

Pares y redes de laboratorios del Centre National de la Recherche Scientifique y de sus asociados

Marie-Pierre Bès¹, Adrien Defossez² et Frédéric Rodriguez³

Resumen

El siguiente artículo arroja luz sobre el tema de la organización "irreversible" de las alianzas de investigación, a partir de datos longitudinales relativos a los contratos firmados por grupos de investigación del *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) con organismos financiadores (empresas, administraciones) entre 1986 y 2005. Los datos ponen de relieve diferentes aspectos: en primer lugar, los contratos tienden a ser volátiles y efímeros. Además, los laboratorios no presentan el mismo comportamiento que sus asociados en cuanto a cooperación, y cabe señalar que la repetición de los contratos conlleva una cierta "fidelidad" a su asociado. Por último, el análisis de estas alianzas desde el punto de vista de las redes sociales científicas ha puesto de manifiesto la convergencia de los modos de compatibilidad entre las grandes empresas y los grupos del CNRS, e igualmente la existencia de "pequeños mundos científicos".

Palabras clave: Red, alianza, contrato, laboratorio

Abstract

The paper addresses irreversible cooperation in research partnerships. It analyzes longitudinal data from various contracts signed by research units of the French National Centre for Scientific Research (CNRS), and companies or public organizations. The contracts signed between 1986 and 2005 are short term ones, which conveys an impression of volatility. But collaboration does not take the same form for laboratories and companies. In the case of laboratory matching, loyalty is an issue as far as contract renewal is concerned. Finally, Social Network Analysis helps understanding similarities between the contracts signed by several big companies with research units, and confirms that "small scientific worlds" do exist.

Key words: Network, partnership, contract, laboratory

¹ Profesor en el *ISAE, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace* e investigadora en el *LISST, Laboratoire Interdisciplinaire, Solidarités, Sociétés, Territoires, Université de Toulouse*.

² Doctorando en el *LISST, Laboratoire Interdisciplinaire, Solidarités, Sociétés, Territoires, Université de Toulouse*.

³ Profesor agregado de la *Université de Toulouse*.

Los contratos de investigación entre laboratorios y asociados ya se analizaron conforme a dos tipos de enfoque: el primero se centra en la génesis y la dinámica de las colaboraciones consideradas independientemente unas de otras (P.B. Joly, & V. Mangematin, 1996; Grossetti & Bès, 2001) y hace hincapié en las cuestiones de confianza y de conocimiento interindividual; el segundo presenta las formas de las redes que son el resultado de estas alianzas (Cantner, & Graf, 2006; Newman, 2001) y muestra la función que desempeñan algunos actores intermediarios. En ambos casos, se constata que los contratos de investigación firmados entre laboratorios y asociados financieros obedecen a lógicas a la vez comerciales, institucionales y de redes. Al igual que otros investigadores interesados en las relaciones interorganizativas (G. Velez-Cuartas, 2007), este artículo pretende analizar colaboraciones entre dos entidades económicas diferentes como los laboratorios de investigación y sus "clientes" (empresas, poderes públicos).

Asimismo, también resulta pertinente intentar saber si existen efectos de estabilidad y de organización del "mercado de la investigación" que se refuerzan con el paso del tiempo. En el caso de las redes científicas (Newman, 2001; Cantner & Graf, 2006), otros autores ya demostraron que los actores públicos y privados tienden a preferir la inserción en redes de investigación dúctiles y flexibles antes que firmar acuerdos de investigación bilaterales más rígidos. Además, los análisis de contratos considerados de dos en dos deben completarse con enfoques estructurales. O lo que es lo mismo, en lo referente a las cooperaciones de investigación, ¿se observa un refuerzo progresivo de las alianzas bilaterales o multilaterales aisladas –es decir, el mantenimiento de grupos de interés descohesionados– o bien la aparición de una red estable y cohesionada también denominada "mundo pequeño " (Watts & Strogatz, 1998)?

Lucien Karpik (2007) demostró respecto a otros mercados que la confianza y la calidad se convierten en criterios fundamentales de la elección de asociados. En lo referente a los actores, Olivier Pilmis (2007) explica que a medida que la relación del trabajo se consolida en el tiempo con un patrono y que ésta se prolonga, el individuo tiene cada vez menos ocasiones de enfrentarse a la competencia, y que el binomio actor-patrono tiende a implantarse de manera duradera.

El siguiente artículo⁴ arroja luz sobre el tema de la organización "irreversible" de las alianzas de investigación, a partir de datos longitudinales relativos a los contratos

⁴ Queremos expresar nuestro agradecimiento a los evaluadores anónimos de la revista por sus observaciones constructivas, así como a los participantes del seminario "conocimiento y redes" del LISST por sus sugerencias pertinentes.

de los grupos de investigación del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) con organismos financiadores (empresas, administraciones) entre 1986 y 2005. Se trata de un esfuerzo destinado al tratamiento de datos longitudinales que pretende mostrar las principales características organizativas de estas alianzas. Esta investigación ha estado marcada por dos cuestiones fundamentales: por una parte, ¿cuáles son las formas típicas de asociación que emergen de los contratos entre los laboratorios y sus asociados? ¿Qué ofrece el análisis longitudinal de las colaboraciones? ¿Existe una cierta irreversibilidad en las colaboraciones que tendería a vincular a los participantes desde el primer contrato, constriñéndolos en la primera colaboración establecida, tal y como sugieren nuestros primeros trabajos sobre las colaboraciones ciencia-industria (Grossetti & Bès, 2001)? Y por otra parte, ¿qué se puede aprender de las cooperaciones de investigación y de las estrategias de los actores al resituar cada contrato en las redes de contacto de los participantes?

La primera parte del artículo se presenta en forma de una estadística descriptiva de los datos de los contratos del CNRS, desarrollada con el fin de evidenciar de la manera más extensa posible las principales combinaciones colaborador-laboratorio. Se trata de presentar los datos insistiendo sobre todo en la distribución del número de contratos, en la duración y en el tipo de colaborador. En la segunda parte, los contratos entre los mismos participantes se considerarán como una serie de compromisos que se enmarcan en una sola colaboración. De esta forma, abordaremos la cuestión de la "fidelidad" entre los asociados relacionada a la de la continuidad de los compromisos contractuales, pues el objetivo analítico es poner de relieve las figuras ideales-típicas de binomios y pares⁵ que asocian a los laboratorios y a sus asociados. La tercera y última parte resitúa a estos "pares" en las redes de contratantes y los ilustra a través de redes completas, elaboradas a través de métodos cuantitativos (programa UCINET). De este modo, se pondrán de relieve las características estructurales de estas redes de información.

⁵ Más adelante volveremos a abordar las definiciones utilizadas para los pares, binomios y díadas.

Presentación de los datos en los contratos

Desde 1999⁶, el CNRS pone a nuestra disposición una parte de su base de datos de los contratos de sus grupos, enriquecida desde entonces por los complementos de datos para el período (1999-2005), a cambio de un compromiso de confidencialidad relativo a los nombres de las empresas y de los laboratorios. Sólo están autorizados los tratamientos estadísticos globales y no se dispone de la información sobre los importes financieros. Varias operaciones de clasificación, limpieza, coherencia, recopilación de datos permitieron crear una base aprovechable de los contratos firmados entre laboratorios del CNRS y asociados (público, industria, terciario) para los que se dispone de 8 variables: el nombre del grupo de investigación, su localización, el nombre del responsable del contrato, el ámbito científico (clasificado en 8 ítems), el nombre de la empresa, su localización, la fecha de firma del contrato, la duración en número de meses y el sector de actividad (codificado según nuestros criterios). Esta base se registra a la vez en una hoja de cálculo en forma de archivo Excel que permite realizar extracciones rápidas y operaciones menos pesadas, y en una herramienta de gestión de base de datos (Access) que facilita diversas búsquedas.

La base de datos⁷ se presenta como una lista en la que cada línea representa un contrato entre dos organismos (un grupo de investigación vinculado al CNRS y un colaborador financiero), y se complementa con unas diez variables de tipo tema, duración, fecha, nombre del laboratorio, localización, nombre del colaborador, localización, etc.

N° contrato	Tema contrato	fecha de inicio y fecha de fin	Nombre del laboratorio	Nombre del colaborador
1	selec.##	01/1998-02/2000	laboratorio 1	empresa 1
2	selec.##	01/1998-02/2000	laboratorio 1	colaborador público
3	selec.##	01/1998-02/2001	laboratorio 2	empresa 2
4	selec.##	01/1998-02/2001	laboratorio 2	colaborador público

Tabla 1. Tipo de datos disponibles en la base de datos del CNRS

⁶ Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a los miembros del servicio de "relaciones con las empresas" de la Dirección de Política Industrial del CNRS, y en particular, a Catherine Morel-Chevillet.

⁷ Tres estudiantes trabajaron sucesivamente en esta base: Audrey Monouchy en 2006, Mathieu Reina en 2008 durante unas prácticas de la UIP de estadísticas de la Universidad Paul Sabatier de Toulouse, y Adrien Defossez durante su Máster de Economía (R.I.C.C.) de la Universidad de Ciencias Sociales de Toulouse en 2007. Queremos expresar nuestro especial agradecimiento a Mathieu Reina, por haber propuesto un primer enfoque de la temática de la fidelidad de los asociados de la investigación con contrato.

Asimismo, los datos disponibles, individualizan cada contrato y no permiten analizar directamente todos los contratos. Si retomamos el cuadro anterior como ejemplo, podemos ver que estos 4 contratos relativos a 2 laboratorios, a un colaborador público y a 2 empresas pueden ser en realidad acuerdos financieros destinados a un sólo proyecto de investigación (mismos individuos contratados, mismo tema tratado, mismos períodos).

La Tabla 2 presenta las principales estadísticas descriptivas de la base de datos. Éstas son longitudinales y se refieren al período (1986-2005) durante el cual aparecieron asociados y laboratorios, mientras que otros desaparecieron, lo cual hace que los recuentos de recurrencia resulten un tanto más complicados.

El término "laboratorio" remite a la escala del grupo de investigación del CNRS y por tanto a menudo agrupa a varios equipos. Paralelamente, el término "colaborador" remite a la entidad financiera que firmó el contrato; existe pues un efecto de "domicilio social" innegable para las empresas. Una codificación suplementaria aplicada a los asociados del CNRS permite distinguir 4 tipos: las administraciones o sector público (32%) de los cuales una parte muy elevada corresponde a los programas de investigación de la Comunidad Europea, el sector terciario (31%), la industria (35%) o la agricultura (1%).

Número de contratos "examinados"	47.819
Número de asociados	6.692
Número de laboratorios	2.218
Media de contratos/colaborador	7
Media de contratos/laboratorio	21
Duración media	22 meses
Duración mediana	15 meses
Período	1986-2005

Tabla 2. Principales características de la base de datos de los contratos

En su totalidad, la base se compone de aprox. 3 veces más asociados que laboratorios. Por tanto, la gama de "opciones" de los laboratorios públicos se

presenta como más amplia que la de los asociados. Pero esta base sólo contempla a los asociados de los grupos del CNRS⁸ y por tanto, el número de laboratorios resulta mucho más reducido que el de las empresas. Tal como revela el siguiente cuadro, la duración media y mediana de los contratos es corta y presenta disparidades importantes.

duración	Número de contratos	Porcentaje
[0-1] año	23.036	48%
[1-2] años	8.687	18%
[2-3] años	12.603	27%
Más de 3 años	3.234	7%
TOTAL	47.560 contratos	100

Tabla 3. Distribución de los contratos en función de la duración

De hecho se observa que los contratos cortos son numerosos (48%). Se trata de "contratos de prueba", de "contratos de experto" que contratan a pocos investigadores, y en particular, a ningún doctorando. Precisamente, el número significativo de contratos por 3 años (27%) se debe a la dirección de una tesis que dura 3 años –a veces financiada por el dispositivo CIFRE– dotada de un contrato de apoyo para la dirección la tesis por parte del laboratorio. En cambio, los contratos largos son muy poco frecuentes y están relacionados más a menudo con alianzas exclusivas en las que sólo existe un colaborador (véase *"El contrato tipo: un contrato único"*). Éstos corresponden a las siguientes operaciones: acuerdos de confidencialidad, acuerdo de puesta a disposición de material, contrato de coproducción de obras audiovisuales o derechos de autor. Y se encuentran sobre todo en el ámbito científico de las biotecnologías en el que las cuestiones de propiedad intelectual son importantes.

La distribución por año del número de contratos deja entrever, como ya había señalado M. Grossetti y D. Nguyen (2001) en una primera versión de la base de datos (1986-1997), un incremento por tramos hasta 2003, momento en el que se constata un ligero descenso. De 500 en 1986, los contratos pasaron a más de 4.000 actualmente. Por lo tanto, se justifica el interés de estudiar la serie

⁸ No comprende todas las empresas francesas o europeas que realizan investigación en interno, o en colaboración con otras instituciones como el INRA, el INRIA, el INSERM, etc.

cronológica de contratos, en la medida en que su número aumenta y en que la información que debe tratarse se incrementa a lo largo del tiempo.

Modos de compatibilidad, pares y binomios⁹

En esta fase del análisis, se trata de considerar los contratos como relaciones bilaterales entre los grupos de investigación del CNRS y sus "clientes". Cabe precisar las definiciones utilizadas para un cierto número de términos: en primer lugar, la noción de binomio remite sólo a la asociación de un laboratorio y de un colaborador sin tener en cuenta el orden de los participantes (por ejemplo, {A,B}). En cambio, el término "par" hace referencia a un binomio ordenado, es decir, a una de las dos combinaciones (A,B) o (B,A)¹⁰.

Por supuesto, estos binomios no están aislados de la actividad de la comunidad científica debido a los numerosos intercambios que existen en esta esfera de actividad (T. Shinn, 2000) y a las configuraciones complejas que existen para la elaboración de expedientes de financiación de la investigación (Callon, Larédo & Mustar, 1995).

En esta parte, se pretende localizar en primer lugar las figuras ideales-típicas de pares que emergen de nuestros efectivos: ¿Cuántos pares estables existen en nuestros efectivos? ¿Cuáles son sus características? ¿Cuántos asociados diferentes existen para un laboratorio? ¿Cuántos laboratorios diferentes existen para un colaborador? A continuación, consideraremos que estos "pares" se sitúan en un entorno más amplio, en el que los contratos se suceden en el tiempo y afectan a varias entidades (laboratorios y asociados) a la vez. Esta visión global de los contratos permite introducir la idea de una difusión de información a través de canales de red y relevantes.

Tipos de pares laboratorio-colaborador

Al calcular el número de "pares fijos" que asocian un mismo laboratorio a un colaborador idéntico (véase Tabla 4 *infra*), se pone de relieve la extrema volatilidad de las alianzas, o al menos su carácter efímero.

⁹ Esta parte se presentó en el 3º Congreso de la Association Française de Sociologie (14-17 de abril de 2009) con el título: "Fidélité et continuité dans les partenariats de recherche entre laboratoires scientifiques et entreprises : le cas des contrats du CNRS". Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los participantes en el grupo temático "ciencias y técnicas en sociedad" por sus observaciones acerca de la primera versión.

¹⁰ La dída, según los sociólogos de redes, sería la asociación de dos individuos de la misma naturaleza, en este caso, de 2 laboratorios o de 2 asociados.

Efectivos de pares (en %)	Efectivos acumulados de pares (en %)	Número de contratos
65	65	1
17	82	2
7	89	3
4	93	4
2	95	5
1	97	6
1	97	7
1	98	8

Tabla 4. Distribución de los pares por número de contratos

El resultado esencial es que el 65% de los pares sólo afectan a contratos puntuales que no se renuevan. El 17% de los pares laboratorios-asociados se refieren a dos contratos y sólo el 11% de los pares (100-89) corresponden a más de 3 contratos. Por tanto, la "fidelidad" de los asociados debe estudiarse "de manera sobreentendida", teniendo en cuenta la existencia de numerosos contratos puntuales, tal como pueden encontrarse en mercados muy específicos (abogado, actor, artista, etc.).

Considerando cada uno de los dos tipos de entidades vinculadas por los contratos (laboratorios y asociados financieros) se pueden distribuir los contratos en diferentes categorías, según el número de contratos firmados y el número de asociados en los contratos.

En los dos cuadros siguientes (cuadros 5 y 6), hemos utilizado una terminología nueva capaz de cubrir las diferentes situaciones de compatibilidad constatadas.

Cuando un colaborador sólo firma un contrato, es decir, participa en una colaboración única, se hablará de "monovínculo temporal". Cuando firma varios contratos con un sólo colaborador, se tratará de un "monovínculo permanente". En cambio, si el laboratorio o el asociado financiero tiene varios asociados y se vincula varias veces a algunos de sus asociados, se hablará de "polivínculos paralelos". La figura de los "polivínculos secuenciales" corresponde a la situación en la que el actor tiene varios asociados pero no renueva ninguna de sus alianzas.

En lo referente a los asociados financiadores, su distribución en función del número y de la variedad de laboratorios contratantes ofrece los siguientes resultados:

Monovínculo	65%
Del cual monovínculo temporal	52%
Del cual monovínculo permanente	13%
Polivínculos	35%
De los cuales polivínculos paralelos	23%
De los cuales polivínculos secuenciales	12%
Total de empresas	100%

Tabla 5. Tipos de compatibilidades para los asociados financiadores

El 52% de los asociados del CNRS sólo firman un contrato durante el período (1986-2005): por tanto, no se puede llegar a ninguna conclusión sobre su fidelidad: para las empresas, esta elevada proporción se debe seguramente en parte a las PYMES, que tienen una vida limitada y que sólo pudieron recurrir ocasionalmente a los servicios de los laboratorios del CNRS, y a las empresas extranjeras, que son más proclives a colaborar con un laboratorio de su país, teniendo en cuenta los efectos de proximidad geográfica que existen en la investigación (Grossetti & Bès, 2003). Tan sólo el 13% de las colaboraciones de los efectivos presentan un comportamiento de "monovínculos permanentes", es decir, que llevan a cabo varias alianzas con el mismo laboratorio.

Sólo el 35% de los asociados están "polirrelacionados": o bien, entretejiendo varias alianzas en paralelo (durante el mismo período) al tiempo que se mantienen "fieles" a al menos una de ellas (el 23% de los casos); o bien firmando varios contratos sin renovar nunca uno solo (12%).

Asociados más bien monorrelacionados

Cuando se observa con más precisión el comportamiento de compatibilidad de las entidades que financian a los grupos del CNRS, se deduce que en su inmensa mayoría –un 79%– están o "monorrelacionadas" o "birrelacionadas", como demuestran los siguientes resultados:

Número de asociados	Número de laboratorios financiados
4.317 (65%)	1
963 (14%)	2
380 (5,7%)	3
219 (3,3%)	4
84 (1,2%)	7
T = 6.692	

Tabla 6. Distribución de los asociados por número de laboratorios financiados¹¹

Pero, cuando nos interesamos por los financiadores más "generosos" en cuanto a número de contratos, se puede formular la hipótesis según la cual son más "fieles". Para evaluar esta hipótesis, se elaboraron dos tests sucesivos:

- el primero¹² se basó en el cálculo de un índice de fidelidad¹³ de los asociados financiadores que realizaron al menos 100 contratos (N=81), lo cual da 0,38, es decir, un resultado muy positivo (fidelidad total ≈ 0).
- El segundo permitió calcular para los 30 más "importantes financiadores", la proporción media de laboratorios "fieles". Ésta asciende al 55,1%. Es decir, que los más importantes financiadores de los grupos del CNRS conservan más de la mitad de sus asociados científicos de un año para otro. Estos 30 organismos, que firman el 28% de los contratos de la base, adoptan por tanto un comportamiento muy diferente del otro 64% que nunca renueva su contrato.

Por tanto, nuestra hipótesis se confirma: cuantos más contratos de investigación firma un colaborador (público o privado) menos cambia de laboratorio, como si determinadas financiaciones de investigación se volvieran créditos recurrentes que completan los presupuestos de funcionamiento de los equipos del CNRS.

¹¹ Fuente: informe de prácticas de Mathieu Reina, "Etude de la fidélité des entreprises", Universidad Paul Sabatier, Toulouse, septiembre de 2008.

¹²Fuente: informe de prácticas de Mathieu Reina, septiembre de 2008, p. 60.

¹³Véase Anexo 1.

Laboratorios más polirrelacionados

En lo que respecta a los laboratorios, se puede proponer el mismo tipo de distribución al tiempo que se mantiene un vocabulario idéntico. En cambio, la comparación de resultados entre los dos cuadros (6 y 7) debe relativizarse, ya que existen 3 veces más empresas que laboratorios.

Los resultados ofrecen la siguiente distribución:

Monovínculo	22%
Del cual monovínculo temporal	18%
Del cual monovínculo permanente	4%
Polivínculos	78%
De los cuales polivínculos paralelos	64%
De los cuales polivínculos secuenciales	14%
Total de laboratorios	100%

Tabla 7. Tipos de colaboración de los laboratorios

Los laboratorios de la base presentan un comportamiento mucho más "polirrelacionado" (78%) que el de sus asociados, ya que son menos numerosos, pero también porque su actividad contractual es más "natural": ésta alimenta a la vez los medios financieros y materiales así como los métodos y temáticas de investigación. Por tanto, les interesa multiplicar los asociados más que vincularse a uno solo. Por ejemplo, hemos demostrado que, en las ciencias de la ingeniería, los contratos con los industriales contribuyen a elaborar saberes tácitos detentados colectivamente por los laboratorios (Bès, 2005).

Pero cabe señalar de manera destacable que los laboratorios pueden presentar un comportamiento fiel con respecto a uno o a varios asociados. En el 68% (4+64) de los casos, los laboratorios renuevan al menos uno de sus contratos con el mismo colaborador financiador. Este resultado confirma también nuestros trabajos anteriores sobre los laboratorios de las ciencias de la ingeniería, de los cuales, una parte mantiene durante muchos años un colaborador de referencia (a menudo un gran grupo) paralelamente a otras colaboraciones más efímeras (Grossetti & Bès, 2001; Bès, 2005).

El contrato tipo: un contrato único

Resulta interesante mostrar en la base los diferentes tipos de pares "aislados", es decir, los casos de unicidad (un sólo contrato) y de exclusividad (un sólo colaborador). De ello se obtienen los siguientes cuadros. Esto permite retomar la cuestión de la fidelidad, por eliminación de las situaciones de no renovación de los contratos o de los asociados.

Distribución de los contratantes por tipos de binomios aislados	ASOCIADOS FINANCIADORES	LABORATORIOS
CONTRATOS ÚNICOS	64%	32%
De los cuales monovínculo temporal (1 contrato, 1 contratante)	52%	18%
De los cuales polivínculos secuenciales (1 contrato, varios contratantes)	12%	14%
CONTRATOS NO ÚNICOS	36%	68%
TOTAL DE CONTRATOS	100%	100%

Tabla 8. Caracterización de los binomios asociados por un solo contrato (unicidad)

El contrato único es por tanto una figura muy extendida en este "mercado" de la investigación compartida. En lo que a los asociados se refiere, el 64% sólo firma un único contrato con uno o varios laboratorios frente al 32% de laboratorios 3 veces menos numerosos. Sin embargo, es preciso constatar que el 36% (100% - 64%) de los financiadores renuevan al menos una vez sus contratos con uno de sus laboratorios asociados, lo cual, teniendo en cuenta los datos tratados, es un resultado nada desdeñable.

Distribución de los contratantes por tipos de binomios aislados	ASOCIADOS FINANCIADORES	LABORATORIOS
CONTRATOS EXCLUSIVOS	65%	22%
De los cuales monovínculo permanente (1 colaborador, varios contratos)	13%	4%
De los cuales monovínculo temporal (1 colaborador, 1 contrato)	52%	18%
CONTRATOS NO EXCLUSIVOS	35%	78%
TOTAL DE CONTRATOS	100%	100%

Tabla 9. Caracterización de de los binomios asociados a un solo colaborador (exclusividad)

Asimismo, los contratos exclusivos se encuentran sobrerrepresentados, en particular para los financiadores: el 65% sólo financió a un único laboratorio del CNRS del cual, el 8,45% renovó al menos una vez sus contratos: en este caso se puede entrever también un signo estadístico de la fidelidad de los asociados a un laboratorio.

En total, si los contratos únicos y exclusivos son tan numerosos se debe de hecho al 52% de los asociados del CNRS que sólo firmaron un contrato en este período. Al

final, existe prácticamente la misma proporción de financiadores que se mantienen "fieles" a un único laboratorio (13%) que los que no son "fieles" a ninguno de los diferentes laboratorios que han financiado (12%).

En resumen, de estos recuentos de binomios laboratorios-asociados se deduce que los contratos puntuales son la forma dominante de estas relaciones, pero que las dos entidades no presentan el mismo comportamiento de compatibilidad: los laboratorios están más "polirrelacionados" que sus asociados. De estos últimos, sólo la minoría de los más "prolijos" demuestran un comportamiento fiel renovando su apoyo financiero a los mismos laboratorios.

Redes de laboratorios y de asociados

Si se reintroduce la visión reticular de los contratos de investigación (Bès, Defossez & Rodriguez, 2007) se puede resituar a los binomios laboratorio-colaborador en todos los contratos que vinculan a las entidades de la base de datos, y darse cuenta de los intercambios potenciales de información y de recursos entre ellos. Este enfoque permite que los contratos bilaterales vuelvan a figurar en la elaboración de los dossiers de financiación de la investigación. Por ejemplo, S. Lahlou (1993) midió los efectos de red a partir del estudio estadístico de programas comunitarios de investigación en los que se contrató a varios laboratorios (entre 2 y 29 para 183 contratos). Éste demuestra no sólo que el programa europeo tuvo un efecto masivo en la intensidad de las relaciones entre laboratorios, sino que este refuerzo se debe a las funciones intermedias de algunos pares de laboratorios, que les permitieron a los demás conectarse entre sí. Este tipo de efecto de red es exactamente lo que hemos intentado desvelar a partir de nuestros datos en los contratos de los grupos del CNRS.

Para ello, se han llevado a cabo dos investigaciones diferentes: un estudio estadístico de las redes de los asociados "monorrelacionados", y un estudio dinámico de dos tipos de redes de investigación, el de las empresas más grandes y el de los laboratorios del ámbito de la química.

Redes ampliadas de laboratorios

En nuestros efectivos, 3.457 asociados financiadores de un total de 6.692, es decir, el 52%, firmaron un único contrato con un sólo laboratorio: por tanto, se muestran como totalmente aislados del resto de los actores de la investigación, ya sean laboratorios o financiadores. Ahora bien, esta representación de contratos por pares interrumpe necesariamente las "demás" relaciones de los participantes, es decir, con sus otros contratos, concomitantes o que suceden a la relación "única o exclusiva". Esta parte pretende precisamente reintroducir la realidad de las múltiples alianzas de investigación de los laboratorios.

La representación esquemática de la red de asociados "monorrelacionados" en torno a un único laboratorio da lugar al siguiente gráfico:

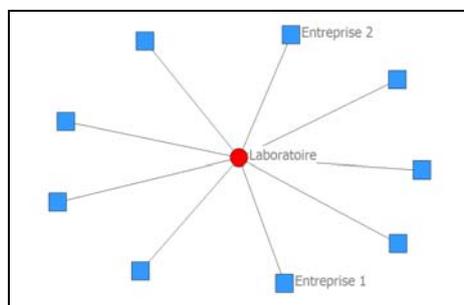


Figura 1. La red de asociados "monorrelacionados" en torno a un único laboratorio
Nota bene: laboratoire = laboratorio, entreprise = financiador

Cada empresa sólo firma un contrato con este laboratorio, pero este último está en contacto con otros muchos financiadores: aunque la relación es unívoca, no cabe duda de que los resultados y los conocimientos fluyen hacia otros canales y otras actividades de investigación por mediación de los laboratorios (Bès, 2005). Por tanto, estas redes deben considerarse como redes comerciales (V. Lemieux, 1999) por las que circulan conocimientos.

Al distribuir los 3.457 asociados "monorrelacionados" en un grupo de investigación del CNRS en función del tamaño de la red (conjunto de asociados), se obtienen los siguientes resultados:

Tamaño de la red del laboratorio (en número de asociados financieros diferentes)	Efectivos de asociados	En porcentaje
[1, 10]	672	19,44
[10, 20]	660	19,09
[20,30]	433	12,53
[30, 40]	337	9,75
[40, 50]	328	9,49
[50,60]	228	6,6
[60, 70]	175	5,06
[70, 80]	52	1,5
[80,90]	124	3,59
[90, 100]	78	2,25
> 100	370	10,7
TOTAL	3.457	100

Tabla 10. Distribución de los asociados monorrelacionados en función del tamaño de la red del laboratorio financiado¹⁴

En este cuadro se puede leer que, sin tener en cuenta la variable "fecha del contrato", sólo 672 asociados (es decir, el 19,44%) están asociados a "pequeñas redes", las de un tamaño comprendido entre 1 y 10 financiadores. En conjunto, los asociados "monorrelacionados" están en un 80% asociados a laboratorios que cuentan con más de 10 asociados, mientras que cerca del 10% de ellos se encuentra en "muy grandes redes" en las que los laboratorios están vinculados a más de 100 asociados diferentes. Esto confirma la concentración de los contratos a favor de determinados laboratorios.

A pesar del resultado anterior, según el cual los laboratorios están más "polirrelacionados" que sus asociados (teniendo en cuenta los efectivos), resulta sin embargo interesante resituar a los financiadores en estas configuraciones más amplias, en las que la información científica y técnica o de conocimiento circula entre los miembros de la red.

¹⁴ Fuente: informe de prácticas de Mathieu Reina, *ibid.*, septiembre de 2008

Las redes "mundo pequeño " del CNRS¹⁵

Según la literatura sobre las redes de innovación y de investigación (Cowan, Jonard & Zimmermann, 2007; Newman, 2001; Cowan, 2004), queda patente que los actores de la investigación (sobre todo los investigadores y los laboratorios) se encuentran en estructuras relacionales particulares que les permiten obtener rápidamente recursos informativos. Las ideas, innovaciones se difunden rápidamente, ya que las redes de investigación son en el mejor de los casos "mundos pequeños" o con mayor frecuencia redes "sin dimensión", "scale-free" (Gay & Doucet, 2005; Cantner & Graf, 2006). En ambos casos, se trata de estructuras organizativas intermedias entre las redes regulares –cada miembro está conectado con su vecino más próximo– y redes aleatorias en las que las conexiones dependen del azar. En una red de tipo "mundo pequeño ", los miembros de la red pueden contactar rápidamente con otro miembro utilizando "atajos", es decir, pasando por intermediarios, de manera que la distancia media entre dos miembros es bastante reducida. En cuanto a la actividad de investigación contractual, la existencia de redes de tipo "scale-free" o "mundo pequeño " tendería a mostrar que, sea cual fuere la especialización de los laboratorios públicos o industriales, la serie de vínculos contractuales existentes entre estos actores los unen entre sí por rutas relativamente cortas. Este mundo de la cooperación de investigación no se compone por tanto de "grupos de interés" aislados, compuestos por un conjunto de relaciones especializadas en ámbitos precisos (electrónica, química, por ejemplo), sino por contratos que están lo suficientemente diversificados como para involucrar finalmente a actores (laboratorios o empresas) que pertenezcan a otros grupos de interés (una empresa de la construcción firmará contratos con un laboratorio del ámbito de la física de los materiales, pero también con un laboratorio de química).

Aunque nuestros datos no se han elaborado específicamente para analizar redes con métodos adaptados a la sociología de las redes sociales (A. de Federico de la Rúa, 2002) sino como datos administrativos que permitan hacer recuentos y censos clásicos de tipo "frecuencia, concentración, representación, efectivos, distribución por contratantes, etc.), resulta pertinente considerar la existencia de cadenas

¹⁵ Esta parte se presentó en dos comunicaciones: la primera en la "Social Network Conference" en Londres con el título "Social Networks in research Partnerships", Queen Mary College, 13 y 14 de julio de 2007, la segunda en el coloquio del European Association for Evolutionary Political Economy en 2007, con la siguiente referencia, "The French research system : which evolution and which borders?" en Oporto (Portugal) el 1-3 de noviembre de 2007. Ésta fue previamente desarrollada por Adrien Defossez en su trabajo de fin de Máster "Partenariats de recherches CNRS/Industrie et réseaux sociaux", presentado en septiembre de 2007 en la Universidad de Ciencias Sociales de Toulouse, bajo la dirección de Marie-Pierre Bès y de Frédéric Rodriguez.

relacionales entre actores vinculados de dos en dos por contratos. Se crea entonces una red bimodal, compuesta por dos actores diferentes (laboratorios y financiadores privados y públicos) que los une entre sí a través de contratos.

De hecho, nuestro material se compone de tres objetos sociales diferentes: laboratorios o grupos del CNRS, organismos asociados que financian la investigación, de los cuales empresas y series discontinuas de contratos entre ambos. Con los datos facilitados por el CNRS que incluyen el año de firma del contrato, podemos representar para un período determinado, 3 tipos de "redes" diferentes:

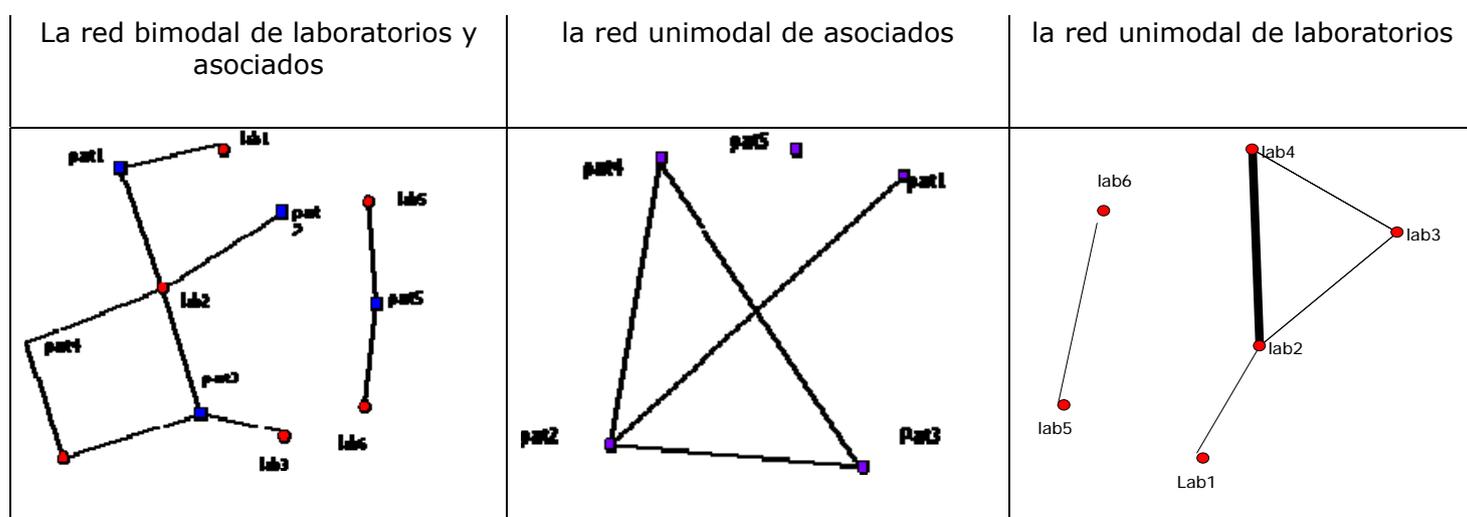


Figura 2. Tres tipos de redes para los laboratorios y sus Asociados
 Nota bene: lab = laboratorio, part. = financiador

La primera red es la de los asociados y los laboratorios en la que cada vínculo representa un contrato y a través del cual se difunden conocimientos tácitos y explícitos asociados a los instrumentos, a la temática, a los saberes técnicos, a los métodos, etc. (Bès, 2005). Se trata de una red bimodal tal como describen Borgatti y Everret (1997).

En la segunda red obtenida tras reducir una de las dimensiones de la red bimodal, figuran los asociados vinculados en contratos con los mismos laboratorios, denominada red de asociados, para la que se observará especialmente la posición relativa de cada uno de ellos. La tercera red tiene la misma naturaleza que la segunda (conversión en unimodal); se trata de la red de laboratorios que trabaja para los mismos asociados financieros, denominada red de laboratorios.

Aunque la transformación de redes bimodales en redes unimodales revela ciertos sesgos (Billand, Frachisse y Massard, 2008), un análisis de las alianzas de red tiene

la ventaja heurística de posicionar, como en los estudios en las co-citas, a cada tipo de actor (laboratorio, colaborador) uno con respecto a otro: ¿este tipo de organización resulta aislada (en el sentido de no tener los mismos laboratorios asociados) con respecto a estos competidores directos? ¿Esta otra resulta más central en la red de alianzas? En cambio, el cálculo de indicadores sociométricos de tipo centralidad, densidad, número de clusters, etc. en el primer tipo de red, es decir, en una red bimodal (Borgatti & Everret, 1997) resulta problemático ya que los actores no son homogéneos. Para llevar a cabo un estudio sociométrico, hay que optar por construir redes de asociados o de laboratorios. Teniendo en cuenta la extensión y la heterogeneidad de los datos, se han seleccionado dos casos particulares de estas redes: el de las más grandes empresas francesas y el de los laboratorios del departamento de Ciencias Químicas del CNRS.

Las redes de investigación de las grandes empresas francesas

Al seleccionar a las grandes empresas del "CAC 40"¹⁶ (que representan el 20% de los contratos de nuestra base), hemos constituido un panel de las más grandes empresas francesas, cuyo comportamiento "contractual" sometimos a seguimiento durante 3 períodos sucesivos. La matriz relacional elaborada presenta en línea a los laboratorios financiados y en columna a las empresas. El programa de red UCINET ofrece a continuación los resultados y los gráficos siguientes¹⁷:

¹⁶ Las empresas del CAC 40 son las 40 primeras firmas cotizadas en el mercado bursátil francés (Continuous Assisted Quotation). La selección de empresas se realizó en julio de 2007, es decir, después de las grandes fusiones industriales. Esto permite hacer un seguimiento de esta muestra en varios períodos y eliminar en base a ello a aquellas que modificaron sus accionariados o que desaparecieron.

¹⁷ Para respetar la confidencialidad de las empresas, sus nombres se han sustituido por su actividad principal. Los laboratorios figuran en rojo y las empresas en azul.

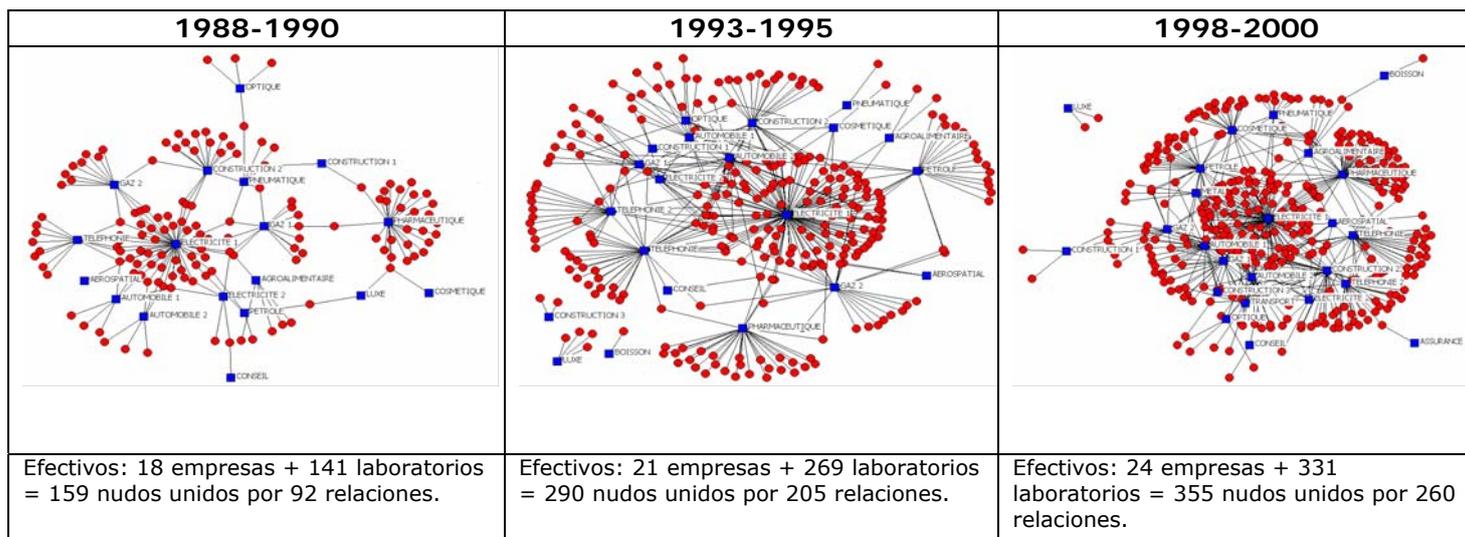


Figura 3. Redes bimodales de los laboratorios y de las grandes empresas francesas

Todas estas redes presentan un centro idéntico, que es una empresa de electricidad en torno a la cual se aglutinan progresivamente todos los actores. El número de contratos y de laboratorios correspondientes se incrementa de manera importante en 10 años. Durante el primer período, la red se compuso de 8 grupos de interés, centrados en torno a 1, 2 o 3 empresas. Cuatro sectores se encuentran muy distantes del "corazón" de la red y tienen poca relación con los demás miembros. El sector farmacéutico adopta una posición particular: alejado del centro pero con una intensa actividad de investigación. Ningún laboratorio está vinculado a más de 3 empresas y el 75% de ellos sólo están vinculados a una. Durante el segundo período, la densidad siguió aumentando en torno al mismo centro, que concentró al igual que durante el primer período, el 30% de las relaciones. Los laboratorios, cuyo número se incrementó de manera importante (de 141 a 269), se encuentran ahora directamente vinculados al centro de la red a través de empresas comunes. La proporción de laboratorios "monorrelacionados" descendió al 69%. A lo largo del tercer período, la empresa de electricidad mantiene una posición central pero pierde conectividad, ya que pasa a representar tan sólo el 20% de los vínculos de la red. Durante este período, el número de laboratorios que sólo contaban con un vínculo con las empresas del CAC 40 se redujo de nuevo (67%). Al final, la "densidad" de esta red se incrementó a lo largo del período (1998-2000). Todo ocurre como si la circulación de conocimientos dentro de este grupo de actores de la investigación se hubiese fluidificado.

El "mundo pequeño" de la comunidad de químicos

En los laboratorios químicos del CNRS se llevó a cabo un trabajo analítico específico para evaluar las hipótesis de "mundo pequeño " que se encuentran en un gran número de especialidades científicas, en particular, en las biotecnologías (Gay & Doucet, 2005). La elección de esta especialidad está asociada a los trabajos ya publicados en este ámbito científico (Amin & Cohendet, 2006) y al tamaño razonable del número de actores en nuestra base de datos.

La hipótesis de existencia de un "mundo pequeño " significa que un individuo λ está relacionado a través de una cadena corta de intermediarios, a cualquier otro individuo de la red. La literatura en torno a este tema (Watts & Strogatz, 1998; Cowan, 2004) pretende definir los siguientes criterios como condicionantes de la existencia de un "mundo pequeño ":

- un elevado coeficiente de clustering (número de tríadas en la red)
- una longitud media de itinerario corto (distancia media de la red)
- una densidad global reducida (sabiendo que la densidad oscila entre 0 y 1)
- la distribución de los grados de una red que permita distinguir las redes "scale free" de las redes dimensionadas¹⁸.

Para esquivar el problema de los valores significativos (fuerte/débil), optamos por observar también la variación relativa de estos criterios en 2 períodos (1988-1990) y (1998-2000) en lugar de sólo en sus valores absolutos.

Las redes unimodales de los laboratorios del ámbito de la química representan todos los vínculos que unen, a través de asociados financieros (contratos compartidos con un mismo colaborador) a los laboratorios del departamento de "química" del CNRS entre sí. Para facilitar la lectura de los gráficos, las siguientes redes se centran únicamente en los vínculos superiores a dos, es decir, que al menos tres asociados hayan trabajado con los laboratorios del sector químico.

¹⁸ La pendiente de la distribución de grados debe ser igual a -3 para una red perfectamente sin dimensión (Watts y Strogatz, 1998).

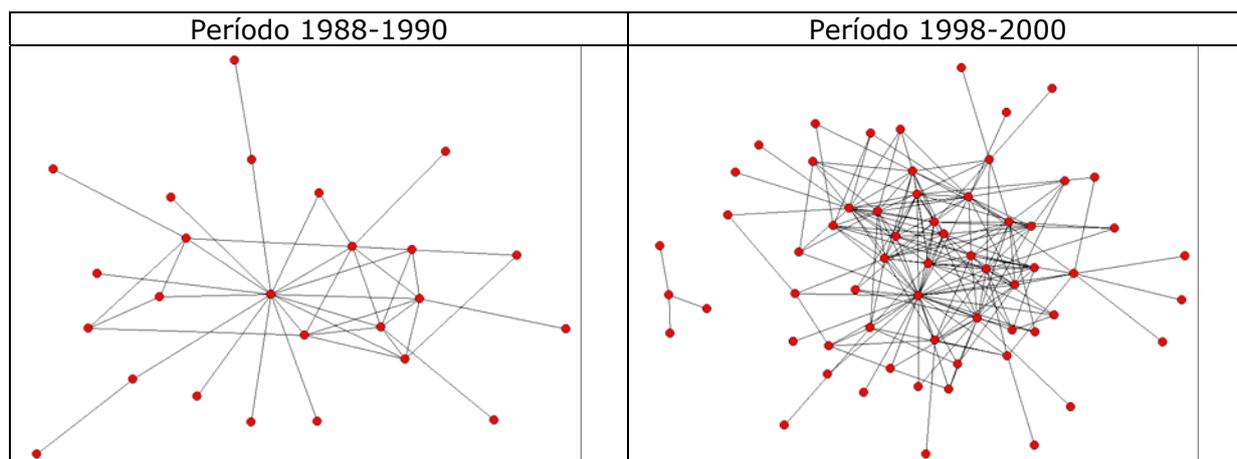


Figura 4. Esquemas simplificados de las redes unimodales de los laboratorios de química

La primera red simplificada (25 laboratorios unidos por 84 relaciones) sólo incluye un componente y se presenta como una red en "estrella" centrada en torno a un laboratorio. En el segundo período, el número de laboratorios (62) y de relaciones (400) se incrementó de manera importante y la centralidad en torno a un único laboratorio resulta menos evidente.

De manera más precisa, el programa de red Ucinet calcula un cierto número de valores, en particular, los relativos a la estructura global de la red para comprobar si la hipótesis del "mundo pequeño" se confirma. Éstos se presentan en el siguiente cuadro.

Indicadores	1ª red: 1988-1990	2ª red: 1998-2000
Número de actores	142	247
Número de vínculos	3.164	7.568
Coefficiente de clustering	1,178	1,162
Distancia media	1,978	2,153
Pendiente de distribución de grados (tras alisado por logaritmo)	- 0,58	- 0,54
densidad	0,158	0,125

Tabla 11. Características estructurales de las redes unimodales de la química

Estos resultados permiten afirmar que existe una distribución heterogénea de los grados con un elevado número de laboratorios débilmente conectados y un reducido número de individuos fuertemente conectados, que son intermediarios comunes a varios laboratorios. Por tanto, ambas redes son redes sin dimensión. La debilidad de la pendiente de distribución de los grados (que debería aproximarse a -3 para una red perfectamente "scale free") puede deberse al efecto mundo pequeño, ya que la densidad de las redes es baja, el coeficiente de clustering elevado y la distancia media corta (en torno a 2). Estos tres indicadores confirman

la hipótesis de "mundo pequeño " para las dos redes de laboratorios-asociados en el ámbito de la química¹⁹. Pero estas cifras no revelan que, entre los dos períodos, se converge claramente en valores más conformes con los previstos por la teoría del "mundo pequeño".

De esta parte relativa a las redes de asociados se deduce un cierto número de conclusiones sobre el comportamiento de los laboratorios y de los asociados: por una parte, en lo referente a la búsqueda de asociados financiadores, las grandes empresas actúan como si se imitasen entre sí e intentasen firmar contratos con los mismos laboratorios que los de sus competidores. Evidentemente, estos comportamientos refuerzan la reputación y la selección de determinados grupos de investigación. Sin embargo, nada permite presagiar el desarrollo de estrategias de red de acceso a recursos. En lo referente a este tema, otros trabajos (Lhuillery & Pfister, 2009) demostraron por el contrario que las empresas son a menudo miopes con respecto al conjunto de la red de relaciones de investigación en la que se encuentran. Por otra parte, el efecto disciplinario sigue siendo importante en los laboratorios, que se organizan como comunidades científicas en las que la difusión de la información es rápida y fluida, porque transita por un número reducido de actores. Así pues, parece que la investigación con contrato no perturba la organización de la ciencia en comunidades disciplinarias, tal como reveló hace tiempo la literatura sobre los Science Studies (Mullins, 1972).

Conclusión

Hemos intentado explorar las cuestiones de fidelidad y de continuidad en las actividades de investigación del CNRS financiadas por asociados públicos (fondos europeos, colectividades locales, licitaciones nacionales) o por empresas, a partir de datos estadísticos longitudinales. Este ejercicio metodológico y estadístico permitió poner de relieve propiedades interesantes de la investigación bajo contrato:

En primer lugar, existe una cierta volatilidad y efimeridad de los contratos como ocurre en otros mercados de servicios muy específicos: por lo general, los contratos son cortos y puntuales. De este modo, nuestra base de datos no permite destacar los "fallos de coordinación" de los asociados a un proyecto de investigación y de

¹⁹ Los demás ámbitos científicos, salvo el Departamento Nuclear y Físico del CNRS, revelan unos resultados similares, con una densidad global del orden de 0,2, un coeficiente de clustering superior a 1 y una distancia media que ronda el 2.

innovación, como ocurre en el estudio de S. Lhuillery & Pfister (2009). El contrato único es la figura dominante de asociación entre los laboratorios y sus asociados financiadores.

En segundo lugar, se demuestra que los dos participantes en un contrato no tienen el mismo comportamiento de compatibilidad: los financiadores u ordenantes están más bien monorrelacionados y birrelacionados (en un 80%). Además, cuantos más contratos firman, menos cambian de asociados. Paralelamente, los laboratorios están más polirrelacionados con un porcentaje de fidelidad nada desdeñable con respecto a uno de sus comanditarios. De estos dos datos cabe concluir que la repetición de los contratos implica una cierta fidelidad hacia su colaborador. Esto corrobora otros trabajos sobre la confianza necesaria de los participantes en contratos de investigación del INRA (Estadès, 2000).

Por último, el análisis de estas alianzas a través del prisma de las redes sociales científicas permite considerar todos los intercambios de información y de conocimientos entre grupos de investigación y asociados financieros. Incluso aunque los datos disponibles no se hayan construido para analizar las redes con encuestas específicas que investiguen los datos relacionales (A. de Federico de la Rua, 2002) sino como datos institucionales con fines de seguimiento, recuentos y censos clásicos. Éste reveló a la vez, la convergencia de los modos de compatibilidad de las grandes empresas con los grupos del CNRS y asimismo, la existencia de "pequeños mundos científicos". Al igual que en otros estudios (Cowan, R. & Zimmermann, J.-B., 2007), cabe demostrar pues que el análisis de los contratos de investigación no puede limitarse a un enfoque "diálogo" y debería adoptar una visión de red de las alianzas y de los acuerdos.

Bibliografía

Amin Ash y Cohendet Patrick (2004). *Review of Architectures of Knowledge: Firms, Capabilities, and Communities*. Oxford : Oxford University Press.

Bès Marie-Pierre, Defossez Adrien y Rodriguez Frédéric (2007). "Social Networks in Research Partnerships". UK Social Network Conference, London, 13-14 July 2007.

Bès Marie-Pierre (2005) « savoir et savoir-faire élaborés dans les relations science-industrie : un nouvel enjeu pour la marchandisation de la science ? ». *Sciences de la Société*, n°66.

Bès Marie-Pierre (2004). "Connaissances et relations sociales des jeunes chercheurs". *Recherches Sociologiques*, Vol. XXXV, n°3.

Billand Pascal, Frachisse David y Massard Nadine (2008). "The sixth framework program as an affiliation network : representations and analysis". 13th coalition theory network workshop, Venise, avril 2008.

Borgatti Stephen y Everett Martin (1997). "Network analysis of 2-mode data". *Social Networks*, Vol. 19.

Callon Michel, Larédo Philippe y Mustar Philippe (1995). *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie*. Economica.

Cantner Uwe y Graf Holger (2006). « The network of innovators in Jena : an application of social network analysis ». *Research Policy*, n°35.

Cowan Robin, Jonard Nicolas y Zimmermann Jean-Benoit (2007). "Bilateral Collaboration and the Emergence of Innovation Networks". *Management Science*, Vol. 53, No. 7.

Cowan Robin (2004). "Network models of innovation and knowledge diffusion", MERIT Research Memoranda, 016.

Defossez Adrien (2007). « Partenariats de recherches CNRS/industrie et réseaux sociaux ». Mémoire de Master Relations Industrielles et Création de Compétences, Université des Sciences Sociales de Toulouse.

Estadès Jacqueline (2000). « Confiance et contrôle dans le partenariat recherche-industrie », en R. Laufer & M. Orillard (dir.), *La confiance en question*. L'Harmattan, pp. 327-352.

De Federico de la Rúa Ainhoa (2002). «Tendiendo puentes : de Lilnet a Redes. Introducción teórica a las relaciones entre micro y macro. Contribuciones actuales del análisis estructural ». Numéro spécial de REDES. *Revista hispana para el análisis de redes sociales*. Vol 3.

Gay Brigitte y Dousset Bernard (2005). "Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry". *Research Policy*, Vol 34.

Gingras Yves (2003). « Idées d'universités ; enseignement, recherche et innovation ». *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, Vol. 148, n°148.

Grossetti Michel (2009). "¿Qué es una relación social? Un conjunto de mediaciones diádicas". *REDES. Revista hispana para el análisis de redes sociales*, vol 16.

Grossetti Michel y Bès Marie-Pierre (2001). "Encastremets et découplages dans les relations science-industrie". *Revue française de sociologie*, Vol. 42, n°2.

Grossetti Michel y Nguyen David (2001). « La structure spatiale des relations science-industrie en France : l'exemple des contrats entre les entreprises et les laboratoires du CNRS ». *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, vol. II.

Joly Pierre-Benoit y Mangematin Vincent (1996). "Profile of laboratories, industrial partnerships and organization of R&D: the dynamics of relations with industry in a large research organization". *Research Policy*, Vol 25.

Karpik Lucien (2007). *L'économie des singularités*. Gallimard.

Lahlou Saadi (1993). « A Method for Measuring Network Effects in Scientific Cooperation ». *Bulletin de Méthodologie Sociologique*, 40.

Lemieux Vincent (1999). *Les réseaux d'acteurs sociaux*. Presses Universitaires de France.

Leydesdorff Loet (2006). *The Knowledge-Based Economy: Modeled, Measured, Simulated*. Boca Raton, Florida : Universal Publishers.

Lhuillery Stéphane (2009). « Les firmes connaissent-elles leurs réseaux de R&D ? », séminaire R.E.P.E.R.E.S., Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

Lhuillery Stéphane y Pfister Etienne (2009). "R&D cooperation and failures in innovation projects: Empirical evidence from French CIS data". *Research Policy*, vol. 38 (1).

Mercklé Pierre (2004). *Sociologie des réseaux sociaux. La découverte.*

Mullins Nicholas C. (1972). "The development of a scientific speciality : the phage group and the origins of molecular biology", *Minerva*, vol 19.

Newman Mark E. J. (2001). "The structure of scientific collaboration networks", *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 98, n°2.

Pilmis Olivier (2007). « Des employeurs multiples au noyau dur d'employeurs : relations d'emploi et concurrence sur le marché des comédiens intermittents », *Sociologie du travail* vol. 49.

Shinn Terry (2000). « Axes thématiques et marches de diffusion, la science en France, 1975-1999 », *Sociologies et sociétés*, vol. XXXII.1.

Vélez Cuartas Gabriel (2007). « Tendencias del Tercer Sector a partir del análisis de las relaciones de interdependencia ». *REDES. Revista hispana para el análisis de redes sociales*, Vol.12, n°5.

Watts Duncan J. y Strogatz Steven H. (1998). "Collective dynamics of 'small-world' networks.". *Nature*, 393.

Anexo 1: modo de cálculo del índice de Fidelidad²⁰

Si se elimina de los efectivos a las empresas que sólo firman un contrato (N=3.457), se puede definir, para las restantes (N=3.235), el siguiente indicador global de fidelidad:

$$F_i = \frac{N_{laboratorioempresa_i}}{N_{contratoempresa_i}}$$

En el que:

$N_{laboratorioempresa_i}$ = número de laboratorios diferentes que establecieron un contrato con la empresa i.

$N_{contratoempresa_i}$ = número de contratos de la empresa i.

Si $F \approx 0$, la empresa es fiel, ya que ésta realiza muchos contratos con respecto al número de laboratorios

Si $F \approx 1$, la empresa es infiel, ya que ésta realiza pocos contratos con respecto al número de laboratorios

De todos los efectivos, el resultado da una media de $F = 0,48$ lo cual impide cualquier interpretación.

²⁰ Fuente: informe de prácticas de Mathieu Reina, septiembre de 2008, p. 58.