

Le rôle des dynamiques d'organisation dans les sciences : le cas des plateformes de caractérisation en nanosciences

Matthieu Hubert, postdoctorant, GSPR – EHES

Pour citer cet article :

Hubert M., 2011, Le rôle des dynamiques d'organisation dans les sciences : le cas des plateformes de caractérisation en nanosciences, *Terrains & Travaux*, n°18, p.193-214

Introduction

Dans de nombreux pays, les recherches en nanotechnologies sont inscrites dans les priorités des agendas de politique scientifique. Cet engouement pour ce vaste champ d'explorations et d'applications potentielles à l'échelle du nanomètre se traduit par des investissements massifs, publics et privés. En particulier, le lancement de grands programmes soutenus par les pouvoirs publics doit venir répondre aux besoins affirmés d'une instrumentation scientifique toujours plus variée, coûteuse et sophistiquée, que les chercheurs se doivent alors de *partager* entre plusieurs équipes, laboratoires ou institutions. Pour répondre à cet enjeu, la solution formulée par les principaux responsables scientifiques prend forme autour de la notion de *plateforme technologique*, dont l'objet est la mutualisation des instruments et infrastructures.

Le partage d'une infrastructure de recherche a déjà été mis en œuvre dans d'autres domaines scientifiques avec, par exemple, les grands instruments de la physique des hautes énergies (Traweek 1988, Knorr Cetina 1999) ou les plateformes technologiques pour les sciences de la vie (Keating, Cambrosio 2003, Peerbaye 2005, Mangematin, Peerbaye 2005). Dans les nanotechnologies, plusieurs travaux ont également mentionné la place centrale accordée aux activités et aux dispositifs expérimentaux, que ce soit au sein des laboratoires (Fogelberg, Glimell 2003, Vinck 2006, Jouvenet 2007), dans les réseaux de coopération (Hubert, Spivak 2008) ou sur un espace géographique donné (Robinson *et al.* 2007).

Cet article prolonge l'exploration des enjeux de l'expérimentation dans les nanotechnologies en soulignant le rôle organisationnel structurant des dispositifs instrumentaux. Il montre les reconfigurations des collectifs de recherche liées à la mise en œuvre de plateformes technologiques. En particulier, il défend l'idée que l'activité et les résultats produits par les scientifiques ne dépendent pas seulement des instruments, des pratiques expérimentales ou des cultures scientifiques, mais aussi des choix *organisationnels* faits par les acteurs. L'objectif de ce travail est de montrer la transformation conjointe de la science et ses collectifs de travail. Il s'agit de dépasser une vision déterministe de l'évolution des sciences, de ses objets et de ses enjeux, en tenant compte du rôle actif des collectifs de travail, des règles et des configurations sociotechniques qu'ils se donnent et au sein desquels ils agissent.

Cette dynamique est étudiée à partir du cas de l'autonomisation des activités dites de « caractérisation » en nanosciences. En effet, dans ce cas, un choix stratégique – l'organisation en plateforme – conduit à une reconnaissance accrue de cette activité scientifique, sélectionnant ses investissements et ses projets de recherche, selon ses propres

critères et priorités. L'étude de cas rend compte du processus d'autonomisation à l'œuvre, en montrant que l'affirmation de la caractérisation comme activité de recherche passe par la réorganisation du collectif de travail et sa structuration progressive en plateforme. La démonstration s'appuie sur l'étude des *catégories de description des organisations scientifiques* mobilisées par les acteurs de la caractérisation. S'intéresser à ce travail de catégorisation invite à déconstruire les objets organisationnels et permet d'entrer dans les spécificités de l'activité considérée, telle que la conçoivent et la transforment ses protagonistes, sans pour autant ôter à ces objets organisationnels leur capacité à façonner les collectifs et les pratiques scientifiques, structurer une spécialité scientifique ou hiérarchiser la nature des connaissances produites.

La première partie positionne ce travail au regard des études existantes portant sur l'organisation des activités expérimentales. La deuxième partie décrit différentes manières de définir, de rassembler et d'organiser les activités expérimentales de caractérisation. Les troisième et quatrième parties se focalisent sur un cas particulier pour rendre compte de l'affirmation progressive de la caractérisation au travers de son organisation en plateforme.

1. L'organisation des activités expérimentales dans les science studies

Dans le domaine des *science studies*, l'organisation des activités scientifiques a d'abord été pensée au travers des spécificités du *laboratoire* en tant qu'espace de production de connaissances. Dans les premières études de laboratoire (Latour, Woolgar 1979, Knorr Cetina 1981, Lynch 1985), souvent présentées comme fondatrices de l'intérêt porté aux pratiques scientifiques, le laboratoire constitue un lieu d'enquête pour l'étude des pratiques qui s'y déroulent, parmi lesquelles les pratiques expérimentales occupent une place centrale. D'un point de vue méthodologique, les approches microsociologiques adoptées par ces investigations considèrent le laboratoire comme un *lieu* d'enquête et l'expérimentation qui s'y déroule comme *l'objet* de cette enquête. De telles enquêtes ont pour objectif explicite de montrer le caractère contingent, local, situé, contextuel et indexical des faits construits *au sein* des laboratoires.

En se focalisant sur les sciences de la vie des années 1970, ces toutes premières études de laboratoire, réalisées à la même époque en Californie, n'ont pas eu à considérer directement la question de l'organisation des activités expérimentales¹. Au contraire, le projet scientifique de ces études de laboratoire consiste à montrer que l'organisation sociale du laboratoire est dissoute dans des flux de pratiques hybrides, redéfinissant conjointement l'ordre social, technique et naturel. Le laboratoire peut alors être défini *a minima*, comme un rassemblement d'instruments, d'inscriptions, de matériaux et de compétences, ressources stratégiques et politiques pour collecter des financements ou accumuler des compétences incorporées dans des humains, des procédures ou des machines, et permettant le déploiement de pratiques expérimentales en un même lieu (Latour 1987, Shapin, Schaffer 1985). Dans cette perspective, le laboratoire est ce qui offre les *conditions de mise en œuvre* des pratiques expérimentales. Rassemblant simultanément plusieurs expériences, il est continuellement traversé par l'activité expérimentale.

C'est en observant la diversité des laboratoires en tant qu'organisations sociotechniques que l'organisation des activités expérimentales apparaît plus clairement.

¹ L'organisation des activités expérimentales n'est pas non plus l'objet des premières études interactionnistes des pratiques scientifiques (cf. Fujimura 1987, Star, Griesemer 1989). Sans directement aborder cette question, Latour (1983) théorise néanmoins la notion de laboratoire, qu'il ne limite pas à un lieu d'enquête.

L'« ethnographie de l'empirie » dans plusieurs disciplines réalisée par K. Knorr Cetina (1996) révèle la diversité des pratiques, stratégies et organisations expérimentales d'une discipline à l'autre, renvoyant à des « cultures épistémiques » distinctes² : en biologie moléculaire, les objets de recherche sont pris dans un flux continu d'activités expérimentales ; au contraire, la physique des particules mobilise ses objets de recherche de manière intermittente et se consacre essentiellement à la conception et à la compréhension de son propre dispositif expérimental. Dans ce second cas, le même dispositif expérimental mobilise plusieurs laboratoires dans le cadre de grandes collaborations et les organisations du laboratoire et de l'expérimentation sont relativement disjointes.

La question de l'organisation des activités expérimentales se pose aussi pour les physiciens des hautes énergies étudiés par S. Traweek (1988), qui s'interrogent sur la manière d'organiser les relations entre physiciens et technologues, théoriciens et expérimentateurs, permanents et utilisateurs ponctuels de l'instrument, afin d'établir collectivement les conditions pour « faire de la bonne physique ». Cette question s'avère cruciale quand les physiciens-utilisateurs doivent acquérir la connaissance des technologies de recherche leur permettant d'en optimiser le fonctionnement et d'en inventer de nouvelles, tout en laissant une certaine autonomie aux technologues qui en sont responsables au quotidien (Pestre, Krige 1992). En effet, pour les expérimentateurs, les instruments de recherche sont des investissements professionnels qui pèsent ensuite sur les orientations de recherche (Pickering 1985). Les relations entre théoriciens et expérimentateurs ont aussi une influence sur les modalités de clôture des controverses scientifiques (Collins, Pinch 1993). Sur une échelle temporelle plus longue, l'autonomie relative de la culture expérimentale vis-à-vis des cultures instrumentales et théoriques est une caractéristique structurante de la microphysique au XXe siècle (Galison 1997). Ces dernières années, les activités de simulation ont acquis une importance croissante dans la physique des hautes énergies, en agissant notamment comme médiateurs de la coopération entre expérimentateurs et théoriciens (Merz 2006).

Ces études de la physique des hautes énergies considèrent principalement la question de l'organisation des activités expérimentales sous un angle particulier, celui des relations entre instrumentalistes, théoriciens et expérimentateurs. De plus, l'organisation des pratiques expérimentales y est traitée sous un angle plus culturel qu'organisationnel. Or, la diversité des formes d'organisation des activités expérimentales n'est pas seulement le fruit de différences culturelles. Les choix de régulation, en particulier, ont des effets structurants sur les pratiques scientifiques. Au contraire, dans la plupart des travaux cités précédemment, les entités organisationnelles ont été très largement dissoutes ou déconstruites, soit dans un foisonnement de pratiques expérimentales (en présentant le laboratoire comme un ensemble de conditions nécessaires à la mise en œuvre des pratiques expérimentales qui sont décrites), soit dans les réseaux sociotechniques ou des collectifs de recherche distribués permettant d'articuler le travail d'acteurs hétérogènes (les relations entre théoriciens et expérimentateurs, dans le cas des grands instruments de la physique).

Tout en s'inscrivant dans le domaine des *science studies*, cet article souhaite montrer le rôle des dynamiques d'organisation dans les sciences. D. Vaughan (1999) a déjà souligné les effets de l'organisation, envisagée dans toute sa complexité sociotechnique, sur la nature des connaissances effectivement produites. B. Sims (1999) a également décrit la transformation des connaissances par la circulation des artefacts et des personnes, cette circulation ayant été rendue nécessaire par la division du travail scientifique au sein d'une organisation de recherche technologique. En s'intéressant plus spécifiquement aux

² De même, Shinn (1980) établit des types d'organisation propres à différentes *disciplines* (chimie, physique, informatique). Keating *et al.* (1992) montrent aussi le rôle des pratiques disciplinaires en traitant de l'articulation entre pratiques de laboratoire et inscriptions circulant dans la communauté scientifique.

dynamiques d'organisation, cet article souhaite montrer *le rôle de l'organisation des activités expérimentales, sans dissoudre le travail nécessaire à son maintien ou sa transformation dans la description des pratiques expérimentales, ni recourir à une explication en termes de discipline ou de culture (scientifique ou technique)*. En particulier, il s'agira de montrer que le travail de structuration et de régulation des activités expérimentales que supposent les plateformes technologiques favorise la traçabilité, la visibilité, l'affirmation et, finalement, la reconnaissance d'une spécialité scientifique longtemps restée plus périphérique, *au service* d'autres activités de recherche davantage exposées et reconnues.

L'enquête s'appuie d'abord sur une vingtaine de journées d'observation directe réalisées en 2005, ainsi qu'une vingtaine d'entretiens approfondis menés entre 2006 et 2009, au sein d'un pôle d'innovation en micro/nanotechnologies regroupant environ trois mille chercheurs venant de différentes institutions de recherche, publiques et privées, autour d'infrastructures scientifiques communes. De plus, cette investigation a pris place dans le cadre d'une enquête collective plus large, portant sur les dynamiques à l'œuvre au sein de ce pôle d'innovation en cours de formation (Vinck 2006, Jouvenet 2007, par exemple). Cette enquête collective a impliqué un travail de lecture transversale et de catégorisation d'extraits provenant d'environ deux cents comptes-rendus circonstanciés d'observations et d'entretiens, à l'aide du logiciel d'analyse qualitative *NVivo*.

2. Définir et organiser différentes activités de caractérisation

Le travail exposé ici repose sur l'étude des activités de *caractérisation* en nanosciences. Sur le terrain d'enquête, certaines de ces activités sont organisées en plateformes alors que d'autres demeurent au sein des laboratoires. En première approche, la caractérisation en nanosciences regroupe un ensemble d'activités expérimentales servant à déterminer les propriétés physicochimiques de matériaux aux échelles nanoscopiques, que ces matériaux soient destinés à faire avancer les connaissances dans les sciences des matériaux ou à développer de nouveaux dispositifs techniques. Les acteurs concernés la désignent le plus souvent par son diminutif – « la carac' » – et la définissent *par opposition* à d'autres activités expérimentales, notamment celles destinées à la « synthèse », la « fabrication » et l'« intégration » de matériaux nanométriques³.

La différence entre *caractériser* et *fabriquer* est produite sur la base des modalités d'interaction avec l'échantillon. Sur le terrain, cette différence est souvent évoquée comme une relative évidence. Et de fait, cette évidence est suffisamment structurante pour être matérialisée dans des plateformes bien distinctes. Pourtant, dès que l'on investit les plateformes en question, on constate vite que certaines activités et machines de caractérisation sont intégrées sur les plateformes dédiées à la fabrication, alors même que l'institution en question possède les deux types de plateformes.

Comment et pourquoi différencier et séparer une caractérisation dite « de proximité », située sur une plateforme dédiée à la fabrication, et une caractérisation dite « *offline* », localisée sur des plateformes de caractérisation dédiées ? La réponse des acteurs est tout autant technologique qu'organisationnelle et stratégique. D'un point de vue technique, la caractérisation de proximité utilise, contrairement à la caractérisation *offline*, une instrumentation fortement automatisée, produisant des résultats pré-formatés, ayant été adaptée à un environnement technologique de « salle blanche » – une infrastructure garantissant notamment la très faible présence de particules polluantes dans l'air ambiant.

³ Dans la suite, les expressions entre guillemets font référence à des citations exactes ou des catégories utilisées par les acteurs.

Dans les deux cas, les instruments « font les mêmes choses » (ce sont des microscopes, des ellipsomètres, des instruments d'analyse par rayons X, etc.), mais la forte automatisation des instruments de caractérisation de proximité se traduit dans le coût d'achat des instruments, bien plus élevés que le coût des instruments équivalents dédiés à la caractérisation *offline* – un rapport de cinq à dix étant courant pour une même application.

Au-delà de ces aspects techniques, ce sont plus largement les missions confiées à ces deux types de caractérisation et l'organisation de ces différentes activités expérimentales qui diffèrent. Les activités de caractérisation *offline* ont leurs propres objets et finalités de recherche, leur propre logique, liée à la compréhension des phénomènes physicochimiques et des dispositifs caractérisés. Elles produisent des résultats peu standardisés, selon les réglages et les objectifs de l'utilisateur. Au contraire, la caractérisation de proximité s'apparente davantage à un « suivi de production », à la manière de ce qui se pratique dans l'industrie. Elle ne produit pas ses propres objectifs de recherche et subit ceux produits par *d'autres* activités, liées à la fabrication des échantillons et des dispositifs. Les machines de caractérisation de proximité produisent des résultats standardisés, servant à étalonner, qualifier, suivre les performances d'autres machines. Elles ne peuvent pas être regroupées sur une plateforme technologique autonome, car leur proximité avec les machines de fabrication permet d'augmenter le nombre d'expériences réalisées – un même échantillon parcourant une série d'étapes, dont certaines sont validées par des résultats intermédiaires de caractérisation. La proximité est donc nécessaire parce que certaines activités de caractérisation doivent être réalisées *rapidement* après la fabrication d'un échantillon ou d'un dispositif. Les techniciens et ingénieurs responsables de la caractérisation de proximité doivent alors « être réactifs » et « donner une réponse rapide » sur la validité des expériences faites et le « bon » fonctionnement des instruments de fabrication.

Il y a donc différentes manières de définir, de qualifier, de rassembler et d'organiser la caractérisation. Certains choix techniques, scientifiques et stratégiques conduisent les acteurs concernés à rassembler la caractérisation sur une plateforme commune ou, au contraire, à la maintenir à proximité d'autres activités expérimentales. Malgré les caractéristiques communes aux deux types de caractérisation, la caractérisation de proximité reste, « *par vocation* », localisée en salle blanche, à proximité des activités de fabrication : « *ce n'est pas le même métier ... et pour des problèmes de frontières, il n'y a pas de solution idéale* », dit un responsable de plateforme de caractérisation. Voyons plus précisément ce qui justifie ces choix d'organisation et leurs effets sur la spécialité scientifique concernée.

3. Rassembler pour atteindre une « taille critique »

Afin de montrer que l'affirmation des activités de caractérisation se fait au travers de la structuration en plateforme, je considérerai dans la suite le cas d'une plateforme de caractérisation rattachée à un organisme public de recherche technologique, dont les modalités de financement et les missions ont largement été redéfinies depuis les années 1980 (Mustar, Larédo 2002) : part croissante des financements externes, exigence d'efficacité dans la gestion de la recherche, mission de soutien à l'industrie, objectifs de protection de la propriété industrielle, etc.

Au sein de cet organisme, à la fin des années 1990, un « service de caractérisation » (avant d'être désigné comme « plateforme ») est sorti du département d'optronique pour être rattaché à celui de microélectronique, « *avec comme objectif de mieux nous intégrer dans la technologie qui est la plus la plus exigeante en termes de performance* »⁴. La stratégie qui

⁴ Une chercheuse de caractérisation.

guide ce rapprochement est donc d'utiliser les activités de microélectronique, qui exigent des techniques les plus sophistiquées et posent « *les problèmes les plus difficiles* », afin de dynamiser les activités de caractérisation. En effet, du fait des marchés que l'industrie microélectronique représente, les fabricants d'instruments de caractérisation y développent de nombreuses applications pour les industriels, qui peuvent aussi être utilisées par les laboratoires publics. De plus, les activités microélectroniques, grâce à l'importance de ses soutiens publics et de ses contrats industriels, sont susceptibles d'alimenter les investissements destinés à la caractérisation. Néanmoins, cette première tentative de réorganisation ne répond que partiellement aux attentes de ses responsables. En particulier, elle n'aboutit pas à l'émergence d'une caractérisation « forte et autonome », puisque c'est l'activité microélectronique, tirée par ses gros projets multipartenaires, qui impose rapidement ses propres orientations scientifiques à la caractérisation (celles des *roadmaps* industrielles) et lui fixe les exigences technologiques à respecter (liées aux standards de l'industrie microélectronique et au fonctionnement partagé des salles blanches).

Suite à cette première réorganisation, les responsables de l'institution envisagent alors la constitution d'une véritable plateforme de caractérisation, en ralliant différentes équipes de caractérisation et leurs instruments, alors dispersées dans différents départements de l'institution. L'idée est encore une fois d'imposer la caractérisation comme une activité scientifique importante de l'institution – cette dernière étant jusqu'alors davantage reconnue pour ces activités de fabrication, dont la visibilité et la spécificité sont assurées par les imposantes salles blanches qui en assurent l'infrastructure. Mais cette fois, plutôt que de rapprocher les activités de caractérisation d'autres activités plus porteuses, la stratégie choisie consiste à fabriquer une entité dotée d'une certaine « taille critique », capable de faire des choix d'investissement autonomes et de décider de ses propres orientations de recherche. Le mouvement amenant à la création d'une *plateforme* de caractérisation est véritablement amorcé en 2003, en associant le service de caractérisation déjà évoqué à d'autres équipes de caractérisation venues de la même institution, mais reconnues en interne comme étant « de cultures différentes » – car *a priori* animées par des règles de fonctionnement, des conceptions de la recherche, des stratégies scientifiques et des modalités d'évaluation bien différentes. La caractérisation du département de physique fondamentale est ainsi associée aux activités de caractérisation des plusieurs départements de recherche technologique (applications énergétiques, microélectroniques et optroniques).

Ces rapprochements s'accompagnent d'un effort d'investissement. A partir de ce moment, en 2003, 60% des fonds collectés par l'institution dans le cadre de sa participation au « réseau des grandes centrales technologiques », le réseau des plateformes labellisées par le ministère, sont consacrés aux investissements de la nouvelle plateforme dite de « nanocaractérisation ». Une dizaine de « centres de compétences » sont ainsi constitués afin de structurer la nouvelle plateforme autour de ses principales techniques de caractérisation. La mise en place de la plateforme est l'occasion d'un état de l'art international de la caractérisation, impliquant une quinzaine de chercheurs en caractérisation de l'institution, provenant de différents domaines d'applications (optronique, microélectronique, sciences de la matière, biotechnologies, etc.). En 2006, la plateforme se matérialise au sein du tout nouveau pôle d'innovation déjà évoqué, rassemblant divers acteurs publics et privés de la recherche en micro-nanotechnologies. En 2009, ce sont une quarantaine d'équipements mi-lourds et une cinquantaine de techniciens, ingénieurs et chercheurs qui sont rassemblés sur la nouvelle plateforme de caractérisation.

La plateforme de nanocaractérisation devient rapidement une « vitrine », un symbole et un outil central de la communication de l'institution, permettant ainsi de valoriser le travail réalisé au sein du nouveau pôle d'innovation, vis-à-vis des partenaires industriels et

académiques⁵. De plus, ce processus d'alliances et d'ouverture progressive ne s'arrête pas avec la constitution de la plateforme. La convergence d'intérêts et d'attentions autour des activités de caractérisation, alliée à la nouvelle proximité d'une autre plateforme de caractérisation amène les responsables des deux institutions concernées à engager des « discussions d'ouverture réciproque ». Ces responsables espèrent ainsi, grâce au caractère fédérateur de ce projet, dépasser les supposées et dites « différences culturelles » entre l'institution de recherche technologique et les laboratoires académiques voisins qui pilotent l'autre plateforme.

Finalement, ce rapide récit de la genèse d'une plateforme de caractérisation montre que *l'affirmation de la caractérisation répond d'abord à des logiques stratégiques et organisationnelles*. Il est néanmoins difficile de dissocier cette histoire de celle plus générale de l'activité de caractérisation, de ses évolutions scientifiques et technologiques récentes. En effet, le lien entre les financements propres à la caractérisation et l'accroissement de la visibilité des activités de caractérisation correspond à une prise de « conscience assez générale et internationale que la caractérisation, il faut la financer en tant que telle, ce qui n'était pas vrai précédemment »⁶. C'est ce point que je vais maintenant développer.

4. Structurer en plateforme pour différencier la recherche en caractérisation

La reconnaissance de l'activité de caractérisation passe notamment par l'accès à un financement *spécifique*. Pour les acteurs de la caractérisation, le problème identifié touche au mode de financement des programmes de recherche technologique auxquels ils participent. Le financement global de ces programmes, dont l'enjeu scientifique principal est le développement de procédés de *fabrication* des dispositifs techniques, ne spécifie ni le coût des activités de caractérisation, ni la part de financement qui devrait lui être attribuée. La caractérisation est pourtant indispensable à la qualification et à l'évaluation finale de ces programmes. En effet, leurs résultats scientifiques ne peuvent pas, pour des activités de recherche, donner lieu à des évaluations qualitatives ou quantitatives autres que celles issues de la caractérisation – par opposition à des évaluations en termes de rendement, par exemple, qui sont possibles lorsque la phase de développement est plus avancée.

Que change alors la constitution d'une plateforme dédiée aux activités de caractérisation ? En quoi la plateforme peut-elle transformer cette activité périphérique, « *au service des programmes* »⁷, dont la position subalterne est visible dans la construction et le financement des programmes technologiques, en une activité de recherche autonome, construisant ses propres objets et questionnements scientifiques ? On peut souligner au moins trois éléments importants pour répondre à ces questions.

Premièrement, la plateforme oblige à évaluer et comptabiliser les coûts de la caractérisation dans les programmes de recherche. En effet, ces coûts sont explicités grâce à l'organisation en plateforme, qui externalise l'activité. Au contraire, une telle comptabilité n'était pas réalisée lorsque les activités de caractérisation demeuraient au sein des laboratoires. Les activités de caractérisation étaient alors mêlées et cachées dans l'ensemble des activités de laboratoire. La plateforme est donc *ce qui permet* une facturation claire et donc un financement propre des activités de caractérisation. La plateforme de caractérisation

⁵ Ce ne sont pas seulement « de beaux équipements », ajoute une chercheuse, puisque la caractérisation permet aussi de « montre[r] des photos de ce qu'on fait ».

⁶ Un responsable de l'institution.

⁷ Un responsable de plateforme de caractérisation.

peut ainsi largement autofinancer son fonctionnement et, éventuellement, ses investissements, lorsqu'elle pratique une comptabilité en « coûts complets »⁸.

Deuxièmement, alors que, lorsqu'elles demeuraient au sein des laboratoires, les activités routinières de caractérisation n'étaient pas différenciées d'autres activités plus exploratoires, la plateforme technologique adopte un traitement *sélectif* des projets faisant que les activités plus exploratoires sont privilégiées. Ainsi, l'équipe demandeuse (les porteurs de projet) et les experts de la plateforme évaluent conjointement chaque projet soumis en termes de « risques techniques », « risques juridiques » et « risques financiers ». Par cette évaluation conjointe, destinée à qualifier la nature et les enjeux du projet, la plateforme évacue des projets considérés comme routiniers et privilégie les projets plus « risqués ». Les projets ne convoquant pas de compétences nouvelles, de nouveaux usages des instruments ou un travail spécifique de développement instrumental sont alors sous-traités à une entreprise privée, elle aussi installée sur le même pôle d'innovation et utilisant les *mêmes* instruments pendant la nuit, lorsque les techniciens, ingénieurs et chercheurs publics sont absents.

Enfin, troisièmement, la reconnaissance des activités de caractérisation dans les programmes de recherche se traduit par un support financier spécifique pour les activités *de recherche* de la plateforme. En plus des financements liés à l'activité de la plate-forme et des financements nationaux déjà mentionnés, provenant du réseau des grandes centrales technologiques, de nouveaux financements de recherche en caractérisation sont proposés à des doctorants et des postdoctorants. Ces financements marquent une rupture puisque les activités de caractérisation ne faisaient alors, dans cette institution, que peu l'objet de sujets de thèse. En particulier, l'étude *croisée* de plusieurs techniques de caractérisation, qui est rendue possible par le rassemblement d'une grande variété d'instruments sur une même plateforme, fait de la caractérisation une activité éligible à un financement de thèse.

Ainsi, dans le cas étudié, la constitution d'une plateforme de caractérisation est étroitement liée à la reconnaissance plus générale de l'activité de caractérisation comme une activité de recherche ayant des moyens et des objectifs propres, choisissant les activités qu'elle souhaite traiter en interne ou, au contraire, sous-traiter. *Concrètement, cette reconnaissance passe par l'accès à des ressources financières propres, par la capacité de formulation d'une évaluation du caractère plus ou moins innovant – plus ou moins « risqué » – des activités de caractérisation qu'on lui propose, et par l'accès à des doctorants et postdoctorants pour conduire des recherches plus exploratoires.*

L'affirmation de la caractérisation se traduit aussi dans la nature des résultats produits. En particulier, des collaborations multipartenaires, impliquant industriels et académiques, se développent autour de divers projets de développement de nouveaux instruments, de couplage d'instruments existants, ou de mise au point de nouvelles fonctionnalités sur des instruments existants. De plus, les démarches visant à constituer localement une *communauté* d'experts et de chercheurs en caractérisation – en organisant, par exemple, des séminaires d'échanges avec les chercheurs en caractérisation d'une institution voisine – élargissent les activités de la plateforme au-delà du développement de protocoles et de procédures. L'autonomie stratégique de la caractérisation se traduit également par l'établissement d'une *roadmap*, dont l'enjeu est de préparer les choix d'investissements et le renouvellement des compétences nécessaires à la nouvelle caractérisation de pointe, dite « 3D ». Pour ces investissements, la plateforme bénéficie, grâce à ses commandes mutualisées, d'un rapport de force plus favorable dans la négociation avec les fabricants d'instruments.

⁸ C'est-à-dire prenant en compte le coût de l'amortissement des machines, en plus du « coût marginal » lié au personnel et au fonctionnement des machines.

Conclusion

Cette étude de cas montre le rôle de la structuration en plateforme dans l'affirmation et la reconnaissance de la caractérisation, en tant qu'activité de recherche à part entière. Le rôle décisif du choix organisationnel ne doit néanmoins pas faire oublier que l'évolution des instruments, de plus en plus coûteux et sophistiqués, nécessitant une expertise croissante, a également poussé les acteurs à faire ce choix de mutualisation. Sur le pôle d'innovation étudié, ce point apparaît encore plus clairement sur les plateformes de fabrication de dispositifs techniques, où la sophistication croissante et les coûts d'achat et de gestion des salles blanches et des instruments automatisés imposent plus fortement encore le partage des infrastructures expérimentales. C'est aussi le cas pour les plateformes de biotechnologies, où ce sont « l'état de la technique », le « degré de stabilisation des connaissances » et le « caractère routinisé ou ésotérique des compétences » qui vont déterminer la forme organisationnelle adoptée (Mangematin, Peerbaye 2005 : 706).

Le processus décrit ici, affirmant progressivement la place et l'importance de la recherche en caractérisation dans un nouveau pôle d'innovation, s'inscrit dans un mouvement plus vaste, faisant de la caractérisation une activité phare du développement des nanotechnologies. Ce point rejoint l'analyse de C. Mody (2004), qui porte plus précisément sur les activités de microscopie à sonde locale. Selon lui, l'association habituellement faite entre microscopie et nanotechnologies est plus contingente que nécessaire. C. Mody montre que la prolifération, tout au long des années 1990, des microscopes électroniques et de leur utilisation a davantage été un moyen pour les laboratoires de justifier le recours au label « nano » pour financer d'autres recherches déjà existantes. Sans évaluer de telles stratégies de « relabelling » dans le cas étudié ici, qui ne se limite pas à des activités de microscopie, un lien y est explicitement fait entre les activités de caractérisation et le développement des nanotechnologies. C'est aussi ce lien qui permet à la plateforme et aux activités de caractérisation de bénéficier des financements nationaux du réseau des grandes centrales technologiques. Mais au-delà de ces ressources financières venues de l'alignement de la caractérisation sur des priorités de politique scientifique, le fait de souligner *le rôle de l'organisation* dans les dynamiques scientifiques permet de dénaturiser l'idée d'un simple mouvement de convergence entre caractérisation et nanosciences (Mody, 2004). Au contraire, c'est la description de la transformation conjointe de l'activité de caractérisation et de l'organisation de cette activité qui permet d'expliquer l'affirmation de cette spécialité. Ainsi, dans le cas étudié, la structuration en plateforme a rendu visible et permis la prise en compte d'activités expérimentales spécifiques, nouvellement valorisées dans les communautés scientifiques concernées.

Dans le cas étudié ici, la plateforme s'est constituée en prenant appui sur la distinction entre activités de *fabrication* et de *caractérisation* des matériaux et des dispositifs. Cette distinction rejoint celle faite par I. Hacking (1983) entre *intervenir* et *représenter*. Elle renvoie également à la typologie établie par K. Knorr Cetina (1992), distinguant notamment les *technologies d'intervention* (où les objets scientifiques sont traités et transformés suivant un processus d'apprentissage par l'expérience) et les *technologies de signification* (où les objets scientifiques sont des signatures qui reconstruisent la signification et l'origine des représentations). Les catégorisations équivalentes de *caractérisation* et de *fabrication* sont largement reprises et discutées par les acteurs étudiés ici. Elles sont particulièrement structurantes puisqu'elles servent très souvent à désigner des plateformes et des activités bien distinctes. Il y a dans cette différenciation de « conventions idiomatiques » et de « catégories analytiques » les points d'appui de ce que P. Carroll-Burke (2001) nomme une « politique des mots » : il s'agit de faire exister et d'affirmer la caractérisation comme une activité de

recherche à part entière. Il s'y joue de manière indissociable des questions de reconnaissance, de financement, de compétence et d'identité professionnelle ou scientifique.

Bibliographie

- CARROLL-BURKE P., 2001, Tools, Instruments and Engines. Getting a Handle on the Specificity of Engine Science, *Social Studies of Science*, 31, 4, 593-625
- COLLINS H., T. PINCH, 1993, *The Golem*, Cambridge, Cambridge University Press
- FOGELBERG H., H. GLIMELL, 2003, *Bringing visibility to the invisible: towards a social understanding of nanotechnology*, Göteborg, Göteborg University
- FUJIMURA J., 1987, Constructing "Do-able" Problems in Cancer Research. Articulating alignment, *Social Studies of Science*, 17, 257-293
- GALISON P., 1997, *Image and logic. Material culture of microphysics*, Chicago, The University of Chicago Press
- HACKING I., 1983, *Representing and Intervening*, Cambridge, Cambridge University Press
- HUBERT M., A. SPIVAK L'HOSTE, 2008, Prendre la vague des nanotechnologies depuis la périphérie, *Revue d'Anthropologie des Connaissances* 5, 3, 441-468
- JOUVENET M., 2007, La culture du « bricolage » instrumental et l'organisation du travail scientifique, *Revue d'Anthropologie des Connaissances* 2, 2, 189-220
- KEATING P., A. CAMBROSIO, M. MACKENZIE, 1992, The tools of the discipline, In A. Clarke, J. Fujimura, *The right tools for the job*, Princeton, Princeton university press, 312-354
- KEATING P., A. CAMBROSIO, 2003, *Biomedical platforms*, Cambridge, MA, MIT press
- KNORR CETINA K., 1981, *The Manufacture of Knowledge*, Oxford, Pergam Press
- KNORR CETINA K., 1992, The couch, the cathedral and the laboratory, In: A. Pickering, *Science as Practise and Culture*, Chicago, University of Chicago Press, 113-138
- KNORR CETINA K., 1996, Le "souci de soi" ou les "tâtonnements" : ethnographie de l'empirie dans deux disciplines scientifiques, *Sociologie du travail*, 38, 3, 311-330
- KNORR CETINA, K., 1999, *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- LATOUR B., 1983, Give me a laboratory and I will raise the world, in: K. Knorr Cetina, M. Mulkay, *Science observed: perspectives on the social study of science*, Londres, Sage, 141-170
- LATOUR B., 1987, *Science in Action*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- LATOUR B., S. WOOLGAR, 1979, *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*, Beverly Hills, Sage Publications
- LYNCH, M., 1985, *Art and Artifact in Laboratory Science. A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, London, Routledge & Kegan Paul
- MANGEMATIN V., A. PEERBAYE, 2005, Les grands équipements en sciences de la vie : quelle politique publique ?, *Revue Française d'Administration Publique*, 112, 705-718

- MERZ M., 2006, Différenciation interne des sciences : constructions discursives et pratiques épistémiques autour de la simulation, *In* : Leresche *et al.*, *La fabrique des sciences. Des institutions aux pratiques*, Lausanne, PPUR, 165-182
- MODY C., 2004, How probe microscopists became nanotechnologists, *In* D. Baird *et al.*, *Discovering the nanoscale*, Amsterdam, IOS Press, 119-133
- MUSTAR P., P. LAREDO, 2002, Innovation and research policy in France (1980-2000) or the disappearance of the Colbertist state, *Research policy*, 31, 55-72
- PEERBAYE A., 2005, Compétition, coordination et effets de savoir. La génomique entre recherche académique et recherche industrielle, *Sciences de la société*, 66, 111-129
- PESTRE D., J. KRIGE, 1992, Some thoughts on the early history of CERN, *In* P. Galison, B. Helvy, *Big science. The growth of large-scale research*, Stanford, Stanford University Press, 78-99
- PICKERING A., 1985, Le rôle des intérêts sociaux en physique des hautes énergies, *in* : M. Callon, B. Latour (eds.), *Les scientifiques et leurs alliés*, Paris, Pandore
- ROBINSON D., A. RIP, V. MANGEMATIN, 2007, Technological agglomeration and the emergence of clusters and networks in nanotechnology, *Research Policy*, 36, 6, 871-879
- SHAPIN S., S. SCHAFFER, 1985, *Leviathan and the air pump. Hobbes, Boyle, and the experimental life*, Princeton, Princeton University Press
- SHINN T., 1980, Division du savoir et spécificité organisationnelle, *Revue française de sociologie*, 21, 3-35
- SIMS B., 1999, Concrete Practices. Testing in an Earthquake-Engineering Laboratory, *Social Studies of Science*, 29, 4, 483-518
- STAR S. L., J. GRIESEMER, 1989, Institutional Ecology, "Translations" and Boundary Objects, *Social Studies of Science*, 19, 387-420
- TRAWEEK S., 1988, *Beamtimes and Lifetimes. The World of High Energy Physicists*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- VAUGHAN D., 1999, The role of organization in the production of techno-scientific knowledge, *Social Studies of Science*, 29, 6, 913-943
- VINCK D., 2006, L'équipement du chercheur. Comme si la technique était déterminante, *Ethnographiques.org*, 9, 1-23