biologistes. Toutefois, quitter son laboratoire pour s'installer à l'Itav n'est pas envisageable pour la majorité des équipes à un moment donné impliquées dans l'Itav en tant qu'équipe-projet, car cela dénature le projet de l'Itav, qui n'est pas de faire un nouveau laboratoire dans lequel déplacer des équipes de biologie déjà installées dans des laboratoires par ailleurs. Dès lors se pose la question de l'intérêt de l'Itav pour les chercheurs toulousains.

L'opposition largement exprimée à ce mode d'organisation par projets à l'Itav relève de l'attachement des chercheurs au temps long de la recherche. Remettre en question le temps long revient à remettre en question la production de connaissances en tant qu'activité ayant sa fin en elle-même. L'activité de recherche peut être organisée en projet sur du court terme, en revanche, elle ne peut s'y résumer. La modalité désormais majoritaire des financements sur projets est finalement assez bien acceptée par les chercheurs dans la mesure où elle ne remet pas en cause leur autonomie. Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre 3 (3.4) ceux-ci s'arrangent, jonglent avec des projets « alimentaires » qui leur permettent de financer la partie de leur activité plus fondamentale. Ainsi la temporalité du projet vient s'insérer dans une temporalité de long terme qui est conservée. L'accumulation de projets de court terme alimente la réflexion de long terme. La multiplication de financements sur projets, souvent dédiés, permet de financer la recherche fondamentale. **Cet enchevêtrement de deux temporalités est l'une des caractéristiques de la *new disciplinarity* (Marcovitch et Shinn, 2012).**

Concrètement, une équipe qui obtient un financement pour un projet va s'en servir par exemple pour avancer sur une problématique qui n'entre pas directement dans le projet, qui peut être d'un intérêt plus fondamental. Par ailleurs, les équipes mènent souvent plusieurs projets en parallèle mais qui peuvent pour certains d'entre eux se rapporter à la même problématique. En effet, suivant les appels à projets auxquels ils répondent pour obtenir des fonds, les équipes de recherche modifient parfois à la marge la description de leurs projets. Aussi, le découpage du travail des équipes de recherche en différents projets est simplement une contrainte imposée par la politique de recherche. Les chercheurs acceptent

ce fonctionnement dans la mesure où ils peuvent projeter la continuité de leur projet de recherche sur un temps long qui est celui de leur carrière.

En revanche, lorsqu'il est question de sortir de leur laboratoire pour aller mener un projet à l'extérieur, pour une durée limitée, la contrainte devient trop lourde et se heurte à des résistances parce que, de fait, cela constitue un obstacle à la continuité de leur travail. Nous avons vu au sujet de la constitution de l'Itav que les créateurs n'envisageaient pas de délocaliser l'intégralité de leur recherche à l'Itav, ils envisageaient plutôt que ce soient les doctorants qui viennent y travailler, eux ayant d'autres projets à suivre dans leurs laboratoires d'origine. Mener un seul projet sur un lieu différent de leur laboratoire, dans lequel ils ont d'autres projets en cours, complémentaires, fait qu'il devient impossible de penser le projet court dans une temporalité plus longue. C'est pourquoi une équipe a finalement été affectée à l'Itav. Un investissement total dans l'hôtel à projets suppose de pouvoir y projeter l'ensemble de son activité.

Les chercheurs qui réclamaient une structure comme l'Itav n'y voyaient que le moyen de mener un projet vers la maturation technologique et industrielle, mais ils n'envisageaient pas de quitter leur laboratoire d'origine, qui restait le lieu de leur activité de recherche. Ces chercheurs s'inscrivent selon nous dans le régime de recherche transversal définie par T. Shinn (Shinn, 2000) dans lequel les chercheurs se définissent moins par une appartenance disciplinaire ou institutionnelle que par l'appartenance à un projet. Ils passent dans leurs travaux de l'étude de questions fondamentales à des problématiques de transfert de technologie pour lesquelles ils collaborent avec le secteur industriel. Ainsi pour eux l'Itav ne doit pas être un lieu d'affectation de chercheurs mais d'affectation d'un projet. Selon Terry Shinn, si le régime transversal côtoie les autres régimes de recherche, il peut aussi entrer en tension avec eux, et c'est précisément ce que nous pouvons observer à l'Itav. Le régime transversal côtoie les autres régimes de recherche lorsque les chercheurs évoluent dans des laboratoires « traditionnels » et sortent du régime disciplinaire de manière ponctuelle. Il entre en tension avec les autres régimes lorsqu'il prétend devenir le mode d'organisation dominant comme cela a été le cas à l'Itav. Les chercheurs technologues qui cherchaient à s'affranchir du modèle disciplinaire de leurs laboratoires d'origine ne recherchaient qu'un affranchissement partiel. Ils revendiquaient la nécessité de rester attachés à leur laboratoire d'origine, lieu du développement des projets de long terme. Le régime disciplinaire offre les meilleures conditions pour le développement de la recherche fondamentale et il n'est pas question de le remplacer. Le régime transversal ne se développe qu'en complémentarité. Le maintien du régime disciplinaire est nécessaire à l'existence du régime transversal. Celui-ci s'étend, il concerne un nombre en augmentation de chercheurs, qui investissent ce régime de recherche en grande partie du fait des exigences de la politique

de recherche, qui passent par les financements sur projet. Toutefois, il ne peut se substituer au régime disciplinaire, auquel les chercheurs restent attachés. Les motifs de cette résistance à un changement de modèle dominant reposent sur l'attachement à l'autonomie de l'activité de recherche considérée dans sa fonction de productrice de connaissances. Celles-ci ne peuvent être évaluées que par les pairs, indépendamment des intérêts stratégiques du système. L'évaluation par les pairs nécessite la spécialisation et pose la question de la difficile évaluation de l'interdisciplinarité. Comment évaluer lorsqu'on n'est pas spécialiste du sujet ?

> *« Tout notre système de recherche, d'enseignement, il est organisé en discipline. C'est important d'avoir quand même des bases solides dans une discipline, donc les disciplines il faut qu'elles existent, il faut qu'y ait des gens qui soient des spécialistes, et puis il faut quand même donner la possibilité à des gens qui ont envie d'aller voir ailleurs, de le faire plus facilement »*[381].

L'exemple de l'Itav met au jour que la forme que prend la résistance aux injonctions politiques, à travers la défense d'une gestion disciplinaire, s'appuie sur la préservation d'une activité de recherche non soumise en priorité aux intérêts économiques et politiques.

Ainsi, les chercheurs résistent en tendance à l'élargissement de la part de la recherche finalisée dans le milieu académique.

Les motifs de cette résistance sont divers.

1. **Elle peut relever d'un aspect idéologique**. Nous avons évoqué dans notre premier chapitre la séparation cognitive entre activité de recherche fondamentale et finalisée, ou appliquée, qui est constitutive de la communauté des chercheurs. Ainsi, une partie de la communauté de la recherche publique refuse, par principe, de travailler avec l'industrie. La séparation historique entre l'université et l'industrie a contribué à séparer ces deux sphères. Toutefois, nous l'avons expliqué dans notre première partie (chapitre 3), la science n'est pas un tout homogène, et de grandes disparités existent entre les différentes disciplines et entre les différentes structures institutionnelles qui accueillent des activités scientifiques. Par exemple, parmi les plus virulents contre le secteur industriel, les théoriciens sont fortement représentés, ce qui peut s'expliquer par le fait que leurs travaux ne présentent pas d'intérêt immédiat pour le secteur industriel, mais aussi par le fait qu'ils ne sont pas dépendants d'instruments coûteux, et donc de financements conséquents, pour travailler. D'autres, sans être forcément contre le principe de collaborer avec le secteur industriel, ne savent pas comment faire, parce qu'ils font de la recherche fondamentale et ne savent pas

[381] Entretien avec une déléguée auprès de la MI, 30.06.2014.

comment intéresser des industriels et n'ont jamais eu à le faire jusqu'à une période récente.

2. **Elle peut relever aussi d'un refus de laisser l'industrie faire des unités de recherche publique de simples sous-traitants. Il s'agit ici de préserver la production de connaissances comme finalité de l'activité de recherche, tout en acceptant les collaborations industrielles si celles-ci sont « équilibrées » et « profitables » aux deux partenaires, académique et privé.** Ainsi, dans certains laboratoires, les chercheurs, bien qu'intéressés en priorité par les aspects de connaissance fondamentale des objets qu'ils étudient, sont également attentifs aux applications potentielles de leurs travaux et donc à la collaboration industrielle. A ce niveau-là ce sont d'autres préoccupations qui interviennent, en particulier celle de ne pas représenter un simple sous-traitant pour un industriel mais de chercher à construire un réel partenariat, qui soit profitable aussi bien au laboratoire, pour son activité de recherche, qu'à l'industriel, pour son activité de développement économique. La baisse des crédits alloués à la recherche publique est un facteur qui encourage les laboratoires à nouer des collaborations avec des industriels (Vinck, 2000 ; Pailliart, 2005), mais l'activité de recherche peut aussi bénéficier, et bénéficie dans de nombreux cas, de ce type de partenariats. La principale question est alors celle de l'équilibre entre contraintes, règles et normes de l'activité de recherche, et exigences de la sphère industrielle. Nous verrons dans le chapitre qui suit qu'au-delà de l'enjeu normatif, des tensions pratiques peuvent aussi se révéler un frein au rapprochement entre recherche publique et sphère industrielle.

6.5.2 Des craintes exprimées par la « communauté nano » toulousaine face aux opérations politiques

Au début des années 2000, de nombreux chercheurs issus de laboratoires divers s'associent aux réflexions sur l'Itav, ou envisagent de collaborer avec le futur institut. Cependant, après les nombreuses évolutions qu'a connues l'Itav, nombreux sont les chercheurs « déçus » par la nouvelle orientation et par la structure juridique définie. Nous avons vu plus haut que la concrétisation de l'Itav résulte d'un processus complexe et répond à un enjeu politique à la fois de structuration d'un site et de reconnaissance dans un domaine fortement soutenu au niveau européen et même mondial : les « nanos ». Les « nanos » renforcent le rapport de la recherche aux exigences politiques dans le sens où elles sont portées comme un vecteur à la fois de développement économique et de réorganisation de

la recherche. Au moment de la préparation de la candidature toulousaine à Nano-Innov, des craintes s'expriment dans la communauté scientifique toulousaine[382].

À Toulouse, un groupe de travail a été mis en place pour préparer la candidature à Nano-Innov. Il est constitué des directeurs de laboratoires toulousains spécialisés sur les « nanos », ainsi que des « *personnalités* », parmi les chercheurs toulousains, réputés dans ce domaine. À travers des compte-rendu de réunions internes aux laboratoires, on peut voir plusieurs craintes s'exprimer. En particulier, face au caractère très appliqué de l'opération Nano-Innov, et la place centrale des technologies, les laboratoires de recherche plutôt fondamentale tentent de penser leur place et leur rôle face au « laboratoire SI », forcément central puisque orienté vers la recherche technologique. Aussi, ils craignent que celui-ci ne prenne une place trop grande et ne leur fasse de l'ombre. Lors d'une réunion interne dans un laboratoire toulousain, au sein d'une équipe spécialiste des nanosciences, il est envisagé de mettre l'accent sur des projets qui partiraient d'objets « nano » provenant de labos de physique, de chimie ou de matériaux, et les intégrer ensuite dans un dispositif électronique qui serait réalisé au « laboratoire SI ». La question se pose alors de la manière d'éviter que celui-ci ne soit le seul laboratoie visible, au prétexte qu'il aura assemblé l'objet final. Cette question se pose dans les laboratoires de recherche fondamentale, la crainte de se faire évincer au profit de laboratoires axés sur la technologie est forte. C'est une préoccupation récurrente qui accompagne la mise en place de ces nouveaux dispositifs que sont Nano-Innov, les initiatives et laboratoires d'excellence ou encore les IRT.

Ensuite, une autre préoccupation apparaît qui est celle des équipements. *« L'installation d'un nouveau centre dédié à telle ou telle technique peut affaiblir les demandes de même type qui serait formulées par le laboratoire, cela au nom de la politique de site et de la nécessité d'éviter les doublons »*[383].

Enfin, une autre crainte s'exprime face à une telle initiative émanant directement de l'État, celle de la place du CNRS dans un tel programme « nano ». Certains se demandent si celui-ci ne se retrouve pas *« court- circuité »*. Au niveau des responsables du CNRS, l'opération est perçue comme compliquant encore la situation de la recherche, avec un nouvel outil qui vient s'ajouter aux outils existants. Toutefois, ce qui est mis en avant est *« le côté positif : on s'intéresse à nous et on met de l'argent »*[384].

---

382 Centre d'intégration Nano-Innov Toulouse, Rapport d'étape au 15.09.2009 (document non public qui nous a été communiqué par un enquêté).

383 Extrait d'un compte-rendu de réunion du 30.01.2008 sur la mise en place de l'initiative Nano-Innov dans un laboratoire toulousain, document interne communiqué par une partie prenante de la réunion.

384 Extrait d'un compte-rendu de réunion du CNRS avec les Directeurs d'unité de physique, le 1er février 2008.

Les craintes de la communauté « nano » ne seront pas dissipées, au contraire, celle-ci va se montrer très déçue du peu de retombées locales du projet Nano-Innov. Par ailleurs, comme elle se montrait déjà soucieuse de conserver sa place par rapport à la place de plus en plus grande que pourrait venir à occuper le « laboratoire SI », elle se montre d'autant plus réticente à l'arrivée du CEA à Toulouse, envisagé à travers le programme Nano-Innov.

> *« La communauté scientifique "nano" de Toulouse est reconnue internationalement pour sa production scientifique ; c'est effectivement déjà une communauté au sens où elle s'est auto-fédérée et a déjà commencé à agir ensemble par la mutualisation de moyens. Elle est aussi largement engagée depuis longtemps dans une logique de valorisation industrielle, attestée par les nombreux liens entre les labos et les industriels locaux ainsi que par un niveau important de production de brevets ».*

Un centre d'intégration Nano-Innov devrait ainsi être une opportunité pour favoriser la valorisation industrielle des connaissances produites et *« permettra de compléter la dimension "Toulouse pôle mondial reconnu en nanosciences" par une dimension « Toulouse pôle mondial reconnu en nanotechnologies » »*. Toutefois, l'arrivée d'un centre du CEA à Toulouse suite à la création d'un tel centre d'intégration *« inspire quelques craintes à la communauté scientifique toulousaine »* du fait de l'exclusion de la communauté « nano » des discussions entre la Région Midi-Pyrénées et le CEA. Aussi les craintes concernent le risque d'exclusion de certains laboratoires ainsi que de voir la recherche « nano » orientée et contrôlée par le CEA. La « communauté nano » toulousaine qui s'exprime ici préconise trois axes à suivre pour la création d'un centre d'intégration : *« fabriquer, intégrer, former »*. Tout d'abord il s'agit de continuer à produire de la connaissance dans les laboratoires existants ; ensuite utiliser les connaissances produites pour des développements industriels et, parallèlement, extraire des problématiques des industriels des questions fondamentales ; enfin, coordonner et améliorer les formations existantes à Toulouse. Sur la forme que devrait prendre un tel centre d'intégration, *« la conviction unanime [est] que la production de savoir ne se fait pas dans des « hôtels à projets », mais dans un « institut sans mur » qui engloberait les labos géographiquement répartis [sur l'ensemble de l'agglomération toulousaine], fédérés et partageant des moyens nouveaux dans Aerospace Campus »*. C'est une critique indirecte à la gouvernance finalement décidée pour l'Itav et qui provoque un rejet de la part des laboratoires « traditionnels ». En effet, créer une nouvelle structure juridique revient à défavoriser, ou du moins à empiéter sur les laboratoires existants. La « communauté nano » toulousaine exprime ici ce qu'elle veut que soit le centre d'intégration et ce qu'elle ne veut en aucun cas qu'il soit, à savoir qu' *« il ne doit pas déplacer les équipes*

existantes », et que *« ce n'est pas un hôtel à projets, instrument technocratique ayant largement fait la preuve de son inefficacité »*[385].

Une telle réaction de la part de la « communauté nano » laisse voir un attachement à une recherche « traditionnelle », qui ne se laisse pas guider par les exigences politiques et revendique son autonomie. Celle-ci est ici revendiquée à travers la mise en avant de l'auto-organisation, qui n'a pas besoin d'une intervention politique. De plus, elle marque sa différence avec les Sciences de l'ingénieur.

[385] *Ibid.*

CONCLUSION DU CHAPITRE 6

Nous avons montré dans ce chapitre que l'Itav a été pensé pour répondre à une vision stratégique de l'activité de recherche orientée vers le transfert de technologie. L'Itav représente un outil politique de développement économique du territoire par l'innovation. Cette vision a été portée au moment de la construction scientifique de l'Itav par les SI. Au moment où l'idée de l'Itav a émergée, plusieurs chercheurs se sont impliqués dans ce nouvel institut, dans le but de bénéficier de subventions ciblées pour développer une activité centrée sur le transfert de technologie vers l'industrie. La situation de la recherche en France est telle – le manque de financements touche l'ensemble des organismes de recherche et universités – que la construction d'un nouvel institut pourrait représenter une opportunité de subventions.

Nous avons montré que les « bionanos » se sont imposées comme thématique centrale du fait de leurs caractéristiques particulières, notamment la vision « Sciences de l'ingénieur » qu'elles véhiculent à travers leurs projets. Ceux-ci sont interdisciplinaires, innovants et orientés vers le transfert, en cela, ils répondent aux exigences de la politique des « nanos », nationale et régionale.

Toutefois, nous avons vu que l'Itav a connu des infléchissements par rapport au projet initial. D'abord, nous relevons la difficulté à établir une gouvernance partagée entre les différentes institutions, politiques et scientifiques. Si la gestion par le CNRS n'a pas rencontré d'objection étant donné la légitimité de cet organisme à gérer des programmes de recherche, des tensions apparaissent à propos des projets de recherche à soutenir à l'Itav. Les différents financeurs (Région, CAGT, Fondation) revendiquent alors tous le contrôle du choix des projets pour imposer leur vision des missions principales de l'Itav. Pour les collectivités locales, l'Itav est un outil de développement économique et de rayonnement du territoire. Pour la CAGT il doit accueillir en priorité des projets de développement technologique. Pour la Région, il doit accueillir en priorité des équipes de renommée internationale valorisantes pour le territoire. Pour la Fondation, les projets à l'interface des « nanos » et des Sciences du vivant doivent être prioritaires afin d'apporter un volet « technologie » à l'Oncopôle.

Pour le CNRS en revanche, l'Itav doit être un hôtel à projets interdisciplinaires autour des Sciences du vivant. Si l'interdisciplinarité est portée au niveau politique comme un outil pour favoriser l'innovation, pour le CNRS, elle constitue prioritairement une voie permettant l'avancée des connaissances. Dans cette perspective, le développement

technologique et le transfert industriel ne doivent pas être des missions prioritairement assignées à l'Itav par le CNRS.

Ces visions institutionnelles divergentes ont été à l'origine du changement d'orientation de l'Itav par rapport au projet initial. Elles ont entraîné le retrait de l'équipe « bionano », relai au sein de l'Itav de la vision politique puisqu'elle défendait la position de l'Itav comme lieu de recherche technologique.

À côté des divergences institutionnelles, ce sont aussi des difficultés pratiques que pose la constitution d'un institut « nouveau », incitant les chercheurs à pratiquer la recherche hors de leurs laboratoires d'origine qui a pesé. Les chercheurs mettent d'abord en avant la perte de temps que peut représenter la contrainte de passer de leur laboratoire à l'Itav au gré des projets. Ainsi, ils ne mènent pas l'intégralité de leurs projets à l'Itav et, faute d'équipements nécessaires, ils peuvent être contraints de mener une partie d'un projet à l'Itav et une autre partie dans un laboratoire « traditionnel ».

Ensuite, nous avons souligné la difficulté pratique à construire un lieu interdisciplinaire, adapté aux nécessités pratiques et aux contraintes de disciplines différentes, particulièrement en termes d'équipements. Parallèlement, le coût élevé des instruments et la baisse des crédits de la recherche publique incitent d'ailleurs davantage au regroupement disciplinaire dans les laboratoires. Enfin, des difficultés apparaissent aussi au niveau de l'animation scientifique de l'institut. Tous les chercheurs ne souhaitent pas s'impliquer et s'intéresser à des sujets de recherche éloignés de leurs thématiques, en assistant aux séminaires par exemple. Des équipes peuvent venir à l'Itav pour des nécessités pratiques (disponibilité des plateformes technologiques), sans pour autant chercher à créer de nouvelles collaborations interdisciplinaires.

Ainsi, les incitations du politique n'ont pas d'effets mécaniquement déterminants. Les chercheurs collaborent en premier lieu par choix, ou par nécessité imposée par un objet. Les incitations financières peuvent favoriser les collaborations, mais ces dernières ont manifestement manqué à l'Itav.

En outre, la constitution de l'Itav a été perçue comme une concurrence par les laboratoires « traditionnels ». Le laboratoire est le lieu de l'activité scientifique, et les chercheurs restent attachés à cette organisation. Ils sont opposés au déplacement hors du laboratoire d'origine et l'organisation en plateformes peut se révéler inadaptée au travail des chercheurs lorsqu'il est question, comme à l'Itav, de délocaliser une partie de leur activité.

La délocalisation pose la question de la perte de contrôle par les laboratoires sur leurs recherches. Pour les chercheurs, elle entre en tension avec la défense d'une activité de recherche qui s'inscrit sur le long terme.

Finalement, l'Itav n'a pas apporté de réponse adaptée aux nouvelles exigences politiques et la résistance des chercheurs a eu pour effet d'infléchir les objectifs de départ de l'institut. Ainsi, nous relevons des enjeux pratiques, mais aussi un enjeu normatif de la résistance des chercheurs telle qu'elle s'est exprimée à l'Itav. Au niveau normatif, c'est la défense du temps long comme référence de l'activité de recherche qui est mise en avant. Délocaliser un projet dans une unité de recherche autre que le laboratoire d'origine coupe la continuité du travail des chercheurs ou des équipes. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle une équipe de recherche a finalement été affectée à l'Itav. L'investissement d'une équipe dans l'Itav nécessite une affectation afin qu'elle puisse y mener l'intégralité de ses recherches et se projeter sur du long terme.

Dans ses objectifs de départ, l'Itav correspondait au régime transversal défini par T. Shinn (Shinn, 2000) : il ne devait pas être le lieu d'affectation de chercheurs mais d'affectation de projets. Toutefois, le régime transversal entre en tension avec le régime disciplinaire dominant lorsqu'il prétend s'étendre et devenir le régime de référence, comme cela avait été pensé à l'Itav. La résistance des chercheurs passe alors par la défense d'une organisation traditionnelle, c'est-à-dire une gestion disciplinaire de la recherche, non soumise en priorité aux intérêts économiques. Cela traduit un attachement à l'autonomie de l'activité de recherche, notamment garantie par l'évaluation par les pairs. Ainsi, les chercheurs résistent à l'élargissement de la part de la recherche « finalisée » dans le milieu académique. Les motifs de cette résistance sont variés : il peut s'agir d'un principe idéologique, ces chercheurs du secteur public refusent de travailler avec le secteur industriel privé ; il peut s'agir également du refus des chercheurs publics de devenir des sous-traitants du secteur privé.

Par ailleurs, l'exemple de l'Itav illustre que la résistance se situe aussi au niveau institutionnel. Le CNRS préserve son autonomie en gardant le contrôle sur l'orientation scientifique et le choix des projets menés à l'Itav.

CONCLUSION DE LA PARTIE 2

Dans cette partie, nous avons d'abord insisté sur la montée de la thématique des « nanos » à Toulouse et le soutien de la Région à ce domaine scientifique (chapitre 5). Dans les années 2000, à la faveur de l'importance prise par ce domaine de recherche au niveau mondial, les « nanos » ont représenté une opportunité pour répondre à un souci de développement économique diversifié du territoire. Elles sont apparues comme un levier pour assurer la place de la Région dans la compétition européenne.

Dans un premier temps, la thématique des biotechnologies se développe sur le territoire toulousain depuis les années 1990. Après l'explosion de l'usine AZF en 2001, la nécessité de reconstruire le site et de renouveler l'industrie toulousaine favorise un investissement accru dans ce domaine. Les « nanos » viennent s'ajouter aux biotechnologies parce qu'elles apparaissent à ce moment-là au niveau politique comme un vecteur du transfert industriel et du développement économique.

L'Itav naît dans ce contexte de reconstruction d'un site sinistré. Il a pu se concrétiser parce qu'il reposait sur une discussion déjà engagée de longue date entre chercheurs autour de la « Cité des biotechs » puis du « Triangle Bio-Nano-Info ». Cette dynamique du terrain a rencontré un écho dans la volonté politique de diversifier l'industrie locale. Mais ces projets n'auraient probablement pas vu le jour sans l'explosion de l'usine AZF qui a ouvert l'opportunité de financements.

Parallèlement, diverses opérations menées au cours de la décennie 2000 ont permis à la Région Midi-Pyrénées d'assurer sa place dans la compétition autour du développement des « nanos ». L'attribution du titre de Centre d'intégration en « nanos » en 2009 à travers Nano-Innov, ou encore celle du Labex Next en 2010, témoignent de la place occupée aujourd'hui par les « nanos » à Toulouse. Ainsi, l'Itav doit être analysé en tant que levier d'une politique de site plus large, visant à faire reconnaître les compétences du territoire et à diversifier son industrie.

Après avoir présenté le contexte de la constitution de l'Itav, nous avons ensuite montré qu'il a été pensé pour répondre à une vision stratégique de l'activité de recherche, c'est-à-dire orientée vers le transfert de technologie pour l'industrie (chapitre 6). L'Itav a été construit en tant qu'outil politique de développement économique du territoire par l'innovation. Dans cette perspective, l'interdisciplinarité est portée comme un moyen de favoriser l'innovation. Cette vision a été relayée par les SI au niveau de la définition des contours scientifique de l'Itav. Des chercheurs se sont impliqués dans l'espoir de bénéficier

de subventions ciblées pour développer une activité centrée sur le développement technologique en vue du transfert à l'industrie. Les « bionano » se sont alors imposées comme axe thématique central au moment de la constitution de l'Itav pour deux raisons principales. D'abord, cet axe scientifique reposait sur une dynamique interdisciplinaire déjà bien établie, ensuite, il était marqué par une « vision SI » autour de projets interdisciplinaires, innovants et orientés vers le développement technologique.

Ainsi, à travers l'analyse de la constitution de l'Itav, nous avons mis en avant quatre idées principales.

1. Comme en témoigne la dynamique préexistante à l'Itav autour de l'équipe « bionano », **l'interdisciplinarité ne se décrète pas, et un hôtel à projets interdisciplinaires ne peut fonctionner sans des chercheurs engagés dans une dynamique de collaboration préalable.** En cela, nous confirmons ce qui a déjà été exposé par d'autres auteurs, les incitations institutionnelles n'ont pas d'effets **mécaniquement déterminants** sur la dynamique épistémique et la construction communautaire d'un domaine scientifique (Lautman, 1990 ; Jack, 2002 ; Berthelot *et al.*, 2005).

2. L'Itav, selon la vision de son fondateur et des pouvoirs locaux, a matérialisé l'idée d'une réforme organisationnelle de la recherche pour favoriser l'interdisciplinarité, portée au niveau politique comme le principal vecteur de l'innovation (Rafols, 2007). L'expérience de l'Itav, et son infléchissement par rapport aux objectifs de départ, témoignent que cette nécessité n'est pas démontrée. Les projets de « nanobio » préexistaient à l'Itav et se poursuivent à l'extérieur, dans les laboratoires « traditionnels ». Nous avons mis au jour deux types de freins au décloisonnement institutionnel. **A/** Le décloisonnement était entendu à l'Itav comme devant intégrer dans la gouvernance de la recherche les institutions politiques locales. Or, chacune de ses institutions porte des visions divergentes concernant la meilleure voie à suivre pour faire de l'Itav un vecteur du développement économique du territoire et de son rayonnement. Par ailleurs, les partenaires non-académiques défendent des visions centrées sur le développement économique et le rayonnement du territoire qui ne correspondent pas à la vision du CNRS, institution gestionnaire de la recherche. **B/** Le décloisonnement disciplinaire, supposé favorisé par le décloisonnement institutionnel, **se heurte aux visions divergentes de l'interdisciplinarité à l'intérieur du CNRS**, entre les instituts et entre les chercheurs de différentes disciplines. Plus particulièrement, nous avons vu dans ce chapitre que les SI ont défendu à l'Itav une vision de la recherche orientée vers des enjeux stratégiques de développement économique, tandis que les biologistes restaient attachés à la vision d'une activité de recherche indépendante des exigences politiques et

économiques.

3. **L'infléchissement de l'Itav est le fruit de la résistance des chercheurs, qui repose sur des enjeux tant pratiques que normatifs.** Au niveau pratique, nous avons insisté sur les difficultés liées à la pratique de la recherche hors du laboratoire d'origine des chercheurs. Au niveau normatif, c'est la finalité de la recherche qui passe par le temps long, ainsi qu'une organisation « traditionnelle » disciplinaire qui sont défendues. Cette organisation favorise le maintien d'une certaine autonomie de l'activité de recherche, qui passe notamment par l'évaluation par les pairs et qui est non soumise en priorité aux intérêts économiques. Le CNRS parvient à garder le contrôle des orientations de la recherche à l'Itav, en partie grâce au maintien d'une organisation et d'une gestion disciplinaire.

4. C'est une orientation de recherche « traditionnelle » qui s'est finalement mise en place à l'Itav, bien que ce dernier garde pour mission de favoriser le transfert de technologie et la création de *start-ups*. Il s'agit d'une condition posée par la CAGT, qui maintient cette pression sur l'Itav de par son statut d'hébergeur. En ce sens, l'étude de l'Itav demande à être poursuivie dans les prochaines années afin de voir comment évolue cette unité de recherche et comment elle répond, ou au contraire comment elle contourne, les exigences qui lui sont posées par les décideurs politiques.

L'exemple de l'Itav nous a permis de mettre en avant les formes et les motifs de la résistance des chercheurs et de l'institution CNRS vis-à-vis d'intérêts politiques et économiques lorsqu'ils prétendent guider l'activité de recherche. Nous avons vu pareillement que le rapprochement dans un même lieu de plateformes technologiques et d'une pépinière d'entreprises ne suffisait pas à créer une synergie. La valorisation des résultats de la recherche et leur passage dans le secteur privé est le résultat d'un processus qui doit se construire sur le long terme, et qui dépend aussi, et en grande partie, de la qualité des relations interpersonnelles qui se nouent entre les différentes parties-prenantes d'un projet. Après six ans d'existence, l'Itav n'a pas favorisé la création d'un nombre conséquent de *start-ups* qui pourrait justifier de l'intérêt de ce rapprochement physique entre recherche académique et pépinière d'entreprises par rapport à la séparation « traditionnelle » entre ces deux types de structures.

Les projets de « nanobio » ont quitté l'Itav et ont été relocalisés au sein du « laboratoire SI ». Nous allons maintenant nous intéresser aux contenus de ces projets, afin de déterminer si les « nanobio » sont porteuses de nouvelles formes d'organisation en dehors de l'Itav.

Nous avons insisté dans cette partie sur les tensions autour de la gouvernance de l'Itav et autour du rapport de la recherche à l'industrie. **Toutefois, ces tensions n'ont pas entravé le déroulement des projets de « nanobio », qui se poursuivent aujourd'hui dans les laboratoires « traditionnels ».** L'idée de l'Itav correspondait bien à une dynamique impulsée par les « nanobio » : des collaborations interdisciplinaires, des relations avec le secteur industriel, la nécessité de trouver des financements pour le développement technologique, *etc.* Les nécessités propres à ces projets trouvent des réponses dans le « laboratoire SI », mais entraînent des reconfigurations à l'intérieur de ce laboratoire « traditionnel ». Nous proposons de mettre au jour dans la troisième partie de notre travail les questions soulevées par les transformations en jeu à travers les projets de « nanobio ».

PARTIE 3.

DES BARRIÈRES EXTERNES ET INTERNES À LA RECOMPOSITION DE LA RECHERCHE

CHAPITRE 7 « NANOBIO » : UNE RECONFIGURATION DE LA RECHERCHE QUI PASSE PAR LES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Les « nanos » sont apparues dans l'Itav comme un levier de transformation de l'organisation de la recherche pour une meilleure réponse aux intérêts politiques et économiques. Toutefois, nous voyons que si les projets de recherche ne se sont aps développés au sein de l'Itav, ils n'ont pas été affectés par les discussions et tensions autour de l'organisation institutionnelle de l'Itav : **ils se poursuivent dans les laboratoires « traditionnels ».**

Dans un premier temps, nous présenterons quatre projets de « nanobio » dans le but de rendre compte de manière concrète des pratiques de recherche et des transformations en jeu dans les « nanobio », afin de déterminer *1)* si elles sont porteuses de reconfiguration des pratiques de recherche et *2)* quel est le sens de ces reconfigurations.

Les équipes portant les projets de « bionano » ont choisi de ne plus poursuivre leurs activités de recherche à l'Itav. Nous avons vu dans le chapitre précédent que le « labo SI » aurait souhaité opérer un rapprochement avec l'Itav, en faire une sorte de prolongement de lui-même pour développer plus facilement des projets de recherche technologique grâce à un environnement propice et des financements dédiés. Faute de trouver un écosystème favorable à leur développement au sein de l'Itav, ces projets interdisciplinaires se poursuivent dans les laboratoires d'origine et les collaborations se font de manière « traditionnelle », c'est-à-dire à distance. Le « labo SI » a choisi de prolonger la dynamique engagée avec son implication dans l'Itav en opérant une réorganisation en interne : il a développé un axe « santé », en interaction entre les Sciences de l'ingénieur et le vivant, qui représente aujourd'hui une grande partie de son activité.

« Les idées de l'Itav elles restent là, elles vont se mettre en œuvre différemment, c'est tout. Il y a un potentiel énorme en termes de débouchés à cette recherche-là, il suffit de lire les appels européens, le plan de programme de l'ANR, les 34 plans industriels[386] pour redresser la France, on voit bien que la santé est là, qu'il y a pleins de marchés à prendre et qu'on ne conçoit pas aujourd'hui la santé au XXIe siècle sans y mettre de la technologie, ça c'est simple »[387].

Les orientations et perspectives portées par les créateurs de l'Itav, si elles n'ont pas trouvé à l'Itav les conditions de leur réalisation, se concrétisent en dehors de l'Itav, dans les laboratoires « traditionnels ». Nous allons donc chercher à mettre en lumière les transformations induites par ces projets de « nanobio » dans les laboratoires. Le rapatriement des projets de « nanobio » de l'Itav dans les laboratoires « traditionnels » entraîne des reconfigurations dans l'organisation de ces laboratoires, qui ne vont pas sans questionner en retour la politique scientifique et ses exigences.

7.1 Par une intégration facilitée des profils interdisciplinaires

Les projets de « nanobio » que nous avons étudiés sont caractérisés à la fois par la pratique de l'interdisciplinarité et par des objectifs appliqués – certains préfèrent parler de « recherche finalisée » – qui rendent nécessaire l'implication de spécialistes des technologies. En effet, dans les projets de « nanobio », les compétences de chimistes, physiciens, technologues, biologistes, mathématiciens, informaticiens se révèlent indispensables. Or, nous montrerons que l'intégration de ces différentes compétences, désignée dans les programmes officiels sous le terme de « convergence », passe par les doctorants ou les post-doctorants mais peine à se pérenniser en termes de postes.

Les projets de « nanobio » présentent toutes les caractéristiques des nouvelles exigences de la politique de recherche. Celles-ci vont dans le sens d'un soutien affirmé à la recherche finalisée[388], qui passe par l'inévitable intégration des Sciences de l'ingénieur, et dans laquelle l'interdisciplinarité s'avère nécessaire.

---

[386] Les « 34 plans de reconquête industrielle » constituent les priorités de La Nouvelle France industrielle annoncée le 12 septembre 2013 à l'Elysée lors de la présentation des priorités de la politique industrielle de la France par le président de la République. Source : http://www.economie.gouv.fr/nouvelle-france-industrielle

[387] Entretien avec un physicien, 27.03.2014.

[388] Cf. Rapport Guillaume, 1998.

« L'interdisciplinarité pour moi elle est indispensable quand vous faites de l'appliqué, parce que vous avez très rarement un projet de recherche appliquée monodisciplinaire. [..] Dès que vous voulez appliquer il vous faut d'autres compétences parce que votre truc que vous avez mis au point il y a tout un environnement autour, électronique pour le commander, etc. et là vous pouvez plus faire tout seul»[389].

INTERDISCIPLINARITÉ, INNOVATION, COLLABORATIONS INDUSTRIELLES

Nous nous intéressons ici à des projets portés par le « laboratoire SI ». Ces projets nous apparaissent particulièrement intéressants parce qu'ils s'inscrivent dans la dynamique des Sciences de l'ingénieur qui recherchent de nouvelles applications pour les technologies qu'ils mettent au point, démarche qui passe, en particulier, par des collaborations avec des biologistes. Par ailleurs, le deuxième intérêt pour nous est que ces projets présentent toutes les caractéristiques des nouvelles exigences de la politique de recherche. Aussi il apparaît qu'ils représentent une bonne opportunité pour déterminer la part des nécessités pratiques, du terrain, dans la réorganisation souhaitée de la recherche au niveau politique.

Pour le « labo SI », il ne s'agit pas d'aller vers la mise au point de nouveaux médicaments, celui-ci se positionne sur la fabrication de **dispositifs médicaux**. Une directive européenne définit le dispositif médical comme *« un instrument, appareil, équipement ou encore un logiciel destiné, par son fabricant, à être utilisé chez l'homme à des fins, notamment, de diagnostic, de prévention, de contrôle, de traitement, d'atténuation d'une maladie ou d'une blessure »*[390]. L'équipe « nanobio » du « labo SI » compare sa stratégie de recherche à la structure double-brin de l'ADN : elle cherche *« à appliquer les micro/nanosystèmes à des problèmes issus de la biologie, mais également à s'inspirer de la biologie pour le développement de nouveaux concepts de nanosystèmes »*, un travail de rapprochement qu'un responsable de l'équipe résume ainsi : *« par et pour la biologie »*.

Mettre au point ces dispositifs dans une salle blanche d'un laboratoire de Sciences de l'ingénieur ne suffit pas, il s'agit ensuite pour les chercheurs technologues de parvenir à montrer que leurs micro ou nanosystèmes servent à quelque chose de précis et défini d'un point de vue médical, c'est-à-dire qu'ils ont une application concrète. C'est à ce niveau-là qu'il devient nécessaire pour ces chercheurs de nouer des collaborations avec des biologistes. En effet, ceux-ci vont alors fournir l'expertise nécessaire sur les cellules, les molécules, les protéines que les technologues cherchent à attraper, isoler, analyser. Dans un deuxième temps, ces technologues vont chercher à collaborer avec des médecins pour avoir accès aux patients et mener des études cliniques. L'Itav, en tant que lieu dédié aux technologies avancées pour les Sciences du vivant, construit sur le campus de l'Oncopôle

[389] Entretien avec un chimiste, 27.05.2014.
[390] Définition sur le site de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, http://ansm.sante.fr/Produits-de-sante/Dispositifs-medicaux

où seraient présents, à terme, des médecins, a matérialisé à un moment donné ce lieu rendant possible, d'un point de vue à la fois pratique et symbolique, une ouverture des spécialistes des systèmes aux Sciences du vivant. C'est pour cette raison que l'équipe a intégré l'Itav à sa création, en séparant clairement ses activités.

> *« Alors on est au [labo SI] dès l'instant où on est proche du système, de sa fabrication, de sa validation, de son étude, de la compréhension des phénomènes qui se passent sur ce système. On est à l'Itav dès l'instant où sur ce système on y a [mis] telle ou telle protéine, telle ou telle cellule »*[391].

Les projets de « nanobio », après le retrait de l'Itav, ont continué de se développer dans le « labo SI », traditionnellement tourné vers le transfert industriel.

Nous allons décrire plusieurs projets de « nanobio » ainsi définis afin de montrer de manière concrète la place des outils de micro-nanotechnologies d'un laboratoire de Sciences de l'ingénieur dans des projets en lien avec le vivant. Nous avons sélectionné trois projets qui avaient été pensés pour l'Itav. Nous montrerons que celui-ci, s'il a présenté des avantages pour le déroulement des projets, ne s'est pas révélé être un environnement déterminant. Ce type de projets semble mieux se développer dans le cadre du mode de collaboration « traditionnel ». La réorganisation institutionnelle, le décloisonnement présenté comme nécessaire par les instances politiques et dirigeantes, ne s'avère pas indispensable à l'interdisciplinarité pratique. Toutefois, ces projets témoignent d'un renouvellement des pratiques qui entraîne à son tour une adaptation institutionnelle. Dans les projets interdisciplinaires, ce sont les doctorants qui sont au carrefour des multiples partenaires et qui acquièrent les compétences diverses des différentes disciplines. Or, ceux-ci se retrouvent ensuite défavorisés à l'heure de trouver un poste permanent. Il apparaît que les nécessités et contraintes pratiques de l'interdisciplinarité ne sont pas toujours prises en compte au niveau des instances dirigeantes de la recherche qui ne reconnaissent pas aisément ces nouveaux profils interdisciplinaires.

7.1.1 Le projet de « nano-ingénierie »

Le projet de « nano-ingénierie » regroupe l'équipe « nanobio » du « labo SI », une équipe « neuro-imagerie médicale » de l'Inserm, et un chimiste spécialiste des nanotubes de carbone (NTC) dans un laboratoire spécialisé sur l'étude des matériaux. Le projet est l'objet d'une thèse, menée par une doctorante, physicienne de formation, en codirection entre un physicien et une neurobiologiste spécialiste de neuro-imagerie. Durant la thèse, l'équipe est

[391] Entretien avec un chercheur, physicien, 16.03.2012.

équipe-projet à l'Itav. C'est la doctorante qui sera présente physiquement à l'Itav pour mener le projet (*Fig. 14*).

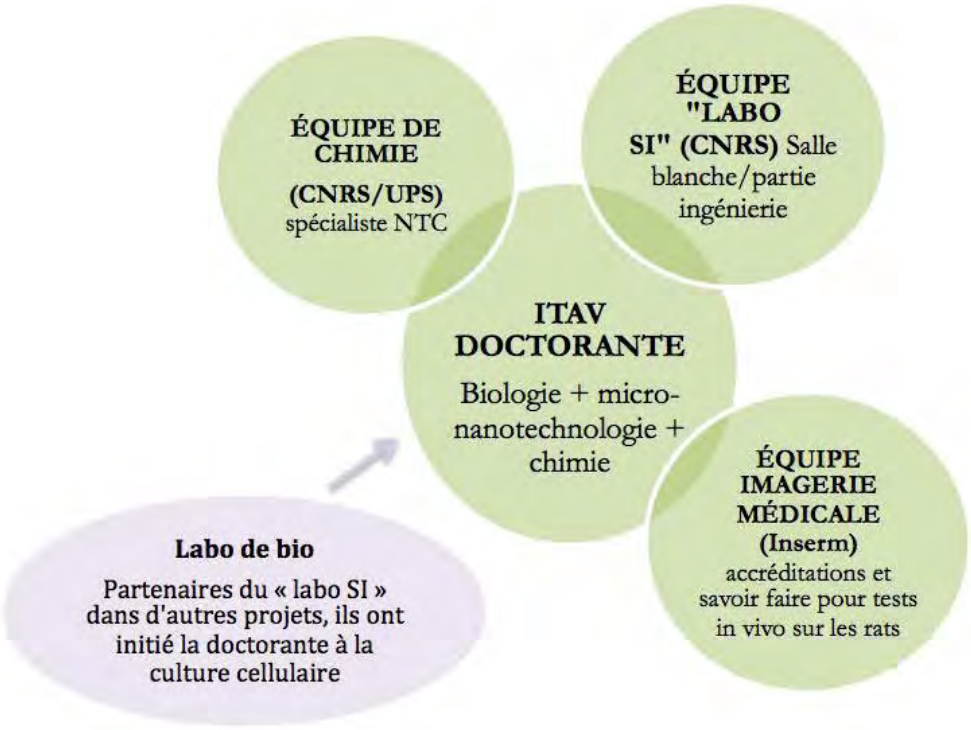


Fig. 14: Infographie illustrant la collaboration entre différents partenaires dans le projet de « nano-ingénierie » et la place centrale de la doctorante.

L'objectif final de ce projet est de favoriser la régénération neuronale après un AVC, en guidant la croissance des neurones à l'aide de nanotubes de carbone(NTC). Pour cela il s'agit de fabriquer des bioprothèses, c'est-à-dire des implants en PDMS[392] – un matériau proche du silicone – sur lesquels ont été semées et cultivées des cellules souches, avant de les implanter dans des cerveaux lésés de rats. C'est une approche innovante qui utilise des cellules souches pour leur potentiel régénératif et qui, en outre, propose de guider le comportement de ces cellules par des surfaces organisées en microsillons. Cette partie-là constitue la partie physique-ingénierie du projet. Le « labo SI » fabrique des moules en silicium qui serviront à dessiner les microsillons sur les implants en PDMS. Ceux-ci sont fabriqués par la doctorante installée à l'Itav, sur la plateforme « bionano ». Une autre originalité du projet vient de l'utilisation des NTC, qui favorisent le développement des

[392] Le polydiméthylsiloxane, ou PDMS, est un polymère très souvent utilisé pour la fabrication de puces microfluidiques.

cellules. Une couche de NTC en solution est déposée par aérosol sur les implants. La phase *in vitro* a été menée entièrement à l'Itav par la doctorante. Au début de la thèse de cette doctorante, en 2009, l'Itav n'est pas encore construit, elle est affectée au « labo SI » et doit se déplacer sur le campus de l'UPS avec les cellules biologiques pour procéder aux différentes étapes. Elle a ainsi profité du savoir-faire de biologistes – une équipe partenaire du « labo SI » sur plusieurs projets – qui l'ont initié à la culture cellulaire, qu'elle a ensuite pu mener seule. Une fois l'Itav construit, la doctorante s'y installe et peut y mener l'intégralité de son projet car l'endroit regroupe tous les équipements nécessaires. Ainsi, elle fabrique les implants sur la plateforme « bionano », et celle-ci dispose aussi des instruments nécessaires pour l'observation des cellules, l'AFM notamment. La culture cellulaire se fait sur la plateforme « imagerie », équipée pour ce genre d'activité.

Dans une deuxième phase, ce travail de thèse a permis de passer aux tests *in vivo*. Cette phase est alors menée dans les locaux de l'équipe « neuro-imagerie médicale » à l'Inserm. Il s'agit d'implanter les bioprothèses dans des cerveaux de rats. Cette équipe dispose des accréditations et des formations nécessaires pour l'expérimentation animale. La doctorante a également travaillé sur cette partie-là, aux côtés des biologistes spécialistes.

Une fois la thèse terminée, le projet s'est poursuivi avec des essais *in vivo* sur des petits primates, entièrement menés par l'équipe de l'Inserm dans son laboratoire. L'équipe s'est ainsi vue refuser la prolongation de son statut d'équipe-antenne à l'Itav faute de pouvoir y justifier le temps requis. Si l'environnement de l'Itav s'est révélé pratique pour la doctorante durant la durée de sa thèse, celui-ci n'est pas indispensable, les implants peuvent être fabriqués au « labo SI ».

Dans ce projet, la doctorante a acquis des compétences interdisciplinaires. Elle s'est tournée pour son travail de thèse vers une problématique très appliquée, elle a utilisé des technologies pour les appliquer à la médecine, elle a acquis des compétences de biologiste nécessaires à la culture cellulaire, puis a participé à la pratique de tests *in vivo*. Docteure en nanophysique, elle préfère se présenter de manière plus précise en tant que spécialiste des microtechnologies appliquées à la médecine. Son travail innovant et interdisciplinaire a été largement reconnu, elle est lauréate en 2011 du prix de thèse *L'Oréal* qui récompense les dix meilleures thèses en biologie. Néanmoins, son parcours s'est compliqué à la sortie de la thèse. Aujourd'hui[393] en post-doctorat à Lausanne, en Suisse, elle a présenté par deux fois le concours CNRS, dans la section 15, « chimie des matériaux, nanomatériaux et procédés », et n'a pas été retenue. Le chimiste qui souhaitait la recruter dans son équipe explique que son profil est apparu trop « biologiste » pour les chimistes de la section 15.

[393] Au moment de l'entretien.

« L'interaction avec la biologie, moi c'est clairement le profil que j'affiche dans la section 15, mais je me suis rendu compte en fait, à force de travailler sur ces concours, etc. que mon profil à moi en section 15 il est à la marge, il est clairement à la marge. Il n'y a pas grand monde qui fait ce genre de choses et ça fait pas partie des mots-clés sur lesquels la section insiste. Je suis très bien évalué par la section, y a pas de problème, je suis passé directeur de recherche très jeune, etc. donc mon profil les intéresse, mais clairement les activités que je développe ne font pas partie des priorités de la section »[394].

Ainsi, malgré les injonctions à l'interdisciplinarité, les profils interdisciplinaires se trouvent plutôt défavorisés au moment des recrutements.

7.1.2 Le projet biopuces

Le projet « biopuces » a été mené par une doctorante, biologiste de formation, qui a réalisé toute sa thèse dans le Centre Pierre Potier. En effet, il s'agit d'une thèse en contrat Cifre dans la *start-up* « X » (partie 6.2.1), localisée sur la pépinière d'entreprises du Centre Pierre Potier. Officiellement son temps se partageait entre la *start-up*, son laboratoire de rattachement qui était l'équipe de recherche de la plateforme Biopuces (partie du « labo bio 1 »), et l'équipe de son directeur de thèse à l'Itav. Son directeur est biologiste au « labo bio 1 » et co-responsable de l'équipe-antenne de l'Itav. Celui-ci mène donc une partie de son activité à l'Itav, il s'agit d'un projet financé par l'ANR (6.2.1).

Le projet « biopuces » comprend au total sept partenaires (*Fig. 15*) : le « labo bio 1 » (qui compte aussi la plateforme « biopuces »), le « labo SI », à travers l'équipe « nanobio » et une équipe de mathématiciens, des médecins de l'Institut Claudius Régaud, la *start-up* « X » et une PME de la région, « Y ». La *start-up* « X » est la spécialiste des biopuces et de la chimie des dendrimères, tandis que la PME « Y » est spécialisée dans l'instrumentation pour la détection, et plus particulièrement la lecture en fluorescence des biopuces. Elle développe également des instruments de lithographie douce (ou *micro-contact printing*) et de lecture de diffraction[395]. Le travail de thèse consiste à tester des nouvelles techniques de conception de biopuces à ADN à bas coût intégrant la conception et la détection sans marquage.

Pour prétendre intégrer le marché du diagnostic *in vitro*, la technologie des biopuces à ADN doit devenir accessible aux laboratoires d'analyses médicales en étant simple d'utilisation, rapide et peu coûteuse. L'enjeu est donc aujourd'hui de développer des méthodes alternatives de production, ce qui constituait justement l'enjeu de la thèse[396].

---

[394] Entretien avec un chercheur, chimiste, 28.05.2014.
[395] La diffraction est un phénomène physique qui désigne le comportement des ondes lorsqu'elles rencontrent un obstacle.
[396] Description détaillée du projet en annexe n°15, p. LIII.

L'objectif de cette thèse Cifre réalisée avec la *start-up* « X » est, dans un premier temps, de mettre au point un prototype nouveau de dépôt de biomolécules sur la lame, basé sur la lithographie douce afin de déposer les ADN sondes de façon multiplexée (plusieurs à la fois) et selon des motifs micrométriques. Cette nouvelle technologie a été évaluée par rapport aux technologies de référence de fabrication des biopuces (sur la plateforme Biopuces de l'Insa). La seconde partie de la thèse consiste à coupler cette nouvelle technologie pour la détection des évènements d'hybridation sans marquage en utilisant la diffraction de la lumière. La principale différence avec la méthode de détection par fluorescence repose sur l'adressage des sondes. Le dépôt est réalisé sous forme de réseaux de lignes nanométriques de façon à ce que ces motifs formés de molécules sondes diffractent un faisceau de lumière incident.

La méthode de détection par diffraction permettrait ainsi de s'affranchir du marquage en fluorescence en changeant la méthode de dépôt des sondes. Les molécules ne sont plus déposées sur la lame à l'aide d'un robot à aiguilles mais par *micro-contact printing*, selon des motifs nanométriques.

Dans ce projet, la PME « Y » fournit les instruments, le robot de micro-contact printing et le scanner de diffraction. Elle n'est pas intéressée par la technologie, celle-ci intéresse plutôt la *start-up* « X ». L'intérêt ici pour la PME est la mise en avant et la valorisation de ses instruments.

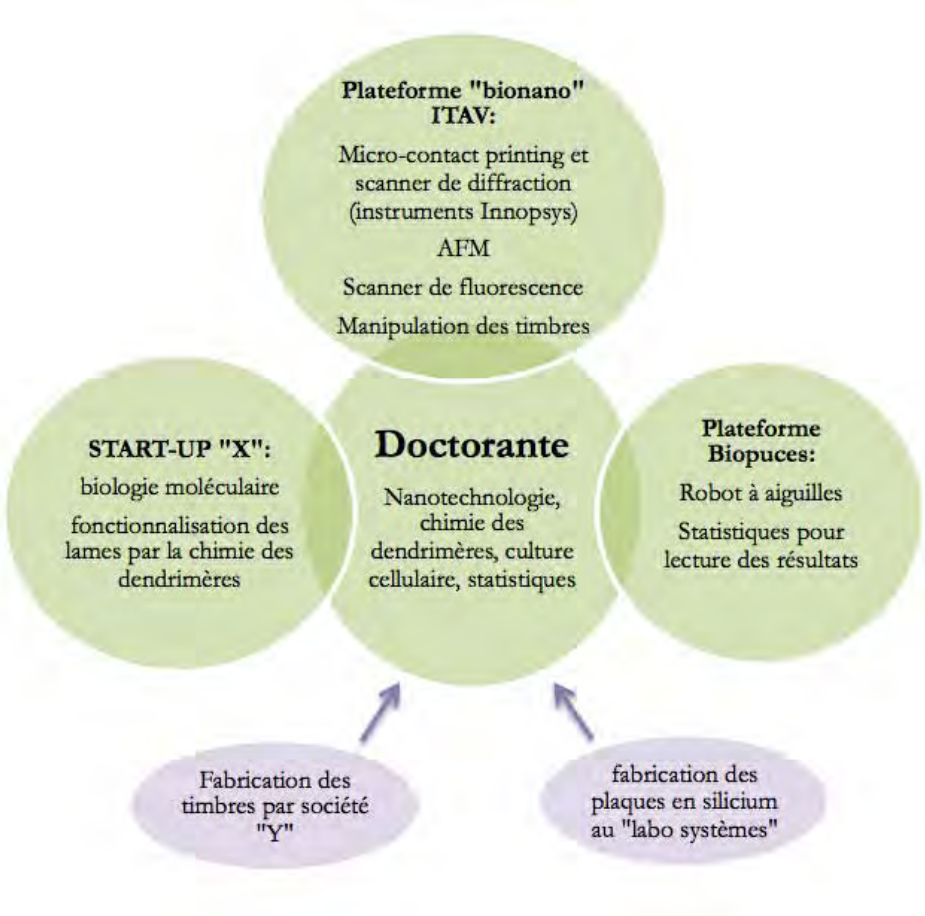


Fig. 15: Infographie illustrant les collaborations entre différents partenaires autour de la partie « technologie » du projet « biopuces » menée par une doctorante a l'Itav.

Ce schéma révèle deux éléments importants. Tout d'abord, on remarque que le travail de la doctorante a bénéficié de la proximité entre la *start-up* « X » et la plateforme « bionano » de l'Itav, puisque que c'est sur ces deux lieux qu'elle a effectué la plus grande partie de son travail. Ensuite, il nous révèle la dimension interdisciplinaire du travail de la doctorante et les compétences variées qu'elle a dû acquérir pour mener sa thèse. Elle a intégré la partie chimie des dendrimères pour la fonctionnalisation des lames, la partie technologie pour l'utilisation et la connaissance du *micro-contact printing*. Elle a d'ailleurs été amenée à résoudre un problème technologique pendant sa thèse, celui du dépôt des molécules d'ADN selon les réseaux du timbre, qui a donné lieu au dépôt d'un brevet par la *start-up*. Enfin, elle a intégré le travail sur les statistiques pour l'analyse des résultats.

La position de doctorant apparaît bien ici centrale dans la réalisation d'un projet, c'est le doctorant qui acquiert les compétences interdisciplinaires faisant le lien entre les différentes étapes du projet.

« Je pense que c'est vraiment la position du doctorant qui fait ça, parce qu'après dans les faits les gens qui ont fait leurs tâches mais ils savent pas...chacun fait son truc et voilà, mais là dans la position que j'ai eue, j'ai pris la techno de chez « Y », les timbres, les moules du [labo SI], les molécules de chez « X », la chimie et j'ai essayé de faire quelque chose... »[397].

Elle se considère aujourd'hui docteure en bionanotechnologies, **elle assume ce positionnement à l'interface, tout en ne revendiquant pas une expertise dans tous les domaines. Selon elle, pratiquer l'interdisciplinarité signifie accepter de ne pas être expert.**

« Moi je suis pas experte en techno, je suis pas experte en diffraction. Mais par contre je comprends la diffraction, je comprends la techno et je sais comment les associer toutes les deux pour répondre à la problématique de détection »[398].

Ce positionnement interdisciplinaire n'est pas toujours facile car les projets impliquant différents partenaires entraînent une situation de dépendance.

« Au début j'ai eu beaucoup de mal, t'es tellement dépendant de gens, si y en a un qui avance pas à la même allure que toi tu peux plus avancer. Donc au début, oui, j'ai eu pas mal de souci dans le sens qu'il me manquait des choses pour travailler. Si j'ai le timbre mais j'ai pas la machine ou vice-versa je peux pas avancer. Déjà ça c'est un peu compliqué »[399].

Un projet ne représente qu'une partie du travail de chacun des partenaires, tous mènent différents projets en parallèle, ou ont une activité principale qui déborde le seul cadre du projet. Un doctorant ou un post-doctorant en revanche, consacre l'essentiel de son temps au projet sur lequel il a été engagé, et ce décalage des temporalités peut être difficile à gérer et entraîner des retards dans la réalisation du projet.

« Dans le projet « Biopuces » il y a pleins de partenaires mais ce n'est pas leur activité principale. Alors que moi, en thèse c'est mon activité principale, et comme j'utilisais tellement de machines et tellement d'outils différents, quand il y en a une qui est plus là ou qui est en panne, tout va plus doucement, tout est plus compliqué »[400].

Dans le cas du projet Biopuces, ces décalages dans les temporalités ont pu être surmontées, chacun des partenaires a finalement mené sa tâche à bien, et la doctorante a pu mener son projet jusqu'au bout. Mais cela n'est pas toujours le cas. Les conditions de

---

397 Entretien avec la doctorante, 28.03.2014.
398 *Ibid.*
399 *Ibid.*
400 *Ibid.*

réussite d'un projet interdisciplinaire ne dépendent pas du lieu dans lequel il se construit, celles-ci tiennent d'abord aux relations interpersonnelles entre les partenaires et à la volonté que chacun d'entre eux décide d'investir dans le projet interdisciplinaire.

7.1.3 Le projet de capteur biochimique

Un chercheur du « labo SI », microélectronicien, a mené un projet en partenariat avec une équipe d'un laboratoire Inserm/UPS et une *start-up*, qui avait été créée par un membre de cette dernière équipe. Le porteur de projet est spécialiste des microcapteurs bioélectrochimiques pour l'analyse en phase liquide, il utilise des principes de détection basés sur la biochimie et/ou l'électrochimie. Avec son équipe il met au point des systèmes de capteurs pour des applications de détection bactérienne. Il s'agit d'essayer de repérer le plus rapidement possible la bactérie responsable d'une infection pour des applications antibiogrammes, c'est-à-dire essayer de cibler le plus rapidement possible l'antibiotique à donner à un patient plutôt que de lui administrer des antibiotiques à large spectre comme cela se fait aujourd'hui. En particulier, son équipe a développé un capteur qui mesure les variations de pH[401] d'une solution et qui permet ainsi de repérer une bactérie. De telles mesures de pH existent déjà sur le marché, elles sont réalisées grâce à des indicateurs colorés, l'idée du porteur de projet a été d'essayer de faire la même chose grâce à des capteurs intégrés sur silicium, donc en utilisant les techniques de microtechnologies. Ce type de capteurs est à destination en premier lieu des laboratoires d'analyses médicales.

La création de l'Itav, et l'existence d'une volonté d'une partie de la population du « labo SI » tournée vers la biologie ont donc amenées ce chercheur à développer un projet en collaboration avec une équipe de biologistes de l'Inserm, qui consistait à tenter d'adapter ce capteur au suivi des maladies métaboliques et de certaines affections liées à ces maladies métaboliques. L'idée étant de suivre les bactéries et de les détecter le plus rapidement possible pour optimiser le soin apporté au patient. Cette ouverture aux collaborations avec des biologistes est une réelle opportunité pour les technologues du « labo SI » qui, à cette époque, n'avait pas la possibilité de faire de véritables cultures cellulaires dans leur laboratoire.

[401] Le potentiel hydrogène (pH) est une mesure de l'activité chimique des ions hydrogènes H^+ en solution. Mesurer le pH permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution.

« Aujourd'hui on s'est équipé d'une salle bio mais dans le temps on avait juste de quoi travailler avec des boites de Pétri, ensemencées, et utiliser que des bactéries je dirai, « classiques », non pathogènes. L'avantage c'est que là on pouvait aller avec des laboratoires qui ont la possibilité de travailler avec des cellules humaines, avec ce que nous on n'avait pas le droit de faire »[402].

Le projet a été sélectionné lors du premier appel à projets pour l'Itav en 2006. Mais l'institut n'étant pas encore construit, le projet se déroule entre le « labo SI », où sont fabriqués les composants, et le laboratoire Inserm, sur le site du CHU, pour les tests sur les bactéries. Quant à la *start-up*, qui était censée faire le transfert industriel à terme, elle ne s'est pas montrée très présente dans le projet. Finalement il n'y a pas eu de développement suite à ce projet et le porteur du projet se montre déçu de l'implication et du comportement de son partenaire biologiste. Son équipe a mené à bien sa partie du projet, s'est assurée que son dispositif était fonctionnel, a engagé un post-doctorant sur une période de 18 mois. Son partenaire biologiste, en revanche, n'a engagé qu'un stagiaire pendant 6 mois, regrette le microélectronicien. Le financement du projet devait permettre l'embauche de deux personnes pendant dix-huit mois chacune. Mais des retards dans l'octroi des financements ont fait que le partenaire biologiste a refusé de commencer à travailler tant que les subventions n'étaient pas complètes, et quand le financement est arrivé, il ne restait plus que six mois sur le projet.

« Il y a eu des délais on va dire au niveau des financements entre autres à la Région, des problèmes pour avoir effectivement les crédits qui avaient été annoncés, parce que ça a pas toujours été simple pour [les promoteurs de l'Itav], on promet de l'argent mais après pour l'avoir c'est toujours compliqué »[403].

Ce temps finalement court accordé par les biologistes au projet n'a pas permis d'obtenir les résultats escomptés. Même si l'équipe du « labo SI » a pu valoriser ses résultats en termes de publications, et a pu nouer des contacts avec le milieu industriel et des laboratoires de recherche, le projet n'est finalement pas allé jusqu'au transfert, et le microélectronicien reste déçu de la faible implication du laboratoire de biologie, alors que cette collaboration aurait dû permettre des résultats beaucoup plus avancés.

Ce projet n'a ainsi finalement jamais été déplacé à l'Itav, puisque la collaboration avec ce partenaire biologiste s'est arrêtée et que le « labo SI » s'est désengagé de l'Itav. Toutefois, le porteur du projet continue à mener ces projets de dispositifs technologiques appliqués à la

[402] Entretien avec un chercheur, microélectronicien, 10.04.2014.
[403] *Ibid.*

santé, avec d'autres partenaires biologistes et dans le cadre de collaborations « traditionnelles », c'est-à-dire entre laboratoires différents.

Cet exemple confirme l'importance des relations interpersonnelles pour la réussite d'un projet interdisciplinaire et la nécessaire implication égalitaire des différents partenaires. Les relations interpersonnelles se construisent sur le temps long. Nous avons vu avec les deux précédents projets que les équipes collaboraient de longues dates. Ces collaborations sur le long terme sont nécessaires à la bonne réussite d'un projet interdisciplinaire. Dans le projet dont il est question ici, le manque de maturité de la relation entre les deux partenaires a abouti à un résultat moins ambitieux que prévu. Ce n'est pas tant le lieu qui influe, puisque nous avons vu dans le précédent projet que la doctorante avait elle-même rencontré des difficultés à coordonner tous les partenaires et leurs différentes tâches. **L'investissement des partenaires dans un projet interdisciplinaire est indépendant du lieu dans lequel se développe le projet.**

En revanche, la question des financements a une importance. Les financements des différents guichets n'arrivant pas toujours en même temps, cela peut décaler et retarder le travail de certains partenaires. Cela dépend ensuite de la volonté des partenaires concernés de « décaler » leur travail de manière à répondre au mieux aux exigences du projet et aux objectifs définis en amont. **C'est pourquoi l'investissement personnel et la volonté de cet investissement sont fondamentaux pour la réussite d'un projet interdisciplinaire.**

7.1.4 Le projet de « détection in vivo »

Le « laboratoire SI », nous l'avons vu, s'est tourné depuis quelques années vers des applications santé. Il a récemment été réorganisé autour de deux, puis trois grands axes, l'un consacré à la robotique, un autre à l'interaction entre les micro-nanotechnologies et la santé et enfin, un troisième axe a été créé autour de l'énergie. L'équipe « nanobio » fait partie de l'axe consacré à l'interaction entre les technologies et la santé. Nous retrouvons dans cette équipe l'un des deux porteurs l'axe « bionano » de l'Itav et co-responsable de l'équipe-antenne. C'est un mouvement amorcé dans les années 2000 qui a progressivement amené à cette évolution d'un laboratoire centré sur la fabrication de dispositifs techniques principalement destinés à l'industrie microélectronique vers des applications pour la santé. La création de l'Itav, nous l'avons vu, participait de cette stratégie de diversification pour le « labo SI ». Celui-ci a ainsi choisi de dédier une partie de sa stratégie scientifique aux applications dans le domaine de la santé et a opéré les transformations nécessaires en interne, tout en se rapprochant du CRCT, profitant ainsi de l'environnement toulousain de l'Oncopôle. Le « labo SI » s'est équipé d'une salle de biologie, dans laquelle peut être menée

de la culture cellulaire, avec affectation d'une ingénieure de recherche biologiste. Les projets dont nous avons déjà parlé ci-dessus s'inscrivent dans cette stratégie du laboratoire. Ils avaient tous été pensés au départ pour un développement à l'Itav, avant finalement d'être « rapatriés » en interne.

Nous allons maintenant nous intéresser à un dernier projet, éclairant du point de vue de la réorganisation du « labo SI » puisque c'est un projet interne, mené par l'équipe « Nanobio » et qui n'a pas été pensé dans le cadre de l'Itav. Dans le projet de détection *in vivo*, les technologues sont moins dépendants des biologistes extérieurs au laboratoire, ils peuvent réaliser la culture cellulaire sur place. Par ailleurs, ce projet marque une nouvelle dynamique pour le « labo SI », qui est celle de la collaboration non plus seulement avec des biologistes mais avec des cliniciens, donc dans un objectif plus appliqué.

UNE ÉQUIPE INTERDISCIPLINAIRE À L'INTÉRIEUR DU « LABO SI »

Le projet de détection *in vivo* est dirigé par une jeune chercheuse recrutée en 2012 au CNRS, affectée au « labo SI », dans l'équipe « Nanobio ». Après avoir fait sa thèse en nanophysique dans ce même laboratoire sur un sujet à l'interface physique-biologie, qui consistait à faire de l'assemblage dirigé de nano-objets, elle réalise un post-doctorat de deux ans aux États-Unis où elle se spécialise encore davantage sur les nanotechnologies appliquées à la biologie, en travaillant notamment sur l'épigénétique. Ensuite, elle est recrutée en section 8 du CNRS « Micro- et nanotechnologies, micro- et nanosystèmes, photonique, électronique, électromagnétisme, énergie électrique », section pilotée par l'Insis, sur un projet lié à la détection *in vivo*.

Jusque-là l'équipe « Nanobio » développait des techniques de détection *in vitro*, des capteurs notamment, ce projet marque donc une rupture. Il s'agit ici d'essayer d'aller vers l'utilisation d'outils issus des nanotechnologies et de la nanofabrication pour faire de la détection *in vivo*. Pour développer ce genre de projets, cette chercheuse a dû développer des collaborations non plus seulement avec des biologistes, mais avec des cliniciens du CHU. Les biologistes restent nécessaires, ils fournissent les cellules, et les technologues, malgré des compétences en biologie, ne peuvent se passer du savoir-faire des biologistes.

« On fait appel à eux [les biologistes] pour toute la partie bio, manipulation de cellules, on demande des conseils sur les marquages, etc. Et c'est un environnement qu'on n'a pas forcément ici à 100% en fait. […] Ici la salle de culture cellulaire elle est quand même petite, y a qu'un expérimentateur qui peut faire la culture cellulaire, on a quelques lignées mais enfin on n'a pas encore l'autorisation de manipuler toutes sortes de lignées cellulaires »[404].

Une doctorante, en première année de thèse lorsque nous l'avons rencontrée, travaille sur ce projet de détection *in vivo* avec un stagiaire, interne en chirurgie, qui a interrompu son internat une année pour faire de la recherche. Il est donc à ce moment-là en stage dans l'équipe « Nanobio ».

« Avant on avait tendance à toujours prendre des étudiants qui venaient de l'Insa ou de l'UPS avec des parcours physique, et là on a plus de biophysiciens ou des gens qui ont des parcours un peu différents et ça crée vraiment une, c'est stimulant, on a une question on va voir [l'interne] sur la partie médicale […] Enfin en tout cas le projet a énormément avancé grâce à [sa] vision et à notre partenaire du CHU»[405].

Le projet en est pour l'instant à la phase technologique de développement du dispositif, il n'a pas encore atteint le stade où il devra être testé sur des animaux. Toutefois, la collaboration avec un professeur en urologie, spécialiste du cancer de la prostate au CHU, se révèle d'ores et déjà très importante pour l'avancement du projet et la stimulation des chercheurs dans le laboratoire.

« On le rencontre peut être une fois tous les trois mois pour des réunions ponctuelles, il nous donne un peu son avis, sur lui en pratique ce qu'il utilise, les outils, ce que le patient ressent, comment on peut améliorer, être moins invasif, ce qu'il faudrait faire, lui ce qu'il attend...Donc il m'a invité plusieurs fois à l'hôpital pour moi me rendre compte l'environnement aussi, c'est une collaboration extrêmement riche »[406].

Selon la responsable du projet, la collaboration avec les cliniciens pousse les chercheurs à s'orienter davantage vers le développement de prototypes, d'objets concrets, fonctionnels. Pour pouvoir prétendre à des financements de type

[404] Entretien avec une chercheuse, spécialiste des « nanobio », 18.06.2014.
[405] Entretien avec une chercheuse, spécialiste des nanobio, 18.06.2014.
[406] *Ibid.*

« translationnels »[407], il faut pouvoir disposer d'objets concrets, les chercheurs sont donc incités à axer leur recherche sur la fabrication de prototypes, de dispositifs. Les chercheurs se trouvent plus rapidement dans une optique de fabriquer un objet fonctionnel qui remplisse les critères médicaux, donc dans une recherche plus appliquée.

> *«Je considère qu'on a toujours fait dans l'équipe, et moi en particulier, j'ai toujours fait une recherche appliquée, mais là c'est le niveau au-dessus, c'est vraiment appliquée, dans le but d'un transfert assez rapide des technologies qu'on développe »*[408].

Titulaire d'un doctorat en nanophysique, celle-ci se définit plutôt comme nanotechnologue.

> *« Je trouve que mon parcours universitaire c'était vraiment la physique fondamentale donc j'ai fait beaucoup de mécanique quantique, beaucoup de théorie que je n'utilise plus vraiment aujourd'hui. Vraiment ce qui m'a été utile c'est les deux dernières années où c'était vraiment la spécialisation dans les nanotechnologies, les différents process... je ne fais absolument pas de mécanique quantique maintenant. Je fais de la technologie et je fais beaucoup d'expérimental, moi je suis une expérimentaliste »*[409].

La doctorante aussi est physicienne, mais son projet de thèse l'a amené à se former à la biologie. Elle est en thèse Cifre avec la société « Y », qui se trouve par ce biais intégré au projet de détection *in vivo* bien que ce type d'applications ne fasse pas partie de ses activités, ni d'ailleurs qu'elle soit intéressée par cette technologie. Ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, « Y » est spécialiste d'instrumentation scientifique. Nous reviendrons plus loin sur le rôle et la place de la PME dans ce projet (cf. 7.2).

Ce projet de « détection *in vivo* » consiste à fabriquer un micro-dispositif qui pourrait être introduit dans le sang afin de venir capturer les cellules tumorales circulantes. Capturer ces cellules, et pouvoir les compter, pourrait permettre d'affiner la détection de l'état d'avancement d'un cancer, et aussi de mieux mesurer les effets des traitements. Le projet est orienté uniquement sur le cas du cancer de la prostate puisqu'il répond à une

---

[407] Selon la définition de l'AERES, la recherche translationnelle « consiste à transférer les innovations scientifiques de la recherche fondamentale vers la recherche clinique et à tirer des apports de la clinique des hypothèses scientifiques en recherche fondamentale, afin de permettre rapidement une meilleure prise en charge médicale du patient ». La recherche clinique est « une recherche médicale qui vise à expérimenter de nouveaux traitements ou de nouvelles techniques », *in* « Critères d'évaluation des entités de recherche : Le référentiel de l'AERES », version du 3 novembre 2014. Par ses appels à projets en recherche translationnelle, l'ANR tente de favoriser le rapprochement entre chercheurs fondamentaux et chercheurs cliniciens. http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/biologie-sante/programme-de-recherche-translationnelle-en-sante-prts/

[408] Entretien avec une chercheuse, spécialiste des nanobio, 18.06.2014.

[409] *Ibid.*

collaboration avec un médecin spécialiste de ce cancer. Les cellules tumorales circulantes sont très intéressantes mais très rares, il y en a moins d'une pour un milliard d'autres cellules par unité de volume.

> *« L'intérêt de les capturer, différents papiers ont montré que leur nombre était corrélé au diagnostic, donc plus t'en as moins tu vis longtemps, leur nombre est aussi corrélé à la réponse au traitement, donc c'est un indicateur objectif de réponse au traitement, certainement un peu plus précis que la simple diminution de taille de différentes masses à l'imagerie »*[410].

L'idée est donc d'affiner le diagnostic pour mieux traiter les patients. Actuellement les médecins ne savent pas déterminer si un cancer est agressif ou pas, ce qui entraîne une tendance à surtraiter les patients, avec les effets néfastes connus des traitements comme la chimiothérapie. L'idée est donc de parvenir à augmenter la sensibilité. Aujourd'hui, la seule machine commerciale qui dose ces cellules a une sensibilité de moins de 50%. C'est-à-dire qu'elle en attrape peu, et surtout elle ne les repère pas au stade très précoce des maladies, où elles sont peu nombreuses.

Ce micro-dispositif est un dispositif innovant, une structure micrométrique en trois dimensions, fabriquée par lithographie 3D. Le principe de la lithographie 3D est de venir soumettre un matériau, une résine, qui se présente sous forme liquide et épaisse, à une longueur d'onde précise qui va le faire durcir. En focalisant le laser et en le déplaçant sur des points définis, il est alors possible de « dessiner » ou de « sculpter » des objets en 3D à l'échelle nano ou micrométrique. Le « labo SI » vient d'acquérir cette machine et il s'agit du premier projet à l'utiliser.

Pour l'instant la doctorante et le stagiaire utilisent le micro-dispositif sur un substrat pour les premiers tests fluidiques. Ils n'utilisent pas encore de sang mais uniquement des cellules tumorales, afin de tester et de trouver le meilleur design pour le dispositif. L'autre problème auquel ils doivent répondre est celui de la meilleure résine à utiliser. Ils ont construit leurs premiers dispositifs en utilisant une résine fournie par le fabriquant de la machine de lithographie 3D, mais elle n'est pas biocompatible. Elle s'est révélée inadaptée lors des tests fluidiques, parce qu'elle ne laissait pas entrer les cellules dans le dispositif. Pendant un temps, la doctorante s'est donc consacrée à tester différentes résines, en y déposant différentes couches de cellules, ce qui implique une partie de culture cellulaire, afin d'observer le comportement des cellules sur la résine et de tester sa toxicité. Cette partie-là peut maintenant être réalisée au « labo SI », elle n'a pas besoin de sortir du laboratoire et de se rendre dans un laboratoire de biologie. Elle a donc reçu sur place une formation à la culture

[410] Entretien avec un interne en chirurgie, stagiaire au « labo SI », 16.04.2014.

cellulaire, bien que la responsable de la salle de biologie reste en charge de cette partie-là. Quant aux tests de fluidiques, ils se font dans un laboratoire de l'Inra qui dispose de microscopes de bonne résolution permettant d'observer tout le système.

Le projet est donc dans une phase de pur développement technologique, dans laquelle le stagiaire et interne en chirurgie est entièrement intégré. Bien que médecin, il s'est initié à la technologie et au travail en salle blanche afin de pouvoir travailler avec la doctorante sur la fabrication du micro-dispositif.

On le voit à travers la description des projets ci-dessus, les doctorants sont bien souvent au cœur des projets interdisciplinaires, ce sont eux qui acquièrent véritablement les compétences interdisciplinaires tandis que les encadrants, eux, continuent d'évoluer dans leur discipline d'appartenance.

> *« On a quand même notre discipline, et même si on a la liberté parce qu'on est déjà en poste, d'aller faire un peu autre chose, notre corps de métier reste quand même sur notre discipline. Donc finalement pour faire avancer ces sujets très interdisciplinaires ça passe toujours par un doctorant ou par un post-doctorant, c'est inévitable »*[411].

Ainsi, cette interdisciplinarité pratique, au jour le jour, ne peut se faire qu'à travers les doctorants ou post-doctorants puisqu'il est impossible d'embaucher des chercheurs de disciplines différentes au sein d'un même laboratoire. L'interdisciplinarité reste difficile à avoir à l'intérieur même d'une seule structure.

> *« On arrive à l'avoir parce qu'on embauche des doctorants ou des post-doctorants qui vont être soit biochimistes soit électrochimistes. Puisqu'en fait comme je vous disais je développe des microcapteurs bioélectrochimiques donc la partie capteurs en silicium je connais, ce qu'on fait la plupart du temps c'est de prendre un électrochimiste qui connait ces principes de détection électrochimique, un biochimiste, on va le former aux microtechnologies »*[412].

Les jeunes chercheurs sont ainsi formés à différents concepts, techniques, savoir-faire durant leur expérience de thèse ou de post-doctorat. Cette interdisciplinarité est indispensable pour le type de projets que nous avons présenté ci-dessus. L'intégration de ces jeunes chercheurs en tant que permanents au sein d'organismes de recherche reste toutefois encore aujourd'hui largement incertaine.

---

411 Entretien avec un chercheur, chimiste, 28.05.2014.
412 Entretien avec un chercheur, microélectronicien, 10.04.2014.

7.2 Par une plus grande capacité à répondre aux exigences de collaborations avec le secteur privé

En 2013, l'ANR lance le programme « LabCom », qui constitue une nouvelle initiative visant à inciter au rapprochement entre la recherche académique et le secteur industriel. Ainsi le but est d'inciter les équipes de recherche des laboratoires publics à s'engager dans un partenariat structuré avec une PME ou une ETI, à travers la création d'un « laboratoire commun ». Un tel laboratoire commun est constitué par la signature d'un contrat qui définit son fonctionnement ainsi que par une gouvernance commune, une feuille de route de recherche et d'innovation, des moyens permettant d'opérer en commun la feuille de route ainsi qu'une stratégie visant à assurer la valorisation par l'entreprise du travail partenarial[413]. Le programme ANR peut alors financer la phase de montage du laboratoire commun ou son fonctionnement initial. Le « labo SI » a été retenu dans le cadre de ce programme pour le financement d'un laboratoire commun avec la société « Y ». Là encore, il s'agit toujours du même effort de la part de l'équipe « Nanobio » du « labo SI » d'amener ces projets vers le transfert industriel, comme elle souhaitait le faire à travers l'Itav. Le « labo SI » a une tradition de collaboration avec l'industrie, reconnue par sa labellisation en tant qu'Institut Carnot. Par ailleurs, le laboratoire *« a comme politique de structurer les relations industrielles via des laboratoires communs »*[414].

L'objet de ce laboratoire commun entre le « labo SI » et la PME « Y », est *« le développement de procédés technologiques souples directement applicables pour la fabrication industrielle de systèmes de biodétection »*. Les deux partenaires proposent de mettre en place une stratégie d'innovation technologique dans le domaine du diagnostic biologique à l'aide de dispositifs tels que des biopuces ou des biocapteurs. La détection précoce des cancers, le diagnostic d'allergies alimentaires ou encore la détection de pesticides sont quelques exemples d'applications de ces capteurs biologiques. Le principal obstacle aujourd'hui à une utilisation généralisée de ce type de biocapteurs reste le coût de fabrication et d'analyse, trop élevé. Les deux partenaires collaborent depuis plusieurs années avec l'objectif de proposer des instruments nouveaux permettant la fabrication et l'analyse à moindre coût de ces biocapteurs.

> **PROJET DU LABORATOIRE COMMUN**
>
> « Ces procédés s'articulent autour du tamponnage moléculaire de biomolécules et de l'assemblage capillaire, deux méthodes développées depuis 2004 au sein du laboratoire ainsi qu'au sein de la société grâce à un partenariat actif. Les marchés concernés par ce développement sont

[413] Programme « LabCom », édition 2013, ANR.
[414] Rapport AERES, mai 2010, p.8.

> ceux de l'instrumentation scientifique de laboratoire et celui du diagnostic médical. Les deux acteurs se connaissent déjà et collaborent de manière « traditionnelle » au travers de projets Région et ANR ainsi que de thèses CIFRE. La mise en place de ce laboratoire commun permettra de concrétiser les innovations technologiques, d'effectuer un transfert industriel et une valorisation directe de ces procédés par l'entreprise. Le présent projet permettra de mettre en place une gouvernance commune et de partager un plan de recherche conçu pour déboucher en 3 ans sur : un nouvel instrument commercial, un nouveau prototype industriel et un brevet d'invention protégeant une nouvelle innovation. Des moyens de travail communs seront mis en place pendant le projet sous la forme d'une salle expérimentale dédiée au projet, au sein du [« labo SI »], qui regroupera les instruments et prototypes mis à disposition par l'entreprise ainsi que les équipements du laboratoire permettant la caractérisation et le « *benchmarking* » des nouveaux produits en cours d'étude dans le laboratoire commun. Les personnels [du laboratoire et de la PME] rassemblés dans le laboratoire commun occuperont également un bureau dédié à proximité de la salle expérimentale. L'objectif principal du projet est de programmer de manière structurée les innovations technologiques à étudier, valider et transférer dans le domaine du diagnostic biologique à l'aide de dispositifs de type biopuces ou biocapteurs, produits à bas coût par lithographie douce (soft-lithography) »[415].

Un lieu spécifiquement dédié à ce laboratoire commun est aménagé au sein du « labo SI » qui permet de faire travailler sur un même lieu des personnels de la PME et des chercheurs du « labo SI » engagés sur des projets communs[416]. Nous retrouvons dans le laboratoire commun la doctorante qui a mené le projet Biopuces (7.1.2). Le financement ANR Labcom a en effet permis de la recruter pendant deux ans. Elle est la seule permanente dans ce projet. Les autres sont des chercheurs du « labo SI » ou de la société « Y » et ne sont donc affectés aux projets du laboratoire commun qu'un certain pourcentage de leur temps de travail. Nous avions vu que la doctorante avait travaillé avec les instruments de la société « Y » pendant sa thèse, le travail au sein du laboratoire commun est dans le prolongement de son travail de thèse. Nous retrouvons également la chercheuse et la doctorante qui travaillent sur le projet de « détection *in vivo* » (7.1.4). L'objet principal du laboratoire commun est le développement et l'amélioration des instruments de « Y », dans le but de leur ouvrir de nouveaux débouchés.

---

[415] http://www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-13-LAB2-0009

[416] Au total ce sont 13 personnes impliquées dans le laboratoire commun : quatre de la PME, le reste du « labo SI » (chercheurs, doctorants, stagiaires). Une seule personne, Estelle, est embauchée à temps plein sur le laboratoire commun.

7.2.1 Une activité de recherche appliquée…

À travers la *roadmap* établie dans le cadre de ce laboratoire commun, le « labo SI » et la PME développent plusieurs projets, certains très appliqués, d'autres de recherche fondamentale. Une grande partie de l'activité au sein du laboratoire commun consiste au développement des instruments de la PME. Par ailleurs, les deux partenaires ont un projet plus appliqué, dédié à la détection de l'allergie alimentaire. Il s'agit d'arriver à passer de technologies génériques à une instrumentation pour des applications définies, c'est-à-dire un marché précis, afin de pouvoir les transférer au niveau industriel.

Les partenaires travaillent sur ce projet de détection de l'allergie alimentaire depuis plusieurs années, avec des biologistes et des pharmacologues. Le projet est très avancé et l'objectif est aujourd'hui de mettre au point un prototype afin de passer à la phase de développement industriel. Ce projet avait dans un premier temps été déposé à l'Itav mais n'avait pas été accepté par le conseil scientifique.

« En fait c'est des choses qui auraient dû éclore à l'Itav et, bon, qui écloront ici »[417].

Ce projet illustre clairement l'investissement du « labo SI » dans les applications technologiques dédiées à la santé.

La collaboration établie entre le « labo SI » et la PME « Y » depuis plusieurs années a permis de transférer plusieurs technologies, aujourd'hui exploitées par « Y ». La PME développe aujourd'hui ces technologies génériques qui permettent de fabriquer des biopuces ou des biocapteurs, des « briques technologiques » qu'elle met à disposition des laboratoires de recherche.

Le laboratoire commun propose aujourd'hui trois « briques technologiques », dont le fil conducteur est l'automatisation : la *phase 1* consiste en un robot permettant le dépôt automatisé de molécules, il s'agit de la fabrication des biopuces ; la *phase 3* est celle de la détection automatisée, la société met à disposition un scanner permettant la lecture des biopuces ; enfin la *phase 2* est celle qui est en train d'être développée au sein du laboratoire commun, il s'agit de l'interaction automatisée des molécules par la microfluidique. Cette partie-là d'interaction automatisée est nouvelle dans l'équipe « Nanobio » du « labo SI ». **Le laboratoire commun permet à l'équipe académique d'avancer sur un thème de recherche nouveau, tandis que cela permet en retour d'améliorer l'offre technologique de la PME.** Afin de valoriser au mieux ses instruments, la PME souhaite aussi réaliser un démonstrateur, en mettant au point une biopuce dédiée à la détection de

[417] *Ibid.*

l'allergie alimentaire qui lui permettrait d'améliorer son offre commerciale en apportant une application directe de ses instruments. Dans le cadre du laboratoire commun, les partenaires travaillent sur la brique technologique concernant l'interaction automatisée des molécules par la microfluidique, donc sur la fabrication de la puce, mais la PME est à la recherche d'investisseurs pour le développement, sans quoi elle ne pourra pas aller plus loin.

Le laboratoire commun, installé à l'intérieur du « labo SI », héberge une plateforme instrumentale permettant de développer des biopuces dédiées à faible coût. La société « Y » a souhaité que le lieu soit un « *open lab* », c'est-à-dire que des équipes académiques, ou des entreprises, puissent venir tester ses instruments. Il s'agit pour la société de valoriser et de faire connaître son instrumentation[418] et ainsi d'attirer de potentiels clients pour ses instruments.

Ainsi le principal objectif et l'intérêt de la société « Y » sont la valorisation de ses instruments. La collaboration avec un laboratoire académique comme le « labo SI » lui apporte plusieurs choses. D'abord cela lui permet d'avoir accès à une activité de recherche qu'elle ne peut mener en interne faute de moyens, ainsi que d'avoir un accès à des technologies potentiellement innovantes. Ensuite, si elle met à disposition de l'équipe de recherche son instrumentation, l'activité de recherche en retour permet une amélioration régulière de ses instruments. Par ailleurs, elle a aussi de cette manière accès aux instruments du laboratoire. Ce partenariat avec un laboratoire académique lui permet de récupérer du financement pour le développement. En effet, le partenariat public-privé ouvre un accès privilégié à de nombreux appels à projets, qu'ils soient européens, nationaux ou régionaux. Enfin, pour ce qui est de l'image de la PME, ce partenariat, poussé aujourd'hui jusqu'au laboratoire commun, est un élément fort à mettre en avant auprès de ses clients ou potentiels investisseurs.

7.2.2 …qui laisse une place à la recherche fondamentale

La collaboration de la société « Y » avec le laboratoire académique ne s'appuie pas uniquement sur un objectif de déposer des brevets et de récupérer de la propriété industrielle. La société « Y » finance actuellement la troisième thèse effectuée dans le « labo SI » depuis le début de leur collaboration. Il s'agit de la thèse de la doctorante qui travaille sur le projet de microdispositif pour la détection *in vivo* (7.1.4). Or, il s'agit ici d'une technologie qui n'intéresse pas la société en termes de développement[419]. L'enjeu pour la PME est plutôt ici en premier lieu de maintenir le lien et la collaboration avec le « labo SI »,

[418] Entretien avec le responsable R&D de « Y », 25.03.2015.
[419] L'équipe Nanobio a déposé un brevet dans le cadre de ce projet auquel ne participe pas « Y ».

et ensuite il s'agit là encore de mettre en avant ses instruments et de les valoriser sur certaines applications (le peignage d'ADN par exemple), qui ne représente qu'une partie du travail de la doctorante. Ainsi dans ce cas l'objectif du partenaire privé n'est pas de valoriser une technologie mais juste ses instruments. De plus, les publications par les chercheurs sont pour elle une manière très intéressante de faire connaître et de valoriser ses équipements.

Dans le cadre de ce laboratoire commun, « Y » finance le salaire de la doctorante. Le projet sur lequel celle-ci travaille est un projet très amont, bien qu'avec une visée applicative claire. Il s'agit d'un projet qui est à peine en phase de démarrage, de mise au point d'une technologie, et il faudra encore des années avant que ce microdispositif ne soit éventuellement transférable au secteur médical. Cette relation de collaboration entre « Y » et le « labo SI » s'inscrit donc dans la durée et non pas seulement sur un projet qui serait immédiatement récupérable par la PME. Toutefois, les avantages pour « Y » sont à la fois la mise en avant de ses instruments et leur amélioration. Dans ce cas précis, le laboratoire de recherche et la PME sont dans une relation d'apports mutuels, la PME finance une bourse de thèse, met à disposition des instruments pour la recherche, tandis que l'équipe de recherche travaille à l'amélioration des instruments de la PME.

En se positionnant ainsi en amont d'un projet de recherche, la PME sera la première bénéficiaire lors de l'éventuelle phase de transfert industriel. Il s'agit d'un pari, la PME ne peut être certaine que le projet aboutira et lui rapportera un jour de l'argent. Sur le projet de microdispositif sur lequel travaille la doctorante, au moment où nous l'avons rencontré le projet est en phase de conception du dispositif. Il restera ensuite de nombreuses étapes avant un éventuel transfert industriel. On peut dire qu' « Y » finance de la recherche fondamentale. La PME apporte ses instruments, qui sont des scanners principalement, mais il se peut que le microdispositif ne soit jamais en mesure de capturer des cellules et qu'ainsi il n'y ait rien à scanner. Le financement d'un tel projet de recherche est un risque que choisit de prendre ici une PME. En attendant un éventuel retour sur investissement, un tel partenariat est avantageux pour les deux parties dans le sens où il permet de récupérer de l'argent via des appels à projets où le partenariat public-privé est indispensable, comme les appels à projets de la Région par exemple.

7.2.3 Un modèle qui ne peut être généralisé

La collaboration telle qu'elle s'organise entre ces deux partenaires nous invite à remettre en cause l'idée selon laquelle les chercheurs engagés dans des collaborations avec un industriel deviendraient des « technologues », au sens où ils perdraient leur identité de scientifique en s'intéressant à la mise au point de nouvelles techniques (Heil, 2010, p.75).

> *« Dans un projet financé par une entreprise, le chercheur doit se concentrer sur une recherche précise, trouver des résultats pour un problème précis, s'il trouve quelque chose d'intéressant au cours de sa recherche, il ne pourra pas l'explorer car cela n'intéresse pas l'industriel : le comportement attendu de lui est uniquement celui de technologue »* (Heil, 2010, p.382).

Les résultats de notre étude incitent à penser que la position du technologue n'est pas incompatible avec celle du scientifique. De nombreux chercheurs aujourd'hui occupent simultanément, ou investissent à intervalles réguliers, l'une ou l'autre de ces postures, sans pour autant que le développement technologique ne fasse disparaître la vocation première du scientifique.

En effet, celui-ci reste toujours attaché à la production désintéressée de connaissances, même s'il peut, dans de nombreux cas, se montrer intéressé par les applications concrètes de ses recherches, un mouvement auquel participent pour une grande part les évolutions et les nouvelles exigences des politiques de recherche. Nous réfutons l'idée que l'industrie *« empêche, par sa nature même, l'étude parallèle des pistes de recherche annexes ou l'abandon du projet original pour des pistes au potentiel pourtant plus important »* (Heil, 2010, p.384). L'expérience du laboratoire commun entre le « labo SI » et la société « Y » que nous venons de décrire démontre clairement le contraire. **La collaboration recherche publique-industrie ne peut être réduite à un asservissement de la première à la seconde.**

Nous avons ici un exemple de collaboration entre un industriel et un laboratoire académique que nous pouvons qualifier d'équilibrée pour les deux partenaires. Le programme « Labcom » lancé par l'ANR se révèle ici adapté et permet aux deux partenaires d'approfondir encore plus leur collaboration en s'engageant l'un et l'autre davantage. Un tel dispositif facilite donc une collaboration plus étroite (*deep collaboration* : Rafols, 2007) qui permet d'envisager des développements technologiques et un éventuel passage de nouveaux dispositifs dans le secteur industriel.

Toutefois, ce programme s'adresse à des laboratoires déjà habitués aux collaborations avec le secteur industriel. Il apparaît en effet difficile pour un laboratoire fondamental qui n'a jamais eu à nouer des relations avec le secteur industriel de pouvoir prétendre à ce type de financements. Ainsi, si ce genre de programme se veut une incitation aux collaborations entre recherche académique et secteur privé, de fait ils viennent accompagner des collaborations existantes, ou pour le moins des laboratoires académiques qui sont déjà dans cette dynamique. Mais pour les laboratoires qui ne sont pas déjà engagés dans un tel mouvement, ce genre de dispositifs ne peut avoir les effets escomptés.

Nous nous situons ici dans ce que Shinn et Marcovitch désignent comme le régime de la recherche technologique (*research technology regime*), qui est le régime qui autorise le franchissement des frontières disciplinaires et le passage de préoccupations académiques à

des préoccupations davantage appliquées (Shinn et Marcovitch, 2012). Il existe à côté des autres régimes et permet une certaine transversalité. Il ne s'agit pas ici d'atteindre l'unité de la science, *« la transversalité suggère plutôt un système scientifique fédératif caractérisé à la fois pas des frontières et le franchissement de ces frontières »*. L'« unité » implique ici une relative autonomie territoriale des différents régimes qui sont historiquement, fonctionnellement et structurellement interconnectés du fait du passage de concepts, d'instruments et de chercheurs.

CONCLUSION DU CHAPITRE 7

À travers ces quelques exemples de projets de « nanobio » pensés dans le cadre de l'Itav, puis d'un projet construit dans le cadre du « labo SI », nous pouvons éclairer les apports et limites de l'Itav d'un point de vue scientifique.

Le projet de nano-ingénierie aurait pu se dérouler aussi bien en dehors de l'Itav. Dans ce cas, l'institut a apporté un certain confort, la doctorante a pu réaliser les différentes parties de son travail sur un même lieu, mais nous ne pouvons affirmer que l'environnement a été déterminant pour la réussite du projet.

Le projet de capteur biochimique montre également que l'environnement Itav n'est pas indispensable au bon déroulement d'un projet interdisciplinaire entre technologues et biologistes. Bien que pensé pour l'Itav, celui-ci a été mené de façon traditionnelle entre deux équipes de recherche qui n'étaient pas physiquement sur le même lieu.

Le projet biopuces en revanche a réellement bénéficié de son implantation à l'Itav au regard de deux aspects principaux : la proximité physique entre chercheurs de différentes disciplines, d'une part, et entre secteur privé (*start-up* « X ») et plateaux techniques du CNRS, d'autre part. La réelle plus-value de l'Itav apparaît ainsi davantage à travers le rapprochement entre sphère privé et recherche publique plutôt l'unicité de lieu de recherche interdisciplinaire qu'il offre. Toutefois, il nous faut nuancer cette réflexion car le cas de la doctorante qui a travaillé sur le projet Biopuces est unique à l'Itav, et nous ne pouvons pas le comparer ou l'appuyer par l'analyse d'un exemple similaire. De plus, comme nous l'avons déjà mentionné, la *start-up* « X » préexistait à l'Itav, elle n'est pas le fruit de cet environnement particulier et on ne peut donc affirmer que l'Itav constitue un terreau propice au rapprochement de la recherche publique et du secteur privé. En effet, des *start-ups* sont régulièrement créées par des chercheurs académiques au sein de laboratoires « traditionnels », comme nous allons le voir dans le chapitre qui suit.

Enfin, le projet de diagnostic *in vivo* vient confirmer qu'en l'absence d'un lieu spécifiquement dédié à l'interdisciplinarité et au rapprochement de la recherche académique avec le secteur privé, les chercheurs mènent des collaborations de manière « traditionnelle » qui conviennent bien à l'avancée de ce type de projets.

Dans le même temps, le « laboratoire SI », un laboratoire « traditionnel » de Sciences de l'ingénieur, a été amené à opérer une évolution en interne de manière à s'adapter aux contraintes des projets de « nanobio ». Il a opéré un rapprochement avec les Sciences de la

vie, en créant une salle de culture cellulaire dans laquelle est affectée une ingénieure en biologie. Ce laboratoire, parce qu'il est traditionnellement orienté vers les collaborations industrielles, a pu s'appuyer sur une dynamique et des bases existantes pour renforcer son rapport à l'industrie dans le domaine des « nanobio », en créant un laboratoire commun avec une PME.

Les collaborations à l'œuvre dans les projets de « nanobio » que nous avons étudiées dans le cadre du « labo SI » sont caractéristiques de la *new disciplinarity* décrite par Marcovich et Shinn (Marcovich et Shinn, 2012) [420]. Selon les auteurs, plus que d'une véritable interdisciplinarité, le travail par projets nous mettrait aujourd'hui face à une *new disciplinarity*, qui présente de nouvelles caractéristiques, mais dans laquelle le référent disciplinaire ne disparaît pas. Les chercheurs restent dans le cœur de leur discipline, cependant, certains d'entre eux circulent entre le centre et la périphérie, à la rencontre de spécialités éloignées de leur discipline d'appartenance. Parmi les caractéristiques de la *new disciplinarity*, la circulation cognitive est axée sur la technologie. Autre caractéristique, les chercheurs n'abandonnent pas leur référent disciplinaire en collaborant avec des collègues d'autres disciplines. Le travail par projet permet de faire avancer les connaissances autour de problèmes particulièrement complexes, mais les découvertes peuvent aussi venir renforcer le cœur des connaissances d'une discipline. Les chercheurs engagés dans des projets ne quittent pas leur discipline, ils collaborent à travers les « zones transfrontalières ». Ensuite, une autre caractéristique de la *new disciplinarity* est la coexistence de deux temporalités, l'une de court terme, à travers l'engagement dans un projet, et l'autre de long terme dans le cœur de la discipline d'appartenance. Enfin, la *new disciplinarity* se nourrit d'une élasticité entre les disciplines et leur environnement, introduisant la capacité pour les disciplines à s'auto-transformer à l'intérieur de certaines limites. Dans la mesure, notamment, où ses transformations ne remettent pas en cause les fondements disciplinaires, en termes de méthodologie ou de normes d'évaluation par exemple.

Toutefois, une des difficultés introduite par l'approche de la *new disciplinarity* est la place des chercheurs non permanents, qui évoluent de fait dans ces « zones transfrontalières ». Ils sont embauchés pour une durée limitée sur des projets, et, une fois le projet terminé, ils éprouvent des difficultés à s'intégrer dans le cœur de leur discipline, leur expérience interdisciplinaire les a éloigné de la discipline de rattachement. Aussi, si la *new disciplinarity* permet de renforcer la disciplinarité tout en autorisant et en facilitant les échanges cognitifs

[420] Cf. 4.2.

dans les « zones transfrontalières », elle n'apporte pas de réponse à la question du devenir des jeunes chercheurs formés à l'intérieur de ces zones « hors-disciplinaires ».

Cependant, la situation ne semble pas être la même pour toutes les disciplines, certaines étant plus ouvertes que d'autres aux profils interdisciplinaires. Ce que nous constatons à travers les projets étudiés, c'est qu'il existe aujourd'hui une plus grande opportunité pour les jeunes chercheurs au profil interdisciplinaire de se faire recruter dans des sections relevant de l'Insis (Institut de Sciences de l'ingénieur) que de l'INC (Institut de Chimie) ou de l'INP (Institut de Physique), donc dans des disciplines plus fondamentales. Les SI seraient ainsi davantage en capacité d'accueillir des profils interdisciplinaires à travers la création de postes, ce qui apparaît cohérent avec ce que nous avons observé jusqu'ici.

Ce constat vient confirmer l'hypothèse selon laquelle la recomposition des pratiques de recherche passe, pour l'instant, par les Sciences de l'ingénieur.

Quoi qu'il en soit, la question des recrutements est une question complexe qui interroge l'organisation autonome de l'activité de recherche.

> *« C'est pas facile de dire on va faire un secteur interdisciplinaire, ça veut rien dire, parce qu'on met tout et n'importe quoi ensemble, il faut garder dans le milieu académique un jugement par les pairs, les pairs il faut bien mettre des catégories, les catégories les plus faciles c'est physique, chimie, etc. Donc le problème n'est pas si facile »*[421].

Toutefois, des pratiques de terrain en évolution pourraient donner lieu à des adaptations institutionnelles. L' « intégration » de compétences interdisciplinaires, c'est-à-dire non plus des chimistes et des physiciens qui collaborent, mais des physiciens qui intègrent des connaissances et des compétences de chimie, de biologie, de technologie (ou inversement), est une réalité dans le domaine des « nanobio ». **La réponse à ces évolutions est problématique pour le système d'organisation de la recherche parce que l'évaluation par les pairs est au principe du fonctionnement de l'activité de recherche.** C'est la raison pour laquelle ces reconfigurations passent par les projets appliqués, elles sont favorisées par la nécessité liée à la fonctionnalité des objets.

Cette évolution est plus difficile pour des objets de recherche qui restent de l'ordre de la recherche fondamentale, dans lesquels l'évaluation se fait uniquement en termes de production de connaissances. Ces dernières ne peuvent être évaluées que par les pairs. Dans des projets appliqués, l'évaluation passe aussi par la fonctionnalité d'un dispositif, ce qui facilite l'intégration rapide des différentes compétences nécessaires à son fonctionnement.

---

[421] Entretien avec un physicien, 25.06.2014.

Ainsi les « nanobio » transforment, dans des cas que nous avons pu étudier, la façon de travailler sur une question de recherche, qu'elle soit fondamentale ou « appliquée ». La participation des Sciences de l'ingénieur est nécessaire, ces chercheurs technologues apportent des outils techniques permettant aux biologistes d'améliorer les connaissances sur les systèmes biologiques et les molécules isolées. Cette nécessité est imposée par des objets ou des objectifs de recherche, et ne peut être totalement imposée de l'extérieur. Certains freins au niveau institutionnel sont difficiles à dépasser (chapitre 6), pour autant des évolutions sont perceptibles au niveau des pratiques. Il s'agit maintenant de nous intéresser à la façon dont les exigences politiques sont appropriées au niveau pratique, à la façon dont elles rentrent en tension, ou au contraire répondent, aux nécessités pratiques des projets de « nanobio ».

L'étude de ces projets de « nanobio » nous invite à penser que des transformations sont en cours. Les « nanobio » mettent bien en jeu un rapprochement de l'activité de recherche avec les exigences de la politique de recherche. Toutefois, ce mouvement est loin d'être général et semble pour l'heure passer uniquement par les Sciences de l'ingénieur. Nous avons montré dans ce chapitre qu'il y avait deux raisons à cela. D'abord parce que les SI, plus que les autres communautés disciplinaires, sont aujourd'hui ouvertes à l'intégration des profils interdisciplinaires. Ensuite, parce que les SI présentent une plus grande capacité à répondre aux exigences de collaborations avec le secteur privé. L'exemple du laboratoire commun entre le « laboratoire SI » et la PME « Y », dans le cadre du programme « Labcom » de l'ANR, illustre la nécessité d'une dynamique de collaboration préexistante afin de répondre aux injonctions politiques. La réussite de ce laboratoire commun ne peut être généralisée et un tel dispositif ne crée pas de nouvelles dynamiques, il accompagne des dynamiques existantes.

Ainsi, les « nanobio », telles que portées par les SI, véhiculent des transformations dans les pratiques de recherche qui font écho aux exigences politiques de rapprochement de la recherche avec les intérêts économiques. Nous allons voir maintenant que ce mouvement fait l'objet de résistance de la part des chercheurs, dont nous allons mettre au jour les motifs et les formes.

CHAPITRE 8 LES BARRIÈRES EXTERNES AUX EXIGENCES DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE

Les projets de « nanobio » que nous venons de décrire présentent tous un caractère innovant. Lorsqu'ils arrivent à un certain niveau d'avancement, les porteurs de projet doivent rechercher un partenaire industriel pour continuer à développer leurs dispositifs, arriver à un prototype, faire des essais cliniques, *etc.* Ces collaborations avec le secteur industriel font partie des injonctions politiques qui visent le développement économique par l'innovation. Nous l'avons vu, les programmes de recherche insistent sur la nécessité d'inclure un partenaire industriel dans les projets de recherche. Cette injonction est renforcée dans le cas des appels à projets régionaux, puisque le territoire est intéressé avant tout par le développement économique. Aussi, ces injonctions, d'un côté, et la nécessité pratique, de l'autre, donnent à voir plusieurs cas de figure. Des partenariats se nouent avec des PME, ou des *start-up*s, lorsqu'un projet présente un potentiel de développement. Cela se passe d'autant plus dans les laboratoires habitués, de par leurs thématiques et leur pratique historique, aux partenariats industriels (les Instituts Carnot par exemple). Nous avons présenté plus haut les projets du « labo SI » en collaboration avec la société « Y ». Cette collaboration de longue date s'est accentuée à travers la création d'un laboratoire commun. Dans certains cas, des chercheurs peuvent décider de créer une *start-up* lorsqu'ils veulent continuer à développer un projet mais que les financements habituels dédiés à l'activité de recherche ne permettent pas, et qu'ils ne parviennent pas à intéresser un industriel, pour différentes raisons, trop innovant, trop amont, *etc.* Dans ce cas, la *start-up* et l'équipe de recherche dont elle est issue deviennent des partenaires privilégiés. En revanche, la collaboration avec un industriel de grande taille est difficile et rare sur des sujets et des produits innovants, dans ce que nous avons pu observer.

Nous allons montrer, à travers quelques exemples issus de notre terrain, que si la politique scientifique n'est pas sans effet sur la pratique des chercheurs, l'objectif politique qui vise la réorganisation de la recherche à travers le vecteur des « nanos » se heurte à des barrières, tant externes qu'internes. D'abord, les débouchés industriels des « nanobio » apparaissent encore incertains. Ensuite, les chercheurs eux-mêmes ne suivent pas strictement les orientations définies par la politique scientifique et adoptent des stratégies pour « contourner » les injonctions. Enfin, la société civile, porteuse d'orientations pour la recherche différentes des seuls enjeux économiques et politiques, peut amener à des infléchissements de la politique scientifique.

8.1 « Nanobio »: des débouchés industriels encore incertains

DES « NANOS » AUX « NANOBIO » : DE NOUVELLES PERSPECTIVES POUR LES CHERCHEURS

De nombreux chercheurs engagés dans des projets appliqués, ou habitués à travailler avec des partenaires industriels, rapportent avoir noté ces dernières années un recul de la part du secteur industriel sur l'utilisation des « nanos ».

Certaines *start-up*s se sont créées dans la décennie 2000 en profitant de la « mode nano ». C'est le cas d'une *start-up* créée par deux chercheurs toulousains dans un laboratoire de chimie, qui ont ainsi valorisé le savoir-faire de leur équipe de recherche en matière de nanoparticules. Peu de temps après sa création, pourtant, la *start-up* a préféré insister sur la dimension micrométrique de ses particules.

> *« La société […] par contre ils essayent au contraire actuellement de faire des efforts pour sortir des nanotechnologies, avoir ces propriétés avec des matériaux qui sont micro et qui n'auront pas la législation nano […]. A cause des contraintes réglementaires qui sont en train d'arriver »*[422].

Si l'intérêt marketing de l'affichage « nano » était certain pendant la première moitié des années 2000, voire jusqu'aux années 2010, ce n'est plus le cas aujourd'hui et les industriels se montrent plutôt réticents à utiliser des « nanos ». Ainsi, selon l'un des fondateurs de la *start-up*, du côté du secteur industriel se fait sentir très nettement la volonté de revenir en arrière sous l'effet de la pression sociétale et de la réglementation.

> *« On avait eu des contacts avec des cosméticiens également, qui utilisent du nanotitane, du nano oxyde de zinc dans des crèmes solaires et qui demandent clairement maintenant est ce qu'il n'y a pas moyen d'avoir les propriétés à peu près équivalentes en utilisant des nanoparticules un peu plus grosses pour ne pas être embêtés par la législation »*[423].

C'est en partie la raison pour laquelle ce chercheur, chimiste, s'est depuis tourné vers l'utilisation de nanoparticules pour des applications en biologie. Suite à ses travaux il a monté une autre *start-up*, qui développe des nanoparticules pour des applications en imagerie médicale.

---

[422] Entretien avec un chercheur, chimiste, cofondateur d'une société, 27.05.2014.
[423] *Ibid.*

« C'est une volonté parce que, moi, c'est un avis personnel, je sens peu de débouchés, ou actuellement ça se ralentit beaucoup, dans les nanoparticules dans le domaine industriel, justement pour des raisons d'acceptation sociétale, pour le moment y a ce qu'on appelle un effet OGM si vous voulez, c'est un peu la même chose, c'est-à-dire que c'est pas que ça va disparaître mais ça va beaucoup se ralentir. D'ailleurs on voit même en termes de crédits, ils sont en train de baisser. La vague, la mode « nano » est passée à mon avis »[424].

En revanche, les potentialités en matière de santé, qu'il s'agisse de thérapeutique ou de diagnostic, sont grandes, et il apparaît évident que les crédits vont se multiplier sur ces aspects-là, comme cela a déjà commencé. Par exemple, l'ANR, dans son plan d'action 2015, fait une place importante à la recherche translationnelle. Elle entend par là financer des projets en aval des projets de recherche exploratoire menés dans les laboratoires, et en amont des recherches cliniques soutenues par le Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC) de la DGOS (Direction Générale de l'Offre de Soins, Ministère de la santé). Ainsi, l'objectif est de soutenir des projets collaboratifs concernant des questions scientifiques situées à l'interface entre la recherche fondamentale et la recherche clinique. L'ANR met là encore en avant le *« décloisonnement »* souhaité *« de l'amont et de l'aval »*[425].

Toutefois, le recul des industriels (Chaskiel, 2014) ne peut être considéré comme le seul fait d'une législation contraignante qui s'annonce.

« Dans l'industrie y a eu une vague, une mode du « nano » et puis j'ai l'impression qu'on se rend un peu compte que finalement, dans bien des cas on arrive à faire presqu'aussi bien sans « nanos », en mettant des particules un peu plus grosses. Donc on va rester sur les particules un peu plus grosses et on fera des toutes petites particules que si vraiment il y a un intérêt, et c'est pas toujours le cas »[426].

En revanche, l'utilisation des « nanos » pour le domaine médical apporte réellement un avantage, l'attrait de nombreux chercheurs, physiciens ou chimistes, pour le rapprochement avec la biologie ne vient pas uniquement du fait que des crédits soient accordés à ce secteur, il vient également de perspectives d'applications très intéressantes. Les spécialistes des « nanos » sont ainsi enthousiasmés par la perspective d'apporter une plus-value dans le domaine médical, qu'il s'agisse de diagnostic ou de thérapie. On pourrait alors rapprocher ces chercheurs-entrepreneurs du profil des « Janus » (Lamy et Shinn, 2006), qui peut se

[424] *Ibid.*
[425] ANR, Plan d'action 2015 et appel à projets générique, p.53.
[426] Entretien avec un chercheur, chimiste, cofondateur d'une société, 27.05.2014.

définir, selon les auteurs, par une *« articulation raisonnée des pratiques scientifiques et entrepreneuriales »*.

L'utilisation des micro-nanotechnologies dans le secteur de la santé ouvre de nouvelles perspectives. Dans le secteur de la médecine, l'utilisation des micro-nanotechnologies s'étend du diagnostic précoce à la thérapie ciblée (vectorisation de médicaments). Ainsi, ces progrès susceptibles d'être apportés par les micro-nanotechnologies ouvrent la voie à la « médecine personnalisée ».

> *« [Cette] nouvelle forme de médecine […] prend en compte notre singularité biologique révélée finement par les nouvelles technologies aux confins de la génomique, de la biologie cellulaire et du traitement massif de données [et] serait rendue possible notamment par la conjonction entre les biotechnologies et les technologies de l'information et des communications »* (Picard, 2014).

Cependant, à la différence de l'enthousiasme qu'a témoigné le secteur industriel au début des années 2000 pour les « nanos », on peut noter une certaine « frilosité » lorsqu'il s'agit de transférer les résultats de ce genre de recherche pour une application en matière de santé. Ainsi, les travaux de recherche sont nombreux mais ne se traduisent pas forcément par de l'innovation s'ils ne trouvent pas l'argent nécessaire ou, en premier lieu, une volonté du côté industriel ou médical d'investir dans ces nouvelles technologies.

La thématisation publique des risques « nano » (Suraud, 2011; Chaskiel, 2014) fait peser une pression sur les industriels quant à un possible rejet de la part de la société civile des objets « nanos ». Ensuite, le possible avènement d'une médecine « personnalisée », ou « individualisée », fait apparaître plusieurs problématiques : d'abord celle du rapport bénéfices/risques ; ensuite l'effet sur la relation entre le médecin et le patient ; enfin la difficulté à amortir le coût de traitements ou médicaments destinés à de petits groupes de patients, qui entraînera une remise en question du système socio-économique de santé. L'activité des professionnels de santé, en particulier, sera profondément transformée par ce modèle, s'il se développe. *« Il faudra gérer, prendre en compte, annoncer les résultats d'analyses nouvelles dans des délais courts, voire immédiatement, avec une dimension prédictive forte dont l'accueil par le patient sera différenciée et potentiellement problématique »* (Picard, 2014). En outre, la place nouvelle des biologistes dans le parcours de soins en temps réel et l'imbrication étroite de la clinique et de la recherche (tests de nouveaux traitements pour les cas résistants aux traitements actuels) *« constituent un autre changement de paradigme, avec des conséquences éthiques et réglementaires importantes »* (*Ibid.*). Or, on peut d'ores et déjà avancer que l'appropriation de cette nouvelle approche par les professionnels de santé, leur maîtrise des techniques

associées et l'adaptation aux transformations induites sur la relation aux patients ne vont pas de soi.

Toutefois, les problématiques du diagnostic précoce et de la thérapeutique ne relèvent pas des mêmes enjeux. D'abord parce que les contraintes réglementaires ne sont pas les mêmes. Ensuite, parce que les outils de diagnostic développés par les physiciens et les ingénieurs, qui sont structurés à l'échelle micro ou nanométriques, ne posent pas les mêmes questions en termes de risques pour la santé que des nanoparticules qui seraient injectées dans le corps pour la vectorisation de médicaments ou l'hyperthermie.

Prenons l'exemple d'une *start-up* qui développe des nanoparticules à visée thérapeutique, principalement anticancéreuse. Le principe de l'utilisation de nanoparticules à visée thérapeutique, ou de diagnostic, est de cibler les cellules cancéreuses en épargnant les cellules saines. Ainsi, ses nanoparticules ont plusieurs applications : médicaments, vectorisation de molécules, action physique (hyperthermie par exemple), diagnostic (nanosondes, systèmes de diagnostic miniaturisés), adjuvants pour vaccins. Aujourd'hui la société vit grâce à la commercialisation de vaccins anti-tumoraux pour le marché vétérinaire. La prochaine étape est de passer aux vaccins à base de nanoparticules pour l'humain. Mais les freins sont nombreux car mettre sur le marché un nouveau médicament est très difficile, les autorisations sont très coûteuses. Il s'agit d'une étape impossible à réaliser pour une petite société ou une *start-up*. Aussi, il est plus facile de se tourner vers la mise au point et le développement de dispositifs médicaux (*medical device*), qui sont des agents d'action physique, à la différence d'un médicament qui agit sur le métabolisme.

En particulier, l'utilisation de nanoparticules pour l'hyperthermie est très intéressante et prometteuse. Le principe de l'hyperthermie est basé sur le fait que les cellules cancéreuses sont plus sensibles que les cellules saines à l'élévation de température. Donc l'idée consiste à injecter dans l'organisme un matériau, qui va être chauffé de l'extérieur, par un champ magnétique par exemple, dont la température va être contrôlée et élevée localement et pendant un certain temps, au niveau d'une tumeur, afin de venir fragiliser voire détruire les cellules tumorales uniquement, sans atteindre les cellules saines. Cette technique est non invasive, puisque cela évite de « traiter » l'organisme entier, et elle présente des avantages par rapport à des techniques actuelles comme la chimiothérapie[427].

Cette technique ne s'est pas développée en France faute d'investissement des hôpitaux qui n'ont pas voulu, ou pu, investir pour l'achat de tels instruments de chauffe, très coûteux. Par ailleurs, les laboratoires pharmaceutiques pèsent lourdement au niveau décisionnel et sur les organismes de régulation concernant le processus d'évolution des thérapies

[427] Pour une présentation des modes de traitements du cancer, dont la chimiothérapie, voir Tubiana, 2003, pp.95-117.

(Navarro, 2009). Or, les dispositifs médicaux peuvent apparaître comme une concurrence à certains médicaments. La tendance va aujourd'hui dans le sens d'une réglementation de plus en plus stricte pour les dispositifs médicaux. De plus, dans un contexte politique de maîtrise des dépenses de santé, ce type de développement n'est pas une priorité.

8.1.1 Le passage difficile de la recherche en laboratoire à la recherche clinique

Les freins ne se situent pas seulement au niveau de la réglementation ou du manque d'investissement. La collaboration entre chercheurs et cliniciens n'est pas forcément aisée à mettre en place, ce qui est aussi vrai des collaborations avec des industriels dans le domaine de la santé. Et les financements non plus ne sont pas toujours faciles à obtenir, même dans un domaine fortement soutenu comme les « nanos ».

Un chimiste spécialiste des nanotubes de carbone (NTC) que nous avons rencontré souligne ces difficultés. Il a commencé à travailler sur les NTC à la fin des années 1990. Rattaché à un laboratoire spécialiste de l'étude des matériaux, labellisé Institut Carnot, les collaborations industrielles sont nombreuses, principalement avec des industriels de la micro- nanoélectronique et de l'aérospatiale. Il a eu quelques partenariats industriels, sur l'utilisation de NTC pour la nanoélectronique notamment. Assez rapidement il s'est intéressé aux questions de toxicité des NTC ainsi que leurs effets environnementaux. Il a obtenu la première ANR en France sur la toxicité des NTC, en collaboration avec un laboratoire d'écologie, un laboratoire commun a aussi été créé avec l'industriel Arkema, premier producteur français de NTC. Depuis quelques années, il s'intéresse aux applications biomédicales des NTC (hyperthermie, imagerie, capteurs), au travers de collaborations avec des biologistes, des neurologues et des physiciens et technologues du « labo SI ». D'abord il constate aujourd'hui que la thématique des NTC est beaucoup moins soutenue qu'au début des années 2000 au niveau des programmes de recherche, européens ou nationaux, la mode étant davantage sur le graphène depuis le prix Nobel de physique de 2010[428]. Ensuite, il est difficile pour ce chercheur de trouver des collaborations industrielles sur sa thématique, ce qui est un problème pour répondre à certains appels à projets.

[428] Le graphène est un matériau constitué d'une seule couche d'atomes de carbone, et il possède des propriétés remarquables en termes de conductivité électrique notamment. Les deux chercheurs à l'origine de la découverte du graphène, Andre Geim et Konstantin Novoselov, ont obtenu le prix Nobel de physique en 2010.

« Les contrats Région j'en ai rarement, pour une raison qui est liée aux thématiques sur lesquelles je travaille. Les nanotubes de carbone ça n'intéresse pas les industriels français. Mis à part Airbus pour les revêtements composites, mais pour les aspects biomédicaux ou autres, et encore Airbus c'est récent »[429].

Ce chercheur a travaillé sur un projet visant à faire croître des neurones à l'aide de NTC (projet de nano-ingénierie présenté au point 7.1.1). Afin de pouvoir suivre les NTC implantés dans les cerveaux de rats, par IRM, ils ont été remplis avec un métal particulier, et ainsi ont été obtenus des agents de contraste nettement plus performants que les agents de contraste existants. Toutefois, ce projet n'a pas pu avancer faute de financements, bien qu'il ait été présenté à plusieurs appels d'offre. Il apparaît difficile de trouver des financements pour les applications biomédicales des NTC, l'aspect toxicité étant régulièrement avancé.

« Maintenant en gros, en caricaturant, à chaque fois qu'on propose un sujet sur les NTC on nous dit « mais c'est toxique les NTC » »[430].

De même, ce chimiste travaille aujourd'hui sur un autre projet, en collaboration avec un laboratoire de biologie, sur des patchs à base de NTC pour une application santé. Ce projet n'a pas été retenu pour un financement par la Région au motif de la toxicité des NTC. Celui-ci est pourtant un spécialiste de la toxicité des NTC puisqu'il travaille sur ce sujet depuis plusieurs années.

« Si la personne avait fait correctement son travail elle aurait vu que j'avais déjà publié quinze articles sur la toxicité des NTC. Donc recaler le projet en disant que la toxicité n'était pas prise en compte ça n'avait aucun sens... »[431].

Le projet a été redéposé l'année suivante, et accepté, parce que le porteur de projet a insisté sur ses travaux réalisés sur les aspects de toxicité. Toutefois, cet exemple illustre l'existence de freins quant au développement et à l'utilisation de NTC – et des nanoparticules en général - dans le domaine biomédical. Ce chercheur travaille sur d'autres applications des NTC en matière de santé, par exemple des capteurs, en collaboration avec le « labo SI ». En effet, la grande sensibilité de ces nanoparticules ouvre des pistes intéressantes en matière de détection.

Toutefois, si les NTC, dans ce cas, ou d'autres nanoparticules, laissent entrevoir des utilisations intéressantes dans le domaine biomédical, la question se pose pour l'instant de

[429] Entretien avec un chercheur, chimiste, 01.03.2012.
[430] Entretien avec un chercheur, chimiste, 28.05.2014.
[431] *Ibid.*

la capacité à intéresser le secteur industriel ou médical et il convient pour l'instant d'attendre afin de voir si les avancées des chercheurs parviendront à sortir des laboratoires. Les freins semblent encore nombreux tant du côté industriel que du côté sociétal, le premier étant une conséquence du second.

> *« Les thématiques dans le domaine du biomédical, avant d'arriver à accrocher un industriel pour participer à un projet Région…par l'intermédiaire de nos collègues neurologues de Purpan on est en relation avec Sanofi. Mais on n'a pas de contrat, on travaille comme ça, on fait des petits tests mais y a pas de financement. On a postulé à l'ANR au dernier appel d'offre, avec Sanofi justement et c'est pas passé »*[432].

La recherche clinique est définie par l'AERES comme *« une recherche médicale qui vise à expérimenter de nouveaux traitements ou de nouvelles techniques »* (2014). Elle est très différente de la recherche en laboratoire, en premier lieu parce qu'elle est pratiquée sur des êtres humains. Sa pratique est fortement encadrée et réglementée[433], elle est basée sur des protocoles précis et standardisés. Cette différence de pratiques entre chercheurs et cliniciens rend la collaboration difficile à mettre en place.

> *« Le fait que chacun dans nos spécialités on arrive à un degré d'expertise telle qu'il y a des normes, des règles à respecter, des trucs hyper précis, hyper contraignants, mixer des trucs très compliqués, ça décuple la complexité d'organisation »*[434].

Un médecin, interne en chirurgie et en stage au « labo SI » (cf. 7.1.4), souligne la différence d'organisation entre ce laboratoire et le manque d'organisation et de moyens techniques pour ce qui est de la recherche à l'hôpital. Par exemple, il mentionne le fait qu'il n'y ait pas de bases de données permettant d'accéder aux informations sur les patients, leurs traitements, leurs opérations de chirurgie, *etc.*, ce qui rend le travail de recherche extrêmement fastidieux. Ensuite, il souligne que l'activité de recherche pour un médecin relève d'une volonté propre et constitue une activité annexe à sa principale activité qui est de soigner des patients. Ainsi la collaboration entre chercheurs et cliniciens, tout comme le passage de la recherche en laboratoire à la recherche clinique sont des points qui devront faire l'objet d'un intérêt particulier en ce qui concerne le développement et les potentielles applications des « nanobio ».

---

[432] Entretien avec un chercheur, chimiste, 01.03.2012.
[433]Code de la santé publique, Version consolidée au 18 avril 2015, Titre II « recherches biomédicales » sur http://legifrance.gouv.fr/
[434] Entretien avec un médecin, interne, stagiaire au « labo SI », 16.04.2014.

8.1.2 Les exigences des chercheurs face aux partenariats industriels

Bien qu'incités à augmenter la part de leurs partenariats industriels par les appels à projets, les chercheurs n'en abandonnent pas moins leurs propres exigences à l'heure de s'engager dans ce type de partenariats. Qu'ils y soient contraints ou qu'ils s'y engagent de leur propre volonté, ils ne sont pas prêts à accepter de travailler avec un partenaire industriel à n'importe quel prix.

Certains connaissent des expériences infructueuses, que ce soit avec des industriels importants ou avec des *start-up*s. Nous avons rencontré un chercheur dans le « labo SI », impliqué dans un projet interdisciplinaire avec un industriel pharmaceutique de la région, soutenu par la Région Midi-Pyrénées. L'objectif du projet était de parvenir à analyser la production de molécules antioxydantes à la surface de la peau. L'industriel en question était intéressé éventuellement par le diagnostic de maladies mais aussi par la fabrication de produits cosmétiques, comme les crèmes solaires par exemple. Il souhaitait donc obtenir un capteur pour analyser directement la peau. Cette collaboration a donné lieu à plusieurs financements de thèses par l'industriel. L'équipe de Sciences de l'ingénieur a mis au point un capteur qu'il suffit de plaquer sur la peau, les résultats étant récoltés par un ordinateur connecté. Ils ont donc développé cette technologie de microcapteurs électrochimiques, en collaboration avec un laboratoire de génie chimique et l'industriel en question pour mettre au point des procédés de fabrication collective, en grande série, reproductibles et à faibles coûts, afin d'avoir des capteurs industrialisables. L'industriel travaillait avec le laboratoire de chimie depuis six ans sur cette problématique quand l'équipe de Sciences de l'ingénieur a rejoint le projet sur la partie purement technologique de mise au point des capteurs. Ils ont travaillé sur ce projet pendant trois ans et ont obtenu des résultats intéressants, c'est-à-dire un capteur fonctionnel capable de mesurer l'état électrochimique de la peau par simple contact. Mais l'industriel retire alors son soutien au projet, ne souhaitant pas financer le transfert industriel. Il s'agit donc pour les partenaires académiques du projet, s'ils souhaitent continuer, de trouver un autre partenaire, une PME qui serait prête à se lancer dans le transfert industriel.

« J'ai bien compris le message à un moment donné là maintenant c'est du développement, ils savent qu'il y aura de l'argent à investir et donc ils ont dit « il faut trouver juste une start-up pour travailler ». Donc nous on avait travaillé trois ans et demi, à peu près, le [laboratoire de chimie partenaire] près de 9 ans, puisqu'y avait eu une thèse, un post-doc en suivant, plus le transfert et toute la réalisation ici, et on a eu l'impression que quand on avait les premiers résultats et que c'était maintenant à [l'industriel partenaire] de prendre l'objet de recherche, et de dire "ok, combien je mets", ils ont dit "nous on est utilisateur final, faut que vous trouviez un partenaire industriel" »[435].

Toutes les expériences ne sont pas négatives, certaines se révèlent très intéressantes pour les chercheurs, les problèmes posés par les industriels les amènent à avancer dans leurs problématiques de recherche. Dans un contexte politique qui incite au financement de la recherche par le secteur privé, les collaborations industrielles sont une source de financement intéressante pour les laboratoires publics.

« Les entreprises vont chercher l'argent, pour faire quelque chose, et sous-traitent finalement aux labo de recherche. Bon avec ST [Microelctronics] c'est le cas, on a un gros projet et où on est finalement leur sous-traitant. Mais nous on fait toute la recherche. Sous-traitant ça veut pas dire, on fait de la recherche fondamentale avec ça. Mais on fait la recherche qu'eux peuvent pas faire, veulent pas faire »[436].

Les laboratoires qui nouent des contrats de collaboration avec des entreprises privées ne renoncent pas pour autant à leur activité de production de connaissances.

« On fait tous [dans le laboratoire] de la recherche purement fondamentale et on fait tous de l'application réelle. Aucun de nous ne fait de la recherche appliquée. C'est très différent »[437].

La nécessité de trouver des financements ne conduit pas les équipes de recherche académique à accepter n'importe quel type de collaborations.

---

[435] Entretien avec un chercheur, microélectronicien, 10.04.2014.
[436] Entretien avec un chercheur, chimiste, 02.05.2012.
[437] *Ibid.*

« Le partenariat industriel […] ce que ça ne doit pas être c'est de la sous-traitance mais au sens où on va faire quelque chose que l'industriel pourrait faire mais qu'il pense qu'on peut le faire moins cher au CNRS. Il y a énormément de projets, dits de « collaboration industrielle », qui sont ça. Quand on a travaillé avec Motorola, ils nous ont posé des problèmes fondamentaux. Ils se demandaient si ça servait à quelque chose ces nanoparticules, nous on a été obligés de se creuser la cervelle pour faire de la recherche fondamentale et arriver à des objets qui sont…donc ça nous a stimulé, je sais pas si on aurait progressé aussi vite sans avoir, pas la contrainte industrielle, mais le problème, la stimulation »[438].

Ainsi, les partenariats industriels ne sont pas nécessairement vécus comme une contrainte par les chercheurs, ils peuvent présenter des opportunités intéressantes pour les laboratoires de travailler sur des questions fondamentales, nécessaires, en retour, pour faire avancer des questions d'ordre plus technologiques. Pour ce chercheur, la collaboration industrielle est acceptée dans la mesure où elle est intéressante en termes de recherche et qu'elle ne profite pas uniquement au partenaire industriel.

« On n'est pas là pour remplacer le service de recherche d'une entreprise. Sanofi par exemple, ferme ses labos de recherche et fait faire l'essentiel de sa recherche appliquée dans des labos du CNRS. Sanofi est venu nous trouver, ils ont dit « ça nous intéresse ces particules magnétiques en biologie », très bien. "Est-ce que vous pouvez nous en faire, est ce qu'on peut faire un programme ensemble ?", très bien. L'idée c'était qu'eux avaient un mec qui était là, relations publiques, nous on montait le programme avec des collègues de Saclay, on montait l'appel d'offre donc on a rédigé des trucs, les idées et tout, eux faisaient du lobbying pour qu'on ait notre projet et ils récupéraient la propriété intellectuelle […] Le monsieur a pris la porte, j'ai été poli mais enfin, il a pris la porte quand même »[439]

Les laboratoires académiques se montrent réticents à « brader » leur activité au profit d'entreprises privées, fortement soutenues au niveau politique, à travers le dispositif du Crédit d'impôt recherche[440] par exemple.

---

[438] *Ibid.*

[439] *Ibid.*

[440] Le Crédit d'impôt recherche est un dispositif qui permet aux entreprises de déduire de leurs impôts les dépenses engagées en matière de recherche fondamentale et de développement expérimental. Il représente 5,5 milliards d'euros annuels bénéficiant à plus de 15 000 entreprises de toutes tailles. Source : *Le Monde*, « Crédit impôt recherche : un rapport passé sous silence », 10.06.2015.

« Il y a des PME qui ont des objectifs très appliqués mais ça peut être marrant de travailler sur un objectif très appliqué pour faire un produit, donc on est plus ouverts…mais pour les grosses boites ça doit être un partenariat équilibré et respectueux de chaque partenaire »[441].

Ce que les chercheurs notent majoritairement aujourd'hui, c'est que les industriels sont réticents à financer des projets « risqués ». Aussi, les équipes qui ont des projets innovants sont amenées de plus en plus à proposer un démonstrateur, ou un prototype pour pouvoir intéresser un industriel. Les chercheurs sont même parfois appelés à faire eux-mêmes, en interne, des études de marché. Cela est arrivé à un chercheur et son équipe dans un laboratoire de chimie toulousain. Dans son cas, la Région a apporté une aide en finançant, à travers ses appels à projets, un salaire pour un post-doctorant, afin de réaliser un démonstrateur censé déboucher sur un contrat industriel, et en finançant également une étude de marché. Suite à ce projet, l'équipe a obtenu un contrat industriel, avec qui elle en est aujourd'hui à son troisième partenariat[442]. Mais une telle configuration démontre là aussi qu'obtenir un partenariat industriel demande un effort et une volonté de la part des chercheurs du secteur public.

8.1.3 Du chercheur à l'entrepreneur : la création de start-ups

Les chercheurs dans les laboratoires académiques sont aujourd'hui « incités » à créer des *start-up*s[443]. En effet, pour répondre au problème identifié par la sphère politique des potentielles innovations qui ne sortent pas des laboratoires faute de financeurs industriels, le système politique pousse les chercheurs à valoriser eux-mêmes les résultats de leurs recherches. Nous ne prétendons pas ici faire une analyse détaillée des multiples raisons qui motivent les chercheurs à se lancer dans la création d'une *start-up*. Nous référons pour cela à l'étude complète de E. Lamy et T. Shinn sur les formes d'engagement entrepreneurial des chercheurs en France (Lamy et Shinn, 2006), ou encore à celle de M. Grossetti et J.F. Barthe sur la dynamique des réseaux interpersonnels et des organisations dans les créations d'entreprises, et en particulier l'implication des chercheurs du secteur public (Grossetti et Barthe, 2008). Toutefois, nous pensons que des exemples tirés de notre terrain peuvent apporter un complément d'information sur les raisons de cet engagement.

---

441 Entretien avec un chercheur, chimiste, 02.05.2012.
442 Entretien avec un chercheur, physicien dans un laboratoire de chimie, 02.03.2012.
443 Article 25-1 de la Loi n°99-587 du 12 juillet 1999 sur l'innovation et la recherche.

8.1.3.1 Pallier au manque de financement pour le développement technologique

Nous avons rencontré un chercheur, chimiste, qui a décidé de créer une *start-up* – en réalité la deuxième de sa carrière - pour faire face à la pénurie de financement. Il travaille dans un laboratoire de recherche plutôt fondamentale, qui regroupe des physiciens et des chimistes. Dans les années 2000, au moment de la « mode nano », son équipe commence à travailler sur ce qui est désormais nommé « nanoparticules », bien que l'objet de recherche n'ait pas changé.

Ce même chercheur avait déjà créé une *start-up* en 2008 – une spin-off – avec un collègue, jeune docteur (8.1). Quelques années plus tard, l'équipe s'est tournée vers l'utilisation des propriétés optiques, en particulier de luminescence, de nanoparticules pour des applications en biologie, plus précisément en imagerie médicale.

Il s'agit de « marquer » une tumeur, par exemple, c'est-à-dire de lui accrocher une nanoparticule fluorescente, qui va permettre d'améliorer l'image IRM ou scanner. Il a créé une nouvelle *start-up*, *« pour essayer de trouver des financements pour aller plus loin »*. Son projet se trouve actuellement dans le fameux « gap », souvent décrit par les chercheurs, entre recherche et développement technologique. Le projet nécessite de lever des fonds, à hauteur de 10 millions d'euros, pour faire les études de toxicité. Les nanoparticules ont été testées sur des souris, mais le passage à l'homme nécessite des études de biodistribution, qui consistent à injecter les particules dans la circulation sanguine et à les suivre pour savoir où elles vont, sur plusieurs semaines ou plusieurs mois, et identifier leurs effets sur l'animal, d'abord la souris, puis le porc par exemple. Or, cette partie-là n'est pas financée facilement car non considérée comme de la recherche. Dans tous les cas, elle est trop en aval pour les financements dédiés à la recherche. De plus, cette partie d'étude de toxicité ne se fait pas dans les laboratoires de recherche académiques mais par des organismes accrédités, qui sont des entreprises de biotechnologies, dont les essais normalisés coûtent extrêmement chers.

La création d'une *start-up* ne se fait pas pour ce chercheur dans le but de réorienter sa carrière, au contraire, bien souvent les chercheurs décident de créer une *start-up* dans le but d'aller plus loin dans le développement du projet, l'objectif étant à terme de « passer le relai » à un autre.

« C'est juste pour essayer de combler ce trou qu'il y a entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, c'est un problème qui est connu en France depuis très longtemps, quand ça sort des labos c'est pas encore prêt pour passer à l'industrie et côté industriel quand ça sort des labos c'est encore trop amont […]si vous pouvez trouver un industriel qui est intéressé pour prendre le projet à la sortie du laboratoire et s'en occuper c'est l'idéal, mais c'est pas facile parce qu'en général les industriels, et c'était le cas ici, ils considèrent que le projet est encore trop amont et trop risqué »[444].

Ainsi ce chercheur a choisi de créer une *start-up* pour continuer à développer son projet, mais en même temps ce choix s'est en quelque sorte imposé du fait de la difficulté à trouver des financements. La *start-up* peut alors être mise en avant dans les réponses aux appels à projets en tant que partenaire du secteur privé et ainsi ouvrir la porte à des financements inaccessibles autrement.

8.1.3.2 La *start-up*, partenaire privilégié pour la réponse aux appels à projets

Toutefois, comme dans le cas de collaborations infructueuses avec des partenaires industriels, les collaborations avec une s*tart-up* peuvent aussi s'avérer décevantes. Un chercheur du « labo SI » (8.1.2) a mené un projet interdisciplinaire en collaboration avec une équipe de biologie de l'Inserm et une *start-up* qui avait été créée par un chercheur de cette dernière équipe. Selon lui, la *start-up* ne s'est pas investie dans le projet, ce qui lui fait dire que pour les *start-up*s, apparaître dans un projet de recherche en tant que partenaire peut n'être qu'un bon moyen d'obtenir des financements. Dans certains cas, les partenariats recherche-secteur industriel mis en avant dans les réponses aux appels à projets peuvent s'avérer « artificiels ».

« Finalement c'est compliqué pour les Start-ups et le fait d'être dans ces projets là ça leur permet de récupérer un peu d'argent sans avoir grand-chose à faire »[445].

Réciproquement, afficher une *start-up* comme partenaire dans un projet de recherche peut, nous l'avons vu, s'avérer utile pour les partenaires académiques afin d'accéder à des financements. Dans l'exemple des deux *start-up*s créées par le chimiste dont nous avons parlé plus haut, ou bien de la *start-up* « X » (cf. 6.1.3.1), c'est un lien privilégié entre la *Start-up* et l'équipe de recherche dont elle est issue qui se met en place et une telle collaboration permet alors un accès plus aisé aux appels à projets, bénéficiant à la fois à la *start-up* et à l'équipe académique. Le laboratoire n'a pas besoin de chercher à nouer des collaborations

[444] Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.
[445] Entretien avec un chercheur, microélectronicien, 10.04.2014.

avec un industriel extérieur et peut ainsi s'appuyer sur la collaboration avec la *start-up* pour répondre aux appels à projets, en particulier régionaux. Quant à la *start-up*, ce genre d'appel à projets lui permet aussi de récupérer des subventions, et la collaboration avec le laboratoire académique lui permet de continuer à développer son produit. Parfois aussi cette collaboration se concrétise par l'emploi d'un doctorant en thèse Cifre, qui travaille ainsi à la fois pour le laboratoire et pour la *start-up*, comme nous l'avons vu avec l'exemple de la doctorante sur le projet Biopuces (cf. 7.2.2).

Aussi, la création d'une spin-off se révèle d'un intérêt évident pour les chercheurs, même s'il nous paraît clair que ce ne sont pas ces conséquences-là qui constituent la motivation des chercheurs académiques qui se lancent dans la création d'une entreprise (Lamy et Shinn, 2006). Mais, dans un contexte où il est difficile, nous l'avons vu, pour les équipes de recherche académiques, de nouer des collaborations avec le secteur industriel, cet avantage qui apparaît *a posteriori* ne peut être négligé. Cette situation répond en outre à une grande préoccupation des académiques qui est de ne pas se retrouver dans une collaboration dans laquelle ils se retrouveraient en position de sous-traitant, mais qui soit profitable aux deux partenaires. Toutefois, si cette forme d' « essaimage académique » est en augmentation depuis les années 2000 (Lamy et Shinn, 2006), elle ne signifie pas une transformation de l'identité des chercheurs académiques comme le suggère la théorie du « Mode 2 » (Nowotny *et al.*, 2003) des auteurs de la *New Production of Knowledge* (Gibbons *et al.*, 1994).

Toutefois, il est encore trop tôt pour dire si ces *start-up*s rempliront leur rôle, à savoir favoriser le développement technologique afin d'arriver à des produits commercialisables qui, à ce moment-là, intéresseront éventuellement un industriel. Il apparaît évident que la collaboration entre recherche publique et secteur privé ne suffit pas à assurer le développement technologique d'une innovation, avec la création d'emploi et le développement économique qui l'accompagne. Comme l'ont montré Dodet, Lazar et Papon, l'innovation relève d'une dynamique différente du seul processus de R&D (Dodet, Lazar et Papon, 1998, p.8).

8.1.4 L'évolution de l'offre de formation : un indicateur des débouchés pour les « nanobio »

On retrouve la question du manque de débouchés des « nanobio » au niveau de la formation des étudiants. Les enjeux et les préoccupations quant à la formation des étudiants ne sont pas les mêmes à l'université ou dans des les écoles d'ingénieurs. Il peut être éclairant, concernant les débouchés des « nanobio », de voir comment une école comme l'Insa Toulouse, qui forme des ingénieurs, intègre les « nanos » appliquées à la santé dans son

offre d'enseignement[446]. L'Insa, de par son objectif appliqué, est particulièrement sensible à la question des débouchés pour les jeunes diplômés.

Un laboratoire interdisciplinaire physique-chimie a été créé il y a quelques années sur la thématique des nano-objets (CNRS, Insa, UPS). Comme nous l'avons évoqué plus haut, créer des structures interdisciplinaires n'est pas facile, et les fondateurs du laboratoire ont rencontré des difficultés du fait du cloisonnement de la recherche en disciplines, organisées au niveau institutionnel en instituts et sections. Toutefois, la création d'un tel laboratoire a été possible, au motif, selon les créateurs du laboratoire, du nécessaire rapprochement entre la physique et la chimie lorsqu'il s'agit de travailler sur des objets réduits dans les trois dimensions. L'institution peut alors accompagner la nécessité scientifique. Des postes à l'interface physique-chimie ont été créés. Le potentiel des « nanos », parmi les priorités de la politique de recherche à ce moment-là, a ici contribué à cette ouverture interdisciplinaire.

Dans un même mouvement, des enseignants-chercheurs impliqués dans des projets de recherche sur les « nanobio » ont mis en avant la nécessité de renforcer le profil d'enseignement à l'interface physique-chimie-biologie, en prévision d'un marché en expansion autour de ces thématiques. Or, l'Insa Toulouse a pour l'instant choisi de ne pas suivre cette voie, pour des raisons de débouchés pour les étudiants. En effet, pour une école d'ingénieur, les débouchés pour les étudiants sont aussi importants que l'activité de recherche des enseignants-chercheurs, ce qui constitue une différence par rapport à l'université.

L'Insa Toulouse forme environ cinq cent diplômés par an. Selon une enquête sur les jeunes diplômés de 2012, 54% des étudiants de l'Insa Toulouse ont signé un contrat de travail en 2012 avant même d'être diplômés. 45% des jeunes ingénieurs ont commencé leur carrière dans une structure de plus de 5000 salariés. A eux seuls, trois secteurs majeurs ont recruté plus de 60% de la promotion : l'aéronautique, le bâtiment et les travaux publics, les sociétés de conseil et de services informatiques. Au premier trimestre 2013, 84% des diplômés de 2012 étaient en activité professionnelle (dont 11% en thèse)[447]. Sur la base d'un cursus en cinq ans, l'Insa Toulouse délivre chaque année 450 diplômes d'ingénieurs, 100 diplômes de master de recherche et master spécialisés et 50 diplômes de doctorat.

[446] Nous avons pris l'exemple de l'Insa Toulouse parce que de nombreux chercheurs que nous avons interrogés sont enseignants dans cette école.
[447] Enquête jeunes diplômés, Insa Toulouse, 2013.

Ainsi avant d'ouvrir une nouvelle filière, ou un nouveau diplôme, l'Insa évalue le potentiel d'embauche. Or, celui-ci apparaît très faible en ce qui concerne la spécialité des « nanobio ».

> *« On a regardé un peu le marché de l'emploi, et bon on a dit, ok pour mettre quelques enseignements, […] on va voir, si ça se développe on montera en puissance. On a regardé, on a fait le bilan y a quelques mois des embauches de nos étudiants sur 4 ans, [en nanobio] y a quelques thèses qui se font, ceux qui finissent les thèses, assez fréquemment ils intègrent des petites boites, quelques start-ups, on a quelques exemples un peu dans le domaine, je dirai biotech plus que nanobiotech, les « nanos » sont pas forcément toujours en avant, mais en embauches directes d'ingénieurs…rien »*[448].

Quant aux « nanos », tous les Insa n'ont pas choisi de créer des masters spécialisés. L'Insa Lyon et l'Insa Strasbourg ont créé des masters spécialisés, Master « micro et nanotechnologies » à Lyon et Master « matériaux et nanosciences » (MNS) à Strasbourg, lequel propose une spécialité « Ingénierie des matériaux et nanosciences » (IMN), à l'intérieur duquel est intégré un parcours spécifique « nanosciences et matériaux pour la santé ». Il serait fort intéressant de se pencher sur le parcours de ces diplômés à la sortie de leur formation pour savoir s'ils trouvent des débouchés en accord avec leur spécialisation.

L'Insa Toulouse en revanche, ne propose pas de master spécialisé et l'enseignement des « micro-nanotechnologies » s'inscrit dans la formation « Génie physique ». D'ailleurs, la question s'est posée au moment de la « mode nano » des années 2000 de renommer le département, pour plus de visibilité et pour profiter de l'engouement. Cela ne s'est pas fait car les enseignants-chercheurs du département ont trouvé qu'il s'agissait d'une initiative prématurée, à l'époque, et un vice-président du Conseil scientifique, membre du département, s'en félicite aujourd'hui : *« on a bien fait »*.

Les diplômés de la filière Génie Physique trouvent des débouchés principalement dans l'industrie microélectronique, pour ce qui est de la conception et de la fabrication de puces. Or, les débouchés aujourd'hui pour les étudiants formés aux « nanos », *« c'est les mêmes filières, c'est-à-dire la filière microélectronique a réduit les dimensions, alors ça se rapproche de plus en plus de la nanoélectronique parce que là on arrive à des dimensions de 20-25 nm, mais c'est les mêmes filières d'embauche, ceux qui faisaient du micron avant, ils font du nano maintenant, donc les grosses filières d'embauche c'est la micro et nanoélectronique »*[449]. Cela amène à poser la question de l'existence de débouchés pour les « nanos ». Loin d'éluder ce questionnement, la Commission des titres d'ingénieurs pointait en 2011 *le « risque encouru »* par la formation Génie physique de l'Insa

[448] Entretien avec un enseignant-chercheur de l'Insa Toulouse, 25.06.2014.
[449] *Ibid.*

Toulouse concernant le manque de débouchés : *« le secteur de la microélectronique peut présenter des instabilités d'emploi et le secteur des nanotechnologies est encore très versatile »*[450]. **À ce jour, il n'existe clairement pas de filière « nano » pourvoyeuse d'emplois, contrairement à tous les pronostics des programmes de recherche mondiaux et européens depuis les années 2000.**

8.2 Le désintérêt des sphères politique et industrielle pour certains sujets de recherche : l'exemple de la toxicité des nanoparticules

Nous avons pris l'exemple d'un chercheur qui avait orienté son activité de fabrication de nanoparticules vers des applications pour la biologie face à la difficulté grandissante à trouver des financements pour des applications « nanos » dans l'industrie. Ainsi il y a un mouvement des chercheurs – qui n'est pas propre à la France – qui perçoivent des recherches et des applications très intéressantes dans le domaine médical, et donc se tournent vers la biologie. Il s'agit là en grande partie d'une curiosité cognitive, mais aussi d'un besoin de se diversifier par la nécessité de trouver des financements. On peut dire que l'opportunité des financements oriente les choix des chercheurs puisqu'ils vont vers les sujets financés, c'est-à-dire définis comme prioritaires par les programmes de recherche. Comme le fait remarquer un chercheur, *« les appel à projets imposent le mouvement »*[451]. Ainsi le système accompagne, dans une large mesure il oriente, mais il ne peut rien imposer parce qu'il faut que les résultats suivent et viennent confirmer l'intérêt des questions mises en avant.

Dans le mouvement en cours de renforcement des enjeux politiques et économiques dans les orientations de la politique de recherche, le risque apparaît de voir s'installer une recherche à double vitesse : d'un côté ceux qui sont favorisés parce que déjà installés dans le mouvement défini comme prioritaire (interdisciplinarité, habitude de travailler avec le secteur industriel, etc.) profitent du renforcement de ces injonctions ; d'un autre côté, ceux qui se retrouvent « en retard » dans la réponse aux injonctions parce que leur travail et le type de recherche qu'ils mènent ne leur permettent pas de remplir les critères imposés par les nouvelles injonctions. Ces derniers se retrouvent désavantagés lorsqu'il s'agit de répondre aux appels à projets et contraints soit de réorienter leurs thématiques de recherche, soit de financer « en perruque » des projets de recherche fondamentale en recherchant par

[450] Commission des titres d'ingénieurs, « Avis n° 2011/05-03 relatif à l'habilitation de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (Insa Toulouse) à délivrer des titres d'ingénieur diplômé », 2011.
[451] Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.

ailleurs des contrats « alimentaires » (Barrier, 2011). Les thématiques de recherche dans les laboratoires ne sont pas imposées par les politiques de recherche. Ce sont les chercheurs qui en sont à l'origine. En revanche, ceux-ci peuvent trouver des difficultés à développer une thématique de recherche, faute de soutien financier et être incités à en développer d'autres par une offre de financement, comme l'illustre de manière exemplaire la thématique des « nanos ».

Le projet de nano-ingénierie (cf. 7.1.1) s'est poursuivi après la fin du travail de thèse de la doctorante. Le chimiste, spécialiste des NTC, et la spécialiste de neuro-imagerie n'ont cependant pas trouvé de financement conséquent. Ils ont postulé plusieurs fois aux appels à projets ANR mais sans jamais être retenus. Dans de tels cas, les projets se développent sur fonds propres, et des appels à projets de la Région ou de l'Université permettent de financer des bourses de thèse ou des post-doctorats. L'exemple de ce projet est une illustration de ce que les projets se développent en premier lieu sous l'impulsion des chercheurs. Leurs thématiques de recherche ne sont pas entièrement soumises aux injonctions politiques qui s'expriment à travers les appels à projets, bien qu'ils restent dépendants de subventions pour travailler.

Les études sur la toxicité et l'écotoxicité des nanoparticules ne résultent pas d'une dynamique impulsée par le système politique. Dans ce cas précis, celui-ci ne fait que suivre une impulsion qui part des chercheurs, d'une part, et de la pression sociétale, d'autre part, mais nous ne nous intéresserons pas à cet aspect dans le cadre de notre travail. En effet, la question de la pression sociétale dans le cas des « nanos » est un travail de recherche en soi déjà bien étudié (Suraud, 2011, 2013 ; Chaskiel, 2014). Nous mentionnerons ici deux exemples afin d'illustrer notre propos.

8.2.1 L'exemple d'un projet de dépollution de l'eau

Nous avons rencontré un chercheur spécialiste de génie chimique dans un laboratoire de l'Insa Toulouse. Il mène ses recherches dans le domaine de la dépollution de l'eau. Avec la montée de la thématique des « nanos » dans les années 2000, il décide de s'intéresser à la question de la dépollution des eaux contenant des nanoparticules. Il commence ses travaux grâce à des appels à projets de l'Insa et de la Région, puis il obtient un financement du CNRS sur un appel à projets interdisciplinaires pour lequel il collabore avec une équipe d'un autre laboratoire toulousain, spécialiste des nanoparticules. Ce financement s'accompagne d'une bourse qui lui permet d'embaucher une post-doctorante pendant deux ans. Dès le début du projet, la jeune chercheuse participe à quelques conférences dans lesquelles elle

vient présenter le projet, et elle se voit récompensée de plusieurs prix. L'obtention de ses prix permet à l'équipe de faire connaître ses travaux et s'avère une opportunité de postuler à un appel à projets de l'ANR, sur la thématique « écotechnologies et développement durable », en 2008. Ainsi, à aucun moment le projet de l'équipe n'a été financé dans le cadre d'appel à projets « nanos ». Le projet ANR regroupe plusieurs partenaires académiques, ainsi qu'une *start-up* toulousaine qui devrait commercialiser le procédé mis au point, une société fabriquant des nanoparticules, et une grande entreprise du traitement de l'eau, Suez. Dans sa demande de subvention à l'ANR, le responsable du projet précise qu'il s'agit d'une démarche innovante car elle tente de résoudre un problème qui n'est pas encore devenu aigu pour la santé publique ou pour l'environnement. Ainsi, plutôt que d'attendre que les risques liés aux nanoparticules soient scientifiquement démontrés, il préconise *« une démarche d'accompagnement du développement des nanotechnologies s'inscrivant modestement dans un objectif de développement durable nous paraît plus responsable »*. Il précise que *« le danger potentiel est tout de même clairement identifié par la communauté scientifique »*[452].

Les travaux de l'équipe s'appuient sur le principe de la flottation, qui consiste à utiliser la surface de microbilles d'air en ascension dans l'effluent à traiter pour capturer les particules. La flottation intervient comme technique de séparation solide-liquide dans le traitement de l'eau depuis les années 1960. L'équipe a ainsi pu mettre au point un procédé de dépollution des nanoparticules dans l'eau. Toutefois, l'absence de volonté politique freine le transfert d'un tel procédé vers l'industrie. L'implication d'un industriel comme Suez dans le projet ANR ne s'est pas pérennisé du fait de l'absence de contraintes politiques. Si aucun industriel ne s'intéresse à la mise au point d'un tel procédé, celui-ci ne peut se développer faute de financement. L'équipe a tout de même avancé d'un point de vue fondamental, sur des aspects de physico-chimie, en concentrant ses recherches sur la compréhension des mécanismes qui vont faire qu'une bulle va pouvoir attraper des nanoparticules. L'équipe a donc mis au point un procédé particulier basé sur la flottation adapté aux nanoparticules, mais n'a pas été jusqu'au transfert vers l'industrie, qui fait partie des missions traditionnelles du laboratoire.

[452] Document de soumission au programme ANR, « Procédés d'agrégation et de séparation des nanoparticules », document qui nous a été fourni par le porteur de projet.

« Je pense que de ce point de vue, dans le traitement de l'eau ça commence à être connu, même si je pense que s'il n'y a pas des normes ou des obligations rapidement ça risque de mourir par faute d'acteurs. Moi je vais pas porter ça à bout de bras si ça intéresse personne en termes d'applications »[453].

L'équipe ne trouve à ce moment-là aucun débouché pour le procédé mis au point. Le secteur industriel n'investit pas dans de tels procédés tant qu'il n'y est pas « forcé » par la réglementation, donc par le politique.

« Disons que l'État n'ayant pas bougé du point de vue réglementation par rapport aux rejets, il n'y a pas de spécification particulière, donc ils ne doivent pas voir un marché à court terme, voilà, je pense que c'est ça »[454].

8.2.2 L'exemple de la toxicité et de l'écotoxicité des NTC

Un chimiste spécialiste de NTC, dont nous avons déjà mentionné les travaux (cf. 7.1.1 ; 8.1.1), s'intéresse à la toxicité de ces nanoparticules dès le début des années 2000. Dans ce cadre il a noué des collaborations avec des biologistes et des toxicologues et écotoxicologues. Il ne répond à aucune incitation lorsqu'il commence à s'intéresser à la toxicité des NTC. Dans un premier temps, il prend contact avec des biologistes de l'université.

« Alors c'était assez intéressant d'ailleurs, moi je parlais le chimiste et eux ils parlaient le biologiste, et on ne se comprenait pas du tout en fait »[455].

La collaboration ne prend pas mais un biologiste oriente le chimiste vers un collègue d'une autre université, qui travaille à l'interface entre la biologie et les nanomatériaux.

« Et là on a commencé à faire les premiers tests de toxicité sur des cellules et puis après, une fois que j'ai pu commencer à avoir les premiers résultats, que j'ai pu sortir le premier article, moi ça m'était plus facile d'aller voir les biologistes, parce que je commençais un petit peu à savoir comment leur présenter les choses, je commençais aussi à comprendre ce qu'ils me disaient, je savais comment leur expliquer pour qu'ils comprennent un peu mieux et là, petit à petit, ça a démarré »[456].

Grâce aux premiers résultats obtenus, le chercheur est retenu et reçoit un financement ANR en 2007. Il coordonne alors un projet qui fait intervenir quatre laboratoires, dans le

---

[453] Entretien avec un chercheur, spécialiste de génie chimique, 15.01.2013.
[454] *Ibid.*
[455] Entretien avec un chercheur, chimiste, 01.03.2012.
[456] *Ibid.*

but d'étudier la toxicité des NTC, à la fois du côté de l'impact environnemental et du côté des effets sur la santé humaine. Un autre aspect du projet concerne la façon de rendre la synthèse des nanotubes plus propre. Il s'agit du premier projet ANR en France portant sur l'écotoxicité des NTC[457].

Toutefois, ce chercheur déplore la difficulté à continuer à travailler dans ce domaine, faute de financements. Malgré les conclusions du débat public (2009)[458] dans lesquelles le gouvernement insistait sur la nécessité de développer les recherches sur la toxicité des « nanos », cela ne s'est pas traduit par une augmentation des financements pour ce type de recherche, par exemple de la part de l'ANR. Ce chimiste a tenté plusieurs fois de présenter un projet à l'ANR sur la toxicité des NTC, mais il n'a plus jamais été retenu. Il continue cette activité par le biais de bourses de thèse et à travers un programme européen sur le graphène, mais plus directement sur les NTC. Un laboratoire commun avait été mis en place entre le laboratoire de chimie, un laboratoire d'écologie et l'industriel Arkema, premier producteur français de NTC, mais qui n'a pas perduré. Nous rejoignons ici la problématique de la dépollution de l'eau (cf. 8.2.1) : faute de contrainte politique, les industriels ne s'engagent pas dans la recherche sur la toxicité des nanoparticules. Nous rejoignons ici le constat fait par Ulrich Beck de *« l'aveuglement de l'économie face au risque »* (Beck, 2001, p.108).

8.3 La société civile, une orientation différente de la politique scientifique

En nous inspirant du modèle de Triple Hélice (Leydesdorff et Etzkowitz, 1997), nous avançons ici une bifurcation. Selon nous, les trois hélices au carrefour desquelles se construisent la science et l'innovation technologique sont le système (sphère politique et sphère économique), la société civile et les chercheurs. Contrairement à ce que laisse penser la Triple Hélice de Leydesdorff et Etzkowitz, le secteur industriel n'est pas indépendant de la sphère politique et guidé uniquement par des intérêts économiques. Il est aussi dépendant de la sphère politique qui impose des réglementations auxquelles il est contraint de se soumettre. L'exemple de la toxicité et de l'écotoxicité des nanoparticules est une bonne illustration de cette dépendance. Aujourd'hui, le secteur industriel n'a aucun intérêt à engager des dépenses concernant les aspects de pollution par des nanoparticules ou pour une meilleure connaissance de leurs effets sur la santé. En revanche, il y serait contraint si l'État décidait d'imposer une réglementation concernant les aspects sanitaires et

[457] http://www2.cnrs.fr/presse/communique/999.htm

[458] « Engagements du Gouvernement sur les suites à apporter au débat public relatif au développement et à la régulation des nanotechnologies », Communiqué interministériel, 27 octobre 2011.

environnementaux de ce type de particules. Ici, l'influence de la société civile est déterminante. En effet, c'est par la pression de la société civile que l'État décide de réglementations contraignantes pour le secteur industriel. Les effets de cette pression sont d'ores et déjà visibles dans le secteur des « nanos ». Le recul du secteur industriel sur l'utilisation des « nanos » est en partie le résultat de la pression sociétale dans le sens où une réglementation est en train de se mettre en place[459]. Ainsi la pression de la société civile, porteuse d'orientations qui peuvent se révéler en tension avec la politique scientifique, peut également se révéler un frein à l'expansion des intérêts économiques dans l'orientation de la politique scientifique.

En ce qui concerne les chercheurs, ils impulsent des thématiques de recherche qui ne sont pas toujours soutenues par le système politico-économique, comme nous l'avons vu dans le cas de la toxicité et de l'écotoxicité des nanoparticules. La limite de leur capacité à mener ce type de recherche se trouve au niveau des subventions dont ils ont besoin pour travailler.

[459] Au niveau européen, obligation pour les fabricants de cosmétiques d'indiquer dans la liste des ingrédients la présence de nanoparticules depuis juillet 2013 (« Règlement (CE) N° 1223/2009 du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques ») ; en France, déclaration obligatoire par les fabricants, distributeurs ou importateurs des usages de substances à l'état nanoparticulaire ainsi que les quantités annuelles produites, importées et distribuées sur le territoire français depuis le 1er janvier 2013 (dispositif R-Nano) (http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-declaration-des-nanomateriaux.htm); dispositif de surveillance EpiNano, lancé en 2014 par l'Institut national de veille sanitaire (lnVS), qui vise à constituer une population de travailleurs produisant ou manipulant des nanomatériaux (http://www.invs.sante.fr/).

CONCLUSION DU CHAPITRE 8

Nous avons montré dans ce chapitre que si la politique de recherche oriente, en partie, la pratique des chercheurs, elle se heurte à des barrières. Au-delà de l'intérêt cognitif, le passage de chercheurs des « nanos » aux « nanobio » résulte parfois d'un besoin de trouver de nouveaux débouchés, à l'heure où l'on assiste à un mouvement de recul du développement et de l'utilisation des « nanos » au niveau industriel. Ce mouvement s'explique aussi par l'opportunité des financements, qui sont aujourd'hui davantage orientés vers la thématique « santé », et en particulier « cancer », avec des initiatives telles que le Plan Cancer[460] et, au niveau régional, la création du Cancéropôle GSO[461]. Les appels à projets ciblés sur ces thématiques sont nombreux, incitant les chercheurs à se tourner vers ce type de problématiques pour obtenir des subventions.

Toutefois, des barrières externes à la sphère de la recherche freinent l'expansion des logiques économiques dans l'orientation de l'activité de recherche.

Tout d'abord, les débouchés des « nanobio » restent incertains, et l'investissement des industriels est aujourd'hui assez faible dans ce domaine. Par ailleurs, le passage de la mise au point de dispositifs ou de médicaments en laboratoire à leur mise sur le marché est difficile. Premièrement, le passage de la recherche académique à la recherche clinique n'est pas aisé car la collaboration entre chercheurs et médecins n'est pas évidente et se heurte à de nombreux obstacles. Deuxièmement, la règlementation pour la mise sur le marché de médicaments ou de dispositifs médicaux est lourde, les essais cliniques sont coûteux et difficilement accessibles pour les chercheurs à l'origine de dispositifs innovants.

Ensuite, si les chercheurs ne sont pas toujours opposés aux collaborations avec des partenaires du secteur privé, ils ne sont pas prêts à accepter des collaborations lorsque celles-ci les placent en position de sous-traitants. Ils sont à la recherche de partenariats équilibrés, qui ne soient pas un frein à la poursuite de la part la plus fondamentale de leur activité de recherche.

---

[460] Le premier Plan Cancer est lancé en 2003 par le président de la République Jacques Chirac, dans le but de lutter contre le cancer et d'améliorer la prise en charge des malades. En 2014 a été lancé le troisième Plan Cancer, qui réserve un budget de 363 millions d'euros pour la recherche en oncologie, et qui prévoit le soutien à la recherche fondamentale, translationnelle et clinique. Source : Le Monde, 04.02.2014, « Un budget recherche préservé dans le Plan Cancer ». URL : http://www.lemonde.fr/sciences/article/2014/02/04/un-budget-recherche-preserve-dans-le-plan-cancer_4359662_1650684.html#RwCGHGqYasCr2ePo.99

[461] Le Cancéropôle Grand Sud-Ouest (GSO) est un des sept Cancéropôles labellisés par l'Institut National du Cancer (INCa) dans le cadre des Plans Cancer. Il fédère des équipes de recherche et de cliniciens de Bordeaux, Limoges, Montpellier, Nîmes et Toulouse. URL : http://www.canceropole-gso.org/

Nous avons vu que pour pallier au manque d'investissement des industriels dans les activités de développement, les chercheurs sont incités à créer des *start-ups*. Nous avons tenté ici d'apporter un complément aux études existantes sur les raisons de l'engagement des chercheurs académiques dans la création d'entreprises (Lamy et Shinn, 2006 ; Grossetti et Barthe, 2008). Ainsi, souvent, un chercheur se lance dans la création d'une *start-up* pour pallier au manque de financement public dédié à la phase de développement technologique d'un produit ou d'un dispositif mis au point en laboratoire. Les liens sont souvent étroits entre la *start-up* et le laboratoire dont elle est issue, et ce partenariat se révèle alors une opportunité de concourir aux appels à projets pour lesquels un partenariat public-privé est exigé. En revanche, ces partenariats peuvent parfois se révéler « artificiels », la *start-up* n'apparaissant dans le projet que pour récupérer des subventions. Il peut donc exister un intérêt pour les chercheurs à créer une *start-up*, mais cela n'apparaît pas comme la motivation première. Dès lors, ce mouvement apparaît impulsé par les exigences de la politique de recherche. Dans le domaine des « nanobio », de nombreuses *start-ups* sont créées sur ce modèle.

Enfin, le manque de débouchés des « nanobio » se fait sentir au niveau de l'offre de formation. Nous avons pris l'exemple de l'Insa Toulouse, très attentif aux débouchés professionnels pour ses jeunes diplômés. À Toulouse, il n'existe pas aujourd'hui de master spécialisé sur les « nanos », ni d'enseignements spécifiques sur les « nanobio ». Ceux-ci se limitent pour l'heure à quelques heures de travaux dirigés. Il n'existe pas de filière « nano » pourvoyeuse d'emploi aujourd'hui, contrairement à l'affichage politique au niveau tant européen que mondial. Cela est d'autant plus vrai pour la filière « nanobio ».

Dans ce contexte de renforcement des intérêts économiques dans les orientations de la politique scientifique se pose la question de la place des sujets de recherche qui ne présentent pas un intérêt direct pour le secteur industriel. Certaines thématiques développées par les chercheurs ne trouvent pas de relai au niveau politique. Le cas de figure des études sur la toxicité des NTC, ou encore sur la dépollution de l'eau, sont tout à fait exemplaires. Faute de rentrer dans les priorités de la politique de recherche, ou – et corrélativement – dans les priorités des industriels français, certains pans de la recherche dans le domaine des « nanos » peinent à trouver des moyens de développement. L'engouement puis le retrait des industriels sur l'utilisation des « nanos » démontrent l'importance de faire des thématiques soulevées par les chercheurs le moteur des subventions, plutôt que de définir celles-ci *a priori* selon des débouchés économiques supposés en amont.

Dans certains cas, la société civile est porteuse d'orientations différentes de celles de la politique scientifique. La mise en place d'une réglementation au niveau européen, et plus spécifiquement en France, résulte de la pression exercée par la société civile sur le système politique et économique, *via* la menace de boycott des produits « nanos ». Ainsi, la société civile peut être un frein à l'expansion des intérêts économiques dans l'orientation de la politique scientifique.

Enfin, à travers leurs pratiques, les chercheurs résistent à l'action du système qui vise à guider prioritairement la recherche selon des intérêts économiques. Le financement de la recherche publique par l'État, et les exigences qui l'accompagnent, n'empêchent pas le maintien d'une certaine autonomie des chercheurs dans la définition de leurs sujets de recherche et le choix de leurs partenaires, académiques ou privés. Ainsi, ils impulsent des thématiques de recherche qui ne sont pas toujours soutenues par le système politique. Dans ce cas, le maintien d'une organisation « traditionnelle » est un enjeu car elle permet de « jongler » entre deux logiques : d'un côté, obtenir des subventions en présentant des projets qui répondent aux exigences de recherche « finalisée » et, d'un autre côté, utiliser une part de ces financements pour continuer à mener une activité de recherche qui ne présente pas un intérêt immédiat en termes industriel ou de développement économique.

Reprenant le modèle de la Triple Hélice (Leydesdorff et Etzkowitz, 1997), notre étude nous conduit à conclure que les trois hélices au carrefour desquelles se construisent la science et l'innovation technologique sont le système (politique et économique), les chercheurs et la société civile.

CHAPITRE 9 ÉVALUER LA RECHERCHE

C. Vilkas (Vilkas, 2009, cf. Partie 1, 3.4) considère que la place prise aujourd'hui par les « experts » dans l'évaluation de la recherche, tout comme dans la définition des programmes de recherche, entraîne une perte d'autonomie de l'activité scientifique. Comme le rappellent Annie Fouquet et Jacques Perriault (Fouquet et Perriault, 2010), la notion d' « évaluation de la recherche » recouvre deux réalités distinctes : l'évaluation des connaissances et de ceux qui les produisent d'un côté, et l'évaluation de la politique scientifique, *« commandée et financée par l'État »*, de l'autre. Selon les auteurs, ces deux volets ne sont pas toujours clairement distingués alors que *« l'un mobilise des représentants de la société, des décideurs, politiques ou administrateurs, tandis que l'autre ne concerne, en première instance, que les experts scientifiques et les chercheurs »*. L'évaluation de la production de connaissances, qui nous intéresse particulièrement ici, est faite, quant à elle, par *« les pairs et les experts »*. Or, depuis la création de l'AERES (Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) en 2006[462], ceux-ci tendent à suivre la tendance imposée par les nouvelles exigences de rentabilité de la politique de recherche, au centre de laquelle se trouve la bibliométrie, utilisée en guise d'indicateur quantitatif « objectif » et en considérant les publications selon la qualité scientifique préalablement accordée aux revues. *« L'appréciation d'un résultat conduit ainsi à ne le retenir que s'il s'inscrit dans les formes actuellement prédominantes de la publication scientifique »* (Fouquet et Perriault, 2010).

Selon R. Boure (Boure, 2010), avec la création de l'AERES nous serions passés d'un mode d'évaluation par les pairs, collégial, de l'activité de recherche à un mode d'évaluation *« à dominante gestionnaire »*. Le mode de l'évaluation par les pairs s'inscrit selon R. Boure en réalité dans une double tradition : une tradition ancienne d'abord, celle de *« l'auto-organisation et de l'autocontrôle de la communauté scientifique »*; et une tradition plus récente, celle de la protection par un État républicain qui a érigé l'enseignement supérieur et la recherche en services publics. Le principe de la collégialité veut que les pairs se réunissent entre eux dans des comités et commissions et élaborent des règles de fonctionnement et des critères d'appréciation. *« Il s'agit* in fine *de construire un tiers partagé interne, c'est-à-dire des référents communs relativement stables, publics et acceptables par le milieu professionnel auquel ils appartiennent, et au-delà par la communauté scientifique dans son ensemble »* (Boure, 2010). Nicolas Dodier (2009) définit le « tiers partagé » comme *« des référents communs suffisamment stables pour s'imposer à chacun »*.

[462] Remplacée par le HCERES (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) par la loi relative à l'enseignement et à la recherche du 22 juillet 2013.

L'autonomie relative des instances d'évaluation découle de la relative autonomie de l'activité scientifique, garantie par l'État. La préoccupation principale des évaluateurs est de favoriser la production ou la transmission des connaissances, il s'agit donc pour eux d'évaluer la part de chacun des individus, et des institutions dans lesquelles ils évoluent, dans cette production. Cette finalité ultime est suffisamment bien partagée pour relativiser d'autres finalités qui peuvent apparaître et qui répondent à des logiques particulières (institutionnelles, disciplinaires, personnelles, *etc.*) (Boure, 2010). Penser des critères transversaux aux différentes activités scientifiques permet de construire une « communauté » plus grande qui dépasse les différentes communautés disciplinaires ou de sous-spécialités.

Les nouvelles exigences de la recherche, dont nous avons parlé dans notre première partie, qui s'inscrivent dans la construction de l'espace européen de la connaissance et de la compétition internationale, entraînent **une adaptation du régime d'évaluation.** Le nouveau mode d'évaluation de l'activité de recherche, que nous définirons plutôt ici comme orienté selon des enjeux politiques et économiques, est fondé sur des critères d'efficacité et de contrôle de la performance par des outils se voulant « objectifs »[463]. N. Dodier parle d'un *« nouveau régime d'objectivité »* (Dodier, 2009). La création de l'AERES en 2006 intervient en tant que *« nouvelle étape dans la diffusion de l'évaluation en regroupant en une seule instance toutes les activités existantes et en garantissant son indépendance, sa légitimité, sa transparence, son ouverture et son efficacité »*[464].

L'AERES reprend en outre à son compte les compétences d'évaluation des unités de recherche jusqu'alors assurées par les commissions internes de chaque organisme de recherche. Cette remise en cause de la collégialité comme principe de construction des critères d'évaluation est contestée par la communauté scientifique. Parmi les critiques adressés à l'évaluation par l'AERES par les chercheurs, on retrouve d'abord *« l'artificialité des outils d'évaluation construits à distance des milieux professionnels concernés »* (Dodier, 2009) et qui s'imposent à eux. Toutefois, les experts sont des pairs, les critères ainsi définis ne sont donc pas totalement exogènes au milieu professionnel de l'enseignement et de la recherche. Si certains de ces critères demeurent « traditionnels » et typique du mode d'évaluation par les pairs, ils tendent à être rattrapés, voire dépassés, par des critères de mesure de l'efficacité par des outils quantitatifs et qualitatifs « objectifs » et « transparents », inspirés du *New Public*

[463] Pour un rappel historique des différentes instances d'évaluation mises en place depuis les années 1980, voir Boure, 2010.

[464] Valérie Pécresse, colloque « Enseignement supérieur et recherche : des évaluations à la décision », 7 décembre 2007, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Management[465]. Ce concept, qui se développe depuis les années 1970, tend à minimiser toute différence entre gestion publique et gestion privée. Il s'agit ainsi d' *« une nouvelle forme de gestion publique basée entre autres sur une culture du résultat et l'emprunt de pratiques et d'outils issus du privé »* (Chappoz et Pupion, 2012). À ce titre, la mise en place d'une notation est révélatrice d'une telle logique. *« Non officiellement prévue au départ, la notation est rapidement apparue comme un élément important du dispositif, ce qui est somme toute en conformité avec la logique globale d'une ingénierie construite pour évaluer, surtout par la mesure, les performances »* (Boure, 2010).

Aussi la mise en place de l'AERES a fait l'objet de critiques de la part de la communauté scientifique, avant même sa création : *« multiples prises de positions publiques de personnalités, mais aussi d'enseignants-chercheurs et chercheurs anonymes via les blogs, pétitions, débats, envahissement des locaux de l'AERES, lettres collectives et individuelles, souvent mises en ligne, appelant au refus ou au boycott des comités de visite, remise en cause par plusieurs sections SHS du CNU de la pertinence de listes de revues hiérarchisées par la bibliométrie… »* (Boure, 2010). Après quelques années d'exercice et une contestation affaiblie du côté de la communauté des chercheurs, une des principales critiques adressées à l'AERES reste la trop faible proportion de membres élus par rapport aux membres cooptés. Ainsi l'AERES est appelée à devenir un *« tiers extérieur »*, remplaçant le *« tiers partagé interne »*, indépendant à la fois des évalués et des tutelles (Boure, 2010). Selon N. Dodier (2009), l'*« évaluateur spécialisé »* a remplacé le *« tiers partagé »*. Toutefois, la légitimité de ce « tiers extérieur » est loin d'être garantie, selon R. Boure, et sa réforme, voire sa suppression, sont fréquemment évoquées. En particulier, son indépendance vis-à-vis de l'État – de son budget, de la nomination de ses dirigeants et de la politique de recherche et d'enseignement telle qu'il la définit – est fortement contestée. Ces critiques, ainsi que le mode de nomination des délégués et experts de l'AERES (Boure, 2010) pose une question essentielle – à laquelle nous ne prétendons pas répondre ici - : **les experts de l'évaluation de l'AERES sont-ils encore des pairs ?** (Barthélémy, 2009) Ainsi, rappelle Nicolas Dodier, le principe de l' « évaluation par les pairs » ne signifie rien en soi, *« tout dépend en effet des dispositifs dans lesquels on plonge les pairs en question, et les tâches qu'ils ont à réaliser »* (Dodier, 2009).

Enfin, il convient de souligner que, malgré une contestation certaine dans la communauté des chercheurs dont nous avons rendu compte rapidement ici, le nouveau mode d'évaluation de l'AERES s'est toutefois assez facilement installé et a été rapidement accepté par les directeurs d'unités de recherche et des établissements universitaires auxquels ceux-ci sont rattachés. Cela vient, selon N. Dodier, de l'interdépendance que crée entre les

[465] Pour une présentatiion des principes du *New Public Management*, voir la Revue *Gestion et management public*, 2012/2, Volume 1/n°2, Airmap, 52 p.

différents évalués le système de l'AERES, dont les différentes évaluations viennent se conforter les unes les autres.

> *« Une unité de recherche mal évaluée dessert l'établissement dont elle dépend. Cette interdépendance responsabilise les directeurs d'unité vis-à-vis des présidents d'établissement. Dans l'autre sens, l'évaluation d'un établissement a des incidences sur chacune de ses unités (en termes financiers notamment). Ce qui permet de justifier, pour le président d'établissement, son souci de coller aux grilles de l'évaluation AERES »* (Dodier, 2009).

L'évaluation de la recherche et des chercheurs n'est pas nouvelle (Gingras, 2014), ce qui est remis en cause aujourd'hui par les chercheurs est plutôt l'ampleur prise par les outils standardisés et quantitatifs, utilisés par l'AERES notamment, et qui facilitent le glissement de l'*évaluation* au *classement* (Gingras, 2014). Aussi ce type d'évaluations, qu'elles soient le fait d'une autorité administrative indépendante comme l'AERES, ou interne aux organismes de recherche comme le CNRS, sont **une manière de contraindre les chercheurs à suivre les priorités définies par la politique de recherche.**

Ce mouvement s'illustre fort bien avec l'exemple des « nanos ». Dans la première moitié des années 2000, des chercheurs et équipes de recherche qui travaillait sur différentes thématiques (« objets de basse dimension », « matière divisée », « colloïdes » …) ont relabellisé leurs thématiques de recherche pour parler de « nanos ». Ce mouvement s'explique en partie par le fléchage de la politique de recherche sur ce domaine : parler de « nanos » ouvrait plus facilement des perspectives de financements. En outre, et de façon logique, cela était devenu davantage valorisé au niveau des évaluations.

> *« Les évaluations des laboratoires par exemple nous on pouvait plus dire, si on disait objets de basse dimension c'était « old fashion », c'était vraiment…vieux jeu. Donc on a changé de vocabulaire… »*[466].

> *« Nous à l'époque on disait qu'on travaillait sur la matière divisée, dans les années 90, on parlait pas de micro ou de nano on parlait de matière divisée ou ultra divisée, et puis c'est devenue la matière nanométrique au tournant des années 2000 »*[467].

Si ce point général sur l'AERES nous apparaît indispensable afin de situer notre travail dans un contexte plus large, nous nous limiterons ici à pointer deux écueils actuels de l'évaluation de l'activité des unités de recherche par l'AERES : l'évaluation de l'interdisciplinarité et l'évaluation des activités de valorisation économique.

---

[466] Entretien avec un chercheur, physicien, 25.06.2014.
[467] Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.

9.1 Évaluer l'interdisciplinarité ?

Bien qu'inscrit en tant que mission du CNRS dès sa création, celui-ci peine encore aujourd'hui à faciliter le travail interdisciplinaire. Cette préoccupation est d'ailleurs fortement liée au soutien à la recherche appliquée. Par exemple, les actions concertées mises en place dans les années 1960 par la DGRST sont *« des projets pluridisciplinaires, portant sur des domaines délaissés, le plus souvent de l'ordre de la recherche appliquée »* (Gaudillière, 1990). De nombreuses initiatives en ce sens ont été mises en place tout au long de l'histoire du CNRS, pourtant, il convient aujourd'hui de constater que cette question n'a pas trouvé de réponse satisfaisante. La principale difficulté qui se pose à un organisme comme le CNRS – ou aux universités – est celle de l'évaluation de l'interdisciplinarité. Ainsi, il s'agit d'abord de définir ce qui est considéré comme une démarche interdisciplinaire. Si la définition de ce qu'est une discipline peut se formuler assez naturellement, il n'est pas si facile de définir l'interdisciplinarité. L'AERES définit la discipline comme un *« champ de spécialisation scientifique institutionnalisé »*[468]. Un rapport du CNRS remis en 2014 portant sur l'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs, établit que *« les disciplines sont, en premier lieu, organisées selon des schémas organisationnels propres aux systèmes universitaires et de recherche nationaux qui les reconnaissent comme un ensemble pertinent englobant des objets, un langage, des techniques permettant l'échange et l'élaboration commune et conjointe »*[469].

À partir de cette définition, les différents instituts du CNRS abordent la question de l'interdisciplinarité sous deux angles, qui sont avant tout des *modalités de travail* (modalités de coopération ou d'approche scientifique) plutôt qu'une définition en soi. Il s'agit en premier lieu de l'*objet*. Ainsi une unité dans laquelle des chercheurs de disciplines différentes travaillent sur un objet identique est définie comme unité interdisciplinaire. Ensuite, l'ensemble des *interactions et des collaborateurs.* Ainsi l'interdisciplinarité est reconnue lorsque deux chercheurs issus de deux disciplines différentes publient en commun, par exemple[470].

Créée en 2011, toujours dans l'objectif de favoriser le travail interdisciplinaire, la Mission pour l'Interdisciplinarité du CNRS définit l'interdisciplinarité comme *« un ensemble d'approches scientifiques et simultanées d'un objet de recherche, croisant les points de vue de plusieurs disciplines. La*

---

468 « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », version de novembre 2014.
469 Florence Bouyer, Stéphanie Cousin, Béatrice Simpson, Vanessa Tocut « Etude sur l'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs », Rapport de phase 1, CNRS, Observatoire des métiers et de l'emploi scientifique, 2014, p.9.
470 *Ibid.*, p.9-10

marque essentielle d'une approche interdisciplinaire est la formulation d'un questionnement et d'une synthèse tous deux concertés, croisés et d'intérêt conjoint »[471].

9.1.1 L'évaluation et le recrutement des chercheurs au CNRS : un processus disciplinaire

L'instance principale d'évaluation au CNRS est le Comité National de la Recherche Scientifique, divisé en quarante et une sections. Il s'agit pour chacune d'elles d'évaluer des personnes, candidats aux postes de chercheurs ou chercheurs durant leur carrière pour les promotions ; d'évaluer les programmes des laboratoires liés au CNRS, ou qui souhaiteraient l'être ; et rédiger tous les quatre ans un rapport de conjoncture et prospective scientifique (Lautman, 1990).

En ce qui concerne les recrutements, les candidatures sont présentées sous la bannière d'un laboratoire. Ainsi, le recrutement d'un jeune chercheur comprend trois dimensions. D'abord il s'agit pour le jury d'admissibilité dans une section de décider de l'opportunité de faire rentrer un chercheur de plus dans un laboratoire plutôt que dans un autre (chaque année un nombre limité de postes est ouvert, qui seront affectés à des laboratoires particuliers à travers la nomination de leurs candidats). Ensuite, le jury se prononce sur *« l'intérêt ou le degré de priorité des thèmes de recherche proposés par les candidats »*. Et enfin, il évalue *« la qualité propre des candidats et le pronostic de réussite les concernant »* (Lautman, 1990). Selon J. Lautman, plus les sections rassemblent des champs scientifiques formant *« un ensemble homogène où les fronts de la recherche sont clairs et où les positions françaises dans la compétition internationale sont clairement reconnues »*, et plus le jugement sur le laboratoire est important. Les jurys vérifient alors la « qualité » des candidats présentés par le laboratoire. En revanche, quand les sections regroupent des spécialisations hétérogènes, que plusieurs sous-disciplines sont ainsi amenées à entrer en compétition devant un jury *« des effets de domination d'un groupe sur un autre sont à craindre »*. Dans ce cas, *« des régulations s'opèrent de façon plus ou moins claire »* (Lautman, 1990). Enfin, selon Lautman, moins la délimitation des champs de la recherche est claire et moins le poids de la compétition internationale pèse et plus c'est le dossier individuel du candidat qui dépasse les autres considérations, celles de politique de l'organisme et de politique scientifique (Lautman, 1990). En résumé, l'entrée au CNRS est gérée par les sections dans une tension entre *« une logique d'employeurs et un primat de l'excellence individuelle (ex : physique des hautes énergies) avec en arrière-fond des luttes de spécialités (cas des sections hétérogènes) »* (Lautman, 1990).

---

[471] Conseil scientifique du 7 Mars 2011 – Présentation de la Mission pour l'Interdisciplinarité – Document de synthèse – p.6, in « Etude sur l'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs », *op.cit.*, p.10.

LA CRÉATION DE COMMISSIONS INTERDISCIPLINAIRES

Il existe depuis 1974 une évaluation pour les programmes interdisciplinaires. Ceux-ci se développent après le premier choc pétrolier autour des ressources énergétiques.

> *« L'idée, clairement exprimée, était que le CNRS devait apporter une contribution forte au développement de la recherche dans un domaine intéressant au premier chef la nation et que cette action ne pourrait pas, scientifiquement, se faire au sein du seul département scientifique »* (Lautman, 1990).

Il apparaît dès le départ que la nécessité de l'interdisciplinarité s'inscrit dans son rapport avec la recherche appliquée, qu'il s'agisse de préoccupations d'ordre sociales, comme celle de l'environnement, ou d'émergence de nouveaux champs scientifiques ou techniques.

Dans les années 1990 sont créées les Commissions interdisciplinaires (CID) – cinq aujourd'hui - chargées d'évaluer les profils des candidats à l'entrée au CNRS à l'interface entre plusieurs disciplines ou sections. *« Ces CID ont vocation à couvrir un champ de connaissances en émergence ou interdisciplinaire, qui n'est pas encore au découpage thématique des sections »*[472]. Elles sont dotés des mêmes compétences que les sections et sont habilitées à former des jurys d'admissibilité pour le recrutement de candidats aux profils pluridisciplinaires, co-évaluer l'activité scientifique des chercheurs qui ont été recrutés par elle et se prononcer sur les demandes liées à leurs carrières.

Toutefois, le rôle de ces commissions interdisciplinaires reste contesté et elles ne semblent pas apporter de solution optimale à la question de l'évaluation de l'interdisciplinarité au CNRS. Les chercheurs CNRS, tout comme les enseignants-chercheurs de l'université, sont évalués sur le nombre et la « qualité » de leurs publications. Avec le développement du classement des revues scientifiques selon leur « facteur d'impact »[473], la « qualité » des publications est évaluée selon le facteur d'impact des revues de publications[474]. Chaque discipline a ainsi ses revues de référence, qui vont permettre d'évaluer la « qualité » des publications de ses chercheurs. Or l'interdisciplinarité pose un autre problème qui est celui des publications par des chercheurs dans une autre discipline

---

[472] Site web du CNRS : http://www.cnrs.fr/comitenational/cid/cid_acc.htm

[473] Un facteur d'impact (FI) est un calcul destiné à évaluer de manière quantitative les revues scientifiques. Le FI d'une revue est le nombre moyen de citations de chaque article publié dans cette revue, permettant ainsi de mesurer une certaine visibilité. Les partisans d'une évaluation quantitative de la recherche – fortement contestée – le considère comme un critère pertinent : une revue avec un FI élevé est ainsi considérée comme plus importante qu'une revue avec un FI faible.

[474] Sur l'histoire et l'évolution de la bibliométrie et son usage dans l'évaluation de la recherche, voir Gingras, 2014.

que la leur et qui donc se retrouve à publier dans des revues moins ou non reconnues par leur discipline.

9.1.2 Les doctorants au cœur de l'interdisciplinarité et les plus fragilisés par cette pratique

La discipline est le cadre de référence dans lequel évolue la carrière des chercheurs.

> *« Mon employeur c'est l'Insa, c'est juste pour vous dire que les étiquettes...pourtant je travaille dans un laboratoire propre du CNRS, c'est ça le système français c'est fantastique! Et je suis évalué par des physiciens et je fais des Sciences de l'ingénieur. Et en plus je fais de la biologie. […] Mais parce que je suis prof de physique, ceux qui jugent ma promotion ce sont des physiciens, des gens qui triturent les spins... »*[475].

À l'intérieur du mouvement de remise en cause des nouvelles exigences de la recherche, les revendications disciplinaires apparaissent comme un levier important au niveau institutionnel car elles sont un moyen de préserver l'autonomie de l'organisation de la recherche (Bensaude-Vincent, 2009, p.60). Nous avons vu à travers l'exemple de l'Itav que l'organisation disciplinaire de la recherche permettait en effet une préservation de l'autonomie de l'activité de recherche des injonctions politiques. L'organisation disciplinaire de la recherche n'empêche pas les collaborations interdisciplinaires, qui prennent alors forme dans les « zones transfrontalières », mais en revanche elle n'est pas menacée par une interdisciplinarité qui deviendrait ainsi une modalité de recherche reconnue au niveau institutionnel, au même niveau que l'organisation disciplinaire.

> *« On est dans certaines sections du CNRS, un chercheur CNRS qui va se perdre dans un autre laboratoire il faut qu'il fasse extrêmement attention, comme on dit « loin des yeux loin du cœur », et après les promotions passent sans lui »*[476].

Cette situation n'est pas un frein aux collaborations interdisciplinaires et n'entrave pas la pratique de l'activité de recherche dans la mesure où les chercheurs restent « libres » de travailler sur les projets qu'ils souhaitent et de collaborer avec qui ils veulent. S'éloigner de sa spécialité d'origine pour développer un travail interdisciplinaire reste un choix que les chercheurs font selon leur envie ou la nécessité de leur objet de recherche. Par ailleurs, l'encouragement et les incitations des politiques de recherche à développer l'interdisciplinarité ont tendance à mettre les chercheurs qui travaillent aux interfaces de

[475] Entretien avec un chercheur, physicien, 27.03.2014.
[476] Entretien avec un chercheur, microélectronicien, 10.04.2014.

plusieurs disciplines dans une position plutôt valorisée. Ainsi, les problèmes que nous avons soulevés, d'évaluation des carrières par exemple, ne se posent pas dans les mêmes termes pour tous les chercheurs.

> *« Moi j'ai fait ce choix, ça va probablement impliquer pour moi un ralentissement de ma progression de carrière, etc., parce que le fait de se réorienter, de faire maintenant des papiers dans un autre domaine je vais plus être reconnu…Enfin je m'en fous, je suis professeur première classe »*[477].

Ainsi, les « risques » de l'interdisciplinarité pour les chercheurs diffèrent en fonction de leurs statuts, les plus exposés étant les jeunes chercheurs aux statuts précaires. En effet, c'est au niveau des recrutements que les freins sont les plus forts. Par exemple, au CNRS, il est impossible de recruter un biologiste dans un laboratoire qui ne dépende pas de l'INSB. Cette question devient pressante lorsque l'on s'intéresse les doctorants et jeunes docteurs ayant fait une thèse interdisciplinaire.

> *« Là c'est difficile d'imaginer encore aujourd'hui qu'un biologiste qui soit des sections de biologistes du CNRS qui soit affecté au [labo SI], ça ne passerait pas. Mais au niveau des doctorants, des jeunes etc. ça fait longtemps que moi j'encadre des biologistes, oui. Et maintenant même des médecins »*[478].

Le frein ne se situe pas qu'au niveau institutionnel. La spécialisation est défendue par les chercheurs, et la pratique de l'interdisciplinarité ne vient pas remettre en question la nécessaire spécialisation. Car la pratique de l'interdisciplinarité est avant tout caractérisée par la collaboration de plusieurs spécialistes de leur domaine respectif autour d'une même question ou d'un même objet. Ainsi, la création d'une salle de culture cellulaire dans un laboratoire de physique, de chimie ou de Sciences de l'ingénieur ne peut se substituer à l'implication de biologistes et de leurs compétences dans un projet. Un chimiste nous expliquait lors d'un entretien qu'il préfère travailler avec des biologistes qui connaissent bien la culture cellulaire et qui ont dans leur laboratoire tous les équipements pour le faire.

> *« Par expérience, ce que j'en vois, la petite salle de culture cellulaire par des physiciens dans un labo de physique, ça marche moins bien que de la culture cellulaire dans un labo de bio »*[479].

Nous l'avons dit, le CNRS met régulièrement en place des dispositifs dans le but de favoriser l'interdisciplinarité. C'est dans le but de répondre à la question de l'évaluation et

---

[477] Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.
[478] Entretien avec un chercheur, physicien, 27.03.2014.
[479] Entretien avec un chercheur, chimiste, 28.05.2014.

de la carrière de chercheurs au profil interdisciplinaire qu'ont été créées les CID. Toutefois, aujourd'hui, l'existence des CID n'apporte qu'une réponse très partielle à la question des recrutements interdisciplinaires. Le problème demeurant que - de même que pour la MI – une CID ne constitue pas un institut ni une section, le nouvel entrant se retrouve toujours forcément dans une section, elle-même rattachée à un institut.

> *« Généralement de toute façon, c'est un peu regrettable d'ailleurs mais en termes d'évaluation, de recrutement etc. que ce soit le CNRS, l'université, ça fonctionne toujours par section. Donc les sections elles ne sont pas interdisciplinaires. Quoi qu'on en dise, l'interdisciplinarité elle existe dans les mots mais pas dans les faits, pour les recrutements etc. […] »*[480].

D'ailleurs, si l'interdisciplinarité est encouragée à travers la politique de recherche, les évolutions internes au CNRS semblent aller dans un sens contraire.

> *« Si vous voulez progresser dans votre carrière il faut vous faire reconnaître dans votre discipline. Donc si vous commencez à vous disperser sur l'interdisciplinarité, à faire des équipes, ils ont essayé de faire des équipes interdisciplinaires en mettant des chimistes, des physiciens, des biologistes ensemble, si vous mettez deux biologistes ici perdus dans un laboratoire de chimie, ils vont jamais arriver à se faire reconnaître en termes de carrière par leur communauté et ils sont grillés»*[481].

Ce sont les doctorants qui, dans les projets interdisciplinaires, se retrouvent dans une position dans laquelle ils doivent acquérir des compétences interdisciplinaires (cf. 7.1). Si cela est nécessaire pour certains projets, la question se pose quant aux perspectives d'avenir pour ces jeunes docteurs.

> *« Pour ces doctorants je suis pas sûr que d'avoir ce profil interdisciplinaire après quand [ils vont] chercher du travail, que ce soit vraiment un plus »*[482].

Par exemple, la doctorante dont nous avons présenté le travail de thèse plus haut (cf. 7.1.1), est lauréate en 2011 de la cinquième édition de bourse L'Oréal, qui récompense dix jeunes femmes doctorantes en science du vivant. Il est intéressant de noter que la thèse de cette doctorante est interdisciplinaire, à l'interface entre la physique, sa formation première, la biologie et la chimie, et qu'elle est distinguée ici par un prix qui récompense les travaux en Sciences du vivant, ce qui témoigne de l'interdisciplinarité de ses travaux et de la difficulté pour certaines recherches à rentrer « dans les cases ». Actuellement en post-doctorat à

---

480 *Ibid.*
481 Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.
482 *Ibid.*

Lausanne, la toulousaine a déjà postulé deux fois au concours du CNRS dans la section 15 « chimie des matériaux, nanomatériaux et procédés », pour un recrutement dans un laboratoire dépendant de l'INC, et les deux fois elle n'a pas été reçu. Les « échos » font état d'un recalage parce que cette jeune chercheuse serait perçue comme « biologiste » et donc présentant un profil marginal en section 15, ou, tout au moins, non prioritaire. Elle a donc tenté de présenter le concours en CID 54, c'est-à-dire « Méthodes expérimentales, concepts et instrumentation en Sciences de la matière et en ingénierie pour le vivant ». Mais là non plus, elle n'a pas été retenue pour l'épreuve orale. La limite de ces commissions interdisciplinaires du CNRS est qu'elles restent pilotées par les instituts. Ainsi, la CID 54 est pilotée par l'institut de physique[483]. Les CID ne sont pas des instituts, une fois recruté, le jeune chercheur se retrouve affecté à un institut. Un chercheur, habitué à recruter des doctorants pour des thèses interdisciplinaires à l'interface avec la biologie, pointe cette difficulté pour les doctorants.

> *« J'essaie d'être assez honnête dès le départ en leur disant voilà un sujet interdisciplinaire c'est super intéressant, du coup vous allez être formés dans les deux disciplines, mais attention à la fin vous êtes quand même recrutés dans une école doctorale, qui est soit l'école de bio soit Sciences de la matière, c'est pas les deux, donc de toute façon vous ressortez quand même avec un tampon « physicien », « chimiste », « biologiste ». D'accord, vous avez une expérience interdisciplinaire, mais pour passer les concours je vous préviens de suite le concours sera dans une section à la fois de l'université ou du CNRS, et la section elle n'est pas interdisciplinaire. Voilà, ça c'est une difficulté »*[484] .

> *« Les gens sont recrutés en CID, mais comme les CID elles n'ont pas une vocation à être pérennes, une fois qu'ils sont recrutés ils vont être suivis par une section. Et c'est là où des fois ça pose des difficultés »*[485].

D'ailleurs, ce chercheur fait remarquer que les bourses de thèse pour les travaux interdisciplinaires ne viennent jamais des écoles doctorales, il faut se tourner vers des appels à projets très spécifiques, par exemple des appels d'offres dédiés à l'interdisciplinarité au niveau de l'université ou de la Région.

---

[483] http://www.cnrs.fr/comitenational/cid/cid.php?cid=54
[484] Entretien avec un chercheur, chimiste, 28.05.2014.
[485] Entretien avec une déléguée scientifique auprès de la MI, 30.06.2014.

« L'école doctorale Sciences de la matière, on n'aura jamais une thèse sur l'écotoxicité des nanotubes de carbone, c'est impensable. De la même façon l'école doctorale Sciences de la vie ne financera jamais une thèse pour travailler sur les nanotubes de carbone, parce que c'est à moitié dans une autre école doctorale. Il n'y a que les appels d'offre interdisciplinaires qui peuvent nous permettre de…donc c'est un peu préoccupant quand même »[486].

Des financements existent pour les projets interdisciplinaires et pour les bourses de thèses ou de post-doctorats, mais ces recrutements restent des CDD qui ne se concrétisent pas par des embauches de permanents. L'interdisciplinarité se fait à travers des projets, il n'existe pour l'instant pas de dispositif pérenne permettant de recruter dans un laboratoire un chercheur d'une autre discipline que celle du laboratoire, ou bien ayant un profil interdisciplinaire.

C'est donc pour ces jeunes chercheurs, les plus directement concernés par la pratique de l'interdisciplinarité (cf. 7.1), que les « risques » de l'interdisciplinarité sont les plus importants. Ce problème est pointé par l'AERES lors de l'évaluation d'une unité de recherche menant un projet « à risque » sur une nouvelle thématique combinant thérapie cellulaire par cellules souches et nanotechnologies.

« Il existe un problème important concernant la capacité de recrutement de l'équipe, le devenir des postdoctorants et plus encore des doctorants. Un « chercheur senior » peut assumer le fait que le projet principal de l'équipe soit à haut risque, mais il ne peut être justifié qu'un doctorant prenne le risque de participer à un tel type de projet dans le cadre de sa thèse »[487].

La difficulté en termes de débouchés pour les doctorants et le risque pour leur carrière sont ainsi mis en avant.

« L'équipe doit avoir davantage conscience de cette situation et ne doit pas impliquer, dans ce projet, des doctorants et des post-doctorants qui sont au début de leur carrière »[488].

Ainsi, malgré les discours sur la convergence et les injonctions à l'interdisciplinarité, certains ont plutôt l'impression que les évolutions vont dans le sens inverse.

---

[486] Entretien avec un chercheur, chimiste, 01.03.2012
[487] Rapport de l'AERES sur une unité de recherche Inserm/Université Toulouse 3, mai 2010.
[488] *Ibid.*

« Les essais qu'il y a eu fin des années 90 début des années 2000 de vraiment faire des laboratoires, des équipes pérennes, durables, interdisciplinaires, c'est des choses qui sont revenues en arrière »[489].

C'est le cas du laboratoire de ce chercheur, qui se restructure et prend un nouveau nom en 1989, répondant à une volonté du CNRS de faire de l'interdisciplinarité entre la physique et la chimie à la fin des années 1980.

« [Dans notre laboratoire] y a encore quinze ans y avait 60% de physiciens, 40% de chimistes, maintenant y a 80% de physiciens, 20% de chimistes […] Parce que les contraintes « politiques » on va dire, font qu'il faut se regrouper par spécialité, pour peser au niveau des commissions, pour avoir des promotions, pour avoir des financements, etc. »[490].

Aussi il existe un décalage entre les injonctions de la politique de recherche émanant de l'État, à travers les ministères, et les relais concrets de ces injonctions au niveau des organismes de recherche tel le CNRS. Le CNRS est organisé en instituts, et la perte de son rôle de définition des politiques de recherche au profit de l'État est un obstacle à la mise en œuvre de programmes volontaristes visant à inciter à l'interdisciplinarité. La baisse des crédits pousse à un repli de chacun des instituts autour de la défense de ses intérêts propres et de ses moyens. Une représentante d'institut auprès de la MI résume ainsi :

« Ce qui est difficile c'est de faire de l'interdisciplinarité, pour l'instant ce qu'essaie de faire le CNRS *c'est de l'inter-instituts »*[491].

9.1.3 L'évaluation des unités de recherche par l'AERES : difficulté à déterminer des critères pour évaluer l'interdisciplinarité

Si l'interdisciplinarité apparaît comme une injonction des politiques de recherche, comme nous l'avons dit, elle est aussi une pratique concrète, qui s'intensifie lorsqu'on s'intéresse au champ des « nanos ». Des tentatives d'adaptation se font jour de la part des instances d'évaluation de l'activité de recherche. Ainsi l'AERES, dans sa campagne d'évaluation 2012-2013, a ouvert une voie spécifique à l'évaluation de l'interdisciplinarité. Toutefois, celle-ci pose de nombreuses questions et elle est encore loin, aujourd'hui, d'être stabilisée. L'évolution de l'AERES vers la prise en compte et l'adaptation de ses outils aux pratiques interdisciplinaires vient du constat selon lequel *« aujourd'hui encore, les recherches*

[489] Entretien avec un chercheur, chimiste, 27.05.2014.
[490] *Ibid.*
[491] Entretien avec une déléguée à la MI du CNRS, 30.06.2014.

interdisciplinaires sont autant un handicap qu'un atout pour ces entités [interdisciplinaires] »[492]. Pour cela, l'agence a décidé de la *« nomination de délégués scientifiques référents pour l'interdisciplinarité »* et de l' *« adaptation du choix des experts et des critères d'évaluation au fait interdisciplinaire »*. Toutefois, les spécificités des activités de recherche interdisciplinaires et les différentes modalités de collaboration et de productions interdisciplinaires rendent la question de l'évaluation de l'interdisciplinarité délicate et à ce jour les critères de cette évaluation ne sont pas totalement déterminés.

> *« La difficulté de leur évaluation tient assurément à des facteurs cognitifs, mais aussi à des facteurs sociaux et managériaux qu'il ne faut pas mésestimer : ceux-ci sont liés en particulier à la diversité des modes de structuration de la recherche interdisciplinaire et des configurations organisationnelles auxquelles celle-ci donne lieu »*[493].

Par exemple, la question de la – ou des – discipline de rattachement des unités interdisciplinaires se pose.

La première question à laquelle se heurte une évaluation de l'interdisciplinarité est la diversité des pratiques et des modes de collaboration que recouvre le terme d'interdisciplinarité. L'AERES opère ainsi une distinction entre différents degrés d'intégration des disciplines autour d'un objet de recherche commun et distingue entre *pluri-*, *inter-* et *transdisciplinarité*.

L'agence distingue différents niveaux d'interaction entre les disciplines selon les entités de recherche, les équipes qui les composent et les différentes actions de recherche d'une même entité. Pour définir des modalités d'évaluation adaptées à ces différents niveaux, elle prend en compte deux marqueurs de la pluri-, inter- ou transdisciplinarité qui sont *1)* le type d'interaction et *2)* la proximité entre les disciplines qui interagissent.

La campagne d'évaluation 2012-2013 de l'interdisciplinarité est une « phase test », dans laquelle quatre types d'interaction sont mises en avant, *« à titre expérimental »* : *1)* des chercheurs d'une discipline « pilote », appliquent des méthodes ou utilisent des outils issus d'une autre discipline ; *2)* des chercheurs appartenant à deux disciplines différentes (au moins) ont un objet de recherche commun ; chaque groupe travaille sur ses propres questions et partage l'information sur ses résultats avec les chercheurs de l'autre groupe – ce type de coopération est souvent noué dans le cadre de recherches orientées par un projet ; *3)* des chercheurs appartenant à deux disciplines différentes (au moins) ont construit une problématique commune et les résultats des recherches dépendent des avancées sur cette question dans chacune de ces disciplines ; *4)* des chercheurs ont une expérience confirmée

---

[492] « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », *op.cit.*, p.18.
[493] *Idem*.

dans la réalisation de projets interdisciplinaires du type précédent, ils sont impliqués dans un ou plusieurs réseaux interdisciplinaires et participent à l'animation d'une nouvelle communauté de recherche. À cette distinction entre types d'interaction vient s'ajouter une indication sur la proximité entre les disciplines, en termes épistémologiques mais également de publications dans les revues scientifiques.

Parmi les « faits observables » permettant de mesurer le degré de pluri-, inter- ou transdisciplinaire des unités de recherche définis par l'AERES, nous pouvons citer à titre d'exemple *« la publication d'articles dont la pluri-, l'inter- ou la transdisciplinarité est avérée par les co-auteurs (publiant par ailleurs dans leurs différentes disciplines d'origine), par des références majeures à des travaux issus d'une autre discipline que celle de la revue support, par la ligne éditoriale de la revue ou par toute autre caractéristique pertinente »* ; *« le succès à des appels à projets dans lesquels la pluri-, l'inter- ou la transdisciplinarité est une condition de recevabilité »* ; *« les profils pluri-, inter- ou transdisciplinaires des postes, dont le fléchage est demandé par l'entité à ses tutelles ».*

Parmi les « indices de qualité » permettant d'apprécier les démarches interdisciplinaires des unités de recherche, sont pris en compte *« la capacité de défendre une politique pluri-, inter- ou transdisciplinaire auprès des tutelles »* ou encore *« la prise de risque, la responsabilité assumée par les chercheurs confirmés dans la construction de projets pluri-, inter- ou transdisciplinaires »* [494].

L'objectif de l'AERES n'est pas uniquement d'adapter ainsi les procédures d'expertise à de nouveaux objets, *« mais de contribuer à la maturation des recherches aux interfaces disciplinaires qui sont un puissant levier de transformation de l'organisation globale des activités scientifiques »*[495].

Ainsi on observe un double mouvement : en tant qu'instance d'évaluation, l'AERES suit ici un mouvement d'accompagnement des pratiques de recherche qui appellent des adaptations institutionnelles ; dans le même temps, la définition de critères censés mesurer et évaluer les pratiques de l'interdisciplinarité fait apparaître une dimension prescriptive. La définition de *« faits observables »* et l'attribution d' *« indices de qualité »* aux pratiques observées sur le terrain constituent une manière d'imposer aux chercheurs et aux laboratoires une adaptation pour répondre aux exigences formulées.

> *« Le critère d'évaluation lie étroitement des données factuelles qui peuvent être observées par les évaluateurs pour étayer leur appréciation (les faits observables) et la valeur à accorder à ces données pour élaborer l'appréciation proprement dite (les indices de qualité) »*[496].

Il aurait été intéressant d'avoir accès à l'évaluation de l'Itav, en tant que structure interdisciplinaire et vouée à la valorisation industrielle, par l'AERES. Toutefois, lors de la

---

494 *Ibid.*, p.20-23.
495 « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », *op.cit.*, p.19.
496 « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », *op.cit.*, p.8.

vague d'évaluation de 2010, l'Itav n'a pas été évalué par l'AERES parce qu'il était constitué en Unité de service (UMS). Cette situation n'a fait que rajouter au sentiment de rejet vis-à-vis de l'Institut déjà fortement présent au sein de la communauté scientifique toulousaine. En effet, la question de l'évaluation est sensible parmi les chercheurs et les unités de recherche, pour les raisons évoquées plus haut de perte de collégialité qu'entraîne le mode d'évaluation de l'AERES. Les chercheurs ont le sentiment d'un jugement extérieur, d'autant que l'évaluation de l'agence est directement corrélée à l'octroi des crédits.

> *« Moi ce que j'avais mal vécu aussi c'était au moment où l'AERES s'est montée et l'Itav n'a pas été évalué par l'AERES parce que c'était une unité de service, et ça, ça a été…tous on était évalués, ultra évalués, même les conseillers scientifiques étaient ultra évalués et l'Itav passait entre les gouttes. Donc ça, ça a donné aussi de l'aigreur»*[497].

9.2 Évaluer les activités de valorisation ?

9.2.1 Évaluation d'une équipe de recherche fondamentale : la qualité des publications avant la valorisation

Nous prenons ici l'exemple de la création d'une *start-up* dans une équipe de chimie, dans un laboratoire CNRS comptant des physiciens et des chimistes. À la suite de travaux portant sur un procédé par pyrolyse d'aérosols pour fabriquer des micro- et nanopoudres, un chercheur de l'équipe s'est lancé dans la création de la *start-up*, avec l'un de ses collègues jeune chercheur, aujourd'hui à la tête de la société[498]. Nous allons voir que la création d'une *start-up*, ou, avant ça, le dépôt d'un brevet, peuvent entraîner un certain nombre de contraintes qui sont incompatibles, ou qui ralentissent la publication par les chercheurs, devenant ainsi davantage un handicap qu'un point positif dans l'évaluation.

> *« Nous on pensait innocemment que ça impliquait que ça serait bien noté, et qu'à l'AERES on nous a pratiquement reproché de l'avoir fait. Résultat du rapport de l'AERES, on a pratiquement, pas reproché, mais enfin c'est tout juste si ça a été comptabilisé dans les plus, c'était presque comptabilisé dans les moins »*[499].

En effet, l'équipe évolue dans un laboratoire de recherche fondamentale. Si les discours au niveau des politiques de recherche valorisent le dépôt de brevets et incitent à la création

[497] Entretien avec un ancien vice-président du Conseil scientifique de l'UPS, 10.02.2015.
[498] Créée en 2008, la société comprend aujourd'hui une dizaine de personnes.
[499] Entretien avec une chercheuse, chimiste, 28.02.2012.

de *start-up*s, d'un point de vue concret, la note et le rapport d'évaluation des équipes en question fait tout de même ressortir le manque de publications. Aussi, bien que nous ayons vu que l'AERES évolue dans le sens d'une prise en compte des activités de valorisation dans l'évaluation des unités de recherche, les évaluations tiennent toutefois compte en premier lieu de la nature du laboratoire et de son activité générale. Ainsi, la fonction première d'un laboratoire de recherche fondamentale est de publier. Les activités de valorisation seront bien mieux considérées au niveau de l'évaluation de laboratoires davantage orientés vers la recherche appliquée, tels les Instituts Carnot par exemple. Ainsi, les différents critères d'évaluation de l'AERES ne s'appliquent pas tous de la même façon dans toutes les unités de recherche, conséquence de l'évaluation par les pairs.

La méthode d'évaluation retenue par l'AERES comprend une phase d'auto-évaluation de l'unité de recherche qui présente ses résultats et perspectives, suivie d'une *« évaluation externe, indépendante, collégiale et transparente, effectuée par des experts appartenant aux mêmes communautés que les groupes évalués »*[500]. Ainsi, malgré la prise en compte accrue de données quantitatives (en termes de nombre de publication et de nombre de brevets par exemple) dans l'évaluation des unités de recherche, le principe premier de l'évaluation par l'AERES reste celui de l'évaluation par les pairs. Pour des chimistes qui évaluent une unité de recherche de chimie, l'activité de valorisation menée par celle-ci peut ne pas être considérée comme pertinente à l'heure d'évaluer le travail de l'unité.

Plus généralement, après consultation de quelques rapports d'évaluation de l'AERES concernant les unités de recherche dont il est question dans ce travail, nous constatons que les activités de valorisation, qu'il s'agisse de dépôt de brevets, de création de *start-up*s ou de collaboration avec des industriels, sont considérés positivement par l'Agence d'évaluation. Toutefois, celles-ci apparaissent en regard des publications, et une unité de recherche, ou une équipe, se verra toujours reprocher un faible taux de publication, quand bien même elle aurait largement valorisé au niveau économique ses résultats. Ainsi il apparaît que l'injonction est double pour les chercheurs : il ne s'agit pas d'avancer que la valorisation aurait remplacé les exigences de publications dans l'évaluation des activités de recherche ; **l'exigence de valorisation vers le secteur économique vient s'ajouter à celle de la**

[500] « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », *op.cit.*, p.4.

publication des résultats de la recherche, celle-ci se devant désormais d'être « à haut facteur d'impact »[501].

> *« Et personne ne veut se rendre compte que créer une boîte, même petite, c'est du temps, de l'énergie et que pendant ce temps-là on ne publie pas »*[502].

Outre la contrainte de la temporalité, une chimiste de l'équipe en question soulève un autre problème qui est celui de la tension entre le cœur d'activité, qui peut être très fondamental, et la recherche d'application, qui constitue une activité annexe, imposée par la contrainte des appels à projets. Il est plus facile pour une équipe de publier quand elle travaille à la mise au point d'un procédé mais qu'elle reste au cœur de ses compétences en matière de recherche. Ainsi, pour cette équipe, la mise au point de l'application du procédé par pyrolyse d'aérosols a été le résultat d'une activité à la marge de l'activité de recherche principale, répondant à un besoin de financements.

Une chimiste de l'équipe est spécialiste des terres rares – des matériaux présents dans de nombreuses applications technologiques – et particulièrement de leurs propriétés optiques. Son activité a toujours porté sur la recherche d'applications des matériaux, *« je suis expérimentatrice, je travaille sur du fondamental qui peut avoir si possible des débouchés appliqués, ou du moins dont on puisse considérer à terme des débouchés applicatifs »*[503]. Elle intègre le laboratoire toulousain dans lequel nous l'avons rencontrée en 1997, et fait partie du groupe « nanomatériaux » de ce laboratoire depuis que celui-ci a été créé en 2002. Malgré les réorganisations internes qui conduisent à la création de ce groupe, *« j'ai pas tellement changé d'activité. J'étais physico-chimiste du solide, physico-chimiste des matériaux, je fais la même chose. Pourquoi nanomatériaux ? Parce que c'est à la mode »*[504]. Si son activité n'a pas vraiment changé avec l'apparition du qualificatif « nano », toutefois*, « puisqu'il a fallu faire du nano, ça m'a incité à chercher d'autres applications »*[505]. Aujourd'hui elle travaille sur les mêmes matériaux, mais pour des applications en biologie notamment. Des nanoparticules fluorescentes qui avant étaient fabriquées pour des applications dans des écrans plasma, aujourd'hui le sont pour « marquer » des cellules. Toutefois, si cette chimiste est aujourd'hui revenue sur sa spécialité,

---

[501] Ainsi on peut par exemple lire dans un rapport d'évaluation concernant une équipe du « labo SI » : *« Avec près de 50 articles à comité de lecture et 40 actes de conférences internationales en 4 ans, ce groupe a une production significative dont la qualité est attestée par la publication dans des journaux à haut facteur d'impact »* (Rapport AERES, mai 2010) ; ou encore, concernant une équipe d'une autre unité de recherche, le laboratoire *« à un très fort taux de publications supérieur à 2 par chercheur et par an. De plus le pourcentage de publications dans des journaux a fort facteur d'impact est très bon (environ 9% du total des publications sont dans des journaux ayant un facteur d'impact supérieur à 6) »* (Rapport AERES, mai 2010).

[502] Entretien avec une chercheuse, chimiste, 28.02.2012.

[503] *Ibid.*

[504] *Ibid.*

[505] *Ibid.*

c'est-à-dire sur les propriétés luminescentes des terres rares, elle a, pendant plusieurs années, été contrainte d'opérer une « bifurcation » dans ses thématiques de recherche. L'accentuation des financements sur projets dans les années 2000 a eu des effets sur sa pratique.

> *« Ça a correspondu au fait qu'il fallait chercher à se financer soi-même, pratiquement, enfin pas soi-même mais trouver de l'argent. Et puis peut-être les opportunités, donc j'ai pu lancer deux opérations qui étaient basées sur une méthode de synthèse particulière par pyrolyse d'aérosols. […] et il s'est trouvé qu'en se basant sur cette idée de pyrolyse d'aérosols […] on a trouvé l'opportunité de développer cette méthode de synthèse pour faire des luminophores. On est arrivés à monter un puis deux programmes à l'échelle nationale »*[506].

C'est ainsi que l'équipe met au point un nouveau procédé par pyrolyse d'aérosols, en partenariat avec d'autres équipes académiques notamment de génie chimique, mais également une PME et un industriel, avec l'objectif de fabriquer des luminophores pour écrans plasma. La recherche a été productive mais le procédé n'a jamais été utilisé pour l'application pour laquelle il avait été pensé de faire des écrans plasma. Finalement la PME et l'industriel ont disparu du projet, mais *« il est résulté de tout ça qu'on avait un montage pour faire de la pyrolyse d'aérosols à l'échelle préindustrielle pratiquement, plusieurs centaines de grammes par jour donc c'était quand même une échelle importante »*[507], et qui correspondait à l'objectif de l'équipe qui était de montrer *« qu'on pouvait par cette technique faire des quantités d'oxyde relativement importante en accord avec une application industrielle ».*

À partir de là l'équipe a obtenu un projet ANR sur l'utilisation de la pyrolyse d'aérosols, toujours en collaboration avec un laboratoire de génie chimique, qui impliquait également d'autres équipes académiques et une PME régionale. Aussi l'équipe a accumulé des connaissances au niveau des matériaux, concernant la fonctionnalisation de poudres, ou encore leur adaptation pour les incorporer dans des matières plastiques. Les partenariats noués durant les projets avec le secteur industriel n'ont pas permis d'aller jusqu'au transfert, deux membres de l'équipe, un professeur et un docteur, se sont donc lancés dans la création d'une *start-up* qui a pu exploiter le procédé et fabrique aujourd'hui des micro- et nanopoudres pour diverses applications, biocides, anti-UV, *etc.* et leur mise en matières plastiques ou autres composites.

Si la recherche a été intéressante et valorisée d'un point de vue industriel, elle ne correspondait pas au cœur d'activité de la chimiste qui en est à l'origine, ce qui rend la publication difficile.

---

506 *Ibid.*
507 *Ibid.*

«Il a fallu que je parte pour avoir de l'argent sur des histoires de procédés de pyrolyse d'aérosols de choses comme ça qui sont intéressantes mais qui est pas… En tout cas pas ce que je savais faire donc qu'est-ce que je peux publier d'intelligent là-dessus ? »[508].

Aussi, dans ce cas, la recherche a donné lieu à une valorisation, mais celle-ci a été initiée de manière un peu contrainte puisque l'équipe a dû se tourner vers la recherche d'applications qui lui ouvraient la possibilité de trouver des financements à travers des appels à projets. Selon cette chercheuse, certains de ses collègues parviennent à développer des procédés tout en restant dans leur cœur d'activité et de compétences, auquel cas il est possible de publier tout en étant dans la mise au point d'une application. Mais pour des cas comme le sien où les chercheurs se tournent vers des applications éloignées de leur expertise en matière de recherche, la tension est grande entre les deux activités.

« C'est un peu travailler d'un côté pour avoir de l'argent, pour pouvoir par ailleurs faire un peu autre chose »[509].

Dans ce cas, la contrainte par rapport à la publication ne vient pas d'un industriel, mais parfois, les laboratoires de recherche académiques qui travaillent en collaboration avec un industriel se voient imposer une obligation de confidentialité, qui entre alors en tension avec le principe de publicisation des résultats à la base du travail des chercheurs et de leur évaluation.

9.2.2 Évaluation d'une équipe de recherche « finalisée » : garder un équilibre entre les publications et la valorisation économique

Nous allons présenter ici l'exemple d'une équipe qui évolue dans un laboratoire CNRS orienté principalement vers la mise au point et le développement de systèmes, donc de dispositifs technologiques fonctionnels, labellisé Institut Carnot. Pourtant, après avoir travaillé sur des projets très appliqués, en collaboration avec des *start-up*s ou des PME, à la mise au point et au développement de capteurs fonctionnels, les membres de l'équipe ont été incités par le CNRS à se repositionner sur des recherches plus « amont ».

508 *Ibid.*
509 *Ibid.*

« Le CNRS nous demande de faire des publications et d'être donc le plus fondamental possible, mais quand on est, comment dire, Sciences pour l'ingénieur maintenant, c'est l'institut de l'ingénierie et des systèmes donc l'Insis, on nous demande de faire des TRL 4,5,6, alors si je fais des TRL ça prend du temps, il y a du travail, c'est moins de la recherche, et la recherche elle arrive quand on va finalement collaborer avec la biologie ou autre, et des fois pour publier ça prend du temps parce qu'il faut développer donc oui, il y a une certaine schizophrénie, comme je dis on est amenés à faire le grand écart, on nous demande en même temps de faire des recherches fondamentales pour les prochaines technologies à venir et de développer les technologies en place, et on n'est pas obligatoirement nombreux et on n'a pas obligatoirement les financements qui vont avec...et les postes »[510].

Ingénieur de formation, le responsable de l'équipe est sensible aux applications de ses recherches, et souhaite autant que possible que les capteurs, ou autres dispositifs qu'il met au point en laboratoire, puissent être utilisés par l'industrie et contribuent à créer des emplois.

« Je sais pas si c'est ma formation ingénieur qui fait ça mais oui, le but c'est qu'y ait de l'innovation qui puisse passer dans les entreprises »[511].

Toutefois, bien que dans son laboratoire ils soient nombreux à fabriquer des systèmes positionnés sur des TRL assez élevés, il est difficile de les faire passer ensuite dans une phase de développement pré-industriel.

« Alors à chaque fois on me dit « c'est à toi à faire ton entreprise », je dis oui mais c'est pas du tout mon métier. C'est un autre métier de monter une entreprise »[512].

Un chercheur souligne que si cette « incitation » pour les chercheurs à créer des *start-up*s existe de la part des instances dirigeantes, elle ne se traduit pas concrètement par l'octroi de moyens pour le faire (humains ou financiers).

De même, la baisse des financements récurrents et la généralisation des financements sur projets poussent les équipes de recherche à multiplier les projets et les demandes de financements aux divers guichets. Diversification des projets et des thématiques qui s'avère aussi reprochée au moment de l'évaluation par l'AERES.

---

[510] Entretien avec un chercheur, microélectronicien, 10.04.2014.
[511] *Ibid.*
[512] *Ibid.*

9.2.3 Des retombées difficiles à mesurer

La question de la reconnaissance des activités de valorisation économique se pose à la fois pour l'évaluation de la carrière des chercheurs et pour l'évaluation des unités de recherche[513]. De telles activités de valorisation ne sont pas prises en compte dans l'évaluation, alors même que ces injonctions tendent à prendre de plus en plus de place dans la politique de recherche. La loi sur l'innovation et la recherche, le 12 juillet 1999, permet notamment aux chercheurs publics de participer, comme associés ou comme dirigeants, à la création d'une entreprise *« dont l'objet est d'assurer, en exécution d'un contrat conclu avec une personne publique ou une entreprise publique, la valorisation des travaux de recherche qu'ils ont réalisés dans l'exercice de leurs fonctions »*[514].

La question de la prise en compte de la valorisation dans l'évaluation de l'activité de recherche est certainement appelée à évoluer, du fait de la question que pose cette non reconnaissance dans le développement industriel de certaines activités.

> *« La non reconnaissance des activités de valorisation par les commissions du CNRS a, de façon indiscutable, sérieusement hypothéqué le développement des biotechnologies en France »* (Gagnepain, 2007).

9.2.3.1 Prise en compte de la valorisation économique dans l'évaluation des chercheurs ?

Un colloque organisé en 2004 par le ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies[515] donne un aperçu des enjeux de la valorisation au niveau politique et des freins identifiés. Aussi ce colloque s'adressait aux chercheurs, enseignants-chercheurs et aux industriels, et se voulait une incitation et une promotion de la propriété intellectuelle. Le directeur de la délégation aux entreprises du CNRS insistait alors sur l'effort *« fait depuis quelques années sur la sensibilisation et la formation des chercheurs à la propriété intellectuelle, aux brevets, à leur utilité et leur mode d'emploi. Le brevet est un outil pour les laboratoires mais le dépôt de brevet par les chercheurs pour assurer le transfert des technologies ne va pas encore complètement de soi ».*

Deux freins sont alors clairement identifiés et mis en avant par le délégué général au transfert de technologie à l'Inria : l'évaluation par les pairs et la reconnaissance de la

---

513 Philippe Larédo et Philippe Mustar ont montré que toutes les nations développées menaient des politiques relativement homogènes concernant l'incitation à la création d'entreprises à partir des recherches publiques (Larédo et Mustar, 2004/1).

514 Article 25-1 de la loi n°99-587 du 12 juillet 1999 sur l'innovation et la recherche.

515 Colloque, « Valoriser et transférer les résultats de la recherche », organisé par le ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, Paris, 5 février 2004.

valorisation dans les évaluations de carrières des chercheurs et enseignants-chercheurs. Ainsi, il appartiendrait aux instances d'évaluation d'intégrer dans leurs critères l'importance de la valorisation. De même, il appartient à la direction des différents organismes de prendre en compte la valorisation dans les plans de carrière. Toutefois, *« il est plus difficile de mesurer l'impact d'une innovation que de compter le nombre de publications »*.

En effet, le problème, identifié par les participants à ce colloque n'est pas tant celui du dépôt de brevet que celui de la valorisation. Si les brevets peuvent être facilement comptabilisés, à la manière des publications, en revanche la promotion des chercheurs ne prend pas en compte la dimension de la valorisation. La référence en termes d'évaluation de l'activité de recherche est l'évaluation par les publications, classifiées de manière précise. Pour ce qui est des activités de valorisation, le délégué général au transfert de technologie à l'Inria souligne que les organismes manquent d'indicateurs et doivent progresser sur ce sujet. Un directeur d'incubateur soulignait quant à lui le manque de maturité de certains projets soumis aux incubateurs. Or, *« cette maturation pose le problème de son financement »*. S'il existe des aides au transfert, celles-ci sont limitées. Les financements au niveau de la maturation des projets manquent et il préconise une réflexion sur les financements des stades du transfert que sont la preuve de concept et l'amorçage.

9.2.3.2 Prise en compte de la valorisation économique dans l'évaluation des unités de recherche par l'AERES : adaptation ou prescription ?

L'AERES emploie le terme de « valorisation » selon deux acceptions différentes.

> *« La première est une acception large et courante, au sens de « mise en valeur », qui s'applique à un ensemble indéfini d'items. La seconde est une acception spécialisée, dans laquelle le terme désigne un ensemble d'activités et d'initiatives susceptibles d'accroître le rayonnement et l'attractivité de la recherche, et d'augmenter son impact sur l'environnement social, économique et culturel »*[516].

Depuis 2008, quatre critères étaient définis par l'AERES pour évaluer les unités de recherche : 1) la production et la qualité scientifique, 2) le rayonnement et l'attractivité académiques, 3) l'organisation et la vie de l'unité de recherche, 4) les stratégies et perspectives scientifiques. Lors de la campagne d'évaluation 2012-2013, afin de répondre aux recommandations du rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques (OPECST) en 2012, l'agence d'évaluation intègre deux nouveaux critères qui sont 5) l'implication dans la formation par la recherche et **6) l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel.**

[516] « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », *op.cit.*, p.40.

Le critère de l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel *« analyse les différentes activités et réalisations par lesquelles la recherche contribue aux processus d'innovation et conduit à des impacts sur l'économie, la société ou la culture »*[517]. Parmi les « faits observables » répondant à ce critère l'agence d'évaluation prend en compte *« les brevets et les licences, et, selon les domaines, les pilotes ou les prototypes, les procédés, méthodes et savoir-faire, les études cliniques, les marques déposées »*, ou encore les contrats avec des partenaires non académiques (du secteur industriel par exemple). La création d'entreprises et les innovations (nouveaux produits ou processus, nouvelles techniques) apparaissent également comptabilisées dans les données prises en compte dans l'évaluation des unités de recherche.

Les « indices de qualité » s'attachent quant à eux à l'originalité des méthodes et des produits transférés (par exemple la contribution à des innovations de rupture) ; leur adossement aux connaissances scientifiques les plus récentes ; la qualité et le succès de la diffusion (choix du support, devenir des méthodes et des produits, impact sur la cible visée, couplage avec des formations professionnelles, etc.) ; l'existence de coproductions avec des partenaires non académiques (articles cosignés, brevets en convention, etc.) ; des indices de l'utilisation des connaissances et des objets techniques transférés ; le choix de partenaires : leader stratégique dans le domaine, *start-up* innovante créatrice de valeur, *etc.* ; la qualité et la durée de la relation partenariale ; l'influence éventuelle de cette relation sur la position économique, sociale ou culturelle des partenaires ; l'influence sur les politiques publiques ; l'impact de cette relation sur l'émergence de nouvelles problématiques pour l'entité de recherche ou la communauté scientifique.

À la vue de ces différents « indices de qualité », il apparaît que déposer un brevet ou créer une *start-up* ne suffit pas à assurer une bonne évaluation de l'AERES. Toutefois, il est intéressant de noter que les évolutions des critères d'évaluation de l'AERES, la prise en compte de l'interdisciplinarité et des activités de valorisation, semblent aller dans le sens d'un accompagnement des évolutions des pratiques de recherche. Cependant, ces évolutions mises en avant par l'AERES, si elles viennent d'une prise en compte des évolutions dans les pratiques, ne sont pas appliquées de la même façon pour toutes les unités de recherche. Des entretiens menés avec des chercheurs témoignent des exigences contradictoires : d'un côté des injonctions à valoriser les résultats de leur recherche, et de l'autre la non prise en compte de ces actions de valorisation dans leur évaluation, et la primauté accordée aux publications scientifiques.

[517] « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », *op.cit.*, p.12.

Lorsque nous parlons des évolutions des pratiques pour désigner les projets de valorisation, qui entraînent des tentatives de prise en compte par les instances d'évaluation, précisons que ces évolutions dans la pratique peuvent être elles-mêmes le résultat d'une adaptation aux injonctions des politiques de recherche. Aussi, nous ne défendons pas la thèse selon laquelle les chercheurs seraient tous devenus des « technologues » (Heil, 2010), davantage intéressés par la valorisation économique de leurs travaux que tournés vers la production désintéressée de connaissances. Il s'agit plutôt pour nous de mettre en avant une tendance des politiques de recherche, à travers les appels à projets, qui prend deux formes : *1)* une incitation aux rapprochements du choix des thématiques de recherche avec les intérêts économiques du secteur industriel, *2)* une incitation aux recherches « finalisées » ou « appliquées »[518], en demandant dans les réponses aux appel à projets les résultats attendus des projets soumis. En conséquence, les équipes de recherche engagées dans ce type de projets se retrouvent plus facilement en situation de chercher à déposer un brevet ou à valoriser ses résultats ou produits, conduisant dans certains cas à créer une *start-up*.

[518] Selon la distinction opérée par l'AERES, « la recherche dite appliquée est une recherche qui, par la mise en œuvre pratique des connaissances (se distinguant en cela de la recherche fondamentale, orientée principalement vers la production de connaissances nouvelles), exploite les avancées scientifiques et technologiques pour progresser dans un secteur d'activité donné ». « La recherche dite finalisée est une recherche orientée vers des questions scientifiques et technologiques associées à des enjeux socio-économiques relatifs à des secteurs particuliers (comme l'énergie, l'environnement, l'information, la santé ou l'agriculture). Elle a pour vocation non seulement de faire progresser la connaissance, mais aussi d'aboutir à des résultats et des innovations applicables au secteur visé et susceptibles d'avoir une incidence sur le fonctionnement de la société », in « Critères d'évaluation des entités de recherche : le référentiel de l'AERES », *op.cit.*,p. 31 et 34.

CONCLUSION DU CHAPITRE 9

Dans ce chapitre, nous avons mis au jour les barrières internes aux exigences imposées par la politique scientifique. Elle se heurte à son propre système d'évaluation, qui peut se révéler être un frein aux évolutions qu'elle tente d'imposer. Il existe aujourd'hui deux barrières principales qui sont la faible reconnaissance *1)* de l'interdisciplinarité et *2)* des activités de valorisation économique dans l'évaluation des chercheurs et des unités de recherche.

1) L'interdisciplinarité est une pratique qui pose problème aux instances gestionnaires de la recherche, comme le CNRS, du fait d'une organisation traditionnellement disciplinaire, qui garantit l'autonomie de l'activité de recherche. Nous avons vu que l'interdisciplinarité est une pratique courante, et de plus en plus affichée au niveau des programmes de recherche. Néanmoins, dans les faits, elle se heurte à un manque de reconnaissance car elle pose des difficultés en termes d'évaluation à la fois des chercheurs et des unités de recherche. La question de la faible reconnaissance des pratiques et des compétences interdisciplinaires dans la carrière des chercheurs ne se pose pas de la même façon pour tous. Ce sont les jeunes chercheurs qui rencontrent les plus grandes difficultés, étant donné le processus disciplinaire des recrutements, que ce soit à l'université ou au CNRS. Les freins se situent au niveau institutionnel, mais aussi au niveau des chercheurs qui défendent la nécessaire spécialisation, indispensable pour maintenir une évaluation par les pairs. **Ainsi, en ce qui concerne les « nanobio », la recomposition des pratiques de recherche passe par les doctorants, mais elle pose la question des perspectives de carrières pour ces jeunes chercheurs.** Si des financements existent pour des thèses interdisciplinaires, ils peinent à se traduire par des recrutements permanents. L'interdisciplinarité passe donc majoritairement par des projets. Il existe donc un décalage entre la politique scientifique émanant de l'État, et ses relais au niveau du CNRS. La baisse des crédits récurrents accordés à l'organisme pousse dans le sens d'un repli des instituts sur la défense de leurs intérêts et de leurs moyens propres. De même, dans un tel contexte, les profils « à la marge » ne sont pas prioritaires et les restrictions budgétaires poussent au regroupement par discipline dans le but de peser pour l'obtention de subventions.

En outre, la question de l'interdisciplinarité se pose au niveau de l'évaluation des unités de recherche par l'AERES. L'Agence d'évaluation se heurte à la difficulté à définir des critères pertinents du fait de la diversité des pratiques et des modes de collaboration regroupés sous le terme d' « interdisciplinarité ». On assiste ainsi à un double mouvement. D'un côté, l'AERES suit une dynamique d'accompagnement de l'évolution des pratiques de

recherche. D'un autre côté, la définition de nouveaux critères comporte une dimension prescriptive, à travers la définition de « faits observables » et l'attribution d' « indices de qualité ».

2) La deuxième barrière interne au système d'évaluation de la recherche est celle de la reconnaissance des activités de valorisation économique. Au niveau de l'évaluation des unités de recherche par l'AERES, les critères d'évaluation varient selon les missions du laboratoire dans lequel évolue l'équipe. Dans le cas d'une équipe évoluant dans un laboratoire de recherche fondamentale, les publications scientifiques sont la mission principale, et les activités de valorisation sont considérées en regard du nombre de publications. Une équipe se verra reprocher un faible taux de publications quand bien même elle aurait largement valorisé ses résultats de recherche sur le plan économique. L'exigence de valorisation des résultats de la recherche publique n'a pas remplacé les exigences de publications scientifiques, au contraire, elle vient s'y ajouter. Par ailleurs, le besoin en ressources et la multiplication des guichets de financement pour la recherche publique se traduit souvent par une multiplication des projets et des thématiques, ce qui peut aussi être reproché au moment de l'évaluation de l'unité de recherche.

Dans un laboratoire de recherche « finalisée », l'évaluation tient compte de l'équilibre entre la part des publications et les activités de valorisation. Les publications restent la première mission d'un laboratoire CNRS.

Le principal obstacle à la prise en compte des activités de valorisation dans l'évaluation de la recherche est la difficulté à mesurer les retombées de ces activités. Par exemple, en ce qui concerne l'évaluation des chercheurs, le nombre de brevets peut être comptabilisé, à la manière des publications. En revanche, la création d'une *start-up* n'est pas prise en compte. Concernant les unités de recherche évaluées par l'AERES, un nouveau critère a été adopté en 2012, celui des « interactions avec l'environnement social, économique et culturel ». Toutefois, les « faits observables », tels que les brevets, prototypes, création d'entreprises ou encore contrats avec des partenaires non académiques, s'accompagnent d' « indices de qualité », ce qui implique que créer une société, déposer un brevet, ou collaborer avec un partenaire industriel ne garantit pas automatiquement une bonne évaluation.

Cependant, ces évolutions vers une hausse des activités de valorisation apparaissent elles-mêmes comme une réponse aux exigences de la politique scientifique. Cette tendance, qui s'exprime à travers les appels à projets, prend deux formes : *1)* une incitation au rapprochement des thématiques de recherche avec les intérêts économiques du secteur industriel ; *2)* une incitation aux recherches « finalisées », ou « appliquées », les réponses aux appels à projets devant faire apparaître les résultats attendus en termes de retombées

économiques des projets soumis. En conséquence, les équipes qui s'engagent dans ce type de projets se retrouvent plus facilement dans la situation de déposer un brevet ou de chercher à valoriser ses résultats, produits ou procédés, jusqu'à, dans certains cas, créer une société.

Ainsi, en ce qui concerne le rapprochement avec le secteur industriel, les chercheurs qui « jouent le jeu » se heurtent à des injonctions paradoxales : d'un côté travailler avec l'industrie sur des projets applicatifs, de l'autre contribuer à la production de connaissances, évaluées par les pairs, dont la principale manifestation est la publication dans les revues académiques. Les injonctions de la politique scientifique se heurtent à son propre système d'évaluation, qui se révèle mal adapté à la prise en compte de ces nouvelles exigences. Le système évolue dans le sens d'une prise en considération de ces difficultés, à travers une évolution dans les critères d'évaluation des unités de recherche. Toutefois, les critères d'évaluation de la carrière des chercheurs, tout comme ceux concernant les recrutements, restent mal adaptés à la pratique interdisciplinaire, ainsi qu'à l'activité de valorisation économique. Il s'agit de suivre les évolutions en cours afin de voir si elles faciliteront une meilleure adéquation des exigences de la politique scientifique aux contraintes de reconnaissance professionnelle de l'activité des chercheurs.

CONCLUSION DE LA PARTIE 3

Dans cette partie, nous nous sommes intéressée aux pratiques de l'activité de recherche dans des projets de « nanobio ». Notre objectif était de comprendre si ce domaine de recherche particulier est porteur, de par ses spécificités intrinsèques, de transformations, voire d'une recomposition de l'activité de recherche (Bensaude-Vincent, 2009).

Dans un premier temps, nous avons confirmé ce que nous avancions déjà dans la Partie 2, à savoir que la réforme organisationnelle non seulement n'est pas nécessaire à la pratique de l'interdisciplinarité, mais peut la freiner. En décrivant des projets, choisis pour leurs caractéristiques d'interdisciplinarité et de potentiel innovant, nous avons éclairé les transformations à l'œuvre dans les pratiques de recherche, mais aussi les limites de ces transformations.

D'abord, à travers la description de projets à l'Itav et au sein du « laboratoire SI », nous avons montré que l'environnement Itav n'a pas été déterminant et que l'environnement « traditionnel » se révèle mieux adapté au déroulement des projets de « nanobio ». Toutefois, le rapatriement dans les laboratoires traditionnels des projets de « nanobio » ne se fait pas sans poser un certain nombre de questions. Le « laboratoire SI » a été amené à évoluer pour s'adapter aux contraintes de ces projets. Le rapprochement avec les Sciences de la vie passe par la création, en interne, d'une salle dédiée à la culture cellulaire. Par ailleurs, l'équipe « nanobio » a également recruté une jeune chercheuse au profil interdisciplinaire. En outre, une dynamique de collaboration déjà établie avec une PME lui a permis de renforcer ses liens en créant un laboratoire commun, bénéficiant ainsi d'un programme de l'ANR.

La recomposition portée par les « nanobio » passe, pour l'heure, par les doctorants et jeunes chercheurs. Cependant, ils se heurtent à de fortes incertitudes quant à leurs débouchés professionnels. Les limites à cette recomposition sont donc posées par la difficulté pour le système d'organisation disciplinaire de la recherche à intégrer ces nouveaux profils. La situation n'est pas la même dans toutes les disciplines et il apparaît, par exemple, que ces jeunes chercheurs ont plus d'opportunités de se faire recruter dans des sections relevant des SI. Toutefois, la question des recrutements est complexe et interroge l'autonomie de l'activité de recherche, caractérisée par le système d'évaluation par les pairs. Ainsi, la reconfiguration des pratiques passe plus facilement par des projets appliqués, favorisés par la nécessité de fonctionnalité des objets. La reconfiguration des pratiques dans le domaine des « nanobio » passe par une intégration de compétences interdisciplinaires par les doctorants et jeunes chercheurs non permanents. Par ailleurs, les « nanobio » accentuent le rapport de dépendance de l'activité de recherche aux intérêts économiques, du fait des objectifs très appliqués de ces projets. Ce mouvement, qui répond aux exigences de la

politique scientifique de l'innovation, se heurte à deux types de barrières, externes et internes à la sphère de la recherche.

En ce qui concerne les barrières externes, nous pouvons souligner que les débouchés industriels des « nanobio » semblent encore incertains. La thématisation des « nanos » a entraîné un recul de la part des industriels sur l'utilisation des « nanos » (Chaskiel, 2014), et leur utilisation pose d'autant plus question lorsqu'il s'agit de passer dans le domaine médical. En outre, les collaborations entre chercheurs académiques et cliniciens est difficile à mettre en place, or la recherche clinique est une étape inévitable pour la mise sur le marché de tout dispositif médical ou médicament. Enfin, comme pour le secteur industriel, l'utilisation de « nanos » dans le domaine médical doit encore faire la preuve de sa plus-value, nous en sommes encore aujourd'hui aux prémices de cette activité et il est trop tôt pour dire si les nanoparticules, et autres dispositifs nanostructurés, rempliront leurs promesses.

Les barrières internes se rapportent au système de l'évaluation de la recherche. Nous avons vu que l'interdisciplinarité reste difficile à évaluer, et que le devenir des jeunes chercheurs formés dans des zones « hors disciplinaires » demeure incertain. Nous avons ainsi tenté de mettre en lumière quelques paradoxes comme, par exemple, ceux des injonctions à l'interdisciplinarité et à la valorisation industrielle, dont la prise en compte pose problème au niveau de l'évaluation des chercheurs. Cela vient confirmer le maintien de l'autonomie de l'activité de recherche, qui a ses modes d'organisation et d'évaluation propres et qui n'est pas totalement colonisée par des logiques économiques et politiques.

Si nous avons donné dans cette partie plusieurs exemples de création de *start-ups* par des chercheurs, il est nécessaire de prendre en compte le poids des exigences des appels à projets qui participe de la motivation des chercheurs à se lancer dans la création d'une société (mettre en avant un partenaire du secteur privé, rechercher des financements pour continuer à développer le projet, *etc.*).

Concernant l'interdisciplinarité, les freins ne se situent pas uniquement au niveau institutionnel. La spécialisation est défendue par les chercheurs, en premier lieu parce que cette spécialisation, en disciplines et sous-disciplines, apparaît comme la meilleure façon d'assurer une évaluation autonome par les pairs et, ainsi, de garantir la qualité et la reconnaissance des connaissances produites. Pour l'instant, ce sont des questions qui se règlent au cas par cas. Mais la politique scientifique tend à intégrer des évolutions, au niveau des critères d'évaluation notamment, afin de répondre aux évolutions des pratiques qu'elle participe à faire apparaître à travers ses injonctions. Ces évolutions sont difficiles à mettre en place et semblent tarder à se concrétiser mais elles sont d'ores et déjà visibles.

En ce qui concerne les exigences à collaborer avec l'industrie, bien qu'il existe un refus de principe de la part de certains chercheurs, tous n'y sont pas opposés, et beaucoup ne voient pas ce type de collaborations comme une contrainte. La collaboration avec un partenaire privé peut s'avérer dans certains cas une opportunité d'améliorer les connaissances fondamentales. Mais là encore, il faut que cette situation résulte d'un choix délibéré des chercheurs concernés, et que le partenariat soit équilibré pour les deux partenaires. C'est au risque d'apparaître comme des « sous-traitants » du secteur privé que les chercheurs opposent une résistance.

Somme toute, si les exigences du système politique pèsent sur le travail des chercheurs à travers des conditions posées pour l'octroi de financements, elles ne peuvent faire l'économie d'un certain degré d'acceptation par les chercheurs, à tout le moins, d'une adéquation à leurs pratiques. Cette adéquation n'apparaît pas optimale entre les contraintes pratiques des chercheurs, concernant leur reconnaissance professionnelle notamment, et les exigences de la politique scientifique. Le décalage vient de la définition de critères d'évaluation et de financements qui ne prennent pas toujours en compte toute la diversité des pratiques de l'activité de recherche.

Nous avons montré dans cette troisième partie de notre travail que certaines équipes et certains laboratoires sont en capacité de répondre aux nouvelles exigences de la politique de recherche tandis que d'autres sont fragilisés, voire mis en danger par une politique guidée prioritairement selon des enjeux stratégiques. Ainsi, même au sein d'un domaine faisant l'objet d'un fort soutien comme celui des « nanos », il existe des situations très variées, selon les disciplines et les spécialités. Tous les chercheurs ne sont pas également armés pour répondre aux nouvelles exigences de la politique de recherche. La reconnaissance d'une recomposition des pratiques de recherche à travers les « nanobio » passe pour le moment par les Sciences de l'ingénieur, pour deux raisons. D'abord, les SI sont pour l'heure plus ouvertes à l'intégration de profils interdisciplinaires, par le recrutement de jeunes chercheurs. Ensuite, les SI présentent une plus grande capacité à répondre aux exigences de collaboration avec le secteur privé. L'exemple du laboratoire commun ente le « laboratoire SI » et la PME « Y » illustre la nécessité d'une dynamique préexistante pour répondre aux exigences de collaboration avec le secteur privé, et ce type d'expérience ne peut être généralisé. Ici, les incitations de l'ANR à travers des programmes tels que « Labcom » ne créent pas une nouvelle dynamique, elle vient accompagner une dynamique existante (Lautman, 1990).

À un deuxième niveau, notre étude de terrain nous amène à conclure que la politique scientifique ne peut imposer totalement de l'extérieur des contraintes à l'activité de recherche. L'autonomie de l'activité de recherche est liée à la spécificité de la production de connaissances, dont la politique ne peut s'affranchir dans la définition de ses exigences. Les résultats dépendent en dernière instance de facteurs internes à cette sphère d'activité. La hausse des subventions en faveur d'un domaine déterminé entraîne une augmentation des résultats, en termes quantitatifs, mais la qualité et la définition de ceux-ci dépendent entièrement, et en dernière instance, des chercheurs eux-mêmes. L'utilisation ensuite de ces résultats pour un développement par le secteur industriel échappe à l'activité des chercheurs, comme nous l'avons vu dans le point 8.1, ce qui constitue une limite aux injonctions que le système politique fait peser sur eux. Toutefois, face à la réticence des industriels à investir dans certains domaines innovants, tels que les « nanobio », la politique scientifique tend à faire peser cette mission de développement technologique sur les chercheurs académiques. Or, la création de *start-ups* par les chercheurs, la timide reconnaissance des activités de valorisation économique dans l'évaluation des laboratoires, se heurtent à la non reconnaissance de ces activités dans la carrière des chercheurs. Cela constitue une manière pour la sphère de la recherche de résister aux injonctions politiques qui tendent à imposer des critères d'évaluation externes à la recherche. En dernière instance, les exigences de la politique scientifique se heurtent à la pression de la société civile, porteuse d'orientations différentes

L'activité de recherche est une activité collective. Il s'agit d'une activité organisée et en partie communicationnelle, dépendante de règles et de normes particulières et internes pour pouvoir fonctionner. Ainsi, nous rejoignons la thèse d'Olivier Martin (Martin, 2005), selon laquelle l'idéologie de l'acteur-réseau *« tend à sous-estimer le poids, la résistance et la pérennité des institutions qui se trouvent un peu trop diluées, effacées, par l'accent que la théorie met sur les acteurs individuels au détriment des instances supra- individuelles »*. La coordination de l'action dans la sphère de la recherche passe par des règles et des normes partagées par les chercheurs.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans ce travail nous avons apporté des éclairages concernant l'articulation de la politique scientifique à la pratique concrète et quotidienne des chercheurs académiques. Depuis les années 1980, on assiste à une remise en cause du modèle « traditionnel » de la recherche. Ce modèle, construit après la Seconde Guerre mondiale, reposait sur quelques éléments caractéristiques : un financement récurrent de la part de l'État des laboratoires publics de recherche et des universités, une séparation, plus ou moins nette – et contestée –, de la recherche fondamentale et de la recherche « appliquée » et une organisation disciplinaire. Ce modèle tend à être remplacé par un nouveau, dont les deux principales caractéristiques sont *1)* le passage d'un financement récurrent à un financement qui se fait aujourd'hui majoritairement sur projets ; *2)* l'affichage, au niveau de la politique scientifique, de l'interdisciplinarité comme un moyen de favoriser l'innovation, suivant une conception selon laquelle les découvertes se feraient à la frontière entre différentes disciplines. Ce mouvement s'est renforcé dans les années 2000. La création de l'ANR en 2005 vient entériner le mode de financement sur projets comme mode dominant d'attribution de subventions pour les chercheurs. Par ailleurs, l'adoption de la NNI par les États-Unis en 2001, et de son programme de convergence NBIC, n'est pas étrangère à la place prise par l'interdisciplinarité dans les programmes de recherche en Europe et en France.

La NNI, programme de soutien au développement des « nanos », fait de ce domaine le principal vecteur de création de richesse et d'emplois. Il est repris en Europe, et en France, où les « nanos » sont considérées comme la *« prochaine révolution industrielle »*[519]. La politique de la NNI trouve un écho en Europe à l'heure où la Stratégie de Lisbonne fait de la recherche le moteur de l'innovation. Les « nanos », porteuses de promesses en termes de développement économique et de création d'emplois, apparaissent comme un levier pour orienter la recherche dans le sens d'un rapprochement avec les enjeux économiques et industriels.

Des travaux en sociologie ont montré les effets de ces transformations sur la pratique des chercheurs (Barrier, 2011 ; Jouvenet, 2011 ; Hubert et Louvel, 2012 ; Hubert *et al.*, 2012 ; Bonneuil et Joly, 2013). En particulier, elles conduisent à une perte, ou à une reconfiguration, de l'autonomie professionnelle des chercheurs d'un côté, ainsi qu'à une remise en cause de l'autonomie de l'activité de recherche en tant que production désintéressée de connaissances, de l'autre côté. Cette situation révèle des tensions entre les chercheurs, qui défendent, en tendance, l'autonomie de leur activité face aux enjeux

[519] Plan Nano-Innov, 2009, *op.cit.*

politiques et économiques, et une politique scientifique qui tend à orienter la recherche prioritairement vers des enjeux stratégiques de développement économique. Parce qu'il s'agit d'un domaine dans lequel les exigences en termes d'enjeux économiques et industriels sont fortement exprimés, nous avons choisi d'étudier les « nanos » comme révélateur de ces tensions entre les chercheurs et les nouvelles exigences de la politique scientifique. Le cadre théorique de J. Habermas nous a permis de distinguer entre les enjeux de la pratique de l'activité de recherche et ceux des politiques scientifiques. D'un côté, la pratique des chercheurs est orientée par des normes (évaluation par les pairs, séparation disciplinaire) et des valeurs (production désintéressée de connaissances), mais également traversée par des enjeux stratégiques (de carrière notamment). D'un autre côté, les intérêts politiques et économiques s'expriment à travers la politique scientifique.

Pour appréhender ces tensions, notre étude s'est focalisée sur le niveau régional. Les lois de décentralisation en France, ainsi que la politique régionale de l'Union Européenne ont contribué à la prise en compte de préoccupations de développement économique à l'échelon régional. Les régions apportent donc un soutien accru aux activités de recherche, dans un objectif de développement économique de leur territoire. La Région Midi-Pyrénées soutient le développement du domaine des « nanos » depuis le début des années 2000 et Toulouse s'est vu reconnaître en tant que territoire compétent sur les « nanos » au moment du plan Nano-Innov en 2009. À travers notre analyse de terrain sur la constitution de l'Itav, nous avons proposé une analyse des transformations portées par le système, traduites ici au niveau local, afin d'orienter la recherche vers le rapprochement avec des enjeux économiques et industriels. **L'Itav a matérialisé une dynamique visant la réorganisation de la recherche publique pour favoriser l'innovation, essentiellement impulsée par le système mais contestée par les chercheurs.** Les « nanobio », emblématiques de la convergence, sont perçues comme un levier favorisant la reconfiguration des pratiques de recherche. C'est pour cette raison qu'elles ont été choisies pour la constitution de l'Itav.

Nous avons proposé une analyse originale qui se démarque des études sociologiques. Notre analyse, ancrée dans les Sciences de la communication, nous a orientée vers la compréhension de la formation de positions partagées par les chercheurs et susceptibles de s'ériger en contrepoids face aux injonctions politiques et économiques.

L'Itav a été construit dans l'objectif de répondre à une vision stratégique de l'activité de recherche. Il a constitué un outil politique de développement économique du territoire par l'innovation. Cette vision a été relayée à l'Itav par les Sciences de l'ingénieur. Les chercheurs

impliqués dans des projets de « nanobio » se sont impliqués à l'Itav dans l'espoir de bénéficier de financements dédiés pour développer une activité de développement technologique en vue du transfert à l'industrie. Les « bionano » ont été retenues comme axe central à l'Itav pour deux raisons principales : d'abord, cet axe reposait sur une dynamique de collaboration interdisciplinaire préexistante ; ensuite, les projets, orientés selon une vision SI, mettaient au premier plan le transfert technologique et les collaborations industrielles. Les projets de l'équipe « bionano » à l'Itav étaient principalement orientés autour de la problématique des biopuces, un domaine qui semble correspondre à la notion de la *convergence* (Vinck et Robles-Belmont, 2012). Ces projets sont marqués par les exigences politiques inspirées par la NNI américaine et représentent l'opportunité de réorganiser la recherche.

L'attention portée au processus de constitution de l'Itav nous a permis de mettre au jour des enjeux politiques de gouvernance entre institutions politiques locales ainsi qu'entre les institutions politiques et celles de la recherche. Cet institut, qui véhiculait une nouvelle organisation de la recherche, a cristallisé les tensions autour du rapport de la recherche à l'industrie. Nous avons mis au jour les motifs et les formes de la résistance des chercheurs à une réorganisation de la recherche autour d'enjeux prioritaires de développement économique. Dans le même temps, nous avons vu que les « nanobio » sont porteuses d'une recomposition des pratiques de recherche, mais que ces dernières se heurtent au système d'organisation et d'évaluation de la recherche. Enfin, nous avons vu que la politique de recherche des « nanos », qui vise au rapprochement des activités de recherche et des intérêts industriels, se heurte à des barrières, à la fois internes (évaluation et organisation disciplinaire) et externes (débouchés, *etc.*). Ainsi, ce sont quatre résultats principaux que nous avons mis en avant dans ce travail.

1) Premièrement, nous confirmons que les cadres institutionnels ne sont pas mécaniquement déterminants pour l'évolution des dynamiques qui marquent un domaine scientifique (Lautman, 1990 ; Jack, 2002 ; Berthelot *et al.*, 2005).

En premier lieu, l'Itav, impulsé par une volonté politique, a trouvé une matérialisation concrète en prenant appui sur une dynamique préexistante dans la communauté des chercheurs. Ces derniers portaient déjà des projets interdisciplinaires orientés vers le développement technologique et le transfert à l'industrie. Les tensions à l'Itav autour de la gouvernance, fondées sur le rapport de la recherche à l'industrie, n'ont pas entravé le développement des projets. L'environnement des laboratoires « traditionnels » semble finalement bien répondre au déroulement des projets de « nanobio ».

L'interdisciplinarité caractéristique des projets de « nanobio » préexistait à l'Itav. Elle ne se décrète pas et ne peut être imposée de manière artificielle par la politique scientifique. Il en va de même en ce qui concerne les injonctions au rapprochement des activités de recherche et des enjeux industriels. Le partenariat industriel se construit sur la durée et les chercheurs sont attachés à ce qu'il soit équilibré entre les deux partenaires. Les incitations institutionnelles, comme le programme « Labcom » de l'ANR, par exemple, ne suffisent pas à impulser une dynamique. Elles viennent plutôt renforcer une dynamique existante et n'auraient que peu d'effet sans cette dernière.

2) Deuxièmement, l'hypothèse forte de l'Itav soutenant la nécessité de constituer des espaces en dehors des laboratoires traditionnels pour favoriser l'interdisciplinarité et l'innovation n'a pas été démontrée. Nous avons relevé deux types de freins au niveau institutionnel à une nouvelle organisation encouragée par le système politique : *A)* Le décloisonnement à l'Itav devait passer par l'intégration dans la gouvernance de la recherche les institutions politiques locales. Or, des visions divergentes entre les institutions politiques locales sur les objectifs de l'Itav se sont révélées une barrière au décloisonnement. Par ailleurs, les partenaires non académiques de l'Itav (collectivités locales, Fondation InNaBioSanté) défendaient une vision orientée vers le développement économique incompatible avec la vision du CNRS. *B)* Le décloisonnement disciplinaire à l'Itav s'est heurté aux visions divergentes de l'interdisciplinarité à l'intérieur du CNRS. Parce que les chercheurs impliqués menaient à l'Itav des projets de développement technologique, les SI ont défendu une vision de la recherche orientée vers des enjeux stratégiques de transfert industriel et de développement économique, tandis que les biologistes ont exprimé leur attachement à une activité de recherche non guidée en priorité par des exigences politiques et économiques.

3) Troisièmement, ce sont essentiellement les Sciences de l'ingénieur qui véhiculent une reconfiguration des pratiques de recherche. Les projets de « nanobio » des SI sont caractérisés par la pratique interdisciplinaire, le développement technologique et la collaboration industrielle. Ce sont des projets « appliqués », dont le but est d'apporter des améliorations pour le domaine médical, en termes de diagnostic et de thérapeutique. Si les laboratoires « traditionnels » accueillent ces ces projets, toutefois, ils sont porteurs de reconfigurations qui font apparaître de nouvelles questions. La recomposition des pratiques de recherche passe par l'intégration de compétences interdisciplinaires par les doctorants et les jeunes chercheurs. Cependant, des incertitudes demeurent quant à leur avenir professionnel face à une organisation disciplinaire de la recherche. La situation n'est pas

homogène et il apparaît aujourd'hui que ces jeunes chercheurs au profil interdisciplinaire ont davantage d'opportunités de se faire recruter dans des sections relevant des SI. Ces dernières présentent en effet une plus grande capacité à *1)* intégrer des profils interdisciplinaires, *2)* répondre aux exigences de collaborations avec le secteur industriel. Ce mouvement, qui répond aux exigences de la politique de recherche devenue *« politique de l'innovation »* (Vinck, 2002), se heurte toutefois à deux types de barrières, internes et externes à la sphère de la recherche.

A) Du côté des barrières externes, d'abord, les débouchés industriels ou médicaux des « nanobio » semblent encore aujourd'hui incertains. La thématisation des « nanos » a entraîné un recul des industriels (Chaskiel, 2014) et leur utilisation pose question lorsqu'il s'agit de passer dans le domaine médical. On peut également souligner que la collaboration entre la recherche académique et la recherche clinique n'est pas facile à mettre en place. Enfin, les « nanos » doivent encore démontrer la plus-value de leur utilisation dans le domaine médical, et il est encore trop tôt pour dire si elles répondront aux attentes dont elles font l'objet tant aux niveaux politique et économique que médical.

B) Du côté des barrières internes, le système d'évaluation de la recherche, fondé sur une organisation disciplinaire, se révèle un frein à l'extension de ces nouvelles pratiques. En premier lieu, parce que l'interdisciplinarité est difficile à évaluer. La spécialisation disciplinaire est défendue par les chercheurs parce qu'elle permet d'assurer un système d'évaluation autonome par les pairs. Le paradoxe de l'injonction à l'interdisciplinarité, ou aux activités de valorisation, et de la non reconnaissance de ces activités dans l'évaluation des chercheurs et des unités de recherche, confirme le maintien d'une autonomie de la recherche à travers des modes d'organisation et d'évaluation propres, qui échappent aux seuls intérêts économiques.

4) Quatrièmement, les chercheurs freinent la réorganisation de l'activité de recherche telle qu'elle est véhiculée par les politiques étatiques de recherche.

A) Au niveau des motifs de la résistance, nous avons identifié des enjeux pratiques et normatifs. *a)* Les enjeux pratiques relèvent des difficultés soulevées par la pratique de la recherche hors du laboratoire d'origine (éloignement des collègues, perte de temps, risque de mauvaise évaluation, nécessité de se regrouper en discipline pour peser et ainsi obtenir des subventions, *etc.*). Ils relèvent d'intérêts stratégiques. *b)* Les enjeux normatifs reposent sur l'attachement au temps long comme cadre de référence pour l'activité de recherche, et sur le maintien de l'organisation disciplinaire. Cette dernière est nécessaire à l'évaluation par les pairs, qui assure une certaine autonomie de l'activité de recherche. Elle est aussi nécessaire à l'avancée des connaissances et les chercheurs ne remettent pas en question la

nécessité de la spécialisation lorsqu'ils s'engagent dans des projets interdisciplinaires. Au niveau institutionnel, le maintien de l'organisation « traditionnelle », c'est-à-dire disciplinaire, est un levier pour le CNRS afin de garder le contrôle des orientations de la recherche face aux tentatives d'ingérence de la part des décideurs politiques. **En ce sens, la résistance des chercheurs prend en partie appui sur un accord normatif.**

B) Du côté des formes de la résistance des chercheurs, elles s'appuient en premier lieu sur le système d'évaluation. La timide évolution vers la reconnaissance des activités de valorisation relève d'une forme de résistance à ce que des critères autres que celui de l'évaluation par les pairs ne deviennent dominants dans l'évaluation des activités de recherche. Par ailleurs, nous avons soulevé un paradoxe : les projets de « nanobio » orientés vers le développement technologique et les partenariats avec le secteur industriel se poursuivent dans un laboratoire « traditionnel » de Sciences de l'ingénieur tandis que l'Itav devient un lieu consacré à une activité de recherche « traditionnelle ». Les chercheurs, organisés collectivement en équipes et en laboratoires, préservent une certaine maîtrise sur les évolutions en cours en se les appropriant en interne. L'activité de recherche maintient son autonomie en tant qu'activité en partie communicationnelle reposant sur la reconnaissance commune de normes et de valeurs. Dans l'activité communicationnelle, les participants ne sont pas primordialement orientés vers le succès propre, ils poursuivent leurs objectifs individuels avec la condition qu'ils puissent accorder mutuellement leurs plans d'action sur le fondement de définitions partagées des situations (Habermas, 1987, p.295). La résistance des chercheurs est fondée en partie sur des intérêts stratégiques lorsqu'il s'agit de défendre des intérêts professionnels d'évolution de carrière, ou encore de s'assurer des financements. Mais elle est en partie fondée sur un accord normatif autour de valeurs et de normes qui contribuent à la reproduction de la sphère de la recherche en tant que sphère d'activité autonome.

Les chercheurs résistent aux injonctions du système par leurs pratiques. Les injonctions qui pèsent sur le travail des chercheurs doivent faire l'objet d'une acceptation, à tout le moins d'une adéquation à leurs pratiques. La contestation des injonctions de la politique scientifique par les chercheurs repose sur des critères d'évaluation et de financements qui ne prennent pas en compte toute la diversité des pratiques de la recherche. L'autonomie de l'activité de recherche est liée à la spécificité de l'activité de production de connaissances, notamment car la validation des résultats dépend de critères internes à cette sphère d'activité. L'appropriation et l'utilisation des résultats de la recherche par l'industrie échappent aux chercheurs. La tendance du système politique à faire porter la responsabilité du développement technologique et de la valorisation économique sur les chercheurs se

heurte à la non reconnaissance de ces activités dans l'évaluation des chercheurs et des unités de recherche. Ainsi, la sphère de la recherche tend à résister à l'imposition de critères économiques en tant que critères prioritaires. Toutefois, nous observons ici un processus en cours, et les évolutions qui semblent s'engager au niveau de l'évaluation de la recherche demandent à être suivies.

Une des limites de ce travail tient à ce qu'il s'attache à analyser une situation instable et fortement soumise à évolution et transformation. Les critères d'évaluation de la recherche tendent à s'élargir pour en intégrer de nouveaux tels que la valorisation économique des résultats obtenus. Il convient donc de suivre ces évolutions et leurs conséquences.

De même l'Itav a connu de nombreuses évolutions, jusqu'à très récemment. Il semble aujourd'hui s'être stabilisé autour d'une orientation de recherche « traditionnelle ». Toutefois, la valorisation économique demeure une mission centrale, afin de répondre aux exigences de son hébergeur, la CAGT. Il convient donc de suivre l'Itav afin de voir comment il répond, ou au contraire il contourne, les exigences des décideurs politiques. Par ailleurs, la constitution de l'Itav, engagée dès 2003, a mobilisé de nombreuses parties prenantes dans le milieu scientifique mais aussi politique. Nous n'avons pu interroger toutes les parties prenantes et le temps écoulé entre la naissance du projet et notre enquête entraîne des difficultés pour retracer l'historique et les enjeux liés au nouvel institut. En effet, les discours recueillis *a posteriori* apparaissent parfois contradictoires, ou encore certains faits ou certains clivages peuvent être réinterprétés par les enquêtés à la lumière des évènements ultérieurs.

Enfin, l'absence de comparaison avec un autre hôtel à projets est une autre limite de ce travail. Elle aurait pu nous permettre de confirmer certaines de nos observations ou, au contraire, d'en infirmer d'autres.

Le développement des « nanobio », qui repose sur la mise à disposition de dispositifs technologiques pour des applications en santé, est engagé depuis le début des années 2000. Bien qu'il soit trop tôt pour juger de la réalité ou non des promesses portées à travers ce domaine, il ouvre la voie à la « médecine personnalisée » (Picard, 2014), ou « médecine individualisée »[520], par la précision, la rapidité d'analyse et les faibles coûts des nouveaux dispositifs. Le troisième Plan Cancer (2014-2019) fait une place prioritaire à la prévention et au dépistage, considérés comme les deux leviers d'action majeurs pour prévenir et faire reculer la maladie, première cause de mortalité en France. Le diagnostic précoce est porté

[520] Rapport « Un principe et 7 ambitions pour l'innovation », commission « Innovation 2030 » présidée par Anne Lauvergeon, octobre 2013.

par l'INCa (Institut National du Cancer) comme un levier majeur d'amélioration de la prise en charge des patients atteints de cancer (Appel à projets 2015).

Nous nous sommes concentrée dans ce travail sur l'articulation de la politique scientifique aux pratiques des chercheurs. Il serait intéressant d'aller plus loin et de voir comment la politique scientifique intègre les nouveaux enjeux liés à l'avènement de la « médecine personnalisée ». Ce modèle, considéré par certains comme un nouveau « paradigme »[521], posera de nouvelles questions, en termes de transformation de la relation entre le médecin et les patients, par exemple : *« il faudra gérer, prendre en compte, annoncer les résultats d'analyses nouvelles dans des délais courts, voire immédiatement, avec une dimension prédictive forte dont l'accueil par le patient sera différenciée et potentiellement problématique »* (Picard, 2014). D'autre part, au-delà de la faisabilité de nouveaux nanodispositifs technologiques, il reste à éclairer les conditions de légitimation de tels dispositifs par le milieu médical et les patients ainsi que par la société civile. Du côté des professionnels de santé, le développement de nouvelles technologies aux applications jugées bénéfiques peut se heurter, notamment, à une opinion professionnelle rétive aux « nanos ». En effet, cette dernière a été fortement sensibilisée à travers les controverses de ces dernières années, liées à plusieurs catastrophes sanitaires (sang contaminé, médicaments toxiques, prothèses défectueuses, amiante, *etc.*).

Il est désormais acquis que le développement d'innovations issues d'activités « à risques » passent par *« des épreuves de légitimation publique »* (Suraud, 2011, p.4). La *« crise de l'organisation scientifique »* se révèle d'ailleurs un *« facteur d'innovation dans les dispositifs de consultation citoyenne" »* (Cabedoche, 2006). La société civile oppose aux décisions étatiques et industrielles des *« exigences universalisables, comme la protection de l'environnement et de la santé publique »* (Suraud, 2011, p.4). Concernant les « nanos », la posture dans la société civile (associations de patients, associations citoyennes, etc.) n'est pas unifiée aujourd'hui, en raison notamment du large champ d'application potentiel de ces nouvelles technologies (Débat public CNDP sur les « nanos », 2009-2010 ; Suraud, 2011). Les positions du milieu associatif concerné par les thématiques « nanos », ou « nanobio », gagneraient donc à être interrogées à la lumière d'une innovation particulière.

Ce sont autant d'incertitudes qui restent à éclaircir avant d'envisager la diffusion d'innovations issues des « nanobio ».

[521] Rapport de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) à l'Assemblée Nationale, janvier 2014, p.18.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES

BECK Ulrich (1986), *La société du risque, sur la voie d'une autre modernité*, Flammarion, Paris, 2001, 521 p.

BÉLAND Jean-Pierre et PATENAUDE Johane (sous la direction de), *Les nanotechnologies. Développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, Presses universitaires de Laval, Laval, 2009, 124 p.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, *Les vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*, La Découverte, coll. Sciences et société, Paris, 2009, 223 p.

BERTHELOT Jean-Michel, MARTIN Olivier, COLLINET Cécile, *Savoirs et savants. Les études sur la science en France*, Presses universitaires de France, coll. Science, histoire et société, Paris, 2005, 282 p.

BONNEUIL Christophe et JOLY Pierre-Benoît, *Sciences techniques et société*, La Découverte, coll. Repères, Paris, 2013, 125 p.

BOUQUILLION Philippe, PAILLIART Isabelle, *Le déploiement des TIC dans les territoires. Le rôle des collectivités*, Presses Universitaires de Grenoble, coll. La communication en plus, Grenoble, 2006, 114 p.

CALLON Michel, LASCOUMES Pierre, BARTHE Yannick, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Editions du Seuil, coll. La couleur des idées, Paris, 2001, 358 p.

CALLON Michel, LAREDO Philippe, MUSTAR Philippe *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie. L'évaluation des programmes*, Economica, Paris, 1995, 477 P.

CAVAZZANA-CALVO Marina, DEBIAIS Dominique, *Les biomédicaments*, Presses Universitaires de France, coll. Que sais-je ?, Paris, 2011, 128 p.

DE CHEVEIGNÉ Suzanne, BOY Daniel, GALLOUX Jean-Christophe, *Les biotechnologies en débat. Pour une démocratie scientifique*, Balland, coll. Voix et regards, Paris, 2002, 253 p.

DODET Michel, LAZAR Philippe, PAPON Pierre, *La République a-t-elle besoin de savants ?*, Presses universitaires de France, coll. Science, histoire et société, Paris, 1998, 249p.

DREXLER K. Eric (1986), *Engins de création. L'avènement des nanotechnologies*, Vuibert, Paris, 2005, 342 p.

DUBOIS Michel, *La nouvelle sociologie des sciences,* Presses universitaires de France, Paris, 2001, 256 p.

GIBBONS Michael, LIMOGES Camille, NOWOTNY Helga, SCHWARTZMAN Simon, SCOTT Peter, THROW Martin, *The New production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*? Sage, London, 1994, 192 p.

GINGRAS Yves, *Propos sur les sciences. Entretien avec Yannick Villedieu*, Raisons d'agir, Paris, 2010, 204 p.

GINGRAS Yves, *Sociologie des sciences,* Presses universitaires de France, coll. Que sais-je ?, Paris, 2013, 127 p.

GINGRAS Yves, *Les dérives de l'évaluation de la recherche. Du bon usage de la bibliométrie,* Raisons d'agir, Paris, 2014, 122 p.

GOFFI Jean-Yves (dir.), *Regards sur les technosciences,* Librairie philosophique J. Vrin, coll. Pour demain, Paris, 2006, 219 p.

HABERMAS Jürgen (1973), *Raison et Légitimité*, Payot, coll. Critique de la politique, Paris, 2002, 196 p.

HABERMAS Jürgen, *Vérité et justification,* Gallimard, coll. NRF Essais, 2001, Paris, 348 p.

HABERMAS Jürgen, *Droit et démocratie. Entre faits et normes,* Gallimard, coll. NRF Essais, 1997, 551 p.

HABERMAS Jürgen, *Théorie de l'agir communicationnel. Tome 1 : Rationalité de l'agir et rationalisation de la société*, Fayard, coll. L'espace du politique, Paris, 1987, 448 p.

HABERMAS Jürgen, *Théorie de l'agir communicationnel. Tome 2 : Critique de la raison fonctionnaliste*, Fayard, coll. L'espace du politique, Paris, 1987, 480 p.

HABERMAS Jürgen (1973), *La technique et la science comme idéologie*, Gallimard, coll. Tel, Paris, 1990, 211 p.

JOACHIM Christian et PLEVERT Laurence, *Nanosciences, la Révolution invisible*, Éditions du Seuil, coll. Science ouverte, Paris, 2008, 182 p.

KITCHER Philip, *Science, vérité et démocratie*, Presses universitaires de France, coll. Science, histoire et société, Paris, 2010, 324 p.

LARESCHE Jean-Philippe, LAREDO Philippe et WEBER Karl (dir.), *Recherche et enseignement supérieur face à l'internationalisation. France, Suisse et Union Européenne*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2009, 397 p.

LATOUR Bruno, *Changer de société, refaire de la sociologie*, La Découverte, coll. Poche, Paris, 2007, 400 p.

LAURENT Brice, *Les politiques des nanotechnologies. Pour un traitement démocratique d'une science émergente*, Ed. Charles Léopold Mayer, Paris, 2010, 242 p.

MALRIEU Jean-Paul, *La science gouvernée. Essai sur le triangle science-techniques-savoir*, Librairie Ombres blanches, Coll. Rue des Gestes, Toulouse, 2011, 190 p.

MERTON Robert K., *The sociology of science. Theorical and empirical investigations*, University of Chicago Press, Chicago, 1973, 636 p.

MIÈGE Bernard et VINCK Dominique (Dir.), *Les masques de la convergence : enquêtes sur sciences, industries et aménagements,* Archives contemporaines, Paris, 2012, 396 p.

MUSSELIN Christine, *Les universitaires,* La Découverte, coll. Repères, Paris, 2008, 119 p.

NOWOTNY Helga, SCOTT Peter, GIBBONS Michael, *Repenser la science: savoir et société à l'ère de l'incertitude*, Belin, coll. Débats, Paris, 2003, 319 p.

PAILLIART Isabelle (dir.), *L'espace public et l'emprise de la communication*, ELLUG, Grenoble, 1995, 211 p.

PAILLIART Isabelle (dir.) *La publicisation de la science : Exposer, communiquer, débattre, publier, vulgariser*, Presses Universitaires de Grenoble, coll. Communication, médias et sociétés, Grenoble, 2005, 206 p.

PESTRE Dominique, *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*, INRA, coll. Sciences en question, Paris, 2003, 201 p.

PICARD Jean-François, *La république des savant*s. *La recherche française et le CNRS*, Flammarion, Paris, 1990, 335 p.

SAINT-MARTIN Arnaud *La sociologie de Robert K. Merton*, La Découverte, coll. Repères, Paris, 2013, 125 p.

SAUVAGEOT Anne, BOUJU Xavier, MARIE Xavier (Dir.), *Images & mirages @ nanosciences. Regards croisés*, Hermann, Éditeurs des sciences et des arts, Paris, 2012, 263 p.

SHINN Terry et RAGOUET Pascal, *Controverses sur la science. Pour une sociologie transversaliste de l'activité scientifique,* Raisons d'agir, Paris, 2005, 237 p.

SCHNAPPER Dominique, *La République des citoyens. Sur l'idée moderne de nation*, Gallimard, coll. NRF Essais, Paris, 1994, 240 p.

SURAUD Marie-Gabrielle, *La catastrophe d'AZF : de la concertation à la contestation*, La documentation française, coll. Réponses environnement, Paris, 2007, 249 p.

TUBIANA Maurice, *Le cancer*, Presses Universitaires de France, coll. Que sais-je ?, Paris, 2003, 128p.

VINCK Dominique, *Les nanotechnologies*, Le cavalier bleu, coll. Idées reçues, Paris, 2009, 127 p.

VINCK Dominique, *Sciences et société. Sociologie du travail scientifique*, Armand Colin, coll. U. Série Sociologie, Paris, 2007, 302 p.

VINCK Dominique, *Pratiques de l'interdisciplinarité. Mutations des sciences, de l'industrie et de l'enseignement*, Presses Universitaires de Grenoble, coll. Génie industriel, Grenoble, 2000, 221 p.

CHAPITRES D'OUVRAGES

MÉLA Jean-François, « Les dilemmes du pilotage de la recherche », in. Michel Hollard et Guy Saez (dirs.), *Politique, sciences et action publique. La référence à Pierre Mendès-France et des débats actuels*, Presses Universitaires de Grenoble, coll. Libres cours, Grenoble, 2010, pp. 54-63.

LARÉDO Philippe, « Le financement de la recherche sur projets en France : positionner pour mieux questionner », in Michel Hollard et Guy Saez (dirs.), *Politique, sciences et action publique. La référence à Pierre Mendès-France et des débats actuels*, Presses Universitaires de Grenoble, coll. Libres cours, Grenoble, 2010, pp. 177-190.

PESTRE Dominique, « Science "pure" », in. Nicolas WITKOWSKI (Dir.), *Dictionnaire culturel des sciences*, Seuil, Paris, 2001.

RIP Arie, « Le poids des phases initiales dans le déroulement des programmes », in. Michel Callon, Philippe Larédo, Philippe Mustar, *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie*, Economica, Paris, 1995, pp. 111-124.

SCHUMMER Joachim, « On the Novelty of Nanotechnology: A Philosophical Essay », in Anthony Mark Cutter & Bert Gordijn (eds.), *In Pursuit of NanoEthics: Transatlantic Reflections on Nanotechnology*, Springer, Dordrecht, 2014, pp. 15-29.

VINCK Dominique, « Les pôles de recherche et de compétitivité », in. Michel Hollard et Guy Saez (dirs.), *Politique, sciences et action publique. La référence à Pierre Mendès-France et des débats actuels*, Presses Universitaires de Grenoble, coll. Libres cours, Grenoble, 2010, pp. 157-174.

ZULIANI Jean-Marc, GROSSETTI (Michel) avec la coll. de JALABERT (Guy), « L'agglomération toulousaine, un système productif localisé de la recherche-

développement ? », GUILLAUME Régis (dir.), Programme SPL CCRRDT *Les SPL en Midi-Pyrénnées : vers l'émergence de systèmes régionaux ?*, rapport final, Toulouse, novembre 2003, pp. 43-112.

ARTICLES DE REVUES

AUPLAT Claire et DELEMARLE Aurélie, « Mieux comprendre les nouvelles opportunités liées aux nanotechnologies », *Entreprendre et Innover*, vol.4, n°16, 2012, pp. 64-77.

AVIRAM Arieh, RATNER Mark A., « Molecular rectifier », *Chemical Physics Letters*, vol. 29, n°2, 1974, pp. 277-283.

BARRIER Julien, « La science en projets : financements sur projet, autonomie professionnelle et transformations du travail des chercheurs académiques », *Sociologie du Travail*, n°53, 2011, pp. 515-536.

BARTHÉLÉMY M., « Les évaluateurs de l'AERES sont-ils des pairs ? » *Réflexions sur le débat à l'EHESS sur le thème « L'AERES et après ? »*, 2009, disponible en ligne sur http://www.sauvonsluniversite.com/spip.php?article2313 (consulté le 21/11/2014).

BENNINGHOFF Martin, RAMUZ Raphaël, LERESCHE Jean-Philippe, « Transformations des politiques de recherche en Europe : les cas de la Suisse, de l'Allemagne et de la France », *Revue française d'administration publique*, vol. 4, n°112, 2004, pp. 777-789.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, « Splendeur et décadence de la vulgarisation scientifique », *Questions de communication*, 2010, n°17, pp. 19-32.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, « Nanotechnologies : une révolution annoncée », *Études*, vol. 12, Tome 411, 2009, pp. 605-616.

BINNIG Gerd, ROHRER Heinrich, « Scanning Tunneling Microscopy – from birth to adolescence », *Reviews of Modern Physics*, n°59, 1987, pp. 615-625.

BLUME Stuart S., « D'une perspective « extrinsèque » en sociologie de la science », *Sociologie et sociétés*, vol.7, n°1, 1975, pp. 9-28.

BOURDIEU Pierre. « Le champ scientifique », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 2, n°2-3, 1976, pp. 88-104.

BOURE Robert, « De l'évaluation collégiale à l'évaluation à dominante gestionnaire », *Communication & Organisation*, vol 2, n° 38, 2010, pp. 42-63.

BRUNO Isabelle, « Comment gouverner un « espace européen de la recherche » et des « chercheurs entrepreneurs » ? Le recours au management comme technologie politique », *Innovations*, vol. 3, n° 36, 2011, pp. 65-82.

CABEDOCHE Bertrand, « La crise de l'organisation scientifique, facteur d'innovation dans les dispositifs de "consultation citoyenne" », *Les Cahiers du journalisme*, « Médias et Science », n° 15, 2006, pp. 162-172.

CABEDOCHE Bertrand, « Débat public et nanotechnologies : quand le journaliste s'invite pour reprendre du pouvoir au sein de "*l'espace public autonome"* », *Les Cahiers du journalisme*, n°18, 2008, pp. 246-284.

CLAVERIE Maurice, « Vingt ans de programmes interdisciplinaires au CNRS », *Annales des Mines*, février 1998.

CHAPPOZ Yves, PUPION Pierre-Charles, « Le New Public Management », *Gestion et management public*, vol. 2, 2012, vol. 1, pp. 1-3.

CHARLIER Jean-Emile et MOENS Frédéric, « Vers une concentration de la recherche ? Construction européenne et gestion nationale de la recherche universitaire », *Revue française d'administration publique*, vol. 4, 2004, n°112, pp. 687-696.

CHASKIEL Patrick, « Les mots ou les choses. Théories de la communication et vie matérielle », *Questions de communication*, n°8, 2005, pp. 179-194.

CHASKIEL Patrick, « La précaution "des" nanotechnologies », *Communication et organisation*, n°45, 2014, pp. 19-32.

CHAVOT Philippe et MASSERAN Anne, « (Re)penser les sciences et les techniques en Europe », *Questions de communication*, n°17, 2010, pp. 7-18.

DE BÉCHILLON Denys, « La notion de transdisciplinarité », *La Revue du MAUSS*, n°10, 1997, n°10, pp.185-201.

DODIER Nicolas, « Penser un régime d'évaluation de la recherche scientifique », 2009, disponible en ligne sur http://f.hypotheses.org/wp-content/blogs.dir/30/files/2009/05/dodier-regime-devaluation.pdf (consulté le 10/02/2015).

DUPUY Jean-Pierre, « Quand les technologies convergeront », *Revue du MAUSS*, vol. 1, n°23, 2004, pp. 408-417.

DUVAL Julien et HEILBRON Johan, « Les enjeux des transformations de la recherche », *Actes de la recherche en sciences sociales,* vol. 164, 2006, pp. 5-10.

FILATRE Daniel, « Politiques publiques de recherche et gouvernance régionale », *Revue française d'administration publique,* vol 4, n°112, 2004, pp. 719-730.

FOUQUET Annie, PERRIAULT Jacques, « Évaluation, politiques publiques, politique de recherche », *Communication & Organisation*, vol.2, n° 38, 2010, pp. 29-40.

GAGNEPAIN Jean-Jacques, « SPI/biotechnologies : mariage d'amour ou de raison ? », *La revue pour l'histoire du CNRS*, [en ligne], vol. 17, 2007, mis en ligne le 3 juillet 2009, http://histoire-cnrs.revues.org/1920 (consulté le 8 avril 2015).

GAUDILLIÈRE Jean-Paul, « Ouvrir la recherche pour pouvoir la sauver. À propos du mouvement des chercheurs », *Mouvements*, vol. 2, n°38, 2005, pp. 103-109.

GAUDILLIÈRE Jean-Paul « À propos de sciences, techniques et société », *Mouvements*, vol. 1, n°31, 2004, pp. 139-142.

GAUDILLIÈRE Jean-Paul, « Chimie biologique ou biologie moléculaire ? La biochimie au CNRS dans les années soixante », *Cahiers pour l'histoire du CNRS*, n°7, 1990, disponible en ligne sur http://www.histcnrs.fr/pdf/cahiers-cnrs/gaudilliere.pdf (consulté le 28/09/2014).

GODIN Benoît, GINGRAS Yves, « The place of universities in the system of knowledge production », *Research Policy*, n°29, 2000, pp. 273-278.

GROSSETTI Michel, BARTHE Jean-Francois, « Dynamique des réseaux interpersonnels et des organisations dans les créations d'entreprises », *Revue Française de Sociologie*, vol. 49, n°3, 2008, pp. 585-612.

GUILLAUME Henri, MACRON Emmanuel, « Enseignement supérieur, recherche, innovation. Quels acteurs? », *Esprit*, n°12, 2007, pp. 160-187.

HANSMA Paul, ELINGS V., MARTI Othmar, BRACKER Charles, « Scanning Tunneling Microscopy and Atomic Force Microscopy : application to biology and technology », *Science*, New Series, vol. 242, n°4876, 1988, pp. 209-216.

HUBERT Matthieu, CHATEAURAYNAUD Francis FOURNIAU, Jean-Michel « Les chercheurs et la programmation de la recherche : du discours stratégique à la construction de sens », *Quaderni*, n°77, 2011-2012, pp. 85-96.

HUBERT Matthieu et LOUVEL Séverine, « Le financement sur projet : quelles conséquences sur le travail des chercheurs ? », Revue *Mouvements*, vol.3, n° 71, 2012, pp. 13-24.

JACK François, « Aux sources de la politique de la science : mythe ou réalités ? (1945-1970) », *La revue pour l'histoire du CNRS*], n°6, 2002, disponible en ligne sur http://histoire-cnrs.revues.org/3611 (consulté le 23/01/2012).

JOLY Pierre-Benoît. « Chercheurs et laboratoires dans la nouvelle économie de la science. », *Revue d'économie industrielle*, vol. 79, 1997, pp. 77-94.

JOULIAN Frédéric, DE CHEVEIGNÉ Suzanne, LE MAREC Joëlle, « Dossier interdisciplinarité "Évaluer les pratiques interdisciplinaires" », *Natures, Sciences Sociétés*, vol. 13, n°3, 2005, pp. 284-296.

JOUVENET Morgan, « Nanosciences et nanotechnologies : une coopération modèle ? », *Terrain*, n°58, 2012, pp. 44-63.

JOUVENET Morgan, « Profession scientifique et instruments politiques : l'impact du financement "sur projet" dans les laboratoires de nanosciences », *Sociologie du travail*, n°53, 2011, pp. 234-252.

JOUVENET Morgan « La culture du « bricolage » instrumental et l'organisation du travail scientifique enquête dans un centre de recherche en nanosciences », *Revue d'anthropologie des connaissances*, n°2, 2007, pp. 189-212.

JUNK Andreas, RIESS Falk « From an idea to a vision :There's plenty of room at the bottom », *American Journal of Physics*, vol.74, n°9, 2006, pp. 825-830.

LAMY Erwan, SHINN Terry, « L'autonomie scientifique face à la mercantilisation », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 164, 2006, pp. 23-50.

LAREDO Philippe, MUSTAR Philippe, « La recherche publique en France : évolutions et enjeux », *Le Banque*t, vol. 1, n°19, 2004, pp. 95-113.

LAUTMAN Jacques, « L'évaluation au CNRS », *Cahiers pour l'histoire du CNRS*, n°10, 1990, disponible en ligne sur http://www.histcnrs.fr/cahiers-cnrs/lautman.html (consulté le 25/01/2012).

LE ROUX Muriel, RAMUNNI Girolamo, « L'OCDE et les politiques scientifiques », *La revue pour l'histoire du CNRS*, vol. 3/2000, mis en ligne le 20 juin 2007, http://histoire-cnrs.revues.org/2952 (consulté le 3/03/2012).

LEYDESDORFF Loet, ETZKOWITZ Henry, « Le "Mode 2" et la globalisation des systèmes d'innovation "nationaux" : le modèle à Triple hélice des relations entre université, industrie et gouvernement », *Sociologie et sociétés*, vol. 32, n° 1, 2000, pp. 135-156.

MANGEMATIN Vincent, PEERBAYE Ashveen, « Les grands équipements en sciences de la vie : quelle politique publique ? », *Revue française d'administration publique*, vol.4, n°112, 2004, pp. 705-718.

MARCOVICH Anne, SHINN Terry, « Regimes of science production and diffusion: towards a transverse organization of knowledge », *Scientiae Studia*, *Sao Paulo*, vol. 10, 2012, pp. 33-64.

MARTIN Olivier, « Une étude des institutions de la recherche en histoire, philosophie et sociologie des sciences », *La revue pour l'histoire du CNRS*, n°13, 2005, disponible en ligne sur http://histoire-cnrs.revues.org/1614 (consulté le 25/01/2012).

MITSOS Achilleas, « Recherche européenne : le défi de l'excellence », *Revue française d'administration publique*, n°112, vol.4, 2004, pp. 671-673.

Mouvements, « Guerre à la recherche ? », *Mouvements*, vol. 2, n°32, 2004, pp. 5-7.

MORIN Edgar, « Sur l'interdisciplinarité », *Bulletin Interactif du Centre International de Recherches et Études transdisciplinaires*, n° 2, 1994, disponible en ligne sur http://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b2c2.php (consulté le 12/06/2014).

NAVARRO Marion, « L'industrie pharmaceutique », *Regards croisés sur l'économie*, vol. *1* n°5, 2009, pp. 210-214.

PESTRE Dominique, « Des sciences et des productions techniques depuis trente ans. Chronique d'une mutation », *Le Débat*, vol. 3, n° 160, 2010, pp. 115-131.

PESTRE Dominique, « Penser les sociétés de la connaissance », *Le Débat*, vol. 1n°148, 2008, pp. 81-85.

PESTRE Dominique, « La recherche publique, l'innovation et le social », *Projet*, vol. 2, n°285, 2005, pp. 51-51.

PESTRE Dominique, « La production des savoirs entre académies et marché – Une relecture historique du livre : "The New Production of Knowledge", édité par M. Gibbons », *Revue d'économie industrielle*, vol. 79, 1997, pp. 163-174.

PICARD Robert, « Médecine personnalisée : de quoi parle-t-on ? Une vision prospective », *Annales des Mines - Réalités industrielles*, vol. 4, 2014, pp. 99-106.

PICARD Jean-François, PRADOURA Elisabeth, « La longue marche vers le CNRS (1901 - 1945) », *Cahiers pour l'histoire du CNRS*, n°1, 1988, disponible en ligne sur http://www.histcnrs.fr/pdf/cahiers-cnrs/picard-pradoura-88.pdf (consulté le 15/04/2013).

PROST Antoine, « Les origines des politiques de la recherche en France (1939-1958) », *Cahiers pour l'histoire du CNRS 1939-1989*, n°1, 1988, disponible en ligne sur http://www.histcnrs.fr/pdf/cahiers-cnrs/prost-1.pdf (consulté le 15/04/2013).

PROST Antoine, « Les réformes du CNRS 1959-19663 », *Cahiers pour l'histoire du CNRS*, vol. 9, 1990, disponible en ligne sur http://www.histcnrs.fr/pdf/cahiers-cnrs/prost-2.pdf (consulté le 15/04/2013).

RAFOLS Ismael, MEYER Martin, « How cross-disciplinary is bionanotechnology? Explorations in the specialty of molecular motors », *Scientometrics*, vol. 70, n°3, 2007, pp. 633-650.

RAFOLS Ismael, « Strategies for knowledge acquisition in bionanotechnology », *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, vol. 4, n°20, 2007, pp. 395-412.

RAMUNNI Girolamo, « Les liens entre le CNRS et l'université », *Revue française d'administration publique*, vol.4, n°112, 2004, pp. 637-646.

RENAUD Chloé, « L'émergence de la recherche contractuelle : vers une redéfinition du travail des chercheurs ? », *Mouvements*, vol. 3, n° 71, 2012, pp. 66-79.

SCHUMMER Joachim, « Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and patterns of research collaboration in nanoscience and nanotechnology », *Scientometrics*, vol. 59, n°3, 2004, pp. 425-465.

SHINN Terry, « Nouvelle production du savoir et Triple Hélice. Tendance du prêt-à-penser les sciences », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 141-142, 2002, pp. 21-30.

SHINN Terry, « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale », *Revue française de sociologie*, vol. 3, 41, 2000, pp. 447-473.

SHINN Terry , « Hiérarchies des chercheurs et formes des recherches », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 74, 1988, pp. 2-22.

SURAUD Marie-Gabrielle, « La contestation des "nanos", redéfinir la notion de "politisation de la science" », *Les Enjeux de l'information et de la communication*, vol. 1, n°14, 2013, pp. 117-129.

VILKAS Catherine, « Des pairs aux experts : l'émergence d'un "nouveau management" de la recherche scientifique ? », *Cahiers internationaux de sociologie*, vol. 1, n° 126, 2009, pp. 61-79.

VINCK Dominique, « Retour sur le laboratoire comme espace de production de connaissances », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 7, n°2, 2002, pp. 159-165.

VIEU Christophe, MALAQUIN Laurent, THIBAULT Christophe, SALIBA Antoine-Emmanuel, DARAN Emmanuelle, DILHAN Monique, CARCENAC Franck, LEBERRE Véronique, TRÉVISIOL Emmanuelle, FRANÇOIS Jean-Marie, « Les nanotechnologies au service des biopuces, l'exemple toulousain », Magazine *Biofutur*, « Bioterrorisme, de l'analyse aux solutions », n°250, 2004, pp. 41-45.

WHITESIDES George M., « The Right Size: Nanobiotechnology », *Nature Biotechnology*, vol. 21, n°10, 2003, pp. 1161-1165.

THÈSES

BÉDUER Amélie, *Micro/nano ingénierie pour le contrôle de la croissance de cellules neuronales et l'élaboration d'une bioprothèse cérébrale à base de cellules souches organisées*, thèse de doctorat en Nano-physique, nano-composants, nano-mesures, Toulouse, 2012, 270 p.

CAUHOPE Marion, *De la Poudrerie nationale de Toulouse au Cancéropôle La catastrophe d'AZF dans les dynamiques territoriales d'un espace industriel urbain (1850-2008)*, Thèse de doctorat en géographie, Toulouse, 2013, 458 p.

FONCY Julie, *Nouvelles technologies intégrées d'adressage et de détection des interactions moléculaires pour application de biopuces en diagnostic moléculaire in vitro*, thèse de doctorat en Ingénierie Microbienne et Enzymatique, Toulouse, 2013, 383 p.

HEIL Christophe, *De la science à la technoscience, du chercheur au technologue : les cas de la génopole d'Evry, du biopôle de Laval (Québec) et de l'université de San Diego (Californie)*, Thèse de doctorat en sociologie, Evry, 2010, 514 p.

LOEVE Sacha, « *Le concept de technologie à l'échelle des molécules-machines* », thèse de doctorat en philosophie, Paris, 2009, 682 p.

PEERBAYE Ashveen, « La construction de l'espace génomique en France : la place des dispositifs instrumentaux », École normale supérieure de Cachan, ENS Cachan, 2004, 337 p.

RENAUD Chloé, *Étude des rapports locaux entre science, industrie et pouvoirs publics : les conditions socioculturelles, économiques et techniques de l'engagement partenarial au sein d'un pôle de compétitivité*, thèse de doctorat en sociologie, Bordeaux, 2015, 435 p.

RAPPORTS ET DOCUMENTS INSTITUTIONNELS

Académie des technologies, *Les nanotechnologies : enjeux et conditions de réussite d'un projet national de recherche*, Rapport du groupe de travail « Nanotechnologies » Paris, 2002.

Académie des Sciences et Académie des Technologies *« Nanosciences-Nanotechnologies »*, Paris, 2004.

Ambassade de France à Washington, , *Dix ans de Nanotechnologies aux Etats-Unis – Histoire, bilan et perspectives du programme National Nanotechnology Initiative*, Rapport de la Mission pour la Science et la Technologie, avril 2011.

Anne Lauvergeon (Dir.), *Un principe et 7 ambitions pour l'innovation*, Rapport de la commission « Innovation 2030 », octobre 2013.

ANEC & BEUC, *How much nano do we buy?*, updated Inventory on products claiming to contain nanomaterials, octobre 2010.

BOUYER Florence, COUSIN Stéphanie, SIMPSON Béatrice, TOCUT Vanessa *Étude sur l'interdisciplinarité dans la gestion des personnels chercheurs*, Rapport de phase 1, CNRS, Observatoire des métiers et de l'emploi scientifique, 2014.

BUSH Vannevar, *Science, the endless frontier*, A report to the President by Vannevar Bush Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945, United States Government Printing Office, Washington, 1945.

CHATEAURAYNAUD Francis, *Nanosciences et technoprophéties. Le nanomonde dans la matrice du futur*, 2005.

Commission européenne au Conseil, au Parlement européen et au Comité économique et social, *Vers un marché des connaissances*, RDT info, n°34, Bruxelles, juillet 2002.

Communication de la Commission européenne au Conseil, au Parlement européen et au Comité économique et social, *Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies*, COM 338, Bruxelles, 2004.

Communication de la Commission européenne au Conseil, au Parlement européen et au Comité économique et social, *Nanosciences et nanotechnologies : un plan d'action pour l'Europe 2005-2009*, COM 243, Bruxelles, 2005.

Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil et au Comité économique et social européen, *Aspects réglementaires des nanomatériaux*, COM 366, Bruxelles, 2008.

Communication de la Commission au parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions, *Préparer notre avenir : développer une stratégie commune pour les technologies clés génériques dans l'UE*, COM 512, Bruxelles, 2009.

Communiqué du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, *Stratégie nationale de recherche et d'innovation*, 3 septembre 2008.

Communiqué interministériel, *Engagements du Gouvernement sur les suites à apporter au débat public relatif au développement et à la régulation des nanotechnologies*, 27 octobre 2011.

Conseil européen de Barcelone, *Conclusions de la présidence*, 15 et 16 mars 2002.

GUILLAUME Henri, *Rapport de mission sur la technologie et l'innovation*, mars 1998.

JOLY Pierre-Benoît (Dir.), *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ?*, Rapport de la Mission pour La Métro, septembre 2005.

KOK Wim, *Relever le défi. La stratégie de Lisbonne pour la croissance et l'emploi*, Rapport au Sénat, 16 novembre 2004.

Massachusetts Institute of Technology, *The third revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering*, janvier 2011

MÉTIVIER François, LEMAIRE Patrick, RIOT Elen (pour l'association *Sciences en Marche*), « CIR et R&D : efficacité du dispositif depuis la réforme de 2008 », *Rapport à la commission d'enquête sénatoriale sur la réalité du détournement du crédit d'impôt recherche de son objet et de ses incidences sur la situation de l'emploi et de la recherche dans notre pays*, 6 avril 2015.

Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS, *Rapport d'activité 2013*, Paris, 2013.

OCDE, Manuel de Frascati, 2002.

Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, *Rapport à l'Assemblée Nationale,* janvier 2014.

PHILIP Thierry et SYROTA André, *Rapport de la mission « Oncopole de Toulouse »*, avril 2013.

ROCO Mihail C., BAINBRIDGE William S., *Converging Technologies for Improving Human Performance. nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive s*cience, National Science Foundation, 2003.

SURAUD Marie-Gabrielle (Dir.), *Les nanoactivités à l'épreuve de leur légitimation*, Contrat REPERE, Ministère de l'Ecologie, 2011.

The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, *Nanoscience and nanotechnologies : opportunities and uncertainties,* London, juillet 2004.

THERME Jean, VERNAY Dominique, COSTES Alain, *Nano-Innov, 10 propositions pour un France compétitive dans les nanotechnologies*, Rapport pour le Président de la République, 2008.

AUTRES

Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement Du Territoire, Dossier de presse, Matignon, 13 Décembre 2002.

Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement Du Territoire, *Projet de création de l'Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant*, juin 2013, Toulouse.

Communiqué de presse du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, *Nano-Innov, le plan nanotechs*, 5 mai 2009, disponible en ligne sur http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid25281/nano-innov-un-plan-en-faveur-des-nanotechnologies.html (consulté le 06/05/2012), (consulté le 25/03/2012).

Conseil Régional Midi-Pyrénées, Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation, *Guide des aides de la région 2015/2016.*

Le Journal du CNRS, Dossier *Les promesses tenues des nanos*, n°237, octobre 2009, pp. 18-27.

Le grand Toulouse infos, Le magazine de la communauté urbaine du Grand Toulouse, *Toulouse Cancer Campus, un cancéropôle unique en Europe*, 2e trimestre 2009, n°21.

Les cahiers de l'ANR, *Les nanotechnologies : un nouveau paradigme*, n°5, juillet 2012.

Veillenanos, *Nano et Alimentation (2/7) : Quels ingrédients nano dans notre alimentation ?*, disponible en ligne sur http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=QuellesNanoAlimentation (consulté le 21/07/2014).

ARTICLES DE PRESSE

La Dépêche du Midi, *L'Institut des Technologies Avancées en sciences du Vivant pourrait voir le jour à Toulouse-Montaudran*, 17 avril 2003, disponible en ligne sur http://www.ladepeche.fr/article/2003/04/17/550220-institut-technologies-avancees-sciences-vivant-pourrait-voir-jour-toulouse-montaudran.html (consulté le 17/07/2013).

La tribune, *À Toulouse, Innabiosanté fait appel aux industriels pour accélérer la recherche contre le cancer, interview du directeur Christophe Cazaux*, 28 avril 2014, disponible en ligne sur http://www.objectifnews.com/Innovation/oncopole-fondation-innabiosante-toulouse-cancer-christophe-cazaux-changements-recherche-medicament-02052014 (consulté le 23/06/2015).

Le Monde, *Un budget recherche préservé dans le Plan Cancer*, 4 février 2014, disponible en ligne sur http://www.lemonde.fr/sciences/article/2014/02/04/un-budget-recherche-preserve-dans-le-plan-cancer_4359662_1650684.html#RwCGHGqYasCr2ePo.99 (consulté le 19/07/2014)

MID e-news, *Biotechnologies : premiers projets financés dans le cadre de l'ITAV*, 6 janvier 2006, disponible en ligne sur http://archives.midenews.com/politiques-publiques/886-biotechnologies-premiers-projets-finances-dans-le-cadre-de-l-itav.html (consulté le 22/07/2014).

Rue 89, *« Singularité » : l'idéologie de la Silicon Valley qui valait des milliards*, 15 septembre 2013, disponible en ligne sur http://rue89.nouvelobs.com/2013/09/15/singularite-li-deologie-silicon-valley-valait-milliards-245677 (consulté le 17/09/2013).

SITOGRAPHIE

http://cpdp.debatpublic.fr/cpdp-nano/debat/debat_public.html

http://www.cnrs.fr/fr/organisme/histoire.htm

http://www.rtb.cnrs.fr/accueil.php3

http://www.cnrs.fr/mi/spip.php?article2

http://www.cnrs.fr/insb/recherche/parutions/articles2010/b-ducommun.htm

http://www.cnrs.fr/mi/spip.php?article193

http://www.cnrs.fr/insb/recherche/parutions/articles2010/b-ducommun.htm

http://www.cnrs.fr/dire/actualites/2012/decembre/satt-171212.htm

http://www2.cnrs.fr/presse/communique/999.htm

http://www.performance-publique.gouv.fr/farandole/2008/pap/html/DBGPG-MOBJINDPGM172.htm

https://www.laas.fr/public/fr

http://www.midi-pyrenees.gouv.fr/web/Portail_Midi-Pyrenees/2761-les-poles-de-competitivite.php

http://www.genotoul.fr/index.php?id=53

http://www.fondation-ritc.net/-La-vocation-.html

http://www.france-europe-innovation.fr/era-net.php

http://www2.cnrs.fr/presse/communique/816.htm

http://www.senat.fr/rap/a03-074-9/a03-074-91.html

http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid56330/les-reseaux-thematiques-de-recherche-avancee-et-de-recherche-et-de-soins.html

http://www.instituts-carnot.eu

http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid55892/comprendre-le-programme-investissements-d-avenir.html

http://www.itav-recherche.fr

http://www.innopsys.com/

http://spcmib.ups-tlse.fr/recherche/pnasm.pdf

http://www.syntivia.fr

http://www.satt.fr/que-sont-les-satt/

http://www.clinatec.fr/

http://www.larecherche.fr/savoirs/entretien/ari-aviram-molecules-remplaceront-silicium-01-12-2002-6945

http://www.nano.gov/about-nni/what/funding

http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/priorities/index_fr.htm

http://www.pierre-fabre.com/fr

http://www.midipyrenees.fr/

http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/biologie-sante/programme-de-recherche-translationnelle-en-sante-prts/

http://www-leti.cea.fr/

http://legifrance.gouv.fr/

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE 3
INTRODUCTION GÉNÉRALE 4
PARTIE 1.APPRÉHENDER LES TENSIONS ENTRE POLITIQUE SCIENTIFIQUE ET ACTIVITE DE RECHERCHE 14

Chapitre 1. Éléments de contexte: la construction d'un champ « nanos » 15
1.1 Les « nanos »: controverses autour de la délimitation d'un champ 15
1.2 Les « nanos » : un enjeu pour le développement industriel 19
1.2.1 Un domaine interdisciplinaire 21
1.2.1 Des micro-nanotechnologies aux nanobiotechnologies 22
1.3 La politique des « nanos » 28
1.3.1 Les nanotechnologies au cœur de la « convergence », levier des transformations du modèle d'organisation de la recherche 32
1.3.2 La reprise en Europe du programme de « convergence NBIC » 34

Conclusion du chapitre 1 39
Chapitre 2. Pour une approche communicationnelle de l'activité scientifique 41
2.1 De la rationalité de l'action à la rationalité communicationnelle 42
2.2 La recherche, une activité entre agir stratégique et agir communicationnel 47
2.3 La résistance des chercheurs et ses enjeux : intérêts stratégiques ou accord normatif ? 52

Conclusion du chapitre 2 55
Chapitre 3. Interdisciplinarité et collaborations industrielles : des tendances fortes de la politique scientifique 57
3.1 Le fonctionnement « traditionnel » de la recherche caractérisé par un mode de financement récurrent 57
3.1.1 Définir les contours de la notion d' « autonomie » de la sphère de la recherche 58
3.1.2 L'influence des structures institutionnelles sur la dynamique de l'activité de recherche : l'exemple du CNRS 60
3.2 Du financement récurrent aux financements sur projet : rapprocher recherche et industrie 63
3.2.1 Du modèle de fonctionnement « traditionnel » de la recherche au modèle du financement sur projets 64
3.2.2 Vers une perte de l'équilibre entre recherche fondamentale et recherche appliquée ? 73
3.3 Des injonctions à l'interdisciplinarité pour favoriser l'innovation 76
3.3.1 Les ressorts systémiques de l'injonction à l'interdisciplinarité 78
3.3.2 De l'interdisciplinarité à la convergence NBIC : le rôle central des « nanos » dans ce mouvement 81
3.4 Vers une perte de l'autonomie professionnelle ? 84

Conclusion du chapitre 3 88

Chapitre 4. La spécificité du thème des « nanos » 90
4.1 Les « nanos », un vecteur des exigences de la politique de recherche ? 90
4.2 Un domaine marqué par la pratique de l'interdisciplinarité ? 97
4.2.1 Des dynamiques de collaboration… 98
4.2.2 …qui n'induisent pas nécessairement de l'interdisciplinarité 99
4.2.2.1 Les « nanos » : des pratiques caractéristiques de la *new disciplinarity* 103
4.2.2.2 Les freins pratiques au renforcement de l'interdisciplinarité 105
4.3 Posture méthodologique et approche du terrain 106

Conclusion du chapitre 4 109
CONCLUSION DE LA PARTIE 1 112

PARTIE 2. DÉVELOPPER LES NANOBIOTECHNOLOGIES : UN ENJEU POLITIQUE PORTÉ PAR LES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR. L'EXEMPLE DE L'ITAV À TOULOUSE 116

Chapitre 5. La politique locale des « nanos »: du triangle Bio-Nano-Info à Nano-Innov 119
5.1 Le plan Nano-Innov et la reconnaissance de Toulouse comme pôle d'intégration 121
5.2 Le soutien de la région Midi-Pyrénées aux « nanos » 127
5.3 De la « Cité des Biotechnologies » au « Triangle Bio-Info-Nano-Technologies » 132
5.4 Le contexte de l'explosion de l'usine AZF : renouveler l'industrie à Toulouse 136
5.4.1 Reconstruire sur un site sinistré 136
5.4.2 La création de la Fondation InNaBioSanté 141

Conclusion du chapitre 5 144
Chapitre 6 L'Itav : tensions autour d'une perspective de décloisonnement institutionnel et disciplinaire 145
6.1 Enjeu de l'Itav : innovation et transfert technologique 147
6.1.1. Un lieu unique pour héberger des projets interdisciplinaires 149
6.1.2 Une nouvelle organisation pour favoriser le transfert de technologie vers le secteur privé 152
6.1.3 Construction des contours scientifiques de l'Itav 154
6.1.3.1 L'axe « bionano »: l'effet de levier d'une dynamique préexistante 157
6.1.3.2 Les débuts scientifiques de l'Itav 165
6.1.4 La vision du fondateur de l'Itav : une gouvernance élargie pour favoriser le décloisonnement 167
6.2 La difficile définition de la gouvernance de l'Itav : tension autour d'une orientation vers le transfert technologique 176
6.2.1 Un projet renouvelé sous la gestion du CNRS 176
6.2.1.1 Une équipe résidente à l'Itav 182
6.2.1.2 Divergences de vision au sein du CNRS 184
6.2.1.3 L'impossible gestion inter-instituts au CNRS 187
6.3 Désaccord des partenaires non académiques avec l'orientation du CNRS à l'Itav 197
6.3.1 La région Midi-Pyrénées : l'Itav, une vitrine pour attirer des chercheurs étrangers à Toulouse 202

6.3.2 La communauté d'agglomération du Grand Toulouse : un institut de recherche technologique pour le développement économique 203
6.3.3 La Fondation InNaBioSanté : les « nanos » au service de la santé 207
6.4.4 L'impossible décloisonnement institutionnel 211
6.4 Pratiquer la recherche hors du laboratoire d'origine 221
6.4.1 Des contraintes temporelles et spatiales 221
6.4.2 Animation scientifique de l'institut interdisciplinaire 226
6.4.3 La question des équipements et la perte de contrôle des laboratoires « traditionnels » 227
6.5 La défense de l'organisation « traditionnelle » 231
6.5.1 Temps court vs temps long : les limites de la recherche sur projets 231
6.5.2 Des craintes exprimées par la « communauté nano » toulousaine face aux opérations politiques 234

Conclusion du chapitre 6 238
Conclusion de la partie 2 241

PARTIE 3. DES BARRIÈRES EXTERNES ET INTERNES À LA RECOMPOSITION DE LA RECHERCHE. 245

Chapitre 7 « Nanobio » : une reconfiguration de la recherche qui passe par les Sciences de l'ingénieur 246
7.1 Par une intégration facilitée des profils interdisciplinaires 247
7.1.1 Le projet de « nano-ingénierie » 249
7.1.2 Le projet biopuces 252
7.1.3 Le projet de capteur biochimique 256
7.1.4 Le projet de « détection in vivo » 258
7.2 Par une plus grande capacité à répondre aux exigences de collaborations avec le secteur privé 264
7.2.1 Une activité de recherche appliquée… 266
7.2.2 …qui laisse une place à la recherche fondamentale 267
7.2.3 Un modèle qui ne peut être généralisé 268

Conclusion du chapitre 7 271
Chapitre 8 Les barrières externes aux exigences de la politique scientifique 275
8.1 « Nanobio »: des débouchés industriels encore incertains 276
8.1.1 Le passage difficile de la recherche en laboratoire à la recherche clinique 280
8.1.2 Les exigences des chercheurs face aux partenariats industriels 283
8.1.3 Du chercheur à l'entrepreneur : la création de start-ups 286
8.1.3.1 Pallier au manque de financement pour le développement technologique 287
8.1.3.2 La *Start-up*, partenaire privilégié pour la réponse aux appels à projets 288
8.1.4 L'évolution de l'offre de formation : un indicateur des débouchés pour les « nanobio » 289
8.2 Le désintérêt des sphères politique et industrielle pour certains sujets de recherche : l'exemple de la toxicité des nanoparticules 292
8.2.1 L'exemple d'un projet de dépollution de l'eau 293
8.2.2 L'exemple de la toxicité et de l'écotoxicité des NTC 295
8.3 La société civile, une orientation différente de la politique scientifique 296

Conclusion du chapitre 8 298
Chapitre 9 Évaluer la recherche 301
9.1 Évaluer l'interdisciplinarité ? 305
9.1.1 L'évaluation et le recrutement des chercheurs au CNRS : un processus disciplinaire 306
9.1.2 Les doctorants au cœur de l'interdisciplinarité et les plus fragilisés par cette pratique 308
9.1.3 L'évaluation des unités de recherche par l'AERES : difficulté à déterminer des critères pour évaluer l'interdisciplinarité 313
9.2 Évaluer les activités de valorisation ? 316
9.2.1 Évaluation d'une équipe de recherche fondamentale : la qualité des publications avant la valorisation 316
9.2.2 Évaluation d'une équipe de recherche « finalisée » : garder un équilibre entre les publications et la valorisation économique 320
9.2.3 Des retombées difficiles à mesurer 322
9.2.3.1 Prise en compte de la valorisation économique dans l'évaluation des chercheurs ? 322
9.2.3.2 Prise en compte de la valorisation économique dans l'évaluation des unités de recherche par l'AERES : adaptation ou prescription ? 323
Conclusion du chapitre 9 326
Conclusion de la partie 3 329
CONCLUSION GÉNÉRALE 333
BIBLIOGRAPHIE 343
SITOGRAPHIE 357
TABLE DES MATIÈRES 359
ANNEXES 363

ANNEXES

Sommaire des annexes

ANNEXE N°1 Liste des sigles II
ANNEXE N°2 Table des illustrations IV
ANNEXE N° 3 Tableau des entretiens V
ANNEXE N°4 Repères chronologiques IX
ANNEXE N°5 Lettre de mission du président de la Répblique XI
ANNEXE N°6 Communiqué de presse sur le lancement de Nano-Innov XIII
ANNEXE N°7 Synthèse des projets retenus dans le cadre des Investissements d'avenir en Midi-Pyrénées XV
ANNEXE N°8 Brochure d'information sur le triangle Bio-Nano-Info XVI
ANNEXE N°9 Liste des partenaires de l'Itav XXII
ANNEXE N°10 Description de l'axe « Nanobio » dans le projet de l'Itav XXIV
ANNEXE N°11 Projet du Cancéropôle à Toulouse XXXII
ANNEXE N°12 Entreprises recensées par le fondatur de l'Itav XXXVIII
ANNEXE N°13 Description des projets menés à l'Itav XLIV
ANNEXE N°14 Communiqué de presse sur l'installation d'une antenne CEA à Toulouse L
ANNEXE N°15 description du projet « biopuces » mené à l'Itav LI

ANNEXE N°1

LISTE DES SIGLES

AFM	Atomic Force Microscope
AERES	Agence d'évaluation de la recheche et de l'enseignement supérieur
ANR	Agence nationale de la recherche
ATP	Action thématique programmée
CAGT	Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse
CCI	Chambre de Commerce et d'Industrie
CCRRDT	Comité consultatif régional pour la recherche et le développement technologique
CEA	Commissariat à l'énergie atomique
CHU	Centre hospitalier universitaire
CIADT	Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire
CIR	Crédit impôt recherche
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COMUE	Communauté d'universités et d'établissements
CRCT	Centre de recherche en cancérologie de Toulouse
DAEC	Direction des affaires européennes et de la coopération décentralisée
DAER	Direction des affaires économiques et de la recherche
DGRST	Direction générale de la recherche scientifique et technique
EPCSCP	Etablissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel
ERA-NET	European Research Area Network
ESR	Enseignement supérieur et recherche
GDR	Groupement de recherche
GIP	Groupement d'intérêt public
GIS	Groupement d'intérêt scientifique
HCERES	Haut conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur
ICR	Institut Claudius Régaud
INC	Institut national de chimie
InNaBio-Santé	Information-Nanotechnologies-Biologie-Santé
INP	Institut national de physique
INS2I	Institut national des Sciences de l'information et de leurs interactions
INSA	Institut national des sciences appliquées
INSB	Institut national des sciences biologiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
INSIS	Institut national des sciences de l'ingénierie et des systèmes
IRT	Institut de recherche technologique
IUCT	Institut universitaire du cancer de Toulouse

LETI	Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information
MI	Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS
MNT	Micro et nanotechnologies
NBIC	Nanotechnologies-Biologie-Information-sciences Cognitives
MEMS	Micro Electro Mechanical Systems
NEMS	Nano Electro Mechanical Systems
NNI	National Nanotechnology Initiative
NST	Nanosciences et nanotechnologies
PIB	Produit intérieur brut
PIR	Programme interdisciplinaire de recherche
PRES	Pôle de recherche et d'enseignement supérieur
RCP	Recherche coopérative sur programme
R&D	Recherche et développement
RITC	Recherche et innovation thérapeutique en cancérologie
RTB	Recherche technologique de base
RTRA	Réseau thématique de recherche avancée
RTRS	Réseau thématique de recherche et de soins
SATT	Société d'accélération du transfert technologique
SDV	Sciences de la vie
SI	Sciences de l'ingénieur
SPIM	Selective plane illumination microscope
STM	Scanning tunneling microscope
UE	Union européenne
UMS	Unité mixte de service
UMR	Unité mixte de recherche
UPR	Unité propre de recherche
UPS	Université Paul Sabatier
USR	Unité de service et de recherche

ANNEXE N°2

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Photo du logo IBM formé par 35 atomes de xénon sur une surface de nickel en 1989	p. 17
Figure 2: Infographie illustrant le champ des nanobiotechnologies à l'intérieur du champ plus large des nanotechnologies	p. 27
Figure 3: Infographie représentant la répartition des investissements d'avenir dédiés à la recherche	p. 131
Figure 4: Localisation des sites de Montaudran et de Langlade dans l'agglomeration toulousaine	p. 141
Figure 5: Localisation de l'Itav, sur le site de Langlade	p. 141
Figure 6: Infographie sur l'Itav et ses missions	p. 151
Figure 7: Infographie des trois axes scientifiques de l'Itav et les quatre laboratoires partenaires	p. 157
Figure 8: Infographie illustrant la construction de la collaboration interdisciplinaire dans l'axe « bionano » à l'Itav	p. 159
Figure 9: Infographie illustrant le principe des biopuces a ADN	p. 161
Figure 10: Infographie illustrant l'implication des différents partenaires dans un projet interdisciplinaire porté à l'Itav par l'équipe-antenne dans l'axe « bionano ».	p. 164
Figure 11: Infographie illustrant la participation des différents partenaires dans le financement du premier appel à projets pour l'Itav	p. 165
Figure 12: Infographie illustrant le rôle central de l'axe « bionano » dans la mission de transfert de technologie de l'Itav	p. 172
Figure 13: Infographie représentant le « Technology Readiness Level » (échelle de maturité technologique) de la NASA	p. 175
Figure 14: Infographie illustrant la collaboration entre différents partenaires dans le projet de « nano-ingénierie » et la place centrale de la doctorante	p. 250
Figure 15: Infographie illustrant les collaborations entre différents partenaires autour de la partie « technologie » du projet « biopuces » menée par une doctorante a l'Itav	p. 254

ANNEXE N° 3

TABLEAU DES ENTRETIENS

CHERCHEURS

Discipline	Statut	Laboratoire/ Institution	Date
Biologie Végétale	Professeur émérite	LRSV UMR CNRS/ UPS	21.01.2013
Biologie	Directeur	Itav	07.02.2013
Physique	Responsable plateforme bionano	Itav	13.06.12 29.01.2013
Biologie	DR CNRS	IPBS UMR CNRS/UPS	12.04.2012 23.04.2013
Chimie	DR CNRS	Itav	4/4/2013
Chimie	DR CNRS	IECB CNRS/Inserm/Bordeaux	11/07/14
Biologie	Chargée de mission scientifique	CNRS	30.06.2014
Chimie	Directeur scientifique	LCC UPR CNRS	02.03.2012
Chimie	DR CNRS	Cemes UPR CNRS	26.01.2012/ 20.03.2012
Chirurgie	Interne	Laas UPR CNRS	16.04.2014
Biochimie	Post-doc	Laas UPR CNRS	16.04.2014
Physique	DR émérite	Laas UPR CNRS	20.06.2014

Biologie	Directeur des affaires scientifiques	Institut Claudius Régaud	30.04.2013
Ecotoxicologie	Enseignant chercheur	Ecolab CNRS/UPS/INPT	
Génie chimique	Directeur adjoint	LISBP INSA/CNRS/INRA	
Nanobiotechnologie	Chargée de recherche	Laas CNRS	18.06.2014
Chimie	Directeur	LPCNO UPS/CNRS/INSA	02.05.2012
Chimie	DR CNRS	Cemes CNRS	16.04.2012
Chimie	DR CNRS	Cirimat CNRS/UPS/INP	28.05.2014 23/03/2013
Chimie	Chargée de recherche	Cemes CNRS	28.02.2012
Chimie	Directeur	Cemes CNRS	08.03.212
Physique	Professeur	LNCMI INSA/ CNRS/ INP	28.02.2012
Physique	DR CNRS	Laas CNRS	24.04.2012
Chimie	Professeur	Cemes CNRS	30.01.2012
Chimie	Professeur	Cemes CNRS	27/05/2014
Physique	Professeur	INSA	16.03.201202. 06.201327.03.204
Chimie	Chargée de recherche	LISBP	05.12.2013

Physique	Doctorante	Laas	19.06.2014
Biologiste	Professeur	LISBP	25.01.2013
Nanobiotechnologie	Doctorante	Itav	28.03.2014
Électronique	DR	Laas	10.04.2014
Chimie	MCF	LPCNO	22.01.2013
Physique	Professeur	LPCNO	25.06.2014
Microtechnologies appliquées à la médecine	Doctorante	Laas	07/03/2015

DÉCIDEURS INSTITUTIONNELS ET INDUSTRIELS

Institution/organisme	**Fonction**	**Date**
Fondation InNaBioSanté	Président du Conseil scientifique	19/03/2013
Inserm	Déléguée régionale	10/04/2013
Toulouse Métropole	Chargé de développement économique	22/06/2013
Région Midi-Pyrénées	Vice-président recherche	19/02/2013
Fondation InNaBioSanté	Directeur financier	20/03/2013
Dendris (start-up)	Directeur	15/06/2012
Université Paul Sabatier	VP recherche/ Directeur unité Inserm	23/04/2013
NeoVirTech (start-up)	Directeur	10/02/2015
CNRS	Délégué régional	03/05/2013
CNRS	Directrice Mission pour l'interdisciplinarité	26/06/2014
Préfecture Région	Chargée de mission	04/03/2015
Fondation Toulouse Cancer Santé	Directeur	10/02/2015
CNRS	Directrice MI	26/06/2014
CCRRDT Midi-Pyrénées	Secrétaire général	31/01/2012
DAEC Région Midi-Pyrénées	Chargé de mission	26/04/2012
Incubateur Midi-Pyrénées	chargé d'affaires	09/05/2012

Pylote (PME)	Directeur	11/05/2012
Nanolike	Co-fondateur	27/04/2012
Midi-Pyrénées Innovation	Secrétaire général à la stratégie régionale de l'innovation	02/04/2014
Innopsys (PME)	Responsable R&D	25/03/2015

ANNEXE N°4

REPÈRES CHRONOLOGIQUES POUR LA CONSTITUTION DE L'ITAV À TOULOUSE.

Fin années 1990

- Volonté politique de développer les biotechnologies: "Cité des Biotechnologies" pour les biotechs appliquées à la santé. associer sur un même site des laboratoires de recherche académiques et des industriels
- 1999: Génotoul (plateforme génomique)

2001-2002

- Stratégie de Lisbonne puis Conseil de Barcelone, Midi-Pyrénées souhaite se positionner au coeur de l'Espace européen de la recherche

Début des années 2000

- "Triangle Bio-Info-Nano Technologies" émane de biologistes, chimistes, spécialiste nanosciences, spécialiste systèmes informatiques, réflexion accompagnée par l'ADERMIP (Association pour le développement de l'enseignement, de l'économie et des recherches de Midi-Pyrénées. projet construit autour de deux axes: l'interdisciplinarité et le rapprochement recherche publique-secteur industriel.
- 28 novembre 2003: Journée "Le Triangle Bio-Info-Nano Technologies" organisée par l'ADERMIP

2001

- Explosion de l'usine AZF
- Mise en place d'un CIADT pour faire émerger projets autour des biotechnologies à Toulouse

2003

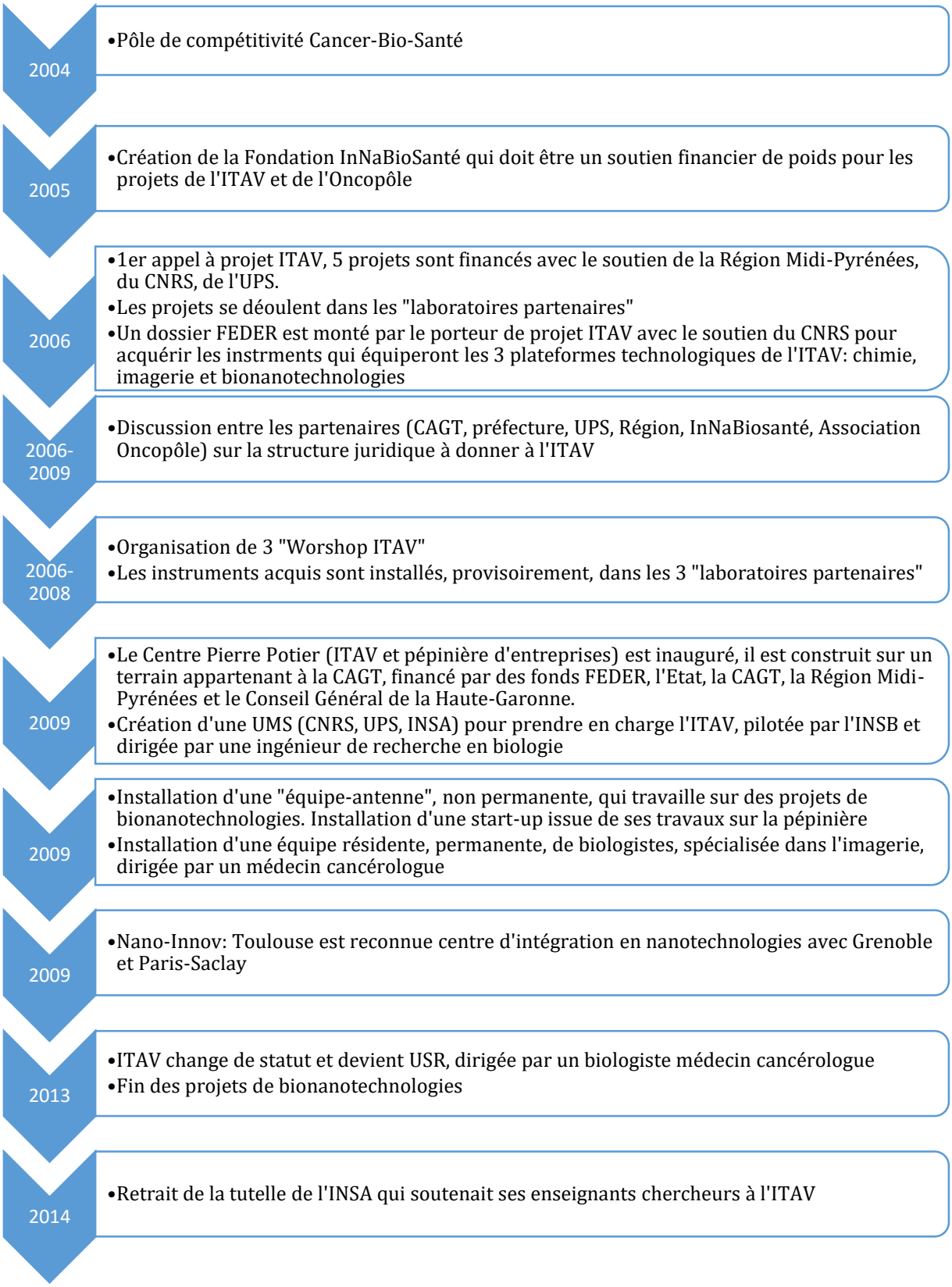
- Plateforme du LAAS bénéficie du soutien du programme RTB "Réseau national de grandes centrales de technologies pour la recherche technologique de base" visant à permettre à la recherche française d'avancer dans les micro et nanotechnologies

2003

- Remise d'un rapport au CIADT préconisant la création d'un Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant (ITAV)
- Projet est de développer à l'ITAV des technologies innovantes à visée de diagnostic et de thérapie en rapprochant sur un même lieu des biologistes, des spécialistes des nanotechnologies, et de disciplines complémentaires (chimie, mathématiques, informatique, robotique)

2003-2004

- Deuxième CIADT et projet de l'Oncopôle, volonté du maire et président de la Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse de l'époque (2001-2008)
- L'oncopôle est un campus dédié au traitement du cancer regroupant un hôpital et des laboratoires publics et privés
- Intégration par la CAGT de l'ITAV dans l'Oncopôle pour apporter l'aspect "technologies innovantes" au traitement du cancer


2004
•Pôle de compétitivité Cancer-Bio-Santé
2005
•Création de la Fondation InNaBioSanté qui doit être un soutien financier de poids pour les projets de l'ITAV et de l'Oncopôle
2006
•1er appel à projet ITAV, 5 projets sont financés avec le soutien de la Région Midi-Pyrénées, du CNRS, de l'UPS.
•Les projets se déoulent dans les "laboratoires partenaires"
•Un dossier FEDER est monté par le porteur de projet ITAV avec le soutien du CNRS pour acquérir les instrments qui équiperont les 3 plateformes technologiques de l'ITAV: chimie, imagerie et bionanotechnologies
2006-2009
•Discussion entre les partenaires (CAGT, préfecture, UPS, Région, InNaBiosanté, Association Oncopôle) sur la structure juridique à donner à l'ITAV
2006-2008
•Organisation de 3 "Worshop ITAV"
•Les instruments acquis sont installés, provisoirement, dans les 3 "laboratoires partenaires"
2009
•Le Centre Pierre Potier (ITAV et pépinière d'entreprises) est inauguré, il est construit sur un terrain appartenant à la CAGT, financé par des fonds FEDER, l'Etat, la CAGT, la Région Midi-Pyrénées et le Conseil Général de la Haute-Garonne.
•Création d'une UMS (CNRS, UPS, INSA) pour prendre en charge l'ITAV, pilotée par l'INSB et dirigée par une ingénieur de recherche en biologie
2009
•Installation d'une "équipe-antenne", non permanente, qui travaille sur des projets de bionanotechnologies. Installation d'une start-up issue de ses travaux sur la pépinière
•Installation d'une équipe résidente, permanente, de biologistes, spécialisée dans l'imagerie, dirigée par un médecin cancérologue
2009
•Nano-Innov: Toulouse est reconnue centre d'intégration en nanotechnologies avec Grenoble et Paris-Saclay
2013
•ITAV change de statut et devient USR, dirigée par un biologiste médecin cancérologue
•Fin des projets de bionanotechnologies
2014
•Retrait de la tutelle de l'INSA qui soutenait ses enseignants chercheurs à l'ITAV

ANNEXE N°5

LETTRE DE MISSION D PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE

Paris, le 12 DEC. 2007

Messieurs,

Les nanotechnologies, comprises dans une vision large connue sous le terme de « convergence des technologies », constituent un nouveau domaine d'exploration qui présente d'immenses potentialités tant en termes de marché, de création de valeur que d'emplois. Elles sont en mesure de renouveler en profondeur le paysage industriel mondial. Aussi tous les pays développés et certains pays émergents ont-ils lancé des programmes ambitieux pour maîtriser et exploiter économiquement le vaste champ d'applications ouvert par l'avènement de ces nouvelles technologies.

Les enjeux sont considérables pour la France et sa compétitivité. Notre pays doit s'engager résolument dans une démarche d'ampleur qui lui permette de s'installer durablement dans le peloton de tête des nations impliquées dans les nanotechnologies. J'ai donc l'intention de donner une nouvelle impulsion forte à ce domaine capable d'induire une puissante dynamique d'innovation technologique et industrielle porteuse de croissance économique.

Cette ambition impose de regrouper l'essentiel de nos moyens et de nos compétences en nanotechnologies dans une initiative commune dont je vous demande de dessiner les contours.

Vous voudrez bien vous focaliser sur les trois territoires innovants de dimension mondiale, l'Ile-de-France Sud, Toulouse et Grenoble, qui possèdent la taille critique requise et qui couvrent à eux trois l'ensemble du domaine des nanotechnologies et de leur intégration dans les systèmes complexes.

.../...

Monsieur Dominique VERNAY
Président du Pôle SYSTEM@TIC PARIS-REGION

Monsieur Jean THERME
Directeur de la Recherche Technologique du CEA

Monsieur Alain COSTES
Président du Conseil scientifique de la
Fondation InNaBioSanté

Vous vous attacherez donc à proposer, pour chacun de ces sites et dans un schéma global cohérent, des recommandations visant à l'émergence de centres d'excellence complémentaires et de stature internationale. J'attends que vos propositions couvrent les nanotechnologies dans leur acception la plus large, dans une approche interdisciplinaire. J'attends aussi qu'elles traitent les trois dimensions de l'économie de la connaissance, à savoir l'enseignement supérieur, la recherche et le monde industriel. Ces centres d'excellence ont vocation à devenir les creusets d'innovation pour ces territoires mais aussi à irriguer l'ensemble de notre pays en innovations de rupture.

Avec en permanence le souci d'efficacité de cette initiative nationale, outre l'identification des complémentarités et des synergies de ce réseau de trois sites, je vous demande de définir le mode de gouvernance le mieux adapté à l'objectif visé et aux spécificités du projet.

Votre réflexion devra aussi tenir compte des risques associés au déploiement des nanotechnologies et prendre en compte les attentes de nos concitoyens.

Je souhaite que ce nouveau dispositif renforce la position de la France et nous permette de compter dans le Nouvel Espace européen de la Recherche afin de nouer au plus vite des alliances stratégiques avec d'autres dispositifs analogues au niveau international. Vous m'en préciserez les conditions, les priorités et l'agenda.

Plus généralement, le développement des moyens et des compétences nécessaires à la réussite de ce projet majeur pour la France doit être consigné dans un calendrier précis. Je vous invite en outre à mettre à profit l'ensemble des nouveaux outils que l'Etat vient de mettre à votre disposition dans les domaines de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation en déterminant leur juste niveau d'intervention.

J'attends de votre part un plan d'action précis avant la fin mars 2008.

Je vous prie d'agréer, Messieurs, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Nicolas SARKOZY

ANNEXE N°6

COMMUNIQUÉ DE PRESSE SUR LE LANCEMENT DU PLAN NANO-INNOV, 2009.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Présentation du plan nanotechs
Communiqué de presse

Valérie Pécresse, Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a présenté aujourd'hui Nano-INNOV, le Plan « Nanotechs », visant à mettre en place une stratégie d'innovation dans les nanotechnologies, comme l'avait annoncé le Président de la République à l'occasion des Assises européennes de l'innovation du 9 décembre dernier. Elle a également installé à cette occasion le comité de pilotage de ce plan.

Ce plan doit permettre de donner à l'industrie française les moyens de réussir le virage des nanotechnologies sans altérer la capacité des scientifiques à comprendre les propriétés les plus intimes de la matière et à en déduire les applications possibles. Pour cela, il repose notamment sur la création de centres d'intégration des nanotechnologies, à Grenoble, Saclay et Toulouse, où la recherche fondamentale travaillera avec les entreprises, pour mettre au point des technologies, déposer des brevets, créer des produits.

Dès 2009 et dans le cadre du plan de relance, 70 M€ seront consacrés à ce plan. Ils seront répartis comme suit :
- 46 M€ pour la construction d'un centre d'intégration sur le site de Saclay sous la maîtrise d'ouvrage du CEA. Cette construction sera accélérée du fait de la réutilisation du concept et de l'architecture du bâtiment « Digiteo labs » pour les nouveaux bâtiments. Les travaux commenceront avant la fin de l'année 2009 ;
- 7 M€ pour des financements complémentaires d'équipements technologiques dans le cadre du programme RTB (réseau technologique de base), confié à l'Agence nationale de la recherche ;
- 17 M€ pour des appels à projets technologiques ajoutés à la programmation 2009 de l'Agence nationale de la recherche.

Ces moyens s'ajoutent :
- aux 35 M€ d'appels à projets et aux 12 M€ d'équipements de recherche déjà prévus dans le budget 2009 de l'Agence nationale de la recherche ;
- aux dotations de l'Opération campus, qui seront annoncées prochainement sur Grenoble, Saclay et Toulouse ;
- aux investissements des collectivités locales et aux contrats de recherche partenariale à venir.

Pour assurer une allocation efficace et pertinente des crédits du plan de relance, la ministre a également installé ce jour un comité de pilotage du plan « Nanotechs » Nano-INNOV. Composé de trois collèges d'égale représentation (nanosciences, nanotechnologies et industriels), il est chargé :
- de la rédaction des appels à projets de l'Agence nationale de la recherche financés par le plan de relance dans le domaine des nanotechnologies. L'Agence est pour sa part chargée de la mise en œuvre de ces appels à projets ;
- de la répartition des financements d'équipements de recherche en nanosciences et nanotechnologies prévus dans le plan ;

- de la coordination des travaux de recherche technologique en nanotechnologies et de l'interface avec la communauté scientifique des nanosciences, notamment dans le cadre des centres d'intégration technologique, comme celui de Saclay ;

Il aura également un rôle actif de proposition, notamment de toute initiative nationale ou européenne permettant :
- d'assurer une coordination de l'effort national de recherche dans ce domaine (travaux des laboratoires, investissements, appels à projets…) dans la durée, prenant en compte les autres initiatives nationales, européennes et internationales aussi bien en nanotechnologies qu'en nanosciences ;
- de renforcer le transfert de technologies entre la recherche publique et l'industrie française et assurer une politique cohérente de la propriété intellectuelle des entités publiques en la matière ;
- d'améliorer la connaissance du grand public sur les nanotechnologies, leurs utilisations et leur gouvernance, en particulier dans le cadre des travaux de la commission nationale du débat public (CNDP) qui a été saisie le 24 février dernier par le Gouvernement ;
- de développer les formations nécessaires à l'émergence d'une véritable filière industrielle française dans ce domaine ;
- et enfin, de créer une coordination européenne plus forte sur les nanotechnologies notamment dans la cadre d'un projet de communauté de la connaissance qui pourrait être présenté au comité directeur de l'Institut européen de technologies (IET).

Par ailleurs, conformément à sa lettre de mission, le nouvel Administrateur général du Commissariat à l'énergie atomique, M.Bigot, devra également renforcer la recherche en nanotechnologies, notamment dans le cadre du nouveau contrat d'objectifs Etat-CEA, et particulièrement autour des pôles de Grenoble et de Saclay.

Valérie Pécresse a rappelé au cours de la présentation de ce plan que si l'excellence de notre recherche nationale dans le domaine est réputée, avec le 5ème rang mondial, 3 526 publications en 2006, soit 5,6% des publications mondiales, notre capacité à transformer ces recherches en réussites industrielles, et donc en emplois et en croissance est faible : nous n'avons déposé par exemple que 290 brevets dans le domaine en 2005, soit moins de 2% des brevets mondiaux.

Elle a ainsi souligné le caractère crucial de ce plan, qui permettra de contribuer de manière significative à l'effort de relance, au regard de l'opportunité exceptionnelle que les nanotechnologies représentent pour l'industrie française. Matériaux innovants, biotechnologies, nanoélectronique, nombreuses sont les applications potentielles des nanosciences, domaine dans lequel la France est bien placée au niveau mondial. La ministre a précisé que leur développement, et particulièrement dans le cadre de ce plan, est susceptible d'être à l'origine d'une véritable révolution industrielle que la France ne doit pas manquer.

ANNEXE N°7

SYNTHÈSE DES PROJETS RETENUS DANS LE CADRE DES PREMIERS RÉSULTATS DES APPELS À PROJET DU PROGRAMME INVESTISSEMENTS D'AVENIR EN MIDI-PYRÉNÉES

		Nombre de projets retenus	dont projets impliquant uniquement des partenaires issus de la région
Pôles d'excellence	Initiative d'excellence	**1**	**1**
	Initiatives d'excellence en formations innovantes	**7**	**2**
	Laboratoires d'excellence	**17**	**6**
	Equipements d'excellence	**11**	**2**
	Pôle de recherche hospitalo-universitaire en cancérologie	**1**	**1**
Santé et biotechnologies	Biotechnologies et bioressources	**7**	**1**
	Démonstrateur préindustriel en biotechnologie	**1**	**1**
	Infrastructures nationales en biologie-santé	**7**	**0**
Transport	Action espace	**3**	**0**
Valorisation de la recherche	Institut de recherche technologique	**1**	**1**
	Société d'accélération du transfert de technologie	**1**	**1**

Source : http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

ANNEXE N°8

BROCHURE D'INFORMATION SUR LE TRIANGLE BIO-NANO-INFO À TOULOUSE

Le Triangle
Bio-Info-Nano-Technologies

L'avis de cinq experts de Midi-Pyrénées

Alain Boudet
Professeur à l'Université Paul Sabatier et à Institut Universitaire de France

1 - Quelle est votre vision de la position de Toulouse – Midi-Pyrénées au niveau national, européen et mondial dans votre domaine d'expertise ?

Les biotechnologies appliquées aux agrobiosciences et aux problèmes d'environnement occupent à Toulouse une position particulièrement forte.
Plusieurs domaines ont une très nette visibilité internationale tels que la microbiologie appliquée à l'agroalimentaire et à l'environnement, la génomique et génétique animale, la sécurité sanitaire des aliments (point de contact national) ou les biotechnologies végétales (y compris le centre national de ressources génomiques végétales). Dans ce dernier secteur, Toulouse occupe une place de leader mondial, par la masse critique et l'excellence, sur la thématique « connaissance et contrôle des interactions entre les plantes et les microorganismes ».
Certains de ces domaines comme la microbiologie industrielle ont déjà réussi une intégration exemplaire de compétences : biologie, chimie, génie des procédés…débouchant sur l'application.
Ces différentes expertises devront être de plus en plus exploitées pour répondre aux exigences du développement durable, une tendance lourde qui va contribuer à « refaçonner » nos sociétés.

2 – Quelle est votre opinion sur les potentialités de Toulouse – Midi-Pyrénées pour réussir la transdisciplinarité « Bio-Info-Nano-Technologies » ?

Les ressources intellectuelles du tissu scientifique toulousain sont extrêmement riches et diversifiées. Dans une période où la focalisation des efforts et le poids de l'image sont importants, il sera difficile de prétendre mener de front et afficher au même niveau tous les secteurs.
En contrepartie, le profil équilibré des forces scientifiques au plan local autorise une exploitation volontariste de l'interdisciplinarité, source de ruptures scientifiques et d'innovation technologique.
Plusieurs facteurs doivent faciliter cette évolution :
- la structuration sur le site de la biologie, au cours de ces dernières années, en grands instituts et en réseaux labellisés au plan national : Génopole, Cancéropole…
- la motivation des partenaires et la qualité du dialogue qui s'est établi lors des concertations entre différents champs scientifiques en vue de la création de l'Institut des Technologies Avancées des sciences du Vivant (ITAV).
Ces éléments conjugués montrent une maturation des esprits et un sens des responsabilités des acteurs scientifiques augurant de la réussite d'opérations transdisciplinaires ambitieuses permettant une différenciation de Toulouse et sa région dans un environnement concurrentiel.

3 – Quelles sont vos propositions d'actions pour développer et accroître ces potentialités et placer notre ville et notre région en tête des régions européennes dans ce nouveau paradigme ?

Deux objectifs sont à mener en parallèle :
- Développer la recherche thématique d'excellence porteuse d'avancées cognitives indispensables.
- Mieux exploiter la valeur intellectuelle du site Toulousain dans une optique d'intégration de compétences et de clarification d'objectifs.
Des démarches complémentaires peuvent permettre d'atteindre ces objectifs :
- Mettre en place une véritable politique de site tout d'abord par une concertation approfondie entre EPST (Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique) et Universités puis par une concertation élargie aux collectivités territoriales et au milieu industriel.
- Engager rapidement des opérations originales du type de l'ITAV « amplificateur et facilitateur d'interdisciplinarité » qui induiront une forte dynamique et mettront Toulouse en première ligne des initiatives visant à l'innovation au plan européen.

Jean Cros
Professeur Emérite UPS

1 - Quelle est votre vision de la position de Toulouse – Midi-Pyrénées au niveau national, européen et mondial dans votre domaine d'expertise ?

Toulouse – Midi-Pyrénées possède un potentiel de recherche « médico-pharmaceutique » de tout premier ordre. Il s'appuie sur une excellente recherche dans les sciences du vivant et il bénéficie de la présence de plusieurs industries de santé très performantes.

Globalement sur le plan de la recherche biologique, Toulouse – Midi-Pyrénées se place en 3ème ou 4ème position des régions françaises et se situe dans le peloton de tête en biologie moléculaire, en biologie du développement et leurs applications en microbiologie, en pharmacologie et en neurosciences ; de gros efforts sont faits depuis peu en génétique et en immunologie. La participation du secteur santé au génopôle de Toulouse et la création du cancéropôle du Grand sud-ouest dans lequel Toulouse est leader – concrétisant cette position. La présence de Sanofi-Synthélabo et du Groupe Pierre Fabre, le nombre relativement important de jeunes pousses créées depuis 3 ans dans le domaine des sciences et technologies de la santé complète la position de Toulouse – Midi-Pyrénées.

Néanmoins, cette vision peut-être trop idyllique, n'est pas sans crainte pour l'avenir si le paysage scientifique n'évolue pas vers un recentrage afin de bénéficier d'une vision stratégique partagée, source d'une grande visibilité. En effet, la dispersion de ce potentiel tant du point de vue géographique que surtout du point de vue structurel et thématique altère quelque peu l'image de marque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Au niveau européen et mondial, il est difficile de situer Toulouse dans ce vaste domaine d'activités. Plusieurs équipes sont excellentes comme en témoigne la qualité de leurs publications et leur participation (voire leur leadership) dans les programmes européens du 6ème Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD).

2 – Quelle est votre opinion sur les potentialités de Toulouse – Midi-Pyrénées pour réussir la transdisciplinarité « Bio-Info-Nano-Technologies » ?

La réflexion en cours sur la transdisciplinarité « Bio-Info-Nano-Technologies » peut aboutir à la production d'une image cohérente de notre ville et la positionner au niveau européen.

La révolution biologique que nous vivons est propice à ce rapprochement multidisciplinaire. Les produits de santé (médicaments, outils de diagnostics, matériels chirurgicaux, etc...) nécessitent pour leur élaboration de nouveaux concepts allant de la mathématique, à la chimie, en passant par l'informatique, la physique, l'automatisme... Les nanosciences et nanotechnologies ouvrent la voie à la recherche du futur. Toulouse – Midi-Pyrénées est bien placé pour réussir ce pari et déjà des projets concrets sont engagés. Néanmoins, il faudra que, dans ce vaste domaine, Toulouse trouve sa niche et rationalise son action.

3 – Quelles sont vos propositions d'actions pour développer et accroître ces potentialités et placer notre ville et notre région en tête des régions européennes dans ce nouveau paradigme ?

On ne peut en effet être excellent dans tous les domaines de la recherche biologique, en médecine et en santé en général. Il devient nécessaire d'être compétitif. Il faudra donc faire des choix et créer une structure unique, transparente, pour « gérer » cet immense potentiel de recherche dans un cadre nouveau et en se basant sur des projets à finalité très claire et à durée de vie limitée. L'effort de la communauté biologique et médicale pour créer un cancéropôle interrégional est un exemple à suivre. La Cité des biotechnologies associant l'Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant (ITAV) est la structure qui semble être la plus apte pour que Toulouse atteigne la reconnaissance qui lui manque, en présentant un plan stratégique de site.
Il faut donc imaginer des solutions nouvelles pour briser les cloisonnements, revoir les frontières de nos institutions et mettre vite en chantier une rénovation très profonde dans les objectifs et l'organisation de la recherche. Il ne faut pas oublier que l' « on ne répond pas aux besoins de demain avec des recettes d'avant-hier » (Jérôme Monod).

Christian Joachim
Directeur de Recherche CNRS

1 - Quelle est votre vision de la position de Toulouse – Midi-Pyrénées au niveau national, européen et mondial dans votre domaine d'expertise ?

Notre région a une longue tradition en chimie et en microscopie : souvenons-nous de Paul Sabatier et aussi des toutes premières images d'objets moléculaires en microscopie électronique obtenues dans les années 60 à Toulouse. De nos jours, chimie et microscopie sont toujours étroitement liées en Midi-Pyrénées. Bien sûr, la microscopie a évolué. Les molécules peuvent maintenant être imagées mais aussi touchées, manipulées une à une avec un microscope à effet tunnel. Le chimiste de synthèse propose maintenant des molécules qui vont permettre l'ultra-miniaturisation de beaucoup de machines comme un microprocesseur, un moteur ou un appareil de mesure. Dans ce domaine des nanosciences pures, Toulouse possède une

bonne longueur d'avance sur d'autres régions françaises et développe des compétences reconnues mondialement dans la conception, la synthèse et l'observation des premiers prototypes de nano-machines. Nos savoir-faire se diffusent largement en Europe au travers de nombreux contrats européens. Le Diplôme d'Etudes Approfondies Nanosciences, Nanomatériaux et Nanotechnologies (DEA 3N) est unique en France dans la formation dispensée aux étudiants en nanosciences et en nanotechnologie. Dans le Contrat de Plan, « Nanosciences, nano-matériaux et nanotechnologies » sont à la pointe depuis les nanosciences dures jusqu'à la palette des nanotechnologies appliquées à la micro-électronique et aux nano-matériaux.

2 – Quelle est votre opinion sur les potentialités de Toulouse – Midi-Pyrénées pour réussir la transdisciplinarité « Bio-Info-Nano-Technologies » ?

Que font ensemble à Toulouse des médecins spatiaux, des astrophysiciens, des chimistes, des ingénieurs en structure, en télécommunication... quand ils préparent une mission spatiale ou un satellite de télécommunication : il joue en transdisciplinaire. Ici dans le Triangle, notre chère transdisciplinarité toulousaine s'appliquera à l'espace intérieur. Le nano-monde est à explorer et à utiliser maintenant. Ses nano-machines sont multiples et nos molécules auront des missions à l'unité. Par exemple en ce début de siècle, les « machines » à la mode sont la cellule vivante et le micro-processeur. La cellule vivante est macro-moléculaire dans sa structure intime et moléculaire pour une grande partie des signaux cellulaires échangés. Le microprocesseur (et sa convergence avec le domaine des télécommunications) atteindra le niveau moléculaire dans le futur. D'ailleurs, nous avons déjà atteint le macromoléculaire dans nos laboratoires. J'ajouterais le développement durable aux domaines de la biologie et de l'information. Ici, la science des matériaux deviendra nano-matériaux pour s'assurer en particulier de leur bio-compatibilité et forcement un jour pour inventer des technologies de production et de recyclage moléculaire.
Notre transdisciplinarité vient de la racine commune à tous ces domaines d'activité : le moléculaire et la maîtrise des technologies de manipulation et de fabrication au nanomètre et même sub-nanométrique. C'est en Midi-Pyrénées que cette racine commune est en train de grandir.

3 – Quelles sont vos propositions d'actions pour développer et accroître ces potentialités et placer notre ville et notre région en tête des régions européennes dans ce nouveau paradigme ?

Il faut modifier le cercle des habitudes universitaires trop souvent ancrées sur des chapelles antérieures, même si certaines traditions font souvent la force d'une région.
Diffusons les micro et nanotechnologies chez nos partenaires de l'industrie et des PME! Accueillons des chercheurs en partenariat! Il faudrait voir d'avantage de tee-shirts Motorola, EADS, Siemens, Sanofi, IBM ou Fujitsu... dans nos laboratoires et de tee-shirts du CNRS, de l'INSERM... dans ces entreprises!
En micro et nanotechnologie, Midi-Pyrénées a été reconnue comme l'un des 5 pôles nationaux. On ne le sait pas assez en Midi-Pyrénées. Il faut le faire savoir, bâtir au-delà des parcelles pré-découpées, ouvrir nos salles blanches aux projets mixtes, recenser les besoins des universitaires, des industriels, des PME, aller au contact des entreprises innovantes. Décryptons dans chaque industrie locale les transformations possibles micro puis nano... ! Créons des extracteurs de technologie chargés de construire des passerelles! Dans le modèle français, la recherche académique alimente nos industries. Forçons donc le partage des sauts technologiques vers le nano-monde.

Jean-Claude Laprie
Directeur de Recherche CNRS

1 - Quelle est votre vision de la position de Toulouse-Midi-Pyrénées aux niveaux national, européen et mondial dans votre domaine d'expertise ?

Notre région fait, tant numériquement que qualitativement, partie du trio de tête de la recherche française en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), avec l'Ile-de-France et Rhône-Alpes. Parmi les nombreux critères qui appuient cette affirmation, pour n'en retenir

qu'un, figure la capacité des chercheurs à attirer des congrès internationaux prestigieux. La tenue à Toulouse du World Computer Congress en août 2004 est une illustration emblématique de cette capacité. La formation en STIC est également au meilleur niveau, et culmine pour les études doctorales avec quatre écoles doctorales, qui couvrent l'ensemble du champ des STIC.

2 - Quelle est votre opinion sur les potentialités de Toulouse pour réussir la transdiciplinarité nano-, bio-, info-technologies ?

Toulouse possède incontestablement les potentialités nécessaires, avec des laboratoires qui comportent des équipes de deux des disciplines (en l'occurrence, nano et info, bio et info), et une pratique de la collaboration transdisciplinaire entre équipes de laboratoires différents, en nano-bio et info-bio.

3 - Quelles sont vos propositions d'actions pour développer et accroître ces potentialités et placer notre région en tête des régions européeenes dans ce nouveau paragdime ?

Premièrement, avoir des actions associant les trois disciplines, donc allant au-delà des collaborations bipolaires existantes.
Deuxièmement, passer du stade de collaborations entre équipes qui restent dans leurs laboratoires pour aller vers des équipes pluridisciplinaires intégrées, travaillant ensemble au jour le jour. La trandisciplinarité, pour être effective, doit se pratiquer de façon continue, afin qu'une véritable acculturation prenne place. Tout ceci, dans quel objectif ? Affronter les défis de demain, et générer de nouveaux savoirs, donc de nouvelles richesses. D'ores et déjà, les sciences du vivant, et tout particulièrement la santé, ne sauraient se passer des STIC. A leur tour, les STIC de demain reposeront sur les nanotechnologies, et s'inspireront des organisations vivantes.

Bernard Meunier
Directeur de Recherche CNRS

1 - Quelles est votre vision de la position de Toulouse – Midi-Pyrénées au niveau national, européen et mondial dans votre domaine d'expertise ?

La formation et la recherche en chimie à Toulouse et en Midi-Pyrénées se portent bien. La formation se fait au meilleur niveau grâce aux écoles de chimie et aux laboratoires performants qui assurent une grande qualité dans la formation des jeunes ingénieurs et chercheurs. De par la position centrale de la chimie dans les sciences de transfert, la formation des futurs cadres de la chimie prend en compte cette dimension et conforte l'ouverture de la chimie vers les différents aspects de la physique et de la biologie. C'est ainsi que la chimie s'est tournée très naturellement depuis quelques années vers le monde des nanotechnologies. La "nanochimie" se développe dans plusieurs laboratoires toulousains !

2 – Quelle est votre opinion sur les potentialités de Toulouse – Midi-Pyrénées pour réussir la transdisciplinarité « Bio-Info-Nano-Technologies » ?

Parmi les différents aspects de la "nanochimie" à Toulouse, citons les dendrimères, objets de taille très modulables et pluri-fonctionnels, et les nanomatériaux. Cette nanochimie va permettre de développer les innovations à l'interface de la physique et de la biologie. Les "biopuces", objet du monde du nanomère construit sur des lames de petites dimensions permettent par exemple de faire du diagnostic sur différents agents infectieux en même temps et de manière rapide, sans mettre en culture ces vecteurs pathogènes.

3 – Quelles sont vos propositions d'actions pour développer et accroître ces potentialités et placer notre ville et notre région en tête des régions européennes dans ce nouveau paradigme ?

Pour assurer l'innovation dans le domaine des nanotechnologies, il devient essentiel de créer et d'assurer de manière souple et efficace les actions mettant en jeu trois équipes de trois disciplines différentes ; il y a 10-15 ans, il était possible de se contenter de collaborations entre deux équipes ! Ce jeu d'équipes devient d'autant plus difficile que les enjeux et les défis technologiques vont être essentiels pour le développement de l'innovation dans les 10-15 prochaines années et, en conséquence, pour assurer la création d'emplois dans cette industrie des nanotechnologies. C'est un enjeu important. Seuls quelques pays vont réussir, laissant les autres en chemin, comme de simples pays de sous-traitance ou de consommation des objets créés.
L'agglomération toulousaine et la région Midi-Pyrénées ont montré le chemin de la réussite dans le domaine de l'aéronautique et du spatial. Ceci ne doit pas être un exemple isolé. Il faut le décliner dans d'autres domaines industriels pour assurer la pérennité d'une activité économique de haut niveau, seule garantie d'un niveau de vie élevé pour notre région et notre pays.

Vous pouvez vous inscrire en ligne : **www.adermip.com** Rubrique **"calendrier"**

BULLETIN D'INSCRIPTION

Le Triangle
Bio-Info-Nano-Technologies

à la journée Bio-Info-Nano-Technologies, le vendredi 28 novembre 2003 à l'INSA de Toulouse – Amphi Fourier

Nom Prénom Fonction

Organisme/Entreprise

Adresse

Tél Fax E-mail

❑ Assistera à la journée ❑ N'assistera pas à la journée Souhaite participer au buffet ❑ OUI ❑ NON

Bulletin à retourner avant le 24 novembre 2003 à l'ADERMIP - 32 rue des Cosmonautes - 31400 TOULOUSE
Tél 05 62 47 49 89. - Fax 05 62 47 49 85. – **E-mail pour inscription** : rodriguez@adermip.com

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES DE TOULOUSE - 135, AVENUE DE RANGUEIL - 31077 TOULOUSE Cedex 4 - TÉL 05 61 55 95 13

Le Triangle
Bio-Info-Nano-Technologies

La décision prise par le Conseil Européen, en Mars 2001 à Lisbonne, de faire de l'Europe « l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique d'ici 2010 », puis en Mars 2002 à Barcelone, d'accroître le niveau moyen d'investissement de la recherche de 1,9 % du PIB actuellement à 3 % en 2010, posent à la France un énorme défi et lui offrent une formidable chance : se positionner au cœur de l'Espace Européen de la Recherche et du Développement Technologique.

L'agglomération Toulousaine et la Région Midi-Pyrénées ont tous les atouts pour relever ce défi et saisir cette chance à la condition de changer de culture et d'état d'esprit pour se diriger vers une nouvelle voie axée sur la mutualisation, la coordination et l'intégration des moyens, qu'ils soient humains ou financiers, de façon à rendre plus lisibles, plus visibles et plus attractifs ses domaines d'excellence aux niveaux national, européen et mondial.

Ce changement de culture et d'état d'esprit nous est imposé par l'Europe qui, avec juste raison, axe sa politique sur des programmes, des projets, des plates-formes technologiques, dans un objectif de mutualisation et de coordination des objectifs et des moyens afin d'atteindre la taille critique indispensable à tout positionnement de premier plan au niveau mondial ; c'est sur cette voie que nous devons aller en cessant de mettre en avant nos appartenances à telle ou telle discipline, à tel ou tel laboratoire ou Université pour mettre en avant le domaine d'activité mutualisant et regroupant toutes les compétences dans l'objectif de placer Toulouse - Midi-Pyrénées sur le podium européen de tête du domaine concerné.

Une analyse des potentiels européens et de leur répartition par pays montre que la sélection sera rude et que nous ne pourrons prétendre réussir que sur de l'ordre de deux à trois domaines qu'il faudra avoir le courage de choisir et de soutenir sur le long terme.

Un domaine s'impose de lui-même : l'Aéronautique et l'Espace, domaine où des actions de mutualisation et de coordination sont menées avec succès dans le cadre du Centre National de Recherche Technologique "Aéronautique et Espace".

Nous avons de formidables atouts dans les domaines des biotechnologies, de la micro-nanoélectronique et des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication, atouts qui sont aujourd'hui trop dispersés et donc insuffisamment lisibles et visibles. Il faut cependant noter que des efforts ont été faits et couronnés de succès au niveau national : génopôle, cancéropôle, centrale de micro-nanotechnologie,... mais ces résultats qui nous donnent une place en finale nationale doivent être amplifiés pour assurer un podium national et européen.

En comparaison avec d'autres métropoles et d'autres régions françaises, on note que pour chacun de ses trois domaines Toulouse - Midi-Pyrénées n'occupent jamais la première place mais a la particularité unique d'être parmi les meilleurs dans les trois domaines.

Lorsque l'on rajoute à cette rapide analyse comparative le fait que tout le monde s'accorde aujourd'hui à dire que c'est à l'interface de ces trois domaines que se feront les grandes découvertes et les créations d'emploi et de richesses de demain (Voir en particulier l'ouvrage « Third european Report on Science and Technology Indicators 2003 » de la Commission Européenne) la conclusion s'impose : le triangle « Bio-Info-Nano Technologies » est un domaine où Toulouse - Midi-Pyrénées peut prétendre au podium européen.

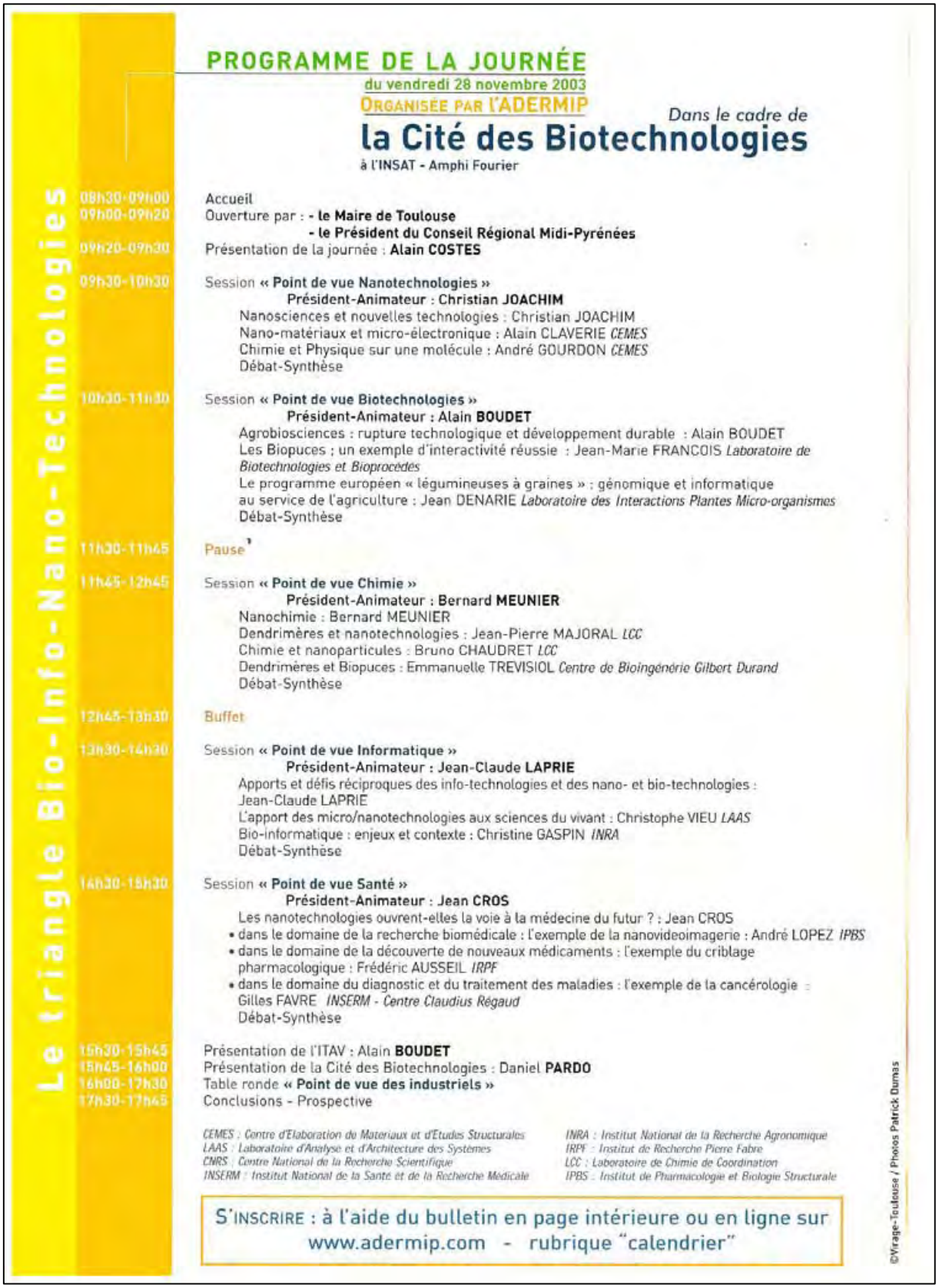
Depuis plusieurs mois, nous menons une réflexion prospective sur ce thème dans le cadre d'un groupe informel constitué de cinq scientifiques dont la compétence et la renommée internationale sont incontestables : Alain **BOUDET**, Jean **CROS**, Christian **JOACHIM**, Jean-Claude **LAPRIE**, et Bernard **MEUNIER**.

De cette réflexion sont issues plusieurs pistes dans l'objectif de « créer et d'assurer de manière souple et efficace des actions mettant en jeu trois équipes dans trois disciplines différentes »

Toute prospective sérieuse doit s'appuyer sur l'existant qui est tout particulièrement important grâce aux actions déjà menées par de nombreux chercheurs dans cette direction, actions pas assez mises en avant et donc peu visibles.

C'est cet existant que nous souhaitons vous faire partager lors de la journée du vendredi 28 novembre 2003 en espérant que vous serez nombreux à y participer afin que tous ensemble nous répondions à la question : que souhaitons nous pour Toulouse - Midi-Pyrénées en 2010 et quelles sont les actions à mener pour y aboutir ?

Alain Costes
Vice-Président de l'ADERMIP



Le triangle Bio-Info-Nano-Technologies

PROGRAMME DE LA JOURNÉE

du vendredi 28 novembre 2003

ORGANISÉE PAR L'ADERMIP

Dans le cadre de

la Cité des Biotechnologies

à l'INSAT - Amphi Fourier

08h30-09h00 Accueil

09h00-09h20 Ouverture par : **- le Maire de Toulouse**
- le Président du Conseil Régional Midi-Pyrénées

09h20-09h30 Présentation de la journée : **Alain COSTES**

09h30-10h30 Session **« Point de vue Nanotechnologies »**
Président-Animateur : Christian JOACHIM
Nanosciences et nouvelles technologies : Christian JOACHIM
Nano-matériaux et micro-électronique : Alain CLAVERIE *CEMES*
Chimie et Physique sur une molécule : André GOURDON *CEMES*
Débat-Synthèse

10h30-11h30 Session **« Point de vue Biotechnologies »**
Président-Animateur : Alain BOUDET
Agrobiosciences : rupture technologique et développement durable : Alain BOUDET
Les Biopuces ; un exemple d'interactivité réussie : Jean-Marie FRANCOIS *Laboratoire de Biotechnologies et Bioprocédés*
Le programme européen « légumineuses à graines » : génomique et informatique au service de l'agriculture : Jean DENARIE *Laboratoire des Interactions Plantes Micro-organismes*
Débat-Synthèse

11h30-11h45 Pause

11h45-12h45 Session **« Point de vue Chimie »**
Président-Animateur : Bernard MEUNIER
Nanochimie : Bernard MEUNIER
Dendrimères et nanotechnologies : Jean-Pierre MAJORAL *LCC*
Chimie et nanoparticules : Bruno CHAUDRET *LCC*
Dendrimères et Biopuces : Emmanuelle TREVISIOL *Centre de Bioingénérie Gilbert Durand*
Débat-Synthèse

12h45-13h30 Buffet

13h30-14h30 Session **« Point de vue Informatique »**
Président-Animateur : Jean-Claude LAPRIE
Apports et défis réciproques des info-technologies et des nano- et bio-technologies : Jean-Claude LAPRIE
L'apport des micro/nanotechnologies aux sciences du vivant : Christophe VIEU *LAAS*
Bio-informatique : enjeux et contexte : Christine GASPIN *INRA*
Débat-Synthèse

14h30-15h30 Session **« Point de vue Santé »**
Président-Animateur : Jean CROS
Les nanotechnologies ouvrent-elles la voie à la médecine du futur ? : Jean CROS
- dans le domaine de la recherche biomédicale : l'exemple de la nanovideoimagerie : André LOPEZ *IPBS*
- dans le domaine de la découverte de nouveaux médicaments : l'exemple du criblage pharmacologique : Frédéric AUSSEIL *IRPF*
- dans le domaine du diagnostic et du traitement des maladies : l'exemple de la cancérologie : Gilles FAVRE *INSERM - Centre Claudius Régaud*

Débat-Synthèse

15h30-15h45 Présentation de l'ITAV : Alain **BOUDET**

15h45-16h00 Présentation de la Cité des Biotechnologies : Daniel **PARDO**

16h00-17h30 Table ronde **« Point de vue des industriels »**

17h30-17h45 Conclusions - Prospective

CEMES : Centre d'Elaboration de Materiaux et d'Etudes Structurales
LAAS : Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes
CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
IRPF : Institut de Recherche Pierre Fabre
LCC : Laboratoire de Chimie de Coordination
IPBS : Institut de Pharmacologie et Biologie Structurale

S'INSCRIRE : à l'aide du bulletin en page intérieure ou en ligne sur www.adermip.com - rubrique "calendrier"

©Virage-Toulouse / Photos Patrick Dumas

ANNEXE N°9

1. LISTE DES LABORATOIRES PARTENAIRES DE L'ITAV

Laboratoire SI : CNRS Equipe Nanobio
Laboratoire bio 1 : INSA-INRA-UNP inclu la plateforme « biopuces »
Laboratoire chimie : CNRS-UPS
Labo bio 2 : CNRS-UPS

2. LISTE DES PARTENAIRES ACADÉMIQUES DE L'ITAV

CNRS : gestionnaire
UPS : co-tutelle
INSA : co-tutelle

LISTE DES PARTENAIRES INSTITUTIONNELS DE L'ITAV

INNABIOSANTE : financement des projets
REGION MP : financement des projets
CAGT : propriétaire du bâtiment

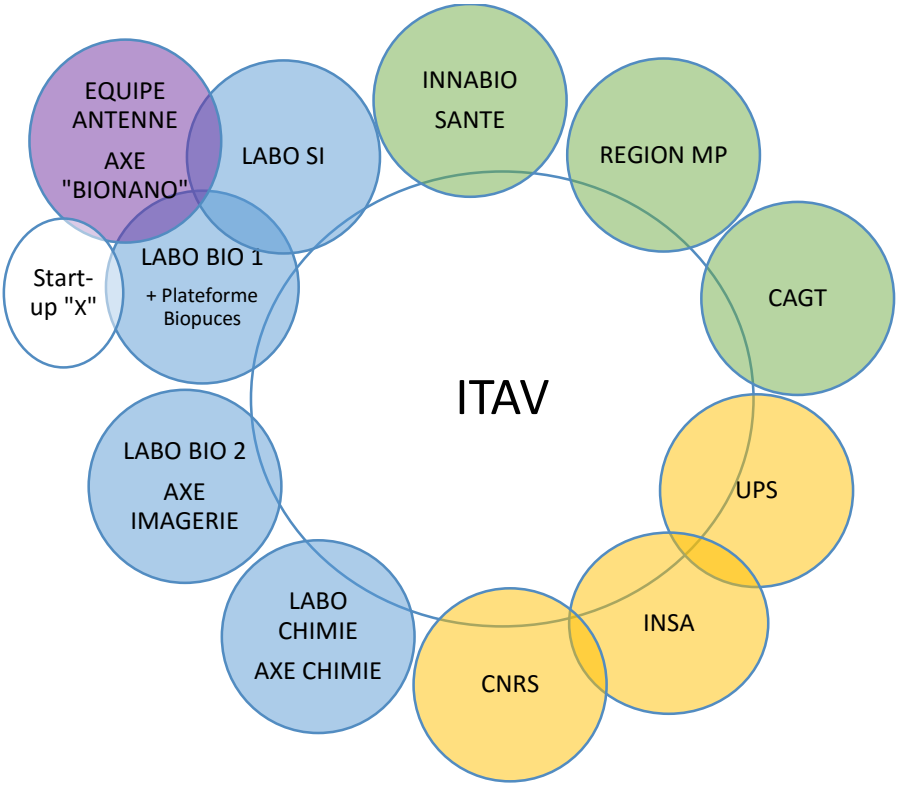


Figure 15: Parties prenantes de l'Itav au moment de sa création en 2009. En jaune les partenaires académiques, en vert les partenaires institutionnels, en bleu les laboratoires impliqués.

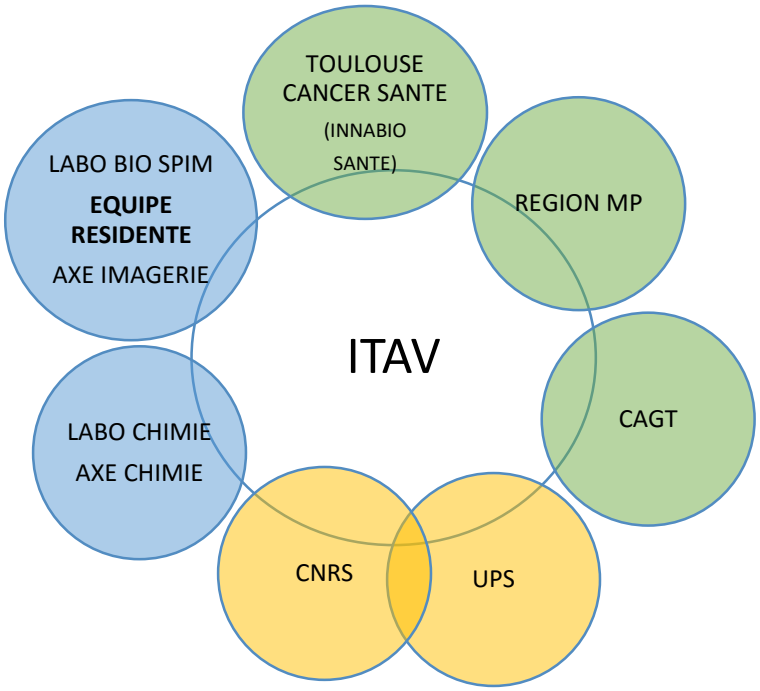


Figure 16: Parties prenantes de l'Itav en 2014. L'équipe porteuse de l'axe « bionano » s'est retirée de l'Itav et l'axe imagerie est porté par une nouvelle équipe. L'INSA s'est retiré de la tutelle de l'Itav.

ANNEXE N°10

DESCRIPTION DE L'AXE NANOBIOTECHNOLOGIES DANS LE PROJET DE CRÉATION DE L'ITAV REMIS AU CIADT EN 2003.

Annexe 2

Axe thématique :

Nanobiotechnologies

Contexte général

Le mariage des biotechnologies et des nanotechnologies est une activité en plein essor dans le monde et constitue probablement un des secteurs applicatifs les plus prometteurs pour les nanotechnologies. Le vocable « Nanobiotechnologies » recouvre dans son acception la plus large ce couplage des Micro et Nanotechnologies (ensemble de techniques dérivées de la microélectronique) avec les Biotechnologies. Il inclue le concept de « lab-on-a-chip » ou laboratoire sur puce en français ou le terme plus technique de µTAS pour Micro-total-analysis-system, c'est à dire des systèmes capables de manipuler des échantillons de solutions, de les trier, de les purifier, de les mélanger, de les analyser et de délivrer un signal numérique en sortie. Sur le plan plus fondamental, l'enjeu est de mettre en œuvre les nouvelles techniques et les savoir-faire récent issus des développements de la nanophysique (microscopes en champ proche, nanocomposants…), les avancées spectaculaires de la chimie (polymères, auto-assemblage, chimie supra-moléculaire, greffage…) au service de l'étude fine jusqu'à l'échelle ultime de la biomolécule unique de nombreux mécanismes biologiques fondamentaux (moteurs biologiques, activités enzymatiques, machineries ADN, ARN….). Sur le plan des applications toutes sortes de biopuces miniatures, ou de biocapteurs spécifiques verront le jour et bouleverseront complètement la manière d'appréhender les analyses médicales, le dépistage, la détection de contaminants, le criblage de médicaments et à plus long terme la thérapie. Toute l'industrie de la santé sera donc à terme touchée par ce domaine en émergence.

La prise de conscience des enjeux économiques soulevés par les nanobiotechnologies a sans nul doute été beaucoup plus rapide aux Etats-Unis. Au niveau académique des laboratoires puissants fortement multi-disciplinaires, regroupant physiciens, chimistes et biologistes ont été créés dès 1998. De grands groupes industriels ont également réalisé des investissements conséquents dans ces nouvelles technologies (Helwett-Packard, Caliper Technologies 100 millions de $ sur 4 ans, Affymetrix…) en estimant que le marché de ces nouveaux instruments d'analyse miniatures serait de l'ordre de 1 milliard de $ dès 2010. Les japonais ont rapidement emboîté le pas avec une démarche assez similaire (création de centres puissants de recherche en couplage direct avec des industriels). L'Europe réagit aujourd'hui avec par exemple dans les lignes du 6ième PCRD une thématique sur les nanobiotechnologies mais une politique de développement certainement moins affirmée que dans les autres puissances industrielles. Au niveau national, les nanobiotechnologies sont pour le moment un domaine essentiellement académique.

Les avantages de l'environnement Toulousain dans ce domaine sont les suivants :

- L'identification de la métropole Toulousaine dans le secteur des nanotechnologies est très claire grâce aux activités reconnues internationalement du groupe d'Electronique moléculaire du CEMES et du groupe « Nano » du LAAS.
- Il existe sur le campus une communauté riche et reconnue de chercheurs et universitaires émanant des secteurs de la physique, de la chimie , de la biologie ou de l'électronique qui travaillent en étroite synergie. La structure fédératrice actuelle est le pôle Nattbio (Nanotechnologies à Toulouse pour la Biologie) qui regroupe une cinquantaine de chercheurs issus de 17 unités de recherche.
- Il existe sur Toulouse une centrale technologique de pointe au LAAS qui dispose des infrastructures techniques et du savoir-faire en micro et nanotechnologies. Le LAAS est une des 4 grandes centrales technologiques nationales.
- Il existe au travers de la génopole toulousaine de nombreuses plates-formes opérationnelles dédiés aux biotechnologies et une synergie déjà opérationnelle entre technologues, chimistes et biologistes.
- D'importants groupes industriels Sanofi, Pierre Fabre sont implantés à proximité.
- Un avantage considérable de Toulouse est également lié à sa formation de jeunes diplômés dans ces nouveaux domaines de pointe (un DEA Nanotechnologies comprenant une partie Nanobiotechnologies, une formation d'ingénieur microsystèmes, un atelier de formation aux micro et nanotechnologies…).

Le campus toulousain a pris conscience depuis longtemps de l'importance stratégique des nanotechnologies dans les secteurs applicatifs que constituent le domaine médical et agro-alimentaire (deux forces vives en Midi-Pyrénées). La création du pôle Nattbio est l'émanation de cette réflexion et de ce regroupement des compétences et des individus au travers des disciplines traditionnelles et des laboratoires existants. Si l'on croise les pôles d'excellence toulousains en matière de Nanosciences, Nanotechnologies, Chimie et Biologie avec le dynamisme des axes toulousains autour des secteurs de la pharmacobiologie (protéomique et cancer) des agro-industries (agrobiopôle et microbiologie industrielle) de la sécurité alimentaire et des neurosciences, il existe une opportunité unique de créer une structure « 100% originale » capable de catalyser la recherche et de dynamiser le secteur industriel.

Ambitions de l'axe « Nanobiotechnologies » de l'ITAV

Les mots-clefs qui décrivent le mieux notre action sont : **Interdisciplinarité et Innovation technologique**. Nous verrons par la suite comment ces 2 objectifs sont déclinés au travers des projets scientifiques de l'ITAV. L'ambition principale est de développer au sein de l'ITAV des projets qui ne peuvent pas éclore à l'heure actuelle dans les laboratoires, ou de donner à des projets collaboratifs existants une dynamique nouvelle digne des enjeux soulevés par les nanobiotechnologies. Nous souhaitons développer en priorité ***des projets qui mélangent les cultures et les compétences*** (technologie, physique, chimie, biologie), ***des projets de transfert technologique*** et des projets qui permettront à l'ITAV de ***développer une Technologie propre***. Il nous apparaît essentiel que la technologie de l'ITAV ne soit pas la duplication de technologies déjà en place dans divers laboratoires mais que progressivement, grâce à la rencontre des divers acteurs, se mettent en place des procédés technologiques nouveaux, propres à l'ITAV , qui n'aient pas d'équivalent dans les laboratoires alentours.

L'organisation générale des projets Nanobiotechnologies de l'ITAV

La réflexion scientifique sur le thème des Nanobiotechnologies, est déjà bien structurée à Toulouse depuis plus d'un an grâce à la création d'une structure spontanée, baptisée Nattbio, qui a permis l'émergence de projets interdisciplinaires, le positionnement stratégique du pôle Toulousain, la participation à un projet de réseau d'excellence européen sur les nanobiotechnologies (NanoToLife) et l'animation scientifique (Workshop Toulouse Grenoble).

Les actions de Nattbio sont orientées dans 4 directions :

- Etude de mécanismes biologiques fondamentaux à l'aide des nanotechnologies,
- Elaboration de nouveaux prototypes de biopuces et de biodétecteurs,
- Développer la formation initiale et continue dans un souci de mélange des cultures et de pluri-disciplinarité,
- Valoriser et transférer ces innovations vers les acteurs industriels et socio-économiques des secteurs pharmaceutique, agro-industriel et médical.

Les partenaires Toulousains du projet Nattbio sont répartis de manière équilibrée entre les trois disciplines (Chimie, Biologie, Physique) et associent des équipes propres du CNRS et de l'INRA, et des équipes d'Unités mixtes CNRS et/ou INRA de l'INSA et de l'Université Paul Sabatier. La structure d'animation scientifique Nattbio continuera d'exister indépendamment de l'ITAV et sera en quelque sorte l'incubateur des projets qui pourront se concrétiser au sein de l'axe Nanobiotechnologies de l'institut. Cette structure jouera le rôle de lien entre l'ITAV et les autres laboratoires toulousains et permettra ainsi d'harmoniser et d'organiser localement toute la recherche en nanobiotechnologies dans un souci d'efficacité collective.
Les projets scientifiques de l'axe Nanobiotechnologies seront organisés en trois catégories qui correspondent chacune aux différentes missions de l'ITAV et à différentes manières de décliner inter-disciplinarité et innovation technologique.

A - Les projets en Nanosciences : Le but est de réaliser des expériences scientifiques de premier plan, qui constitueront des premières internationales dans le domaine. C'est par ce biais que l'ITAV se fera connaître de la communauté internationale et jouera un rôle attractif pour la délocalisation d'équipes scientifiques extérieures. Dans ce type de projet, l'interdisciplinarité est utilisée pour associer « le meilleur » de chaque discipline afin de produire de véritables « scoops » scientifiques.

B - Les projets Intégrés Génériques : Le but est d'élaborer des procédés technologiques génériques qui pourront être utilisés pour diverses applications dans le domaine des sciences de la vie (détection, diagnostic…). Dans ce type de projet, l'interdisciplinarité est utilisée pour associer le savoir-faire de chaque discipline afin de créer de l'innovation technologique. C'est la mise en place de cet instrument qui permettra à l'ITAV de développer progressivement sa propre technologie.

C - Les projets Spécifiques Finalisés : Le but est ici de mettre les outils de l'ITAV au service d'une problématique biologique finalisée, par exemple le développement d'une puce dédiée au diagnostic d'une affection bien identifiée. Dans ce type de projet, l'interdisciplinarité est utilisée au service d'une finalité en science du vivant. Les biologistes apportent leur connaissances fines des processus mis en jeu et des biomolécules impliquées, les technologues des outils d'analyse innovants issus des projets intégrés génériques. C'est par

cet instrument que l'ITAV développera des produits nouveaux susceptibles d'être transférer pour une valorisation industrielle.

Cette organisation des projets permettra d'accueillir au sein de l'ITAV des activités variées à la fois dans leur thématique et dans leur finalité, ce qui correspond bien au foisonnement actuel du domaine des nanobiotechnologies. Elle donne un cadre général pour le long terme. Bien sûr cette structure est dynamique, c'est à dire qu'un flux des projets de A vers B puis C est légitime. Les projets à vocation technologique de type B, s'enrichiront progressivement des projets en nanosciences de type A et les projets finalisés de type C reposeront bien évidemment sur les avancées technologiques issus des projets B.

Les projets de départ de l'axe « Nanobiotechnologies » de l'ITAV

Au démarrage de l'ITAV nous souhaitons entreprendre un projet dans chaque catégorie. Le choix de ces projets a été réalisé au sein du groupe de pilotage du pôle Nattbio. Les critères essentiels ont été le degré de maturité des projets et surtout l'absolue nécessité pour le démarrage dynamique de ces projets de « sortir » du cadre des collaborations traditionnelles entre laboratoires. **Nous pensons que sans la création de l'ITAV, les projets ambitieux que nous proposons n'ont aucune chance d'éclore au rythme requis par la compétition internationale. C'est la création de l'ITAV qui permettra de rassembler en un même lieu une masse critique d'individus provenant d'horizons différents autour d'un projet.**

Projet « Nanosciences » NANOMULTIPLEX : Nanovidéomicroscopie **multiplexée** : Dynamique de biomolécules uniques disposées en réseau Les approches à l'échelle de la molécule unique permettent d'atteindre des informations indispensables à la compréhension des machines moléculaires du vivant et inaccessibles par les approches biochimiques classiques. Ainsi l'analyse des fluctuations conformationnelles de molécules d'ADN mesurées en vidéomicroscopie couplée à l'analyse d'images permet d'accéder à la thermodynamique et à la cinétique de processus impliqués dans les réarrangements génétiques de nombreux organismes. Un nombre très important de mesures doit être effectué pour que les résultats soient statistiquement exploitables or les protocoles expérimentaux développés à ce jour rendent cette tâche extrêmement lente et lourde. L'objectif de ce projet est de sortir de cette limitation en utilisant des méthodes de nanolithographie douces pour réaliser des supports assurant la fixation sur de multiples sites positionnés précisément d'une seule biomolécule par site et permettant l'analyse simultanée d'un grand nombre de molécules. En couplant cette approche avec des réseaux de microfluidique, il sera possible d'envisager le suivi en parallèle de plusieurs molécules différentes dans les mêmes conditions environnementales ou alternativement le suivi en parallèle de plusieurs molécules identiques mises en contact avec des partenaires différents. Le projet vise à développer en particulier des supports pour le suivi de complexes enzymatiques ayant l'ADN pour substrat, mais la parallélisation des expériences de suivi de molécules uniques est générique et pourra se généraliser à tous les types de biomolécules dont l'étude du comportement dynamique est intéressante. Les partenaires du projet sont l'IPBS, IRIT, le LMGM, le LAAS et le LBME (CNRS, INSERM, UPS).

Projet Intégré Générique BIOPUCE : Le projet a pour but de rassembler différentes compétences autour de la problématique technologique des biopuces. Il bénéficie de la dynamique créée autour de la génopole et de la plate-forme transcriptome. Quatre verrous technologiques majeurs sont identifiés :

1) Le « biopatterning » : il s'agira de développer les outils permettant d'immobiliser sur un support solide différents types de biomolécules (ADN, protéines, peptides, enzymes, sucres...) en ayant soin de ne pas les dénaturer et de leur fournir un environnement favorable à l'expression de leur spécificité biochimique. On cherchera à mettre au point des procédés permettant le dépôt contrôlé de très petites quantités de solution (<femtolitre, motifs inférieurs au micron). Les solutions à l'étude mettent en œuvre une chimie de greffage spécifique des biomolécules sur le support, la mise au point d'un nano-spotteur automatisé à base de bras de levier microfabriqués et le développement des techniques de nanolithographie douces (tamponnage moléculaire).

2) La détection intégrée : il s'agira de développer des nouveaux procédés de détection d'interactions spécifiques entre biomolécules à base de micro ou de nanosystèmes intégrés sur la puce. Le recours aux méthodes conventionnelles de lecture ex-situ des puces telles que la fluorescence, la radio-activité ou la colorimétrie ne sera plus nécessaire. Nous favoriserons des procédés permettant une miniaturisation ultime jusqu'à l'échelle de la molécule unique. Les solutions à l'étude mettent en œuvre des nanoélectrodes (détection électrique), des nanosystèmes mécaniques résonants (détection mécanique) et des nanostructures optiques (détection optique). Nous montrerons également la compatibilité de ces nouveaux procédés de détection avec les techniques de biopatterning.

3) Le multiplexage : dans bien des applications on demande aux biopuces d'effectuer en parallèle de nombreuses combinaisons entre différentes biomolécules sondes et différentes cibles extraites, par exemple, de multiples prélèvements. Au niveau technologique, cette exigence regroupée sous le terme de multiplexage, se traduit par la mise en contact sur une puce de différentes solutions biologiques avec différentes sondes. Si les techniques de biopatterning permettent de déposer différentes sondes biologiques sur une surface (par exemple à l'aide du nano-spotter), la mise en réaction de ces sondes avec différentes solutions reste un problème technologique important. Nous développerons des technologies de micro et nanofluidique à base de réseaux plastiques en PDMS, qui dérivent des techniques de lithographie douces que nous utilisons déjà pour le biopatterning, afin d'amener des solutions biologiques différentes sur les différents sites d'immobilisation des biomolécules sondes. Nous étudierons la miniaturisation de ce procédé (niveau de multiplexage) et nous mettrons au point les procédés technologiques de scellement du réseau fluidique sur la puce et de connectique du réseau vers l'opérateur.

4) La nanofabrication à bas coût : nous venons de voir que beaucoup de technologies innovantes reposent sur la fabrication de nanostructures dont la taille ultime peut être de l'ordre de 10 nm. La perspective d'application dans le secteur de la santé réclame que ces structures soient fabriquées à un coût unitaire très faible, c'est à dire en utilisant des techniques de fabrication à fort rendement et faible investissement. L'émergence de techniques de nanofabrication « low-cost » adaptées aux exigences des applications biologiques constituera un de nos objectifs majeurs. Cette activité s'effectuera en étroit couplage avec la centrale de nanotechnologies du LAAS. L'objectif sera de transférer très rapidement du LAAS vers l'ITAV les techniques de nanolithographie alternatives telles que la Nano-impression, la Nanophotolithographie et la Nanolithographie assistée par moulage et de les adapter au sein de l'ITAV aux applications de type Biopuces ou lab-on a chip. Les partenaires du projet sont le LBB, la génopole, le LAAS, le LCC, l'IPBS (CNRS, INSA, INRA).

Projet Spécifique finalisé NUTRIPUCE : L'objectif du projet est de réaliser une puce ou un laboratoire sur carte permettant de réaliser une analyse multifactorielle des maladies nutritionnelles. La puce permettra de réaliser un diagnostic médical en donnant en quelques minutes et à bas coût, le profil métabolique d'un patient vis à vis de dérèglements liés à l'alimentation. Nous réaliserons des puces permettant de détecter des réactions enzymatiques simples ou en cascades à l'aide de technologies de fabrication à bas coût (moulage, microfluidique). Nous mettrons au point une détection simple par colorimétrie qui pourra être ultérieurement intégrée dans un petit boîtier de lecture. Au niveau d'un transfert industriel ultérieur il sera possible de commercialiser ce lecteur mais aussi les lames jetables de diagnostic comportant les sondes lyophilisées. Les partenaires du projet sont l'UMR 5018 et le LAAS (CNRS, INSERM).

L'axe Nanobiotechnologies au sein de l'ITAV

L'opération Nanobiotechnologies bénéficiera d'une dynamique nouvelle liée au rassemblement de plusieurs équipes interdisciplinaires, comme l'indiquent clairement les projets que nous venons de détailler. Au delà de cet aspect, cette opération trouvera naturellement un terreau fertile en raison de son étroite imbrication avec les autres axes thématiques de l'ITAV. En effet, comment est-il possible de développer des technologies innovantes de biopatterning sans aucun spécialiste du greffage de biomolécules sur des surfaces ? Ce travail capital, nécessaire aux nanobiotechnologies, sera fortement développé dans la thématique de l'ITAV consacrée à ***l'interface chimie/biologie***. De même, le suivi de biomolécules uniques immobilisées sur des substrats ou sur des cellules à l'aide des outils de la nanotechnologie est également un thème commun avec l'axe ***imagerie*** de l'ITAV. De manière plus générale, les progrès en nanocaractérisation AFM ou champ proche optique dans le domaine de la biologie devront se partager entre les axes nanobiotechnologies et imagerie. Dès lors que nous fabriquerons des puces ou des laboratoires miniaturisés sur une puce ou une carte, associant des fonctions biologiques et fluidiques, une grosse partie d'instrumentation et de robotisation sera nécessaire afin d'amener ces procédés à la maturité industrielle. Le couplage avec l'axe ***Instrumentation et Robotique*** de l'ITAV sera alors naturel et une véritable opportunité pour l'efficacité et l'impact de nos travaux. Finalement, la miniaturisation des biopuces et des procédés de biotechnologies devra permettre à moyen terme d'augmenter la sensibilité et la productivité des méthodes analytiques de génomique, protéomique et métabolomique. Le flux de données issues de ces nouvelles pratiques sera en augmentation croissante. Des analyses mathématiques, statistiques ainsi que des algorithmes informatiques dédiés seront de plus en plus nécessaires afin de donner du sens et de la sécurité à ces données. Le développement à proximité de l'opération nanobiotechnologies d'un axe thématique autour des ***biomathématiques et de la bioinformatique*** sera un plus extraordinaire lorsque l'ITAV devra être comparé à d'autres grands centres internationaux. En résumé, nous pensons que l'axe nanobiotechnologies sera un ciment très fort de l'ITAV et que progressivement des projets communs entre les différentes axes thématiques seront développés.

La politique de transfert industriel

Il est évident que l'activité scientifique de l'ITAV autour des nanobiotechnologies va générer des procédés et des produits nouveaux susceptibles d'être valorisés industriellement. Nous souhaitons que cette valorisation profite au tissu industriel local et régional. La création de l'ITAV constitue pour nous une opportunité pour mettre en place une structure de transfert (Nanotransfert) rapide et efficace. En effet, un point faible actuel est le manque crucial d'infrastructure et de moyen humain pour faire émerger les idées nouvelles des chercheurs et prendre en charge les objets innovants issus de fruits de la recherche et de les transférer rapidement vers le monde socio-économique. Dès le démarrage de l'ITAV nous avons identifié un certains nombre de démonstrateurs potentiellement valorisables au niveau industriel. Nous souhaitons mettre en place une structure qui permette de prendre le relais des études de faisabilité, pour valider industriellement et commercialement les prototypes de laboratoire. Cette cellule de Nanotransfert sera également un atout de communication externe exceptionnel pour faire connaître l'ITAV et sera probablement un critère de sélection important pour un groupe industriel à la recherche d'un lieu d'implantation pour y exercer des activités en nanobiotechnologies. Les Nanotechnologies constituent aujourd'hui un domaine très remuant où les innovations sont quasiment quotidiennes. Il est très important de garder à l'esprit que contrairement à d'autres secteurs industriels stratégiques très concurrentiels (par exemple la microélectronique), qui reposent sur des bases technologiques beaucoup plus stables pour lesquelles les avancées sont d'ordre incrémentiel et non pas radical, ce secteur industriel plus que tout autre doit rester extrêmement réactif et adaptatif. ***La pérennité de toute structure à vocation économique positionnée sur le marché des nanotechnologies ne se conçoit donc qu'en relation étroite et continue avec le vivier de recherche académique dont elle est issue. L'ITAV sera la structure de recherche nourricière de cette politique de transfert industriel et sera la garantie d'une forte réactivité.***

Le schéma suivant présente de manière prospective, certaines retombées possibles des activités de l'ITAV autour des nanobiotechnologies.

L'axe nanobiotechnologies de l'ITAV et son environnement

Nous souhaitons au travers de notre action tisser des liens forts avec d'autres partenaires extra-régionaux. De premiers contacts intéressants ont été noués avec des partenaires de Montpellier pour réaliser des projets qui pourront bénéficier de la dynamique et des travaux de l'ITAV. Cette inter-régionalité sera favorisée au niveau de l'axe nanobiotechnologies. Nous souhaitons également attirer des équipes scientifiques non toulousaines au sein de l'ITAV dans les thématiques que nous jugeons cruciales et où il nous semble que les forces et les compétences locales sont insuffisantes. De premières « cibles » ont été identifiées.

ANNEXE N°11

PROJET DU CANCÉROPÔLE DE TOULOUSE, INCLUANT L'ITAV

Cancéropôle

TOULOUSE - CAMPUS - CANCER

Lancement de l'aménagement de la ZAC du Cancéropôle

Lundi 2 juillet 2007

1 L'aménagement de la ZAC du Cancéropôle

2 L'ITAV

3 Cancéropôle : Calendrier et chiffres clés

4 Plan de financement : les partenaires institutionnels

5 Point d'étape des différents acteurs du Cancéropôle

6 Annexes

Plan d'aménagement général

Point sur la dépollution

1

L'aménagement de la ZAC du Cancéropôle

Le 9 février dernier, la communauté d'agglomération du Grand Toulouse a donné son feu vert pour les travaux d'aménagement de la ZAC.

De grands espaces de nature autour des bâtiments, où les transports en commun et le vélo auront une place privilégiée, le tout relié aux grands axes de communication toulousains : voilà à quoi la ZAC va ressembler. Elle concrétise la volonté du Grand Toulouse de faire du Cancéropôle, au delà du projet scientifique, un projet d'aménagement et de développement du territoire, **un nouveau « morceau de ville ».**

C'est pour l'instant un terrain nu de 170 hectares (sur les 220 hectares du Cancéropôle) sur lequel les premiers bâtiments voient le jour. Le permis de construire du 1er bâtiment public, l'ITAV, l'Institut des Technologies Avancées des sciences du Vivant ayant été délivré, les travaux peuvent commencer.

L'aménagement et les paysages ont été dessinés par l'architecte de renommée internationale **Jean-Paul Viguier**. Il transformera l'ancien site industriel et militaire en campus arboré de 220 hectares, dont 30 hectares de parc public.

Pour faciliter le transit des 6000 personnes qui viendront chaque jour sur le site, **les axes de communication vont être redessinés**. Les partenaires publics ont engagé la mise en oeuvre du Shéma multimodal de transport du Sud-Ouest toulousain (SMSO). Il étudie actuellement de nouvelles liaisons vers l'autoroute A 64, la création d'un système de transport en site propre et le développement de pistes cyclables. D'ores et déjà la fréquence de la ligne de bus 52, desservant la route d'Espagne, sera améliorée (10 mn au lieu de 25 mn actuellement).

La ZAC c'est aussi 60 000 m² réservés à un centre tertiaire et hôtelier. Il apportera à la communauté du Cancéropôle, les services nécessaires à leur développement, comme un restaurant interentreprises, des bureaux, un centre d'affaires ... Cet ensemble sera générateur d'emplois et d'activités pour l'ensemble du quartier.

La ZAC répond donc au souhait de redonner à ce territoire, tragiquement marqué par la catastrophe d'AZF, une nouvelle et symbolique attractivité.

Les dates clés de la ZAC

Mars 2004 : annonce du projet de Cancéropole
Mai 2005 engagement de la concertation publique
février 2006: signature du protocole d'accord de financement public de l'aménagement du Cancéropôle.
Mars 2006: débat public pour l'aménagement de la zone
Juin 2006 : engagement de l'enquête publique
Novembre 2006: remise du rapport Ecosite
Janvier 2007 : déclaration d'utilité publique
Mars 2007: le Grand Toulouse lance les travaux de la ZAC.
Juillet 2007: début des travaux des premiers équipements publics (ITAV et pépinière d'entreprises).
2008: ouverture officielle des premiers sites ; démarrage des travaux de construction de la Clinique Universitaire du Cancer.
Courant 2008: création de navettes vers le métro et fréquence de la desserte bus renforcée

L'ITAV, Institut des Technologies Avancées des Sciences du Vivant

L'ITAV, dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par le Grand Toulouse, sera situé sur un ensemble immobilier total de 4.000m² (couplé à la pépinière d'entreprises du Grand Toulouse dédiée aux sciences du vivant) soit un investissement de 10 M€ (dont 3M€ de l'Etat, 2,7 M€ du Grand Toulouse, 2 M€ de l'Europe, 1,3 M€ de la Région, 1 M€ du Conseil Général de la Haute-Garonne).
La mise en place de l'ITAV intervient donc dans un contexte de participation conjointe : de l'Etat, des organismes de recherche et des universités, des collectivités locales, des entreprises, du secteur industriel.
Les travaux de construction de cet édifice, dont la maîtrise d'œuvre a été confiée par le Grand Toulouse à l'agence toulousaine d'architectes Cardete et Huet, démarrent aujourd'hui pour une ouverture programmée à la fin 2008.

L'ITAV : un hôtel à projets de recherche pluridisciplinaires

L'Institut des technologies avancées en sciences du vivant (ITAV) est un centre de recherche interdisciplinaire autour de la biologie, dédié à l'innovation. Les développements scientifiques impliquent en effet, particulièrement autour de la Biologie, des interactions croissantes entre champs disciplinaires comme l'illustre la forte croissance de « secteurs hybrides » nouveaux comme la Bioinformatique ou les Nanobiotechnologies.

Cet institut de 2.000m² d'un nouveau genre interviendra dès son ouverture en 2008 comme **un véritable hôtel à projets** favorisant l'accueil et le développement de projets originaux obligatoirement interdisciplinaires.

Son rôle : favoriser les partenariats scientifiques et la pluridisciplinarité au service de l'innovation et du développement économique.

L'ITAV s'appuie sur les forces locales au niveau de la convergence Bio-Nano-Infotechnologies favorisant des thématiques interdisciplinaires autour des sciences du vivant retenues en raison de leurs perspectives d'application :

- Biomathématiques, Bioinformatique, modélisation
- Nanobiotechnologies
- Imagerie in vivo

- Interface chimie/biologie
- Instrumentation et robotique biomédicales

L'institut se veut cependant largement ouvert vers d'autres domaines d'excellence du territoire toulousain en interaction avec les sciences du vivant, à savoir :

- la chimie (Toulouse est parmi les premières dans ce domaine avec des laboratoires reconnus d'excellence internationale),
- les sciences de l'ingénieur (la métropole toulousaine est considérée comme la première métropole de France en la matière),
- les STIC et la micro-nanoélectronique (là également Toulouse fait partie des leaders nationaux).

Le principal objectif recherché étant d'accélérer encore la production de connaissances et de technologies innovantes appliquées en particulier à la médecine et notamment à la cancérologie.

L'ITAV a deux missions principales :

1. **Accueillir temporairement (2 à 4 ans) des équipes pluridisciplinaires** travaillant sur des projets transversaux rigoureusement sélectionnés par un conseil scientifique extérieur dans le cadre d'un appel d'offre international.

   Un premier appel d'offre de préfiguration a déjà été lancé portant sur la période 2005-2007, c'est à dire avant l'ouverture officielle de l'Institut, et mobilise une enveloppe financière de plus de 1,5 M€ sur l'ensemble de la période considérée. 6 projets sur les 27 présentés ont ainsi été sélectionnés par un comité scientifique international et sont actuellement en cours.

2. **Mettre à disposition des plateformes technologiques avancées** : imagerie in vivo multiphoton; imagerie moléculaire pour les nanobiotechnologies, chimie de synthèse parallèle …

Présentation synthétique des 6 projets interdisciplinaires labellisés ITAV

- **La Nutripuce** : Un microsystème de mesure pour le diagnostic biochimique des maladies métaboliques Rémy Burcelin

- Conception et mise au point de **nouvelles sondes pour l'imagerie de fluorescence *in vivo*** chez l'animal des événements cellulaires et moléculaires associés au cancer

- **NANOMULTIPLEX :** Etudes systématiques de biomolécules uniques organisées en réseaux ordonnés par nanolithographie douce

- **HiT-CHIP :** Biopuces diffractantes pour le criblage pharmacologique à haut débit

- **ALMA :** Algorithmique du Mouvement et des Interactions Macromoléculaires

- **Analyse « en temps réel » des perturbations de la production du langage écrit.** De la caractérisation des troubles à l'évaluation de l'impact des thérapies (pharmacologiques et/ou orthophoniques)

Contact
Alain-Michel Boudet
Coordonnateur ITAV
05 62 19 35 21
amboudet@scsv.ups-tlse.fr

ANNEXE N°12

LISTE DES ENTREPRISES RECENSÉES PAR LE FONDATEUR DE L'ITAV EN TANT QUE POTENTIELS COLLABORATEURS, FIGURANT EN ANNEXE DU PROJET DE CRÉATION DE L'ITAV REMIS AU CIADT EN 2003.

Annexe 9

- Centres de recherche et développement d'industries pharmaceutiques, semencières et agro-alimentaires à Toulouse et en Midi-Pyrénées
- Start-up et PME/PMI de biotechnologies à Toulouse et en Midi-Pyrénées
- Projets de biotechnologies en incubation à Toulouse et en Midi-Pyrénées

Le recensement et la mise en forme des différentes informations rassemblées dans l'annexe 9 ont été réalisés par la pépinière Prologue Biotech du SICOVAL (Tél. : 05.61.28.70.02)

Document de travail du 31 mars 2003 32

Centres de recherche et développement d'industries pharmaceutiques, semencières et agro-alimentaires à Toulouse et en Midi-Pyrénées (1/3)

3A - Alliance Agro-Alimentaire
Lait et produits laitiers - Développement de nouveaux produits et de procédés de production
Félix Sancho - 05 61 58 87 35 – www.groupe3a.com - contact@groupe3a.fr
183, avenue des Etats-Unis - 31016 Toulouse cedex 2

Beghin-Say
Biotechnologies alimentaires : sucres et produits dérivés, nutraceutiques
Alain Guibert - 05 61 55 94 64 - www.eridania-beghin-say.com
Centre de Bioingénierie Gilbert Durand - INSA - 135, avenue de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

Biogemma
Biotechnologies végétales, développement de semences
Alain Toppan - 05 62 13 64 27 - www.biogemma.com - alain.toppan@biogemma.com
Domaine de Sandreau - 31700 Mondonville

Caussade Semences
Biotechnologies végétales - Développement, production et commercialisation de semences
René Baratin - 05 63 28 14 00 - www.caussade-semences.com - contact@caussade-semences.com
Cayrac – 82440 Réalville

Lallemand
Levures et bactéries pour l'alimentation animale / humaine, la boulangerie, l'œnologie - Microencapsulation
Christian Sanchez –05 62 74 55 55 – csanchez@lallemand.com - www.lallemand.com
19, rue des Briquetiers – BP 59 – 31702 Blagnac cedex

Merial
Vaccins et médicaments vétérinaires
Pierre-Jean Consalvi - 05 62 74 40 00 - www.merial.com
4, chemin Calquet - 31000 Toulouse

Monsanto
Sélection et développement de semences
Luc Peletengeas - 05 63 26 17 00 - www.monsanto.fr
Mercier - 82170 Monbequi

Novartis Consumer Health
Alain Chatillon - 05 62 18 73 73 - laurence.geli@ch.novartis.com - www.fr.novartis.com
Route de Castelnaudary - 31250 Revel
* *Novartis Nutrition / Novartis Santé Familiale*
Commercialisation de produits de nutrition clinique, de phytothérapie et d'automédication
* *Nutrition et Santé / Nutrition et Soja*
Recherche, développement et commercialisation de produits diététiques

groupe Pau-Euralis
www.euralis.fr
Domaine de Sandreau - 31700 Mondonville
* *Euralis Génétique*
Recherche en biotechnologies végétales - Sélection et développement de semences
Patrick Vincourt - 05 62 13 64 14 - patrick.vincourt@euralis.fr
* *Soltis*
Recherche en biotechnologies végétales - Sélection et développement de semences
Dominique Pernet - 05 62 13 64 41 - dominique.pernet@rustica.tm.fr

Centres de recherche et développement d'industries pharmaceutiques, semencières et agro-alimentaires à Toulouse et en Midi-Pyrénées (2/3)

Pierre Fabre
http://www.pierre-fabre.com
* *Centre de Recherche Pierre Fabre - Castres*
Recherche thérapeutique (cancer, systèmes nerveux central et cardiovasculaire)
Francis Colpart - 05 63 71 42 00
17, avenue Jean Moulin - Castres cedex
* *Centre de Développement Pierre Fabre - Labège*
Développement de médicaments (cancer, systèmes nerveux central, cardiovasculaire et immunitaire)
Jacques Frances - 05 62 24 27 00
Rue Jean Rostand - BP 687 - 31319 Labège
* *Centre Innovation Développement Pierre Fabre - Ramonville*
3 rue Ariane - 31520 Ramonville
Centre de Développement Pharmaceutique
Développement de médicaments
Christophe Przybylski - 05 61 73 73 02
Laboratoire de Phytochimie
Développement de produits végétaux pour la dermo-cosmétologie
Bernard Fabre - 05 61 73 73 72
Centre de Recherches sur les Substances Naturelles - Unité mixte CNRS / Pierre Fabre
Recherche de principes actifs issus d'organismes vivants (plantes, insectes, organismes marins ...)
Georges Massiot - 05 61 73 73 41
* *Centre de Criblage Pharmacologique - Laboratoire commun IPBS-CNRS / Pierre Fabre*
Criblage haut-débit de substances actives sur de nouvelles cibles pharmacologiques
Jean Cros - 05 61 17 59 19 - cros@ipbs.fr
IPBS / CNRS - 205, route de Narbonne - 31077 Toulouse cedex 4
* *Centre Européen de Recherche sur la Peau et les Epithéliums de Revêtement*
Laboratoire commun CHU Toulouse / Université Paul Sabatier / Pierre Fabre
Recherche fondamentale et thérapeutique (inflammation cutanée, déshydratation ...)
Yvon Gall – 05 62 48 85 02
Hôtel Dieu St Jacques – 2, rue Viguerie – 31052 Toulouse cedex 3
* *Centre de Recherche Dermo-Cosmétique Pierre Fabre*
Recherche et développement de produits dermo-cosmétiques
Pascal Bordat - 05 61 75 52 00
Allée Camille Soula - BP 74 - 31320 Vigoulet-Auzil

groupe Pioneer France
Peter Hooper - 05 61 06 20 00 - www.pioneer.com/france
Chemin de l'Enseigure - 31840 Aussonne
* *Pioneer Génétique*
Sélection et développement de semences
* *Pioneer Semences*
Production et commercialisation de semences

groupe R.A.G.T.
Maïs, tournesol, cultures fourragères, céréales, soja, sorgo, colza et gazon
www.ragt-semences.com
Avenue St Pierre - Site de Bourran - 10033 Rodez cedex 9

(.../...)

Centres de recherche et développement d'industries pharmaceutiques, semencières et agro-alimentaires à Toulouse et en Midi-Pyrénées (3/3)

* *R.2n*
Sélection et développement de semences
Claude Tabel - 05 65 71 37 23 - ctabel@ragt.fr

**R.A.G.T. Génétique*
Recherche en biotechnologies végétales - Développement de semences
Claude Grand - 05 65 73 41 00 - cgrand@ragt.fr

* *R.A.G.T. Semences*
Production et commercialisation de semences
Alain Sicard - 05 65 73 41 00 - asicard@ragt.fr

Saf-Isis (groupe Lesaffre)
Production d'arômes naturels, d'enzymes et de métabolites, par fermentation ou bio-conversion
Pierre Taillade - 05 62 88 62 20 - www.safisis.com - Carmen.Lapadatescu@insa-tlse.fr
Centre de Bioingénierie Gilbert Durand - INSA - 135, avenue de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

Sanofi-Synthélabo
www.sanofi-synthelabo.com
Recherche thérapeutique (immuno-oncologie, obésité, neuropsychiatrie, cardiovasculaire / thrombose) : identification et validation de cibles, découverte et développement de médicaments

* *Centre de Recherche de Labège*
Génomique fonctionnelle et cellulaire, production de protéines recombinantes ...
Jean-Marie Dernoncourt - 05 61 00 40 00
Voie n°1 - BP 137 - 31676 Labège cedex

* *Centre de Recherche de Toulouse*
Chimie combinatoire, criblage haut-débit, protéomique, ...
Guy Tell - 05 61 16 22 00
195, route d'Espagne - 31100 Toulouse

Seppic
Synthèse, extraction et évaluation d'actifs cosmétiques - Excipients pour semences, vaccins, médicaments
Gérard Trouvé - 05 63 72 69 69 - gerard.trouve@airliquide.com - www.seppic.com
Avenue Lacaze Basse - 81100 Castres

Syngenta
www.syngenta.com

* *Syngenta Seeds*
Recherche en biotechnologies végétales - Développement, production, commercialisation de semences
Gilles Gay - 05 62 79 98 00 - www.fr.novartis.com/fr_agro.html - gilles.gay@seeds.novartis.fr
12, chemin de l'Hobit - BP 27 - 31790 Saint-Sauveur

* *Syngenta Agro*
Recherche et développement de produits phytosanitaires
Claude Barnaud - 05 63 27 12 80 - www.sopra.fr - claude.barnaud@syngenta.com
1738, route d'Ondes - 82170 Grisolles

Top Pharm
Recherche et formulation de nouveaux actifs pharmaceutiques (anti-inflammatoires ...)
Muriel Trinquier – 05 62 17 65 79 - www.toppharm.fr - laboratoire.top.pharm@wanadoo.fr
Centre de Bioingénierie Gilbert Durand - INSA - 135, avenue de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

Start-up et PME/PMI de biotechnologies à Toulouse et en Midi-Pyrénées (1/2)

AbTech (1997)
Anticorps monoclonaux pour thérapie anti-angiogénique du cancer
Alain Guédon - 01 55 42 17 00 - www.abtech.fr - a.guedon@abtech.fr
IPBS / CNRS - 205, route de Narbonne - 31077 Toulouse cedex 4

Affichem (2002)
Développement de molécules pour la différenciation cellulaire appliquée à la thérapie anticancéreuse
Stéphane Silvente – riviere-silvente.ass@wanadoo.fr - 05 61 28 56 53
Centre Européen d'Entreprise et d'Innovation Théogone
10, avenue de l'Europe - 31525 Ramonville St Agne

Argène Biosoft (1994)
Anticorps monoclonaux et autres réactifs pour la recherche et le diagnostic en virologie
Martine Joannes - 05 61 69 61 00 - www.argenbiosoft.com - martine.joannes@argene.com
Parc Technologique Delta Sud - B.P. 24 - 09120 Varilhes

Biosentec (2000)
Biocapteurs enzymatiques
Jean-Pierre Grasa - 05 61 55 99 77 - www.biosentec.fr - grasajp@aol.com
Centre de Bioingénierie Gilbert Durand - INSA - 135, avenue de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

Biotrade (1997)
Systèmes biologiques et hydromécaniques de traitement des effluents
Jean-Pierre Grasa - 05 61 55 94 71 - www.biotrade.fr - grasajp@aol.com
Centre de Bioingénierie Gilbert Durand - INSA - 135, avenue de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

BT Pharma (2001)
Développement de vaccins non-effractifs pour la protection contre les maladies infectieuses
Benedikt Timmerman - timmerben@wanadoo.fr
Prologue - La Pyrénéenne, B.P. 27/01 - 31312 Labège cedex

Cayla (1977)
Milieux de culture, antibiotiques et vecteurs pour la microbiologie et la thérapie génique
Gérard Tiraby - 05 62 71 69 39 - www.cayla.com - cayla@cayla.com
Z.I. Montaudran - 5, avenue Jean Rodier - 31400 Toulouse

Dendrichem (2000)
Dendrimères phosphorés à applications pharmaceutiques, cosmétiques et agrochimiques
Christophe Larré - 05 61 28 56 72 - www.dendrichem.com - info@dendrichem.com
Centre Européen d'Entreprise et d'Innovation Théogone
10, avenue de l'Europe - 31525 Ramonville St Agne

EndoCube (2001)
Génomique cellulaire des maladies inflammatoires : découverte/validation de cibles, agents thérapeutiques
Lionel Havion - 05 61 28 70 70 - www.endocube.com - endocube@wanadoo.fr
Prologue Biotech – Rue Pierre et Marie Curie – B.P. 700 - 31319 Labège cedex

Enzynomics (2002)
Génie métabolique, sélection/amélioration de souches et bio-procédés pour la production de bio-molécules
François Lescure – 05 62 88 02 42 – lescure.enzynomics@wanadoo.fr
Centre de Bioingénierie Gilbert Durand - INSA - 135, avenue de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

Genibio (1998)
Mise au point et formulation d'ingrédients cosmétiques, produits diététiques, et compléments alimentaires
François Paul - 05 61 04 81 42 – site.wanadoo.fr/ genibio - genibio-recherche@genibio.fr
Route de Toulouse – 09190 Lorp Sentaraille

Start-up et PME/PMI de biotechnologies à Toulouse et en Midi-Pyrénées (2/2)

G.T.P. Technology (2000)
Production et purification de protéines recombinantes - Optimisation d'enzymes pour biocapteurs
Eric Devic - 05 61 28 70 20 - www.gtptech.com - contact@gtptech.com
Prologue Biotech – Rue Pierre et Marie Curie – B.P. 700 - 31319 Labège cedex

Innovaderm (2000)
Recherche et développement d'actifs dermo-cosmétiques
Isabelle Tomatis - 05 61 28 56 20 - www.innovaderm.com - info@innovaderm.com
Centre Européen d'Entreprise et d'Innovation Théogone
10, avenue de l'Europe - 31525 Ramonville St Agne

Institut Européen de Biologie cellulaire (1993)
Peptides biomimétiques à applications cosmétiques et pharmaceutiques
Anne-Marie Pinel - 05 62 88 73 00 - ieb@wanadoo.fr
18, avenue de l'Europe - Tech Village 2 - Villa Missouri - 31520 Ramonville St Agne

Kobo Products (1995)
Formulation d'actifs cosmétiques : encapsulation en glycosphères milli- et nano-métriques
Li Ding - 05 62 88 77 40 - www.koboproducts.com - kobo@koboproducts.com
11, avenue de l'Europe – 31520 Ramonville St Agne

MilleGen (1999)
Séquençage d'ADN, synthèse peptidique - Kits de mutagenèse aléatoire - R&D en thérapie cellulaire
Hakim Kharrat - 05 61 28 70 10 - www.millegen.com - millegen@wanadoo.fr
Prologue Biotech – Rue Pierre et Marie Curie – B.P. 700 - 31319 Labège cedex

Novaleads (2000)
Criblage moléculaire sur cellules vivantes exprimant des récepteurs membranaires
Christophe Furger - 05 61 17 58 33 - furger@ipbs.fr
Centre Européen d'Entreprise et d'Innovation Théogone
IPBS / CNRS - 205, route de Narbonne - 31077 Toulouse cedex 4

PaluMed (2000)
Développement de nouvelles molécules actives contre le paludisme
Bernard Meunier - 05 61 33 31 46 - www.palumed.com - bmeunier@lcc-toulouse.fr
Prologue Biotech – Rue Pierre et Marie Curie – B.P. 700 - 31319 Labège cedex

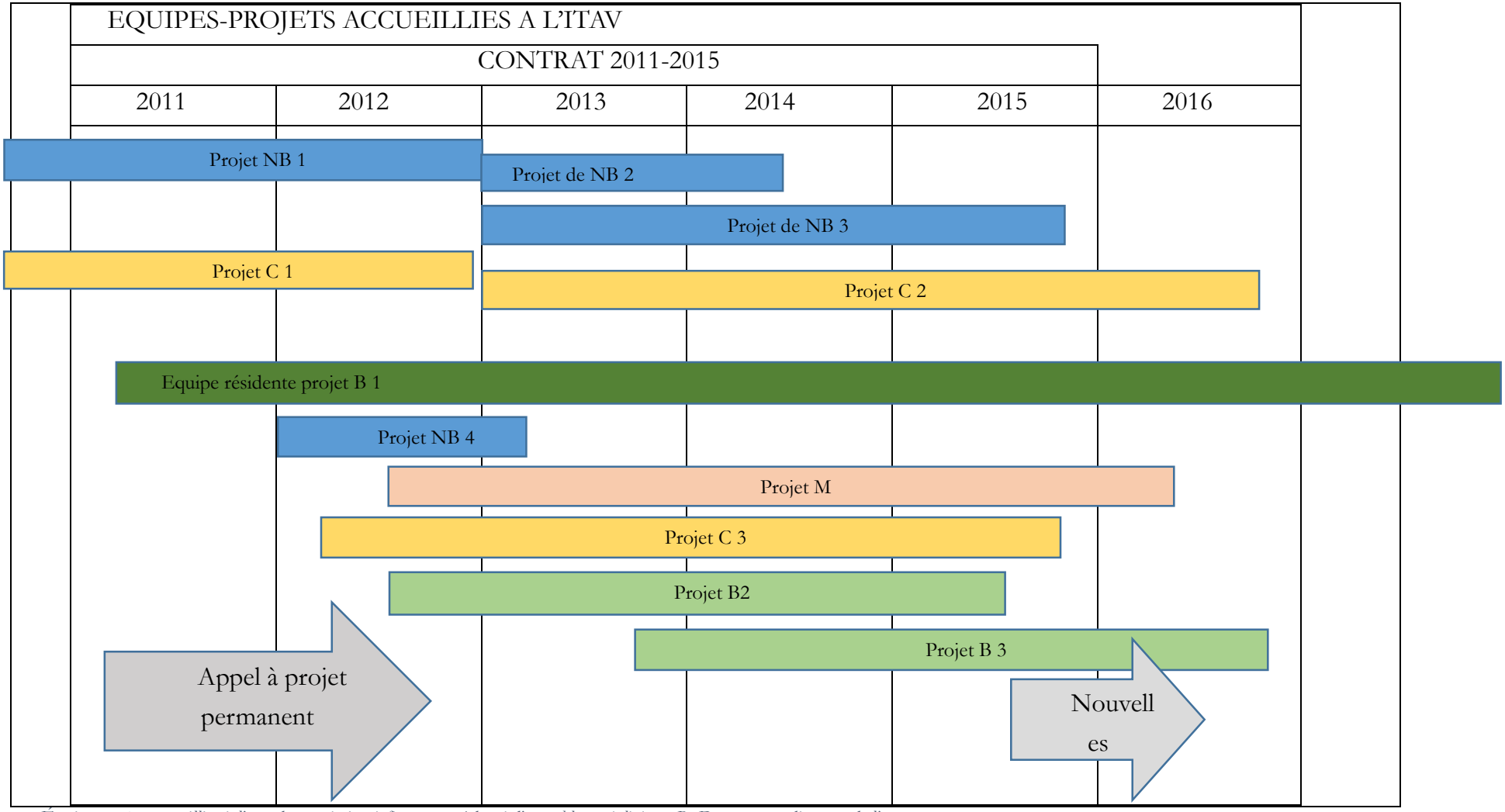
Picometrics (1998)
Systèmes de détection de molécules biologiques à fluorescence induite par laser - Kits de marquage
Bernard Feurer - 05 61 28 56 88 - www.picometrics.com - info@picometrics.com
Centre Européen d'Entreprise et d'Innovation Théogone
10, avenue de l'Europe - 31525 Ramonville St Agne

Quantome (2003)
Chemo-informatique quantique appliquée à la conception de molécules et procédés biotechnologiques
Jocelyne Giraud-Girard - 05 61 28 70 00 - www.inchem-sa.com - jgiraudgirard@yahoo.com
Prologue Biotech – Rue Pierre et Marie Curie – B.P. 700 - 31319 Labège cedex

Scanelis (2000)
Diagnostic moléculaire en santé animale
Corinne Boucraut-Baralon - 05 34 50 90 90 – scanelis@scanelis.com
Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - 23, chemin des Capelles - 31076 Toulouse cedex

ANNEXE N°13

DESCRIPTION DES PROJETS MENÉS À L'ITAV



Équipes-projets accueillies à l'Itav de sa création à fin 2014. Adapté d'un tableau réalisé par B. Ducommun, directeur de l'Itav.

Les projets « NB 1 » et « NB 2 » sont des projets de « nanobio » portés par l'équipe-antenne. Le projet « NB 1 » constitue une continuité des travaux engagés depuis le début des années 2000 entre l'équipe Nanobio du « labo SI » et l'équipe du « labo bio 1 ». Outre une activité de biologie « traditionnelle » sur la levure, le biologiste du « labo bio 1 » impliqué dans l'équipe-antenne de l'Itav travaille sur les biopuces depuis le début des années 2000, donc avec un intérêt pour un aspect plus « technologie ». Cette activité est à l'origine de l'installation d'une plateforme « Biopuces »[522] au sein de son laboratoire sur le site de l'Insa. Ce « projet » désigné ici comme « NB 1 » n'a en fait jamais bénéficié du statut d'équipe-projet. Il désigne en fait l'activité délocalisée à l'Itav de l'équipe-antenne, au moment de l'ouverture du nouveau bâtiment. Les porteurs de l'équipe-antenne avaient été fortement investis dans le projet de l'Itav depuis plusieurs années, ils ont été les premiers à venir travailler à l'Itav, souhaitant y délocaliser les projets en cours de l'équipe « biopuces-bionanotechnologies ». Nous sommes là dans un moment où le projet Itav n'est pas bien défini, en cours de discussions entre le CNRS, la CAGT, la Région, etc. Les règles de fonctionnement de l'hôtel à projets sont en cours de définition et l'équipe « biopuces-bionanotechnologies » travaillent donc à l'Itav sans que son activité y soit formellement encadrée. C'est donc au moment où l'hôtel à projets prend la forme d'UMS, avec la définition de règles propres à une unité du CNRS, que les tensions apparaissent entre l'équipe-antenne et la direction de l'Itav, donc le CNRS. Par exemple, n'étant pas constitué en équipe-projet, il sera demandé aux membres de l'équipe de payer l'utilisation des équipements en tant qu'utilisateurs extérieurs. Il sera également demandé aux porteurs de projets de justifier un certain pourcentage de leur temps à l'Itav. Or les deux porteurs, professeurs à l'INSA et menant des projets également dans leurs laboratoires d'origine, n'avaient pas pensé, en intégrant l'Itav, devoir se conformer à ce type de règles.

Le projet « NB 2 » est un projet qui regroupe les mêmes chercheurs que le précédent. En revanche, celui-ci fait l'objet d'un financement ANR que le porteur de projet, biologiste au « labo bio 1 » a positionné à l'Itav et non dans son laboratoire d'origine, ce qui permet donc de pouvoir bénéficier du statut d'équipe-projet. Ce dernier restera donc à l'Itav jusqu'à la fin du projet (juin 2014) tandis que le deuxième porteur de l'équipe-antenne, issu du « labo SI » se désinvesti bien avant de l'Itav pour développer ses projets dans son laboratoire d'origine. L'équipe-projet « NB 2 » regroupe une équipe de biologie du « labo bio 1 », l'équipe « Nanobio » du « laboratoire SI », des médecins de l'Institut Claudius Régaud - aujourd'hui partie intégrante de l'Oncopôle - la plateforme bionanotechnologies de l'Itav, la plateforme Biopuces du « laboratoire bio 1 », la *start-up* « X », installée sur la pépinière du Centre Pierre Potier, et la PME « Y », qui fournit les instruments servant à fabriquer les lames destinées à être vendues par la start-up. L'équipe travaille avec des instruments de la société « Y » installés sur la plateforme bionanotechnologies

[522] Elle est une des plateformes de la Génopole de Toulouse.

de l'Itav. Une doctorante embauchée en Cifre par « X » est affectée à l'Itav tandis que le porteur de projet et les autres partenaires ne viennent à l'Itav que ponctuellement, selon un temps défini avec la direction.

Le projet « NB 3 » est mené par un chercheur de l'équipe du « laboratoire SI ». Le projet vise à caractériser les propriétés de surface des cardiomyocytes (cellules composant le muscle cardiaque) en utilisant la microscopie à force atomique (AFM). Le défi technologique consiste à préparer les cardiomyocytes et à les maintenir en vie sous la pointe de l'AFM. Le premier objectif de ce projet est d'arriver à une meilleure compréhension du rôle de la paroi cellulaire dans l'insuffisance cardiaque. Le deuxième objectif de l'équipe est d'explorer les propriétés nanomécaniques de cellules cancéreuses, en particulier de divers cancers du sein[523].

Le projet « NB 4 » se fait entre l'équipe du « laboratoire SI », une équipe de l'Inserm ainsi qu'un chimiste spécialiste des nanotubes de carbone (laboratoire d'ingénierie des matériaux situé sur le campus de l'UPS). Il s'agit d'implanter des nanotubes de carbone pour favoriser la reconstruction neuronale après un AVC. La partie fabrication des lames est faite dans le « labo SI », puis sur la plateforme bionanotechnologies de l'Itav, tandis que la partie test sur les animaux se fait dans le labo Inserm.

L'équipe-projet « C 1 » est mené par une équipe de chimie impliquée depuis les débuts de l'Itav. Elle développe l'axe interface chimie-biologie. Elle travaille sur la conception, la synthèse et la compréhension du rôle au niveau moléculaire de trois familles de composés, dans le domaine de la santé pour des pathologies telles que les cancers et les maladies cardiovasculaires, ou encore des maladies infectieuses telles que le paludisme et la tuberculose[524]. La start-up Syntivia[525], créée en 2010, est le fruit d'une collaboration faisant notamment intervenir cette équipe. Installée sur la pépinière du Centre Pierre Potier, la start-up conçoit et produit des molécules d'actifs cosmétiques.

L'équipe-projet « C 2 » est issue de l'équipe-projet « C 1 », mais le responsable a changé début 2013. L'équipe travaille sur deux projets, soutenus par l'ANR : l'un portant sur la mise au point de nouveaux outils fluorescents qui pourraient servir pour l'imagerie médicale ainsi que pour la pharmacologie. Le second *« s'inscrit dans une démarche de « chimie verte » et propose le développement de nouveaux catalyseurs, faciles à préparer, recyclables et universels en termes d'applications »*[526].

L'équipe-projet « C 3 » est une équipe de chimie qui a obtenu un financement ANR et qui a choisi de s'installer pour la durée du projet à l'Itav. Elle travaille sur la fabrication de nanoparticules fluorescentes pour le diagnostic du cancer de la prostate. L'objectif du projet est de développer une nouvelle technique pour réaliser la détection précoce de très petites tumeurs

---

523 http://www.itav-recherche.fr/index.php/fr/menu-itavequipenbc
524 http://spcmib.ups-tlse.fr/recherche/pnasm.pdf
525 http://www.syntivia.fr
526 http://www.itav-recherche.fr/index.php/fr/menu-itavequipesomo

cancéreuses par fluorimétrie. Là aussi ce projet participe au développement de l'axe interface chimie-biologie[527].

Le projet « B 1 » est celui de l'équipe résidente de biologistes à l'Itav[528], elle est dirigée par le Professeur Bernard Ducommun, actuel directeur de l'Itav. L'équipe est spécialisée dans l'étude de la dynamique des cellules tumorales et leur prolifération en utilisant des modèles de tumeurs en 3D, les sphéroïdes, avec une attention particulière à l'étude du contrôle du cycle de vie de la cellule. Les objectifs de ces travaux ont pour perspective l'amélioration de l'efficacité thérapeutique des traitements contre le cancer. Labellisée par la Ligue contre le Cancer pendant douze ans, puis par la Fondation pour la Recherche Médicale en France pendant trois ans, ses activités sont aujourd'hui financées par l'ANR, le Plan Cancer et la Fondation RITC.

L'équipe-projet « B 2 » est arrivée en 2012 à l'Itav. Il s'agit d'une équipe issue d'un laboratoire de biologie de l'UPS qui souhaite mettre à profit l'environnement de l'Itav, en termes d'outils techniques et de compétences, afin de développer une preuve de concept pour une technologie mise au point en laboratoire et brevetée qui permet de tester les propriétés antivirales d'une molécule. Il s'agit d'un projet interdisciplinaire biologie-chimie-imagerie, qui s'inscrit bien dans les objectifs de l'Itav puisqu'il a une visée d'application industrielle et en particulier de création d'entreprise. Le porteur de l'équipe-projet est en effet à l'origine de la technique brevetée et envisage de monter une start-up s'il parvient à faire la preuve de concept. L'objectif est atteint, une preuve de concept est réalisée grâce à une collaboration avec un chercheur CNRS du CHU de Purpan, spécialiste des virus herpès. Une licence exclusive mondiale est obtenue auprès de la SATT Toulouse Tech Transfert, qui gère le portefeuille de brevets du CNRS[529]. A la fin de son deuxième contrat de post-doctorat au CNRS, le jeune chercheur à la tête de l'équipe-projet se lance dans la création d'une start-up, NeoVirTech. La start-up est aujourd'hui hébergée par les tutelles au sein de l'Itav, l'objectif étant de passer sur la pépinière d'entreprise d'ici quelque temps. La start-up collabore avec l'équipe-projet qui est toujours présente à l'Itav, avec deux personnes accueillies à 100% de leur temps. L'équipe-projet continue à travailler au développement de nouvelles applications pour la technique ayant fait l'objet du brevet pour analyser différents processus de l'ADN. Par ailleurs, elle développe des approches de marquage de l'ADN sur cellules vivantes vers des applications de criblage à haut débit à travers un nouvel axe de recherche sur les mécanismes moléculaires de l'infection virale.

L'équipe-projet « B 3 » est la dernière équipe à avoir intégré l'Itav, en 2013. Elle est dirigée par une chercheuse revenue en France après avoir travaillé plusieurs années aux Etats-Unis. Le projet se veut « translationnel », c'est-à-dire que les découvertes scientifiques doivent se traduire en

527 http://www.itav-recherche.fr/index.php/fr/menu-itavequipsff
528 http://www.itav-recherche.fr/index.php/fr/menu-itavequipeip3d
529 http://www.cnrs.fr/dire/actualites/2012/decembre/satt-171212.htm

recherche clinique. Il s'agit d'identifier de nouvelles cibles thérapeutiques pour trois types de maladies humaines, le cancer, le diabète et les maladies inflammatoires, ainsi que de nouveaux agents ciblés pour traiter ces maladies[530].

L'équipe-projet « M » mène un projet de mathématiques. Ce derneir est directement lié au projet de l'équipe résidente puisqu'il s'agit pour cette équipe de développer de nouveaux modèles mathématiques pour répondre aux défis posés par l'imagerie biologique, avec plusieurs centres d'intérêt : l'amélioration des techniques d'imagerie telles que la microscopie SPIM ou IRM, l'analyse et l'interprétation des images automatisées et la modélisation mathématique des phénomènes biophysiques[531].

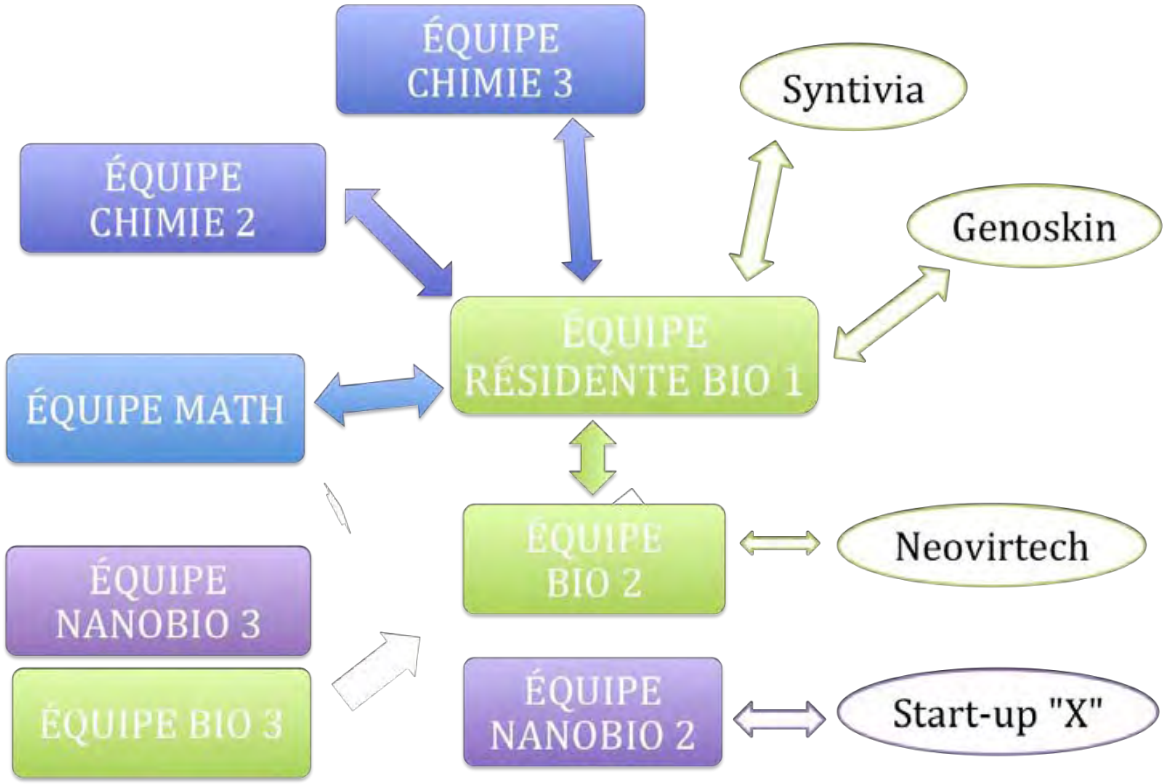


Figure 19: Illustration des collaborations entre les équipes à l'Itav, ainsi qu'entre les équipes de recherche et les start-ups de la pépinière.

À travers cette illustration on peut voir que l'activité scientifique de l'Itav est concentrée autour de l'équipe résidente. Soulignons que la *start-up* NeoVirTech, issue des travaux de l'équipe-projet « B 2 » à l'Itav n'est pas installée sur la pépinière, elle est (au moment de notre enquête), hébergée par les tutelles de l'Itav.

530 http://www.itav-recherche.fr/index.php/fr/equipe-d3td
531 http://www.itav-recherche.fr/index.php/fr/menu-itavequipeprimo

ANNEXE N°14

COMMUNIQUÉ SUR L'INSTALLATION D'UNE ANTENNE DU CEA À TOULOUSE EN 2013

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ARNAUD MONTEBOURG
MINISTRE DU REDRESSEMENT PRODUCTIF

GENEVIEVE FIORASO
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

Communiqué de presse

www.redressement-productif.gouv.fr www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

Paris, 25 janvier 2013
N° 309

Le « génie technologique à la française » pour une plus large diffusion de l'innovation vers les PME au service de l'emploi dans les territoires

Le Premier Ministre annonçait le 15 octobre dernier, à Nantes, la mise en place dès janvier 2013 des premières plateformes de diffusion de la technologie vers les PME au plus près des territoires.

Arnaud MONTEBOURG, ministre du Redressement productif, et Geneviève FIORASO, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, se félicitent d'annoncer l'installation de la première d'entre elles à Toulouse.

Faisant suite à la convention signée entre l'Etat et le CEA, la région Midi Pyrénées et le CEA ont signé aujourd'hui l'accord officialisant l'installation opérationnelle de cette plateforme d'innovation à destination du tissu industriel local.

Nos PME sont trop peu armées, contrairement à leurs homologues allemands, pour identifier les solutions technologiques permettant de convertir la connaissance scientifique en produit industriel innovant, fiable et compétitif. Avec l'appui majeur des collectivités, l'implication de l'ensemble des organismes de recherche et le soutien de l'écosystème d'innovation, cette initiative répond à la nécessité de réindustrialiser la France en positionnant notre offre productive nationale sur le terrain de la compétitivité qualité et de la montée en gamme des produits et services à l'industrie.

L'enjeu est de doter notre tissu industriel des outils permettant de produire, maîtriser et transférer massivement des technologies innovantes qui doivent désormais intégrer l'ADN de nos PME et ETI. L'initiative installée aujourd'hui permet de réinventer un modèle de « génie technologique à la française ».
S'appuyant sur l'expérience réussie de la Direction de la Recherche Technologique (DRT) du CEA à Grenoble, des équipes de chercheurs, d'ingénieurs, véritables ambassadeurs de la technologie, seront recrutées localement par la DRT pour mettre leur savoir-faire au service des entreprises, afin d'irriguer le tissu industriel de technologies innovantes.

Cette initiative audacieuse répond à la nécessité de réindustrialiser la France pour susciter le maintien et la création d'emplois à toute valeur ajoutée d'innovation.

Contacts presse :
Cabinet d'Arnaud MONTEBOURG : 01 53 18 45 13
Marianne ZALC-MULLER
Sandra-Andrea RENARD
Cabinet de Geneviève FIORASO :
Delphine CHENEVIER / 01 55 55 84 24

L

ANNEXE N°15

DESCRIPTIONDU PROJET « BIOPUCES » MENÉ À L'ITAV

L'objectif de l'équipe interdisciplinaire « bionano » est de mettre à disposition des laboratoires d'analyses médicales la technologie des biopuces à ADN. Pour prétendre intégrer le marché le diagnostic *in vitro*, cette technologie doit devenir accessible aux en étant simple d'utilisation, rapide et peu coûteuse. L'équipe cherche donc à développer des méthodes alternatives de production, ce sur quoi a travaillé la doctorante à l'Itav. Pour cela, elle a travaillé sur deux points clés de la fabrication des biopuces à ADN : 1) la préparation des surfaces et le dépôt des brins d'ADN ; 2) la méthode de détection de l'hybridation.

L'objectif de cette thèse CIFRE réalisée avec la start-up « X » est, dans un premier temps, de mettre au point un prototype nouveau de dépôt de biomolécules sur la lame, basé sur la lithographie douce afin de déposer les ADN sondes de façon multiplexée (plusieurs à la fois) et selon des motifs micrométriques. La seconde partie de la thèse a consisté à coupler cette nouvelle technologie pour la détection des évènements d'hybridation sans marquage en utilisant la diffraction de la lumière. La principale différence avec la méthode de détection par fluorescence repose sur l'adressage des sondes. En effet, le dépôt doit être réalisé sous forme de réseaux de lignes nanométriques de façon à ce que ces motifs formés de molécules sondes diffractent un faisceau de lumière incident.

La méthode de détection par diffraction permettrait ainsi de s'affranchir du marquage en fluorescence en changeant la méthode de dépôt des sondes. Les molécules ne sont plus déposées sur la lame à l'aide du robot à aiguilles mais par *micro-contact printing* (figure 1), selon des motifs nanométriques. La lithographie douce, ou *micro-contact printing*, fonctionne sur le principe de l'imprimerie : sur un tampon en PDMS (figure 2) sont dessinés des motifs, ce tampon est trempé dans une solution contenant les molécules d'ADN qui se retrouvent transposées par contact selon les motifs voulus. Sur les timbres en PDMS sont dessinés des motifs nanométriques, moulés sur des plaques en silicium fabriquées au « labo SI », par des techniques issues de la micro-nanofabrication. Ces motifs sont des réseaux de lignes de 500 nanomètres, espacées entre elles de 500 nanomètres, un arrangement qui permet de diffracter la lumière. Le macrotimbre est moulé sur les plaques en silicium, les motifs se retrouvent donc sur le timbre. Ces motifs nanométriques qui ont des propriétés optiques de diffraction de la lumière, permettent de faire de la détection sans marquage. La diffraction va changer selon la présence ou l'absence des molécules, ce qui peut être mesuré facilement grâce au scanner de diffraction.

Cette méthode de lecture par diffraction est étudiée depuis plusieurs années à travers une collaboration entre le « labo SI » et la PME « Y ». A travers la participation à des projets en commun, ainsi que par le financement de thèse par la PME. Ces collaborations ont permis à la

PME de mettre au point un instrument automatique de dépôt par *micro-contact printing*. Un travail de thèse avait consisté à tester cette méthode de dépôt sur un petit timbre en PDMS, qui ne permettait de tester qu'une seule molécule à la fois, mais qui avait démontré une sensibilité plus grande que la technique du dépôt par le robot à aiguilles. Il s'agissait à partir de là de développer un timbre qui permette une analyse « multiplexée », c'est-à-dire qui permette de déposer plusieurs molécules à la fois (le robot à aiguilles dépose 48 molécules différentes en même temps). Un tel timbre a été réalisé qui a donné lieu au dépôt d'un brevet commun entre le « labo SI » et la PME « Y ». Celle-ci exploite le brevet et commercialise le macrotimbre. L'étape suivante consistait dès lors à comparer cette technique de dépôt avec celle du robot à aiguilles afin de démontrer une éventuelle plus-value.

La première tâche du travail de la doctorante a consisté à « adresser », c'est-à-dire à contrôler le dépôt de molécules sur une surface, sans utiliser le robot à aiguilles mais par une technique de lithographie douce pour, dans une deuxième partie, détecter les molécules non plus grâce au marquage (figure 3), mais simplement par l'adressage selon des motifs nanométriques qui diffractent la lumière (figure 4).

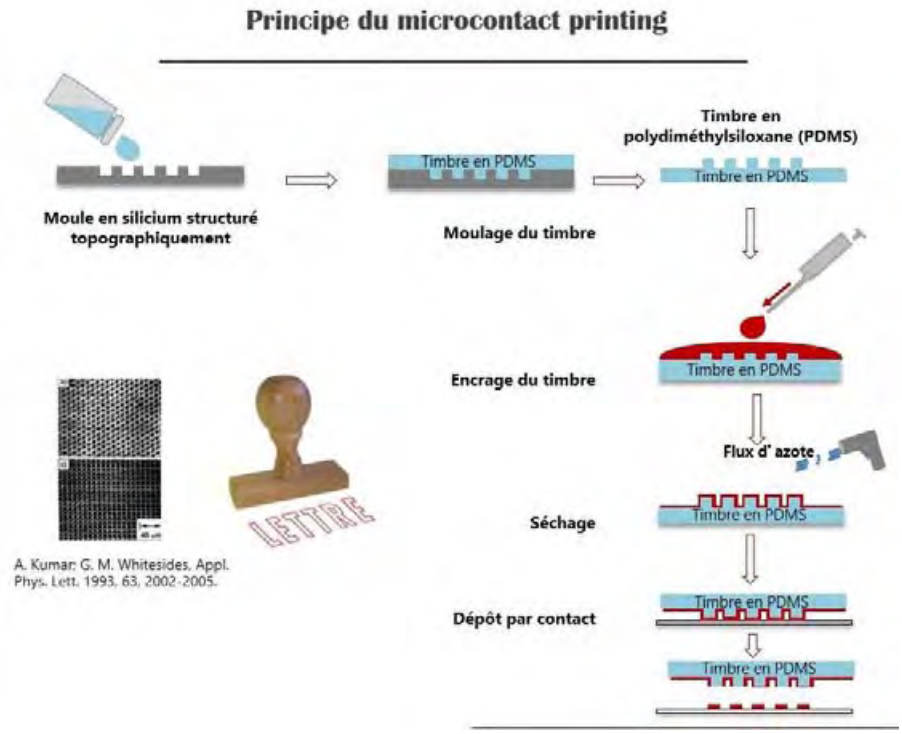


Figure1: Principe du Micro-contact printing, ou lithographie douce, (illustration Foncy, 2013)

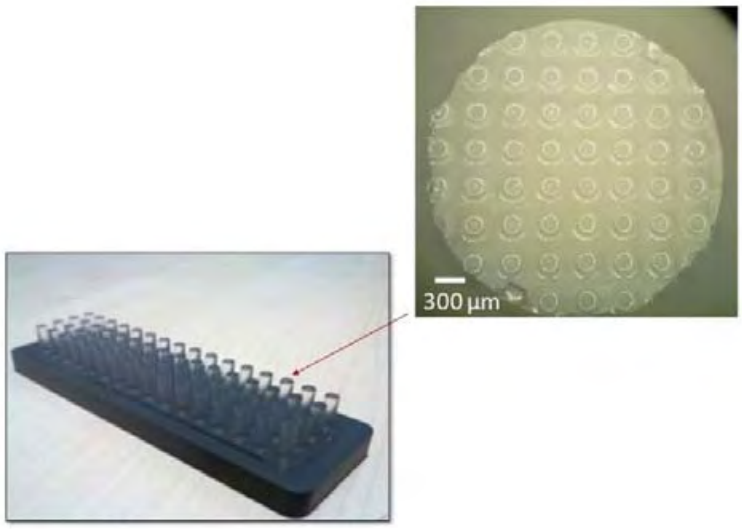
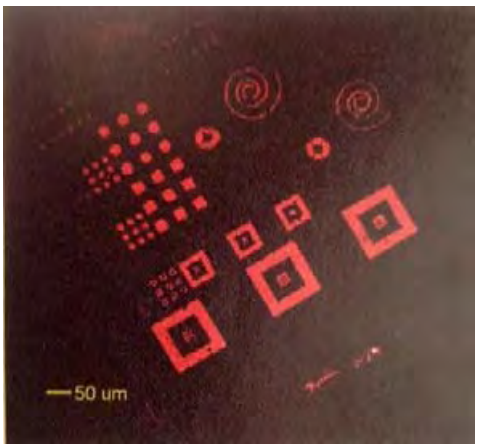
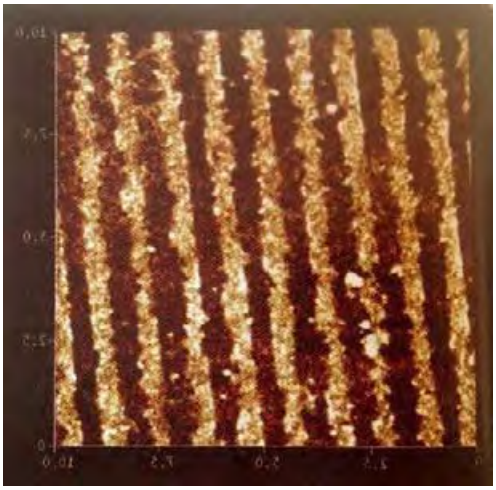


Figure 20: Timbre en PDMS (illustration Foncy, 2013)



© D.R.

Figure 3: Motifs micrométriques d'oligonucléotides fluorescents déposés par lithographie douce sur une lame de verre, visualisés à l'aide d'un scanner en réflexion (Vieu et al.*, 2004).*



© D.R.

Figure 4: Motifs submicromiques de réseaux de protéines déposés par lithographie douce selon des réseaux qui diffractent la lumière (Vieu et al.*, 2004).*

RÉSUMÉ

Ce travail de recherche interroge l'articulation de la politique scientifique à la pratique concrète et quotidienne des chercheurs académiques. Depuis les années 1980, on assiste à une remise en cause du modèle « traditionnel » d'organisation de la recherche, qui tend à être remplacé par un nouveau, dont les deux principales caractéristiques sont *1)* le passage d'un financement récurrent à un financement majoritairement sur projets ; *2)* l'affichage, au niveau de la politique scientifique, de l'interdisciplinarité comme un moyen de favoriser l'innovation. Dans ce mouvement global, les « nanos », porteuses de promesses en termes de développement économique et de création d'emplois, apparaissent comme un levier pour rapprocher la recherche des enjeux économiques et industriels. C'est la raison pour laquelle nous appréhendons les « nanos » dans leur dimension de vecteur d'une recomposition de l'organisation de la recherche par la sphère politique. Ce mouvement est contesté par les chercheurs. Aussi, nous étudions, d'un côté, les transformations au niveau des exigences de la politique scientifique, et, d'un autre côté, les façons dont les chercheurs s'approprient, ou contournent, ces évolutions. Notre travail de terrain se focalise sur le niveau local et la constitution de l'Institut des technologies avancées en sciences du vivant (Itav), pensé comme un lieu devant favoriser l'innovation et le développement technologique, par le biais des nanobiotechnologies en particulier. Dans une perspective habermassienne visant à alimenter la question théorique des rapports entre *système* et *monde vécu* (Habermas, 1987), nous mettons au jour, à travers notre analyse, les motifs et les formes de la résistance des chercheurs aux injonctions politiques orientées vers des enjeux économiques. Cette résistance repose en partie sur des enjeux stratégiques, de carrière notamment. Mais elle est également fondée, en partie, sur un accord normatif autour de valeurs et de normes qui contribuent à la reproduction de la sphère de la recherche en tant que sphère d'activité autonome.

Mots-clés : Politique scientifique, sphère de la recherche, communication, tensions, système, monde vécu

---

ABSTRACT

This research work scrutinizes the impact of science policy, both on practices for researchers and on the reorganization of academic research. There has been an evolution of the "traditional" model of research organization doubly characterized by: (1) the shift from a recurrent funding to project financing; (2) the promotion of interdisciplinary as a mean to foster innovation. As part of this movement, the field of "nanos", promoted as a growing area for economic and social issues (particularly in the area of health), is substantial. Thus, nanotechnologies are regarded as a lever to speed up and systematize this process. This work aims to evaluate the relevance of this hypothesis. In practice, does the field of "nanos" represent a vector of research renovation and reorganization ? I show that researchers question research policies that political authorities and economic leaders impose. On one hand, I study the characteristics of science policy in the field of "nano" and, on the other hand, the ways in which researchers implement these policies, sometimes significantly changing guidelines provided upstream. I focus my fieldwork on the constitution of the Advanced Technology Institute in Life Sciences (ITAV). It was conceived as a place to promote innovation and technology transfer, notably through the development of nanobiotechnology research. From a Habermasian perspective, I try to supply the theoretical issue about the relationship between the "System" and "Lifeworld" (Habermas, 1987). Thus, I uncover the patterns and forms of resistance from researchers to research policies injunctions whose economic target is questioned. The resistance from researchers is doubly founded : firstly, it is based on strategic considerations, in particular career choices; secondly, it is related to the adherence to values and norms which go beyond economic and political issues.

Keywords : Research policy, research sphere, communication, tension, system, lifeworld