

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.721(Sem.47/4)/Rev.1  
14 de febrero de 1989

SOLO ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Seminario sobre Cooperación en Ciencia y  
Tecnología, patrocinado por el Gobierno de  
Francia y la Comisión Económica para América  
Latina y el Caribe (CEPAL)

Montevideo, Uruguay, 5 al 7 de diciembre de 1988

LA EXPERIENCIA FRANCESA DE COOPERACION EN INTEGRACION  
MULTINACIONAL EN BIOTECNOLOGIA EN EUROPA \*/

\*/ Este documento fue preparado por Marc Chopplet, Consultor del Proyecto FRA/88/S24, "Preparación y organización de un Seminario Intergubernamental de los países de América Latina y el Caribe destinado a contribuir al esfuerzo de cooperación e integración intrarregionales", con la contribución del Gobierno de Francia. Las opiniones expresadas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización. Corresponde a una traducción no oficial del documento en francés titulado L'expérience française de cooperations/integrations multinationales en Biotechnologies en Europe. Anteriormente se presentó al Seminario la traducción de los tres últimos capítulos en el documento LC/R.721(Sem.47/4) de fecha 2 de diciembre de 1988.

Este trabajo no ha sido sometido a revisión editorial.

## INDICE

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION .....	1
II. EL CAMPO DE LAS BIOTECNOLOGIAS .....	5
A. LOS NUEVOS INSTRUMENTOS TECNOLOGICOS .....	7
1. La recombinación genética .....	7
2. Producción de anticuerpos monoclonales .....	8
3. El cultivo de tejidos .....	8
4. La fusión de protoplastas .....	9
5. La ingeniería de las proteínas .....	9
6. La inmovilización de enzimas y de células .....	9
7. Diseño y control de los bioreactores .....	10
B. EL IMPACTO EN DIVERSOS TERRENOS ECONOMICOS .....	10
1. La salud y la farmacéutica .....	11
2. La agricultura y la cría de animales .....	12
3. El sector agroalimenticio .....	13
4. La energía .....	14
5. La química sintética .....	15
6. El medio ambiente (tratamiento de desechos y descontaminación) .....	15
7. La biometalurgia .....	15
C. LOS NUEVOS SECTORES EN GESTACION .....	16
1. La bioinformática .....	16
2. La instrumentación y los equipos específicos .....	16

	<u>Página</u>
III. LOS PROTAGONISTAS DE LA COOPERACION .....	18
A. LA COMUNIDAD CIENTIFICA .....	20
1. La comunicación científica .....	21
2. El rol de las sociedades culturales .....	23
3. Un cierto estado de ánimo .....	27
B. LOS SOCIOS INDUSTRIALES .....	29
1. Las asociaciones industriales nacionales .....	31
2. El IRDAC .....	33
C. EL FINANCIAMIENTO DE LA INNOVACION .....	35
IV. LOS PROGRAMAS DE COOPERACION EUROPEA .....	39
A. EL LABORATORIO EUROPEO DE BIOLOGIA MOLECULAR .....	39
B. LOS PROGRAMAS DE COOPERACION COMUNITARIAS .....	44
1. Definición de las necesidades europeas y prospectivas.	44
2. Un primer programa de cooperación en biotecnología: el BEP .....	50
3. El "Biotechnology Action Programme" .....	53
4. Los futuros programas comunitarios en biotecnologías..	55
5. La concertación en la Comunidad en materia de biotecnologías .....	63
C. UN PROGRAMA INDUSTRIAL DE COOPERACION: EUREKA .....	66
V. LA FRANCIA DE LAS BIOTECNOLOGIAS .....	74

	<u>Página</u>
A. LAS BIOTECNOLOGIAS EN FRANCIA .....	74
B. LA CONSTRUCCION DE LA FRANCIA DE LAS BIOTECNOLOGIAS .....	79
C. LA COOPERACION INTERNACIONAL .....	83
VI. CONCLUSION .....	85
Notas .....	87

## I. INTRODUCCION

En la actualidad Europa es más un concepto que una realidad. Sin embargo, la firma del "Acta Unica Europea", en diciembre de 1985, que preveía la creación de un gran mercado europeo a partir de 1993, marca una etapa decisiva en la creación de esta Europa unificada, que para algunos constituye una esperanza, para muchos otros aún un motivo de recelo, y para todos un salto hacia lo desconocido. Aún así, hace ya casi treinta años que se dio comienzo a la construcción de Europa, es decir, de una entidad constituida por países geográficamente cercanos que forman una comunidad humana, cultural, económica y autónoma.

La construcción de esta Europa nace indudablemente de la constatación de que, más allá de las rivalidades históricas y de la competencia natural, a lo largo de los siglos un espacio común se había constituido, mediante alianzas, influencias y rivalidades. Por otro lado, a lo largo de la historia se había creado espacio común "europeo" de un orden más precario. El Imperio Romano, el Imperio de Carlomagno y de Carlos V o de Napoleón han sido manifestaciones de esta aspiración histórica y, a la vez, de la precariedad de una construcción que descansaba en la figura de un solo hombre o sobre la hegemonía de un país, sin que existiese ninguna posibilidad de que los demás pudiesen integrarse. Era necesario encontrar otras fórmulas. El ejemplo de la Constitución de los Estados Unidos de América existía como proposición de un modelo nuevo, y hacia él se volvieron naturalmente las miradas, en un primer momento, cuando, enfrentados al sentimiento de que el mundo había cambiado de dimensiones y que la internacionalización era una necesidad más apremiante que en el pasado, los Estados europeos al término de la Segunda guerra mundial pensaron en la creación de los Estados Unidos de Europa.

Hoy en día nos encontramos aún a mitad de camino en la realización de este gran proyecto. Mientras tanto, los países europeos se han distanciado progresivamente del modelo americano con el fin de buscar una vía nueva y original para la creación de Europa. Sin embargo, las fuerzas de la inercia son poderosas, y las rivalidades de antaño no pueden ser borradas de un plumazo. Los modos de pensar y las diferencias lingüísticas aún constituyen serenos obstáculos para este gran proyecto de integración y cooperación

europeas. En este sentido, la construcción de Europa es tanto un problema de métodos como de contenidos. En efecto, se trata de favorecer al acercamiento en torno a ciertos proyectos (por ejemplo, la Europa del espacio), de constituir un espacio común de mercados que permitan enfrentar la competencia extranjera, así como un espacio reglamentario unificado que limite, al máximo, los obstáculos al intercambio, pero que también cree instrumentos de cooperación, métodos flexibles que obliguen a estrechar los contactos y que, a la vez, dejen en plena libertad de acción a los protagonistas con el fin de no suscitar un rechazo de su parte.

La Comunidad Europea, que nació en torno a la Europa del carbón y del acero (CECA, 1952), la Europa de la energía atómica (EURATOM, 1959) y la Europa agrícola (1962), se ha dotado desde entonces de sus propios instrumentos legislativos y ejecutivos: un Consejo de Ministros, que reúne a los Ministros de los Estados miembros, delegados por sus gobiernos en función de asuntos a la orden del día; una Comisión de las Comunidades Europeas encargada de velar por la aplicación de las políticas comunitarias y de proponer las orientaciones de los programas europeos; una Corte de Justicia en La Haya y un Parlamento Europeo encargado del control político de las instituciones. A lo largo de los años, las instancias se han multiplicado, a veces superponiéndose, a menudo complementándose, creando progresivamente una compleja red de contactos, de intereses y de empresas que podrán resistir el paso del tiempo.

Las nuevas tecnologías han penetrado tímidamente en el escenario de las inquietudes europeas. La agricultura, la producción de equipos y la industria pesada (siderurgia, carbón...) se situaban en el centro del debate sobre una Europa enfrentada al panorama de la postguerra y a la necesidad de reconstituir sus fuerzas vivas. Sin embargo, después del período de euforia de los "treinta años gloriosos", la crisis energética y la crisis económica mundial que le siguió impusieron la necesidad de reevaluar los factores del crecimiento. El surgimiento de nuevos sectores económicos, así como la terciarización de la economía señalaron el camino que debía seguirse con el fin de favorecer el desarrollo de Europa. Este camino era, fundamentalmente, el de las nuevas tecnologías. La construcción de Europa, su competitividad y su independencia económica en relación a los Estados Unidos y Japón, debía

abordar el desarrollo de las nuevas tecnologías. Era necesario realizar un esfuerzo singular para promover ese desarrollo.

El surgimiento de esta cooperación fue lento debido a las discrepancias provocadas por los intereses nacionales. La investigación del espacio y la creación del CERN (Centro Europeo de Investigación Nuclear), estuvieron entre los primeros logros de esta Europa de las tecnologías. El financiamiento comunitario en 1980 sólo representaba un 1.5% de los gastos de Investigación y Desarrollo de los Nueve. Desde 1977 hasta 1981 los gastos comunitarios para la investigación financiaron en este orden de prioridades, la energía (59%), la salud (15%), las tecnologías industriales (14%), el medio ambiente (4.3%), las materias primas (3%), los transportes (2%) y la agricultura (1.5%). El programa marco de 1987-1991 de la Comisión de las Comunidades Europeas contempla un presupuesto de 5 396 millones de Ecus, de los cuales 280 millones serán destinados a la valorización de los recursos biológicos. La parte correspondiente a las biotecnologías (Biotechnology Action Programme (BAP) y el futuro programa BRIDGE) sigue siendo modesta (120 millones de Ecus) si se compara con la que corresponde a las Tecnologías de la Información (el Programa ESPRIT 1987-1991: 1 600 millones de Ecus), si bien se encuentra en progresión constante y tiende a ocupar un lugar cada vez más importante.

Sin embargo, sería un error reducir a Europa a la Comunidad Europea, aunque ésta sea a menudo su estandarte. Han surgido nuevas iniciativas, especialmente la creación del programa EUREKA; los proyectos de cooperación bilateral o multinacional escapan a la coordinación de la Comisión de las Comunidades Europeas y favorecen el acercamiento y la colaboración científica en dominios específicos; han surgido círculos profesionales que constituyen el caldo de cultivo para la construcción de la Europa de la ciencia y la tecnología. Aquí también ha aparecido una dinámica, y han nacido formas innovadoras de cooperación con el fin de responder más ajustadamente a las intenciones de los diferentes interlocutores (científicos, ingenieros, industriales, agentes financieros). Se trata de darles seguridad y hacerlos participar más estrechamente en lo que toca a sus intereses en la construcción de una Europa de la Ciencia y la Tecnología.

Francia ha sido el punto de partida de algunas de estas iniciativas, principalmente en torno al proyecto EUREKA. Ha apoyado el desarrollo de la

Europa comunitaria y ha desempeñado un papel activo y de primer orden en esta Europa de la Ciencia y la Tecnología que ahora se perfila. En su discurso de apertura a los trabajos de la Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de los países más industrializados, en Versalles, el Presidente de la República destacó la importancia de las nuevas tecnologías como factor de desarrollo, de crecimiento y de creación de empleos. También puso énfasis en los necesarios vínculos de solidaridad y de cooperación que deben establecerse entre Francia, Europa y los países menos desarrollados en esta materia. Francia continúa tomando en cuenta estos principios para orientar sus políticas.

En las páginas que siguen, intentaremos describir y analizar las etapas de la introducción de los programas de cooperación e integración europeas en biotecnologías dentro de su diversidad y de su complejidad. Centraremos nuestra atención fundamentalmente en los actores, los esfuerzos institucionales y las estrategias de integración intentando destacar algunos rasgos generales de esta experiencia.



## II. EL CAMPO DE LAS BIOTECNOLOGIAS

Las biotecnologías son a la vez recientes y muy antiguas. La fabricación del pan o de las bebidas fermentadas se remontan a la noche de los tiempos y ya son biotecnologías, de cierta manera, en la medida que utilizan los microorganismos para la fabricación de productos alimenticios transformados. Sin embargo, esta biotecnología era precaria y se basaba en un saber empírico construido a partir del ensayo y error. Será necesario esperar el siglo XIX, con los trabajos de Mendel y de Louis Pasteur en primer plano, para comenzar a entender los mecanismos de los seres vivos. Y, más tarde, esperar la década de los cincuenta y el descubrimiento de la doble hélice del ADN (ácido desoxyribonucleico) para entrar en la era moderna de la genética y la biología molecular. Y esperar hasta la década del setenta para saber "manipular" los genes, aislarlos e introducirlos en microorganismos provocando recombinaciones.

A lo largo de esta elaboración que tardó siglos, esta ciencia de la ingeniería o, más acertadamente, de la bioingeniería,<sup>1/</sup> ha sido definida de diversas maneras, según sus distintos protagonistas. Para el biólogo molecular, las biotecnologías se limitan a las recombinaciones genéticas de los microorganismos y lo que ello expresa. Para el microbiólogo y el bioingeniero, se hará extensivo a cualquier proceso controlado de fermentación. El industrial demostrará interés por las aplicaciones que tiene en su rama de producción, para obtener nuevos productos o mejorar procedimientos ya existentes, mientras que el agricultor verá la posibilidad de aumentar su producción, mediante la introducción de cultivos más resistentes a las enfermedades y a las plagas naturales. Sin embargo, existe una definición amplia que, al parecer, es capaz de recabar el consenso general: la que han formulado Alan T. Bull, Geoffrey Holt y Malcolm D. Lilly en un informe de la OCDE publicado en 1982: la biotecnología es "la aplicación de los principios de la ciencia y de la ingeniería en el tratamiento de materias mediante agentes biológicos para la producción de bienes y servicios".<sup>2/</sup>

Esta definición es interesante porque destaca tres elementos fundamentales. El primero es el empleo de "agentes biológicos". Este empleo

o explotación de agentes biológicos —manipulados o no— constituye la base fundamental de las biotecnologías. Sin embargo, puede adoptar formas sumamente variables. En efecto, puede tratarse de microorganismos, de virus, de enzimas, de células vegetales y animales. Cualquier tecnología que emplee estos catalizadores biológicos podrá ser denominada "biotecnología", independientemente de su campo de aplicación y de las disciplinas científicas de las que se sirva.

El segundo elemento es "la aplicación de los principios de la ciencia y de la ingeniería". Las biotecnologías se encuentran en el punto de cruce de investigaciones fundamentales de la biología molecular, la inmunología, la enzimología, la microbiología y la ingeniería, que utilizan estos nuevos conocimientos e instrumentos biológicos en el campo de las nuevas ingenierías: la ingeniería genética, la enzimática, la microbiología y la ingeniería bioquímica. Las biotecnologías en la actualidad constituyen una entidad de pluralidades, al igual que las tecnologías con que trabaja.

El tercer punto que destaca esta definición es la gran diversidad de campos de aplicación de las biotecnologías. En efecto, involucran a sectores tan diferentes como la farmacología, los rubros agroalimenticios, la agricultura, la química, el medio ambiente y la energía. Pueden intervenir en estos sectores mediante la elaboración de nuevos procedimientos que permitan economizar materias primas o energía, o mejorar la productividad, ya sea mediante la introducción de nuevos productos o, incluso, mediante simples sustituciones.

En este caso, las biotecnologías son claramente multidisciplinarias y, a la vez, multisectoriales. Tanto la multisectorialidad como la multidisciplinaria constituyen un peligro y una encrucijada. Impiden cualquier enfoque global y limitan las posibilidades de análisis a largo plazo. El hecho de que Mitsubishi Chemical haya logrado, en 1967, la fijación, gracias a un soporte enzimático, de la glucosa isomérica, que permite la transformación continua de glucosa en fructosa, con lo cual logra producir la isoglucosa mediante hidrólisis enzimática de las leches de almidón obtenidas a partir del maíz y mediante isomerización de la glucosa obtenida, significa que todo el equilibrio mundial de las materias primas azucareras se ve atrapado en un torbellino y, a la vez, los valores mundiales del azúcar

caen vertiginosamente. Y si se logra progresos importantes que permitan a las bacterias que fijan el nitrógeno de la atmósfera vivir en simbiosis con los cereales, todo el conjunto del problema de la desnutrición en el mundo puede plantearse de modo diferente.

Estos dos ejemplos, uno de ellos real y el otro ficticio, destacan el gran impacto que pueden tener las biotecnologías. Estas pueden proponer soluciones para abordar algunos de los problemas más importantes de la humanidad, como el hambre y la salud, o pueden significar un peligro desde el punto de vista del equilibrio económico mundial.

Sin embargo, el impacto de las biotecnologías sigue siendo, en general, más incierto, más subterráneo y desconocido para el público, si bien se ha integrado en ciertos productos manufacturados. A su vez, nada indica, a priori, que las biotecnologías en el futuro, con la excepción de campos específicos, serán el punto de partida de industrias verdaderamente nuevas. Las posibilidades que ofrecen se integran a los procesos, transforman radicalmente los procedimientos de fabricación y aparecen como nuevos servicios: fermentación continua, control biológico de los procedimientos gracias a los biocaptadores, inmovilización de las enzimas o de las células para asegurar una mayor longevidad y una reutilización de los biocatalizadores, control de calidad, mejoramiento de las especies vegetales y animales...

Con la intención de ayudar a situarse en este nuevo y dinámico sector, y para entender con más precisión los factores en juego, intentaremos describir aquí brevemente los principales instrumentos tecnológicos elaborados por las biotecnologías y su campo de aplicación.

#### A. LOS NUEVOS INSTRUMENTOS TECNOLOGICOS

Existen muchas técnicas que representan un gran interés para las biotecnologías. De entre ellas hablaremos de diez de las más importantes.

##### 1. La recombinación genética

Ya hemos señalado anteriormente que el descubrimiento de la estructura de la doble hélice del ADN, de Watson y Crick, cambió radicalmente nuestros

conocimientos y abrió un nuevo campo en la investigación: la biología molecular y celular. En la actualidad, la recombinación genética, junto a las posibilidades que ofrece de utilizar un microorganismo conocido para la fabricación de productos con un fuerte valor agregado, que éste no podía producir en su estado inicial, ha sido utilizada fundamentalmente para microorganismos simples como la levadura o las bacterias. Sin embargo los progresos de estas técnicas nos permiten pensar en trabajar con las plantas y animales, pero también con las células eucariótidas de los animales superiores, a saber, el hombre. Ya hay algunos experimentos en curso.

## 2. Producción de anticuerpos monoclonales

El método convencional de producción de anticuerpos consistía en inyectar antígenos a un ratón de laboratorio y, después de un período de desarrollo de la respuesta inmunológica, recoger el suero del animal. Este método permitía producir anticuerpos policlonales, es decir, no específicos. En la actualidad, por el contrario, es posible obtener anticuerpos sumamente específicos, lo cual permite luchar con mucha mayor precisión contra ciertas enfermedades o identificar (diagnóstico) los antígenos responsables de estas enfermedades. Este método nuevo consiste, después de obtener los anticuerpos, en aislar los linfocitos B y fusionarlos con las células tumorales (mieloma) con otros ratones previamente infectados. Así, los hibridomas que se obtienen son clonados, y cada clon es probado para la producción de anticuerpos específicos. Estos serán multiplicados, ya sea mediante un cultivo in vitro o ya sea mediante la inyección a un ratón, y luego recogidos.

## 3. El cultivo de tejidos

El cultivo de tejidos es utilizado desde hace tiempo para la producción de vacunas. Los importantes progresos realizados en este campo, especialmente en el plano de la variación sobre las condiciones de cultivo, permiten en la actualidad hacer crecer en un cultivo apropiado un gran número de células vegetales y animales. En el futuro, estos adelantos seguramente permitirán

trabajar con el crecimiento de células con la misma facilidad con que se trabaja con bacterias o levaduras.

#### 4. La fusión de protoplastas

Las células vegetales pueden ser conducidas a la fusión mediante desintegración de la pared celular para formar un híbrido somático, es decir, no obtenido mediante reproducción sexual. Esta técnica es utilizada fundamentalmente cuando se vuelve difícil superar las barreras entre especies vegetales distintas. A continuación, se puede seleccionar los híbridos obtenidos con este método para llegar a una planta que tiene las características deseadas de las dos plantas originales.

#### 5. La ingeniería de las proteínas

Si bien las técnicas de la recombinación genética marcaron una etapa importante en el desarrollo de las biotecnologías, actualmente entramos en una nueva era con el desarrollo de la ingeniería de las proteínas. La posibilidad de ver la estructura tridimensional de las proteínas gracias a la informática y al desarrollo de la inteligencia artificial, nos permite abordar un nuevo campo: la concepción de proteínas o de enzimas, con ayuda de un computador. Una de las dificultades más grandes de la recombinación genética radicaba en la inestabilidad genética de los organismos obtenidos. La ingeniería de las proteínas nos permitirá elaborar biocatalizadores estables en condiciones físicas muy distintas. A la vez, permite disminuir el tiempo de búsqueda (el screening) de nuevas moléculas para uso terapéutico.

#### 6. La inmovilización de enzimas y de células

Uno de los problemas importantes que planteaba la utilización de catalizadores biológicos se refería, además de su estabilidad, al elevado costo de su extracción y, una vez extraídos, a su breve lapso vital. Así, se dio curso a investigaciones muy tempranamente con el fin de inmovilizar estos

biocatalizadores y de permitir utilizarlos continuamente a la vez que se aseguraba una mayor longevidad.

#### 7. Diseño y control de los bioreactores

Las fermentaciones generalmente necesitan mezclas complejas en una solución acuosa que contiene distintos elementos nutrientes. Un conocimiento más acabado de los mecanismos de crecimiento de los microorganismos permitió establecer parámetros precisos con el fin de controlar y optimizar las fermentaciones. La elaboración de los biocaptadores y una labor de ingeniería al nivel del diseño de los equipos (bioreactores, bombas, válvulas...) permitió así la puesta en funcionamiento de los procesos de fermentación continuamente, a la vez que se evitaba los problemas de contaminación y de cantidades demasiado grandes de productos indeseables. Las actuales investigaciones que tienden a una definición integrada del bioproceso (diseño del biocatalizador, conocimiento de los parámetros de crecimiento, diseño del bioreactor, monitorización informatizada que utiliza la inteligencia artificial y los biocaptadores, integración de los procedimientos de extracción y de purificación del producto final) en el futuro seguramente traerán consigo mejores rendimientos y disminuciones aún más importantes de los costos de transformación. Esto significa el advenimiento de verdaderas revoluciones en la concepción de los bioprocesos. Su impacto en el terreno industrial también será considerable.

#### B. EL IMPACTO EN DIVERSOS TERRENOS ECONOMICOS

Estas tecnologías, completamente dominadas para algunos, para otros aún en gestación, tienen o tendrán una influencia importante sobre diversos sectores de la economía. Para terminar de describir el panorama de las biotecnologías, pasaremos revista a algunos de los sectores involucrados.

## 1. La salud y la farmacéutica

La salud y la farmacéutica han sido, hasta el presente, los sectores industriales más afectados por las biotecnologías. De hecho, estas costosas tecnologías de recombinación genética fueron utilizadas inicialmente, como es de esperar, en las investigaciones sobre nuevos productos terapéuticos con un alto valor agregado. Entre estas investigaciones, cabe naturalmente citar las de los productos antitumorales y contra el cáncer: las interferonas y las interleucinas, el TNF (Tumor Necrosing Factors)..., pero también las investigaciones sobre las hormonas del crecimiento, destinadas a tratar el enanismo, o las que versan sobre los productos de sustitución, como la producción de insulina humana, por vía genética, para reemplazar la insulina de cerdo, sobre los antibióticos de la última generación o sobre las vacunas contra distintas enfermedades (por ejemplo, la vacuna contra la hepatitis B, obtenida por vía genética).

Los aciertos más notables de las biotecnologías en este sector, sin embargo, pertenecen al campo del diagnóstico. La elaboración de anticuerpos monoclonales de gran especificidad ha permitido responder a una demanda en continuo crecimiento de diagnósticos, aplicados en la prevención o en la detección precoz de ciertas enfermedades (por ejemplo, las enfermedades de transmisión sexual). El desarrollo de sondas no radiactivas (llamadas sondas frías) que ha aparecido como una competencia para los anticuerpos monoclonales, permitirá, en el futuro, trabajar en un campo aún más vasto de enfermedades, especialmente las enfermedades genéticas.

Además de estas aplicaciones de las biotecnologías en el campo de la farmacéutica y la salud, también debe señalarse su utilización como vectores capaces de transportar sustancias terapéuticas directamente hasta un "blanco" molecular. Las investigaciones en el campo de la ingeniería de las proteínas y del grafismo molecular permitirán, además, idear más rápidamente y, probablemente a un costo menor, nuevas moléculas terapéuticas.

## 2. La agricultura y la cría de animales

Desde el biosepticida por semillas, hasta la visión más futurista de la fijación biológica del nitrógeno por los cereales, la agricultura se verá sin duda sumamente afectada por el desarrollo de las biotecnologías. Más que el aspecto revolucionario de las modificaciones genéticas y de las cualidades de las nuevas plantas, los factores que realmente orientarán las posibilidades de las biotecnologías en el estratégico campo de la alimentación y la agricultura en el mundo, serán las notables modificaciones de los grupos industriales, de los mercados y de las leyes, de la nueva dependencia de los productores, de los consumidores e incluso del Estado. Los recientes y muy rápidos progresos de la investigación básica sobre la introducción y la expresión de los genes en los cultivos justifica las cuantiosas inversiones de las multinacionales de la química y la farmacéutica. Todo esto nos permite esperar grandes resultados comerciales a mediano y largo plazo.

En la actualidad, los resultados más importantes se han dado en el campo del mejoramiento de los cultivos y su rápida multiplicación gracias a técnicas como la micropropagación in vitro o la haploidización. Ya se ha probado estos nuevos procedimientos con alrededor de treinta especies vegetales, entre las cuales está el tomate, la papa, el apio, las zanahorias, el tabaco, el aceite de palmera, el coco, la vid, el arroz, la soja y la alfalfa.

Hay numerosas investigaciones orientadas principalmente hacia la obtención de semillas artificiales, es decir, semillas en las que se practica una manipulación del embrión somático, lo cual permite integrar en el programa genético de la planta un fragmento proveniente de otra planta (con el fin de entregarles genes resistentes a una enfermedad en particular, por ejemplo), o integrar un fragmento de ADN codificador en una proteína aislada que se necesitará en un estadio posterior de la transformación de la materia prima agrícola. Estas semillas manipuladas, multiplicadas en citocultores, cubiertas por una película nutritiva y específica, darán paso a una nueva era agrícola. Los grandes bancos de semillas y los grupos farmacéuticos y petroquímicos siguen de muy cerca el curso de estas innovaciones y de los mercados que representan, no solamente como mercados de productos --semillas y



pesticidas, por ejemplo-- sino también como mercados de procedimientos, tecnologías, patentes, etc.

En lo que concierne a la cría de animales, el mejoramiento de las especies siempre ha sido una preocupación mayor para el hombre. Los adelantos más significativos y espectaculares de las biotecnologías estarán indudablemente relacionados con los animales transgénicos, es decir, de animales que reciben ciertas características particulares gracias a una modificación de su código genético: animales más gordos, que se reproducen más rápidamente, que pueden duplicarse como gemelos y que alcanzan más tempranamente la madurez... El creciente dominio de las técnicas de la criogenia de embriones y de la fecundación artificial permitirá un control más ajustado de la evolución del ganado y asegurará una calidad óptima.

### 3. El sector agroalimenticio

Las biotecnologías intervienen en este sector de tres maneras: mediante la introducción de nuevos procedimientos de producción (por ejemplo, los sistemas de fermentación continuos); mediante el surgimiento de nuevos sistemas de control de calidad (exámenes toxicológicos, detección rápida a nivel molecular); y mediante la posible creación de nuevos productos agroalimenticios.

Es indudable que los adelantos más espectaculares se han logrado en el plano del mejoramiento de los procedimientos de fabricación o en la introducción de nuevos procedimientos. Las investigaciones sobre las levaduras, que constituye su principal acervo de conocimientos, las posibilidades de control de su crecimiento, de su interacción con otros microorganismos, el conocimiento de los parásitos (fagos) que podrían contaminar las fermentaciones, todo esto ha cambiado radicalmente los modos de fabricación de los productos fermentados (cervezas, yogur, vino...). La introducción de nuevos equipos y procedimientos (bioreactores, biocaptadores, monitorización informática de las reacciones y la elaboración de procedimientos de fermentación aeróbicos o anaeróbicos...) pone fin a la lista de esta gama de instrumentos nuevos al servicio de las industrias de transformación.

Las biotecnologías también juegan un rol en este sector mediante los controles de calidad. Dado que las reglamentaciones para proteger al consumidor son cada vez más precisas y estrictas, las industrias de transformación han debido realizar un esfuerzo para mejorar la calidad de sus productos. Gracias a los análisis a nivel celular y subcelular, y mediante la introducción de instrumentos de diagnóstico y de marcadores, las biotecnologías serán indudablemente en el futuro elementos motores en el logro de mejores exigencias de calidad.

Hasta el presente han aparecido muy pocos de los nuevos productos nacidos de las biotecnologías. Sin embargo, es necesario señalar que posiblemente los progresos logrados en el campo de las biotecnologías vegetales tengan efectos importantes en la producción de materias primas "a la carta" para las industrias de alimentos y para otras industrias: por ejemplo, las bebidas con sabor a frutas, a partir de ciertas frutas o agrios cuyo alto costo de producción hacía prohibitivo su uso hasta hoy; tomates con una mayor proporción de materia seca y más aptos para ser recolectados mecánicamente; nuevas cualidades gustativas para el maíz y mejores condiciones para su congelación; algodón con fibras más largas; mejoramiento de las cualidades nutritivas de los granos de cereales, sobre todo en lo que atiene a su proporción de lisina, etc.

Las biotecnologías también pueden intervenir en el sector agroalimenticio disminuyendo los costos de producción de ciertos aditivos y agentes de textura que intervienen en la fabricación de los productos agroalimenticios (principalmente las gelatinas).

Señalemos finalmente la importante producción de aminoácidos (principalmente la lisina) empleados para el mejoramiento del forraje para animales.

#### 4. La energía

Las biotecnologías permiten lograr una mejor valorización de la biomasa y, a partir de ésta, de la obtención de etanol y metanol. El lugar que ocupan las biotecnologías en este sector está esencialmente ligado a la evolución de los precios del petróleo. Sólo un país, Brasil, ha realmente elaborado un

programa pro-alcohol que permite producir etanol como carburante para los motores de automóviles a partir de la caña de azúcar.

Es posible aplicar las biotecnologías a otros usos en este sector, principalmente en lo que se refiere a la producción de biogas a partir de desechos agrícolas (lisiers...) o agroalimenticios (pulpas). Además de estas aplicaciones, también se puede emplear las biotecnologías para facilitar la extracción de petróleo de formaciones rocosas que lo contienen en una ínfima proporción.

#### 5. La química sintética

La producción química de masa en el campo de los antibióticos o de lo fitosanitario, como hemos visto, se verán afectadas profundamente por las biotecnologías. Desde ya, éstas han tenido un impacto importante en la industria química relacionada con la economía de los complejos agrícolas. La química sintética; por otro lado, se ha revelado (sobre todo en los cosméticos) como un campo privilegiado del desarrollo de las biotecnologías.

#### 6. El medio ambiente (tratamiento de desechos y descontaminación)

Las biotecnologías también son aplicadas al campo de la descontaminación, ya sea mediante una valorización de los desechos,<sup>3/</sup> o mediante la eliminación de materias indeseables. Señalemos que las grandes empresas encargadas del tratamiento de aguas servidas y de la descontaminación se interesan cada vez más en las biotecnologías, capaces de aportarles nuevos instrumentos (nuevas moléculas que "absorben" los metales pesados, los nitratos, los alkanos, etc...) o de facilitar nuevos procedimientos de filtración o de purificación.

#### 7. La biometalurgia

Hay campos que aparentemente están muy lejos de los organismos vivos, como la metalurgia y la limpieza de minerales, pero sus procedimientos no escapan del todo a la influencia de las biotecnologías. Así, se han emprendido investigaciones con el fin de emplear ciertos microorganismos en las labores

de lixiviación para separar minerales de su soporte rocoso, como el oro o el uranio.

### C. LOS NUEVOS SECTORES EN GESTACION

Además de estas aplicaciones de las biotecnologías en sectores económicos tan diversos, debemos comentar brevemente los posibles campos de aplicación y las transformaciones que pueden acarrear estos conocimientos cada vez más acabados acerca de los mecanismos de los organismos vivos --y que ya se están produciendo-- en sectores económicos relacionados. Nos referimos particularmente al campo de los equipos y de la instrumentación.

#### 1. La bioinformática

Las investigaciones en bioinformática aún están dando sus primeros pasos, si bien los logros de algunos países, entre ellos Japón, nos llevan a pensar que también en ese campo, aunque más inciertos, los factores en juego son considerables. Citemos simplemente, a modo de ejemplo, las investigaciones sobre los captosres biológicos, las computadoras moleculares, el software aplicado a las biotecnologías o la elaboración de nuevos instrumentos de grafismo molecular...

#### 2. La instrumentación y los equipos específicos

La utilización de estos nuevos conocimientos necesitan cada vez más, según hemos visto, de la elaboración de nuevas técnicas (enzimas inmovilizadas...) y materiales (centrifugadoras, bioreactores, biocaptosres, máquinas para secuenciar los genes, equipos de separación y de purificación, instrumentos de análisis, etc.). Es indudable que nacerán nuevos sectores económicos de esta búsqueda de instrumentos cuya elaboración es a menudo uno de los principales obstáculos para el desarrollo de las biotecnologías, en su transición desde la investigación básica a las aplicaciones industriales.

La complejidad de los campos de aplicación de las biotecnologías, su capacidad para intervenir en sectores económicos de diverso orden y su

naturaleza pluridisciplinaria constituyen a la vez su fuerza y su debilidad. La debilidad se explica porque complican de manera singular la comunicación indispensable entre los actores implicados; la fuerza se explica porque si esta comunicación se logra se abrirá paso a una extraordinaria fecundación. Definida transversalmente en relación a las nociones de ramificaciones empresariales y de disciplinas científicas y tecnológicas, las biotecnologías obligan a concebir de forma diferente tanto los problemas de formación como de transferencia entre la investigación y la industria, o los problemas de cooperación internacional.

Por su misma transversalidad, promueven formas de cooperación que son también transversales. Se trata tanto de acercar a sectores económicos específicos o laboratorios públicos para permitirles trabajar en proyectos precisos, como de contribuir al desarrollo de herramientas genéricas o de favorecer el conocimiento sobre los mecanismos de los seres vivos. La tarea es inmensa. Las fronteras entre la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo pueden ser ínfimas. Será necesario no olvidar nada de lo que mañana puede revelarse como esencial.

### III. LOS PROTAGONISTAS DE LA COOPERACION

Antes de hablar de cooperación o de integración europea en el campo de las biotecnologías, como sucede en cualquier campo de las tecnologías avanzadas, conviene conocer a sus protagonistas, sus interacciones actuales o potenciales, sus costumbres y los modos de funcionamiento de sus propias comunidades. Son ellos, de hecho, quienes construyen Europa, y es a ellos a quienes debemos convencer, teniendo en cuenta sus reacciones y sus modos de actuar. Eventualmente, podremos intentar influir en ellos. Sin este conocimiento "sociológico" de su comportamiento y de las razones de ese comportamiento corremos el riesgo de ignorar lo esencial y de comprometernos con acciones y programas sin trascendencia.

Se trata, naturalmente, de garantizar la mejor adecuación posible entre los individuos, entre sus aspiraciones y los programas de acción que les son propuestos, programas que definen objetivos más generales de competitividad, de independencia, etc. Sin embargo, hay otras razones que justifican este examen.

La principal de ellas constituye el núcleo mismo de nuestra experiencia. La formularemos aquí sin ambages: es ilusorio querer construir una cooperación-integración en biotecnologías sobre la base de la reunión de debilidades. El objetivo de la cooperación no debe ocultar por ningún motivo un objetivo tan importante como el fortalecimiento de las capacidades nacionales,<sup>4/</sup> y los proyectos de integración no pueden establecerse sino sobre la reunión de la fuerza, no de las debilidades.

Se trata de uno de los problemas fundamentales de la puesta en marcha de los programas de cooperación europea en biotecnologías. En efecto, casi sin excepciones, todas las evaluaciones sobre el estado de las biotecnologías en Europa comienzan por constatar el sólido compromiso de las empresas públicas y privadas, así como de los gobiernos, con programas de promoción de la Investigación y el Desarrollo.<sup>5/</sup> Sin embargo, los análisis dicen que los esfuerzos de las naciones europeas, considerados aisladamente no pueden permitirles afrontar la competencia de Estados Unidos o de Japón en este vasto dominio tecnológico.<sup>6/</sup> Esto condujo a la convicción de que la competitividad de Europa debía ser fortalecida mediante una cooperación interna en un espacio

científico e industrial, y que esta cooperación "intraeuropea" debía tener efectos más positivos, en relación a la constitución de un espacio europeo, que los acuerdos con los laboratorios o empresas no europeas.<sup>7/</sup>

Antes de la década de los setenta, era muy escasa la investigación en un plano multinacional europeo, particularmente en el campo de la biología molecular y de la bioquímica. Por el contrario, los equipos nacionales de investigación eran generalmente considerados entre los más eficientes en el plano mundial. Existía entonces una cierta repartición de las competencias a nivel europeo, lo cual dejaba a Francia y a Alemania como especialistas en biología molecular y microbiología, a Inglaterra en el campo de la ingeniería de proteínas, y a Bélgica e Italia en el campo de la biología vegetal. Estas diferentes especialidades nacionales, se pensaba, podían ser reunidas en un bloque multinacional que tuviese como elemento integrador la investigación con fines industriales, es decir, una entidad susceptible de recibir el apoyo material y financiero de las empresas. Además, la concentración de las capacidades europeas de investigación en el campo de la farmacéutica y del diagnóstico médico sugerían que el esfuerzo europeo sancionado debía volcarse particularmente sobre el sector agroindustrial y de los compuestos químicos de los alimentos.

La necesidad de cohesión en un plano europeo estaba, por lo tanto, concebida de manera explícita como un medio para enfrentarse al dinamismo económico de Estados Unidos y Japón. Las medidas propuestas permitirían apoyarse sobre la especialidad de los europeos en sectores claves, al mismo tiempo que se trabajaba tanto en la dispersión de los esfuerzos, debido a la multiplicidad de los organismos de investigación, como en el problema de la ausencia o ineficacia de la infraestructura. Además, se debía dar libre curso a un esfuerzo especial con el fin de remediar la rigidez de los sistemas universitarios nacionales y la falta de armonización de las normas y las leyes nacionales sobre protección de la propiedad intelectual de los inventos. Este aspecto limitaba la movilidad de los investigadores y creaba obstáculos muy difíciles de superar.

Este análisis, que fue llevado a cabo especialmente en el programa FAST,<sup>8/</sup> del que trataremos más adelante en relación con los programas comunitarios, dejaba constatar que la cooperación no podía decretarse, que no

bastaba identificar las necesidades de Europa y proponer programas de acción voluntaristas para que esta cooperación-integración funcionara realmente. Por lo tanto, convenía establecer, o fortalecer, paralelamente a los programas de cooperación, las condiciones (psicológicas, sociales, culturales, etc.) de éstos.

Nos parece que estas condiciones de posibilidades de la cooperación son dos:

- La existencia de equipos de excelencia en un plano nacional. Esto corresponde al esfuerzo de cada país miembro.

- La existencia de redes de comunicación sólidas entre los equipos de investigación existentes antes de la propia cooperación.

A propósito de este último punto, es difícil imaginar cómo las comunidades científicas que no hayan adquirido una dinámica y una masa crítica suficiente podrían jugar un rol dinámico en un programa de cooperación transnacional, donde a los problemas "clásicos" de colaboración entre equipos (identificación de objetivos comunes, elaboración de fórmulas de trabajo, definición de las formas y modalidades de cooperación) vienen a sumarse otros factores exógenos (diferencias lingüísticas, o culturales en algunos casos, primacía de la inquietud por los derechos de propiedad intelectual, etc.). En este sentido, el lugar, los roles, los comportamientos, las estructuraciones profesionales de los protagonistas de la cooperación son esenciales y, en primer lugar, los de la comunidad científica.

#### A. LA COMUNIDAD CIENTIFICA

La comunidad científica funciona, de cierta manera, en circuito cerrado y por cooptación. Progresas y saca fuerzas sólo de sí misma. Esto no quiere decir, naturalmente, que los estímulos del financiamiento no son importantes, como tampoco dejan de tener su importancia las orientaciones dadas por los programas nacionales. Pero sí significa que los científicos, en su propio campo de competencias gozan de una libertad bastante grande y que, dado que su trabajo se desarrolla en los límites de lo conocido, en torno a materias altamente especializadas, los científicos no quieren ser juzgados más que por



sus "pares", es decir, por otros científicos que posean competencias relativamente semejantes a las suyas.

Esto es verdad en el campo de las publicaciones que juegan un rol clave en la promoción de los individuos: publicar sus trabajos de investigación en una revista de circulación internacional y de renombre mundial significa rendir testimonio de su interés y de su aporte a los conocimientos fundamentales. Ahora bien, la importancia de estas publicaciones y de su renombre se funda, en última instancia, en la calidad de los científicos que integran su Comité, y en "referentes" anónimos que evalúan los resultados de los trabajos que se les somete para ser publicados.

Esto también es verdad para los financiamientos de la investigación y para las carreras de los investigadores, a menudo vinculados a los Comités científicos encargados de evaluar los proyectos a nivel nacional e internacional. El Comité de expertos, los "árbitros", juegan aquí un rol fundamental. Como juez y parte, la comunidad científica es a la vez la fuente de nuevos conocimientos y la que evalúa su importancia científica.<sup>9/</sup> Esta relativa autonomía de la comunidad científica tiene muchas implicaciones. En efecto, si esta comunidad es demasiado pequeña, demasiado cerrada sobre sí misma, y no dispone de suficientes redes de comunicación y de circulación de la información, corre rápidamente el riesgo de "girar en banda"; se vuelve incapaz de innovar, de proyectar y, con mayor razón, de entrar en esquemas de cooperación. La comunicación científica y los diferentes canales de comunicación se convierten así en la piedra angular de futuros proyectos de cooperación.

### 1. La comunicación científica

El conjunto de la Comunidad científica está dotado de una red de comunicaciones sumamente poderosa y rápida. Las publicaciones, las ponencias de las conferencias, coloquios o simposios y la presentación de trabajos de investigación bajo la forma de posters, durante las conferencias, son la base de esta comunicación, que funciona tanto como un lugar de competencia desenfundada por los hallazgos científicos como un lugar de reconocimiento mutuo y de posibles labores abordadas en común.

Este espacio de comunicación es esencial, dado que sobre él se basará el dinamismo de una comunidad científica. El espíritu de competencia y de emulación que lo caracteriza a la larga favorecerá el acercamiento. Las biotecnologías no escapan a este esquema general.

Como veremos más adelante, sobre todo cuando examinemos la creación del EMBO y del EMBL, la comunidad de los biólogos en Europa intentó desde muy temprano formalizar este espacio de comunicación con el fin de reunir los esfuerzos, dinamizar los espíritus y también, quizá, de conseguir el financiamiento. Sin embargo, esta misma formalización no es más que una resultante.

Si el funcionamiento de la comunidad científica pasa, antes que nada, por la multiplicidad de los contactos y de los contactos personales entre los investigadores, las comunidades nacionales deben velar por la subsistencia de esas redes de comunicación. En este sentido, la Europa de las biotecnologías significa alrededor de doscientos coloquios, conferencias o simposios de dimensión internacional al año, y también significa varios miles de páginas de publicaciones en revistas de difusión y renombre internacionales. Un rápido examen de la agenda de encuentros internacionales publicada por una revista francesa de biotecnologías, entre enero y septiembre de 1988, 10/ nos permite identificar alrededor de sesenta encuentros científicos en Francia en los distintos campos de las biotecnologías, a lo cual debe agregarse otros sesenta encuentros en Europa, considerados esenciales por esta publicación, y significativos para el desarrollo de las biotecnologías. Además, sería necesario agregar a esta sucesión de encuentros más o menos específicos el conjunto de seminarios de formación de corta duración organizados en diferentes instancias y que son igualmente oportunidades para establecer contactos entre los investigadores e intercambiar experiencias. La suma de estos encuentros constituye la formación medular de la cooperación europea en materia de biotecnologías; son una condición esencial en la constitución de una comunidad homogénea en un campo que comienza a abrirse camino.

A menudo se dice que las conversaciones de pasillo en las conferencias o coloquios son casi tan importantes como las presentaciones oficiales de los trabajos científicos. Esta fórmula quizá peca de exagerada y, sin embargo, tiene un fondo de verdad. Sin esta interacción entre los científicos, sin

diálogo o sin una rápida circulación de las ideas, la investigación se debilita y muere. La posibilidad de estos canales de difusión de la información, la preservación de esta comunicación y la permanencia del diálogo entre los investigadores que trabajan en un mismo campo son, en este caso, elementos esenciales.

## 2. El rol de las sociedades culturales

Las sociedades culturales juegan en esta preservación de la comunicación un rol importante. Este rol puede parecer arcaico, y es verdad que en ocasiones se trata de sociedades anticuadas, adormecidas o dedicadas a rumiar sobre temas que han perdido vigencia. Algunas de ellas han despertado y hoy son capaces de jugar un rol no desdeñable. A modo de ejemplo, hablaremos de la Sociedad Francesa de Microbiología (SFM).

Se trata de una sociedad antigua, fundada en París en 1937. En 1987 contaba con 2 300 miembros titulares, y espera llegar a los 3 000 miembros en 1995. Si bien la SFM no reúne a todos los investigadores de los diferentes campos de la microbiología, desempeña un papel interesante, sobre todo desde su reorganización en 1984, en la difusión de información científica y profesional. En términos generales, su actividad se extiende sobre tres áreas: la animación de la comunidad científica en Francia; una tarea de control de calidad bacteriológica y virológica de los laboratorios de análisis médicos; y el establecimiento de relaciones con otras organizaciones en el plano internacional. Examinemos brevemente cada una de estas actividades.

Desde 1984, la SFM está estructurada en torno a varias secciones temáticas: agentes antimicrobianos, ecología microbiana, genética y fisiología, microbiología alimentaria, microbiología clínica, microbiología industrial y biotecnologías, micología, taxonomía y virología. Cada una de estas secciones organiza regularmente coloquios o reuniones que son objeto de una reseña individual en el boletín trimestral publicado por la SFM.

Estos coloquios y reuniones, que reúne cada una entre 150 y 200 personas, constituyen el fuerte de las secciones. A modo de ejemplo, en el número de junio de 1988, la SFM anunciaba, por medio de su boletín de información,

diversos encuentros organizados por las secciones, o publicaba las actas de los coloquios que se acababa de celebrar.

a) Sección "Agentes antimicrobianos":

- Anuncio de un coloquio sobre el impacto de la biología molecular en la bacteriología médica. 30 de noviembre de 1988. Instituto Pasteur.

- Anuncio de un coloquio sobre bactericidas. 6 de diciembre de 1989. Palais des Congrès.

b) Sección "Ecología microbiana":

- Anuncio de la reunión sobre la dinámica de poblaciones en los suelos. 27-28 de septiembre de 1988. Lyon.

- Anuncio de un coloquio-taller de microbiología marina. 22-23 de noviembre de 1988. Villefranche sur Mer.

- Actas de la reunión sobre la ingestión de microorganismos en el hombre y los animales. 5 de mayo de 1988. París.

c) Sección "Genética y fisiología":

- Actas del coloquio de biogénesis, organización funcional y secreción en los microorganismos. 21-22 de abril de 1988. Marsella.

d) Sección "Microbiología alimentaria":

- Actas del coloquio sobre la incidencia del medio ambiente y la tecnología sobre la calidad de los productos alimenticios. 9-10 de marzo de 1988. París.

- Anuncio de un coloquio sobre los microorganismos patógenos en la alimentación humana. 14-15 de marzo de 1989. Instituto Pasteur. París.

e) Sección "Microbiología clínica":

- Anuncio de un coloquio sobre los métodos de exploración de las infecciones broncopulmonares. 26 de enero de 1989. Instituto Pasteur. París.

- Actas de la reunión plenaria del Grupo de Estudios Informáticos de microbiología clínica.

f) Sección "Microbiología industrial y biotecnologías":

- Anuncio de la producción de un catálogo de la colección de las cepas fúngicas del Museo.

## g) Sección "Micología":

- Anuncio de un coloquio sobre las paredes fúngicas. 24 de noviembre de 1988. Instituto Pasteur. París.

## h) Sección "Virología":

- Anuncio de un coloquio sobre virulencia y patogénesis viral. 9 de diciembre de 1988. Instituto Pasteur. París.

Esta lista puede parecer fastidiosa. Sin embargo, es una de las muestras del dinamismo de la SFM. Con pocos recursos (cerca de un millón de francos al año), la SFM logra asegurar la circulación de ideas y movilizar a los investigadores en torno a temas específicos. Su boletín de información trimestral efectúa así un balance de la actividad de diferentes secciones y favorece la difusión, más allá de los círculos cerrados de los especialistas, de informaciones científicas y tecnológicas.

Además, la presencia en la SFM de investigadores de diversa procedencia: organismos públicos de investigación (el Instituto Pasteur, sede de la SFM, el INSERM, o el Centro Nacional de la Investigación Científica...), grupos industriales o laboratorios hospitalarios, promueve el estrechamiento de lazos y el establecimiento de lenguajes comunes, y allana el camino, de cierta manera, para las orientaciones de la investigación en el futuro.

Los poderes públicos siguen de cerca las discusiones internas de estos grupos. Así, el Grupo de Estudios Informáticos (sección microbiología clínica) ha elaborado un pliego informático de condiciones común a diferentes disciplinas de la biología para la informatización y la administración de laboratorios. Según el Ministerio de la Salud, este debe imponerse tanto a los usuarios como a los proveedores de material informático. Asimismo, la SFM se encarga del control de calidad de los laboratorios de análisis médicos desde 1976 y a escala nacional.

Sin embargo, la actividad de la SFM no se circunscribe a esta actividad nacional. En efecto, la SFM es miembro de un cierto número de sociedades internacionales, principalmente de la Federación Europea de Sociedades de Microbiología (FEMS), y de la Unión Internacional de Sociedades de Microbiología (IUMS). Es la única asociación que representa a los microbiólogos franceses en las instancias internacionales.

En el plano internacional, la SFM participa en u organiza diversos encuentros. Mencionemos, por ejemplo, el Simposio FEMS, organizado desde el 7 al 9 de septiembre de 1988, en el Instituto Pasteur (París), sobre el tema "Translocation in Bacterial Membrane Transport", el Simposio que será organizado sobre el tema "Biology and Biochemistry of Strict Anaerobes involved in the Interspecies Hydrogen Transfert", en Marsella, del 12 al 14 de septiembre de 1989, y, especialmente el Octavo Simposio Internacional de Biotecnología, celebrado en París, del 17 al 22 de julio de 1988, al que asistieron más de dos mil personas.

Finalmente, en el plano internacional también es necesario señalar las relaciones bilaterales con otras sociedades de microbiología; por ejemplo, con Gran Bretaña, en torno al tema de las biotransformaciones por vía enzimática.

Hemos insistido en la Sociedad Francesa de Microbiología dado que la microbiología en Francia fue, durante muchos años, el pariente pobre de la biología. Los investigadores se volcaron masivamente durante décadas hacia la biología molecular. Esta había adquirido carta de ciudadanía a partir del descubrimiento de la doble hélice del ADN, y se revelaba como la vía real hacia nuevos descubrimientos científicos. El renacimiento del interés por la microbiología se remonta a tan sólo unos años, y la SFM ha desempeñado un papel no desdeñable para favorecer su relanzamiento, que se había vuelto indispensable gracias al progreso de las biotecnologías, que habían dejado progresivamente los laboratorios para entrar en el campo industrial.

Podemos citar brevemente un segundo ejemplo: la creación de la ADEBIO en 1984. La ADEBIO (Asociación para el Desarrollo de la Bioindustria) es, al igual que la SFM, una asociación regida por el estatuto francés de la ley de 1901. La creación de esta asociación se impuso debido a la naturaleza multidisciplinaria de las biotecnologías. Respondía a la constatación de que en un campo nuevo de estas características convenía intentar unir las fuerzas y permitir un diálogo entre disciplinas diferentes: microbiología, enzimología, biología molecular, bioquímica... Su objetivo fundamental se cifró en difundir, mediante un Anuario, los nombres y direcciones de los diversos organismos públicos y privados implicados en el desarrollo de las biotecnologías.

Este continuo estímulo prestado por las sociedades culturales a la comunidad científica no es, desde luego, suficiente para promover la cooperación internacional. En ciertos casos incluso puede tener efectos negativos, dado que le da a los investigadores la falsa impresión de que las colaboraciones con colegas de su misma nacionalidad bastan para el desarrollo de sus propias investigaciones. Sin embargo, es necesario señalar que la cooperación internacional sólo puede establecerse a partir del momento en que se constituye, a nivel nacional, una masa crítica suficiente que conoce sus propias fuerzas en sus objetivos y sus investigaciones para enfrentarse a sus socios internacionales. Las sociedades culturales no son, en este plano de cosas, una panacea, pero su dinamismo y su capacidad para reunir a los investigadores, el rol que pueden jugar en la identificación y la discusión sobre ciertos temas son importantes. Cuando son dinámicas, constituyen un engranaje que no debe ser ignorado, un instrumento poderoso para movilizar a la comunidad científica. Sin embargo, su acción debe complementarse permanentemente con otras medidas que permiten conservar una apertura hacia el exterior.

### 3. Un cierto estado de ánimo

Hemos comprendido que es necesario crear y conservar un cierto estado de ánimo. Las publicaciones y, en términos más generales, los nuevos instrumentos de comunicación, son evidentemente un importante medio de difusión de este "estado de ánimo". Debemos distinguir entre distintos tipos de instrumentos.

Existen las publicaciones científicas propiamente tal, y en ellas influyen distintos factores, entre los cuales juega un rol importante la calidad de los responsables y la propia lengua juegan un rol importante. Un gran número de publicaciones tiene como lengua de difusión el inglés, por lo cual el empleo de esta lengua --como sucedía antiguamente con el latín-- se ha convertido en una obligación para los científicos.

Sin embargo, más allá de las publicaciones en revistas científicas de gran renombre, como NATURE o SCIENCE, los círculos científicos pueden mantener relaciones en torno a publicaciones más puntuales o más específicas, que

sirven tanto de instrumento de información como de elemento de enlace. Las Newsletters, los boletines de información y las revistas especializadas de tiraje limitado no deben ser ignoradas. Más aún, debe apoyarse su creación y difusión, puesto que si bien su importancia económica es prescindible, actúan como influyentes fuentes de contactos. Por esta razón, el Ministerio de la Investigación y la Tecnología en Francia, más allá de la información científica y técnica que distribuye por sus propios servicios (Dirección de la Información Científica y Técnica - DIST), ha apoyado diversas iniciativas, especialmente la creación de la revista BIOFUTUR, en el campo de las biotecnologías.

La naturaleza particular de las biotecnologías hacía necesario este tipo de apoyo. El carácter multidisciplinario y multisectorial de las biotecnologías no permite que se identifiquen totalmente con las publicaciones existentes dado que, a menudo, éstas sólo tratan aspectos parciales de un gran espectro de actividades. Por el contrario, como todo campo en vías de estructuración, las biotecnologías no se apoyan en una comunidad perfectamente definida que dispone de un soporte científico y tecnológico homogéneo. El surgimiento de las biotecnologías y la intención de Francia de jugar un rol en el plano internacional imponía la necesidad de crear un órgano de información no sectorial sino transversal en relación a ese nuevo terreno de actividades y de apoyarlo financieramente en su fase de despegue.

En términos más generales, otros instrumentos de comunicación, en especial los bancos de datos científicos y los sistemas electrónicos de transmisión de mensajes pueden ser útiles para la comunicación científica y constituyen instrumentos poderosos --lamentablemente no siempre utilizados en su plena capacidad-- al servicios de un mejor conocimiento recíproco entre los laboratorios. En Europa, la Comisión de las Comunidades Europeas, en el marco de los programas BEP (BioEngineering Programme) y BAP (Biotechnology Action Programme), que trataremos más adelante, ha favorecido el uso de tales instrumentos mediante el lanzamiento de un subprograma de "Bioinformática", con el que se pretende introducir instrumentos de trabajo poderosos al servicio de la comunidad científica europea (bancos de cepas, bancos de nucleótidos, logicales de grafismo molecular y de concepción informática de nuevas moléculas, etc.) e instrumentos de comunicación entre los



investigadores (apoyo de un banco de datos bibliográfico y de sistemas interactivos).

Por último, no podemos poner punto final a esta definición de los protagonistas científicos de la cooperación en biotecnologías, y de la búsqueda de medios para promover esa cooperación, sin mencionar cierto tipo de programas europeos como el programa "Stimulation". Este programa abarca el período 1985-1988 y cuenta con un presupuesto de 60 millones de Ecus. Pretende estimular la movilidad de los investigadores mediante becas, subvenciones de desplazamiento, de contratación o simplemente de estadia de corta duración. Puede igualmente financiar contratos para reunir a varios equipos que deseen trabajar en un mismo tema o contratos que versen sobre operaciones terminadas. Un programa denominado SCIENCE (Estimulación de la Cooperación Internacional y de los Intercambios Necesarios para los Investigadores Europeos) funcionará como relevo del programa STIMULATION con un presupuesto superior (167 millones de Ecus), y tendrá como objetivo poner a la disposición de los investigadores un conjunto de medidas para que desarrollen un trabajo en conjunto.

#### B. LOS SOCIOS INDUSTRIALES

Las biotecnologías son, por su propia naturaleza, un punto de articulación de la investigación y el sector industrial. Por lo tanto, no convendría examinar las modalidades de interacción de la comunidad científica dejando de lado las relaciones interindustriales. Tendremos la oportunidad de examinarlas en el marco de los diferentes programas finalizados, pero nos parece que sus modos de interacción específicos, sus relaciones de competencia y su capacidad de diálogo deben ser examinados como el nivel mínimo de cooperaciones posibles.

Es necesario señalar desde ya que esta cooperación no está dada de por sí, y conviene citar un análisis hecho por F. Chesnais,<sup>11/</sup> en el cual se describe las dificultades que pueden surgir.

"Mientras el capital" tenga una "patria" (parafraseando la conocida frase), los grupos industriales continúan, dada la ausencia de un "Estado europeo", apoyándose en los Estados nacionales y en sus estructuras políticas y administrativas, sacando de éstas todo el partido posible, tanto frente a

los asalariados como ante la competencia externa. La historia del capitalismo se ha confundido hasta el presente con la de los Estados nacionales y con sus profundas rivalidades, incluso con sus cruentos conflictos. Si bien las condiciones políticas y militares creadas al término de la Segunda guerra mundial pusieron coto a esas rivalidades, impidiendo que volviesen a producirse las sangrientas formas del período anterior, nada permite decir o da a entender que los Estados naciones morirán tranquilamente, ni en Europa ni en otros lugares, ni que cederán ante una forma de Estado (capitalista) superior. Actualmente, en todo caso, el rol que juegan los aparatos de Estado en la constitución de los potenciales científicos y técnicos, en la formación de los mercados --especialmente públicos-- parcialmente protegidos, y en el apoyo que les prestan a los grupos reconocidos como "campeones nacionales" en la competencia internacional, son factores que llevan a los grupos a adoptar fundamentalmente dos puntos de referencia: las exigencias de la rivalidad entre los miembros de los oligopolios mundiales, en los que los aparatos de los Estados nacionales casi siempre tienen intereses, y sus propios países de origen".

Más adelante, en relación con la instauración, en el marco de la Comunidad, de estructuras asociativas como, por ejemplo, el programa ESPRIT sobre las tecnologías de la información,<sup>12/</sup> Chesnais comenta:

"Sólo dos grupos europeos --Philips y Siemens-- tienen una dimensión mundial y/o un carácter verdaderamente multinacional. Los demás --GEC, Plessey, Thomson, SGS-- siguen siendo grandes grupos nacionales adosados a y en sólida interconexión con sus Estados respectivos. Unos y otros encuentran en el programa ESPRIT una fuente complementaria de subvenciones para la investigación y el desarrollo, además de conseguir los medios para crear, sin tener que asumir los esfuerzos que ellos significa, una red de relaciones con los laboratorios públicos de las universidades y pequeñas empresas desarrolladas de otros países de la Comunidad, lo cual posiblemente les da acceso a conocimientos científicos y/o a tecnologías de las que se pueden apropiarse fácilmente. Finalmente, y sobre todo, no existe un "Estado europeo"; sólo existe una Comisión cuyos poderes en los campos claves de la política industrial y tecnológica y la creación de las "condiciones del éxito" de las innovaciones son prácticamente nulos (prohibición, o casi, de tener la

menor ingerencia en la creación de los mercados públicos comunitarios, de imponer la constitución de normas a nivel europeo, etc.)".

La situación en el campo de las biotecnologías no escapa a estas observaciones, a pesar de que el análisis de Chesnais parezca excesivamente negativo. Los grupos industriales europeos libran, en efecto, en el ámbito de sus propios mercados y de los mercados de exportación, una lucha sin tregua. La dimensión generalmente insuficiente de las empresas y su sólida fijación en sus países respectivos las hacen conservar, demasiado a menudo, actitudes defensivas, y el proyecto de una Europa unificada es, para la mayoría, más una fuente de inquietud que una esperanza. Sus actitudes, sus modalidades de integración y los sistemas de interacción que instauran son, por lo tanto, un fenómeno interesante de examinar, dado que responden a una doble lógica a la vez proteccionista --especialmente entre los sindicatos nacionales interprofesionales-- y ofensiva de cara a las posibles subvenciones nacionales o comunitarias.

### 1. Las asociaciones industriales nacionales

Los equivalentes industriales de las sociedades culturales, son, naturalmente, los sindicatos profesionales que garantizan esencialmente una defensa de la profesión ante las instancias gubernamentales e intergubernamentales. En un campo como el de las biotecnologías, estos sindicatos podían difícilmente ser representativos del conjunto de los "bioindustriales", y sólo podían asumir una actitud restrictiva en relación a los nuevos problemas planteados por la introducción y el desarrollo de las nuevas tecnologías. Esta es la razón por la cual se constituyeron con bastante rapidez las asociaciones interprofesionales: ORGANIBIO en Francia, AABB en Gran Bretaña, etc... Esta modalidad, por lo demás, no es propia de Europa, puesto que encontramos el mismo tipo de asociaciones --con ciertas variantes-- tanto en Estados Unidos (creación de la IBA - Industrial Biotechnology Association, en 1981) como en Japón (creación de la BIDEK en 1984).

En Francia, la ORGANIBIO (Organización Nacional Interprofesional de Bioindustrias) es el correspondiente industrial de la ADEBIO. Fue creada por la ADEBIO, la ANIA (Asociación Nacional de Industrias Agroalimenticias), el

SNIP (Sindicato Nacional de la Industria Farmacéutica) y la UIC (Unión de Industrias Químicas) y reúne la casi totalidad de los grupos industriales franceses que desarrollan una actividad en el campo de las biotecnologías. Sin embargo, ORGANIBIO no es el sindicato de los sindicatos, sino más bien un nexo entre los sindicatos, los cuales solucionan sus problemas con total autonomía.

ORGANIBIO funciona fundamentalmente bajo la forma de comisiones temáticas creadas por decisión del Consejo en función de las necesidades de la profesión. En la actualidad, hay cuatro comisiones: "Seguridad y Reglamentos", "Precio de las materias primas agrícolas" y una comisión de "Formación". Estas comisiones son, de hecho, la instancia donde se elabora las posiciones de la interprofesión ante los problemas planteados. Estos problemas pueden surgir de la misma profesión, en el sentido de que ésta desea, mediante sus recomendaciones, o incluso mediante sus políticas, influir o prevenir decisiones legislativas o políticas;<sup>13/</sup> o pueden serles planteados por las diferentes instancias que desean recoger la opinión de la profesión antes de tomar ciertas decisiones. El rol de ORGANIBIO es, como vemos, esencialmente un rol de intermediario entre la multiplicidad de los puntos de vista y los intereses de las profesiones y de los asociados en el exterior. A nivel nacional, ORGANIBIO es un interlocutor privilegiado de los poderes públicos en sus relaciones con la bioindustria francesa; a nivel europeo, es el portavoz de las posiciones de la bioindustria en Francia ante las distintas instancias, especialmente ante la Comunidad; en el plano internacional, actúa como el interlocutor de organizaciones análogas. Esta singular posición la convierte en una estructura susceptible de jugar un rol catalizador cuando se trata, por ejemplo, de hacer concordar las posiciones nacionales e internacionales en materia de protección industrial, y susceptible de manifestar sus reservas ante las posiciones que podría adoptar tal o cual industrial individualmente en relación a un problema concreto. En este sentido, ORGANIBIO es especialmente útil cuando se trata de anticipar y buscar compromisos aceptables con otros interlocutores como, por ejemplo, las industrias de fermentación y las industrias azucareras y almidoneras europeas en relación a los precios del azúcar industrial,<sup>14/</sup> o cuando se trata de introducir líneas de prácticas industriales razonables que permitan evitar una

reglamentación rígida, paralizante y escasamente adaptada a la evolución de los conocimientos. Finalmente, conviene señalar que ORGANIBIO ejerce una labor de monitor en ciertas políticas que reúne varias empresas bioindustriales. Esto es así especialmente en el caso de un programa multicéntrico con socios industriales de la República Federal de Alemania sobre el tema "Pares Matrices-Vectores de alta prestación". Finalmente, ORGANIBIO participa en diferentes iniciativas que tienen un interés para la interprofesión.

## 2. EL IRDAC

Además de estas asociaciones industriales nacionales, se ha creado los comités industriales europeos con el fin de aconsejar a la Comisión de las Comunidades Europeas en la toma de decisiones. El IRDAC (Industrial Research and Development Advisory Committee) es uno de estos comités consultativos que versan esencialmente sobre las tecnologías avanzadas además de las tecnologías de información, y que comprenden en su campo de actividades a las biotecnologías.

El IRDAC fue fundado en 1984, y corresponde de hecho a una reciente inquietud de la Comisión de las Comunidades Europeas para tomar en cuenta y favorecer, con medidas contextuales o ayudas financieras, el desarrollo industrial de Europa. Es la continuación, con facultades más amplias, de un comité creado en 1981, el CORDI, que había realizado una encuesta entre las sociedades europeas con el fin de identificar las tecnologías de base susceptibles de ser objeto de investigaciones en común. El IRDAC, integrado por dieciocho representantes de la industria es, de hecho, un comité consultativo que apoya dos tipos de trabajos: los de los grupos de trabajo temporarios dedicados a temas específicos (por ejemplo, el financiamiento comunitario de la Investigación y el Desarrollo, el lugar que ocupa la pequeña y mediana industria...); y los emprendidos por grupos permanentes encargados de asegurar el seguimiento industrial de ciertos programas comunitarios. Uno de estos grupos sigue y asesora el Biotechnology Action Programme (BAP).<sup>15/</sup> Se trata del Fifth Working Party: IRDAC WP-5 Biotechnology.

El WP-5 fue creado en 1986 y debe seguir las decisiones de la Comisión en el campo de las biotecnologías y proponer cambios cuando parecan apropiados. Además, puede formular su opinión sobre los programas que están siendo elaborados o puede solicitar formularia. De hecho, debido al ingreso de España y Portugal en la Comunidad Europea, lo cual modificó un cierto número de parámetros y exigió una reformulación del programa BAP, la actividad del IRDAC se concentró especialmente en las orientaciones y las prioridades industriales que debían imprimirse al futuro programa comunitario de biotecnologías.

Tanto el IRDAC como el WP-5 cumplen una función de análisis pero también de prelegitimación industrial de las acciones comunitarias. De cierta manera, su rol consiste en estimular a la Comisión de las Comunidades Europeas a adoptar ciertas iniciativas y a precisar la validez de los fundamentos para ciertos financiamientos. En este sentido, aportan una serie de argumentos que permiten a los funcionarios comunitarios a cargo del programa de biotecnologías defender ante el Consejo un programa muy combativo. Mientras a nivel nacional las asociaciones industriales juegan un rol de intermediarias entre la diversidad de puntos de vista de la profesión y de los centros de toma de decisiones fuera de la profesión, se puede decir que a nivel internacional el rol de un grupo industrial como el IRDAC WP-5 consiste en "soñar" las medidas que deben ser adoptadas para permitir el desarrollo industrial de las biotecnologías. La palabra "soñar" debe ser considerada aquí en un sentido positivo, dado que este sueño consiste en una identificación realista de las necesidades y una anticipación dinámica de las medidas que debe adoptarse. Esto implica naturalmente una elección de ciertos panoramas de desarrollo en el IRDAC y, por lo tanto, del abandono de ciertas opciones defendidas por grupos industriales específicos. Así, el último informe del IRDAC 16/ señala algunas orientaciones importantes. Por ejemplo, destaca que se debe seguir apoyando las empresas farmacéuticas y de medicina veterinaria en Europa, aunque se encuentren en un nivel de competitividad "satisfactorio" con las de Estados Unidos y Japón. Sin embargo, teniendo en cuenta el financiamiento aportado por otras instancias nacionales o internacionales, un apoyo de la Comunidad a programas específicos de investigación y Desarrollo (por ejemplo, el cáncer o el SIDA), es inútil, y

debe ser reemplazado por un esfuerzo de coordinación de las políticas nacionales. Asimismo, el IRDAC WP-5 recomienda a la Comisión resistir a las presiones que intentan desarrollar programas no rentables económicamente, como la producción de etanol a partir de la biomasa.

### C. EL FINANCIAMIENTO DE LA INNOVACION

Este panorama general de los protagonistas no estaría completo si no hablásemos de la actitud de los bancos y de los fondos de capital-riesgo en Europa. Lo haremos brevemente dado que los protagonistas financieros tienen un rol poco significativo en el marco de la construcción europea en el campo de las biotecnologías, si bien ciertos signos anticipatorios hacen pensar en una probable evolución de la situación.

Antes que nada, algunos comentarios. El fenómeno del capital-riesgo <sup>17/</sup> debe ser asociado inmediatamente con las ventajas (ayuda directa o fiscal) otorgadas a la vez a los venture-capitalists y a las pequeñas empresas innovadoras. Además, está ligado al deseo de los poderes públicos de favorecer la creación de un tejido industrial capaz de generar nuevas dinámicas de desarrollo. Los fondos de capital-riesgo son a menudo una consecuencia de las medidas adoptadas para estimular la capacidad de las pequeñas empresas para financiar sus proyectos de Investigación y Desarrollo. Debe ser entendido como una compensación a la escasa capacidad que tienen las pequeñas empresas, a menudo recién creadas, para "captar" los fondos necesarios para sus actividades innovadoras.

Las grandes empresas pueden recurrir a las fuentes habituales de financiamiento de proyectos con riesgos que consideran la capacidad de sus propios fondos disponibles, sus relaciones con los bancos y los mercados de capitales, y las opciones tomadas en sus propios departamentos financieros en concertación con los departamentos comerciales y de Investigación y Desarrollo. Esto no quiere decir que las grandes empresas no recurran a la ayuda estatal que promueve la innovación.<sup>18/</sup> Sin embargo, los objetivos del Estado no siempre coinciden con los de las grandes firmas cuyos proyectos de innovación tecnológica deben respetar las estrategias de las empresas en continua mutación.

Los análisis sobre el financiamiento de la innovación, por lo tanto, debe considerar los múltiples protagonistas implicados --la pequeña y la grande empresa, los bancos, el venture-capitalist, las sociedades financieras de innovación, el Estado, etc.-- que en Europa se han constituido cuando se montan operaciones financieras que buscan crear empresas en el campo de las biotecnologías. Este conglomerado de protagonistas refleja una diferencia esencial con los Estados Unidos, donde las empresas de gestión de capital para proyectos biotecnológicos de riesgo eran, en un comienzo, totalmente autónomas frente a los grandes bancos y a los grandes grupos. Sus capitales provenían fundamentalmente de fuentes privadas, de diversas instituciones americanas e internacionales, de fondos de pensiones, de seguros, etc., y de manera totalmente libre. En los países europeos, por el contrario, los primeros riesgos en las empresas recientemente creadas en el campo de las biotecnologías fueron asumidos por grandes organismos financieros o en el marco de proyectos con participación mayoritaria de los principales grupos industriales.

Ciertas condiciones favorecieron en Europa la creación de nuevas empresas en biotecnología, particularmente en los países que disponían de una buena infraestructura de investigación y de competencias probadas en campos específicos. Sin embargo, la creación de empresas de riesgo no tuvo la misma dimensión que en Estados Unidos. Las creaciones realizadas en materia de biotecnologías se produjeron más tardíamente pero, al parecer, sobre bases más sólidas, porque mientras en Estados Unidos las empresas sufrieron una crisis importante en 1982-1983,<sup>19/</sup> en Europa no se produjo el mismo fenómeno.

Los medios financieros, por lo tanto, se orientaron, en un primer momento, hacia los Estados Unidos, y financiaron sociedades americanas con capital de riesgo. Mucho antes que en Europa, el sistema americano de "R & D Limited Partnership" (Sociedad Limitada de Investigación y Desarrollo) y las distintas medidas de estímulos permitían a las nuevas sociedades recoger fondos para una operación específica sin dejar de ofrecerle al inversor ventajas suficientemente atractivas (fundamentalmente estímulos fiscales) que le permitían tomar riesgos calculados. Este flujo inicial a favor de las biotecnologías se desvaneció rápidamente cuando los medios financieros que esperaban una rápida recuperación de sus inversiones se percataron de que los



plazos de comercialización de los nuevos productos de las biotecnologías serían más largos que los inicialmente previstos.

Llegó el momento entonces para que los grandes grupos industriales se situaran en terreno más firme ante estas "pequeñas" iniciativas tecnológicas que, indudablemente, habrían de modificar sus posiciones comerciales y su capacidad competitiva. Después de un período inicial de observación y de relaciones contractuales con estas nuevas empresas tecnológicas, las grandes empresas se dotaron de sus propios laboratorios de investigación, sin dejar de adoptar numerosas estrategias para tener acceso a los resultados de las investigaciones estatales y privadas. Durante la década de los ochenta, vemos así las primeras señales de consolidación de control de las NFB más dinámicas, ya sea debido a la dependencia de los contratos de Investigación y/o Desarrollo, o ya sea debido a la pura y simple filialización de estas empresas mediante su readquisición por los grandes grupos, solos o asociados.

La toma de conciencia de los europeos del interés y de las posibilidades ofrecidas por las empresas de capital de riesgo se produce, por lo tanto, en el momento en que se confirman las tendencias y cuando las oportunidades para los recién llegados son menores, si bien los nuevos productos y procedimientos se encuentran aún lejos de los mercados. Entre 1980 y 1985, Francia y Gran Bretaña ponen a disposición de los inversores los instrumentos necesarios para la creación de pequeñas empresas de tecnología y proceden a la modernización de los instrumentos bancarios tradicionales que, asociados con la industria, serán los promotores de la creación de empresas. Sin embargo, el fenómeno tan esperado de creación de nuevas empresas en el campo de las biotecnologías no tuvo continuidad en Europa.

El Estado adoptó estas medidas de estímulo a la innovación con el fin de alentar a las empresas innovadoras a nivel nacional. En Europa se vieron frenadas a menudo por la pequeña dimensión de los mercados nacionales. Estados Unidos dispone de un mercado interno de 250 millones de personas. Esto es potencialmente similar al caso de Europa, con 320 millones de habitantes, pero dista mucho de ser una realidad. La fragmentación de Europa en 12 países de la Comunidad, o en 18 países del Consejo de Europa, que cuentan a menudo con legislaciones diferentes, no permite, en efecto, que los productos con un fuerte valor agregado, fabricados en pequeñas cantidades y

que exigen fuertes inversiones, tengan acceso a un mercado de proporciones suficientemente grandes. Por lo tanto, cuando se trataba de invertir en Europa, debía estudiarse la elección de los productos, así como debía calibrarse detenidamente la dimensión de la competencia internacional y analizar minuciosamente las legislaciones que regían los mercados.

La actitud de los bancos y de los medios financieros sugiere que aún existen recursos importantes para financiar la actividad de Investigación y Desarrollo de las empresas europeas. La ausencia de un "verdadero" capital de riesgo en Europa sigue siendo un factor inquietante.<sup>20/</sup> Sin embargo, la situación parece evolucionar de forma positiva. Se ha creado, o se ha desplazado hacia Europa nuevos fondos de capital de riesgo para las biotecnologías, especialmente en Gran Bretaña y, más recientemente, en Francia.<sup>21/</sup> Ya no se trata tanto de simplemente apoyar las iniciativas en sus respectivos países (o en Estados Unidos) sino también de volcarse hacia otros países europeos. Las empresas privadas y los venture-capitalists siempre estarán, a pesar de todo, más preocupados por la competitividad de sus compromisos financieros que de "europeizar" sus actitudes.

#### IV. LOS PROGRAMAS DE COOPERACION EUROPEA

La construcción de Europa se ha visto jalonada por numerosos programas de investigación y cooperación científica, tecnológica e industrial. En esta parte, deseáramos describir la notable evolución que, a lo largo de 20 años, han experimentado los programas europeos en el campo de las tecnologías, particularmente de los organismos vivos.

La construcción de una federación europea, inspirada en el modelo de Estados Unidos, había llegado a sus límites. En la actualidad ha surgido un modelo nuevo, y es verdad que, si bien no está aún del todo definido, una mirada atenta podrá distinguir sus características esenciales. Destacaremos particularmente tres instancias claves que han marcado las etapas de la construcción de la Europa de las ciencia y la tecnología en el campo de la biología y las biotecnologías: la construcción mancomunada de laboratorios, los programas de cooperación destinados a reforzar la infraestructura de investigación, y los programas a "geometría variable".

##### A. EL LABORATORIO EUROPEO DE BIOLOGIA MOLECULAR

El Laboratorio Europeo de Biología Molecular (LEBM) fue una de las primeras iniciativas europeas, sino la primera, destinada a estimular la investigación fundamental en biología, otorgando facilidades para proyectos de investigación y herramientas (instrumental e informática) que a partir de la década de los ochenta habría de favorecer el desarrollo de un vasto campo científico, tecnológico y económico que denominaremos el campo de las biotecnologías.

En 1973, 10 países firmaron un acuerdo para la creación del Laboratorio Europeo de Biología Molecular (LEBM).<sup>22/</sup> Desde el comienzo de los años sesenta se discutía la idea de un proyecto asociativo de esta naturaleza con el fin de estimular los estudios sobre biología molecular en Europa, siguiendo el ejemplo de lo que el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CEIN), había logrado en el campo de la física nuclear europea. En 1963, durante una reunión de 18 biólogos europeos, cinco biólogos americanos y el Director general del CEIN, se adoptó la decisión de crear la Organización Europea de Biología

Molecular (EMBO), uno de cuyos objetivos consistía en promover la creación de un laboratorio europeo.

Destacados investigadores de la biología fundamental, entre ellos algunos Premios Nobel, se abocaron entonces a la organización de una red de influencias con el fin de divulgar la opinión según la cual, teniendo en cuenta la calidad de sus científicos, la Europa del futuro habría de figurar en un rango privilegiado en el campo de la biología --al mismo título que la física-- bajo la condición de que los esfuerzos aislados de todos los europeos fuesen centralizados. La idea de un laboratorio nuevo que aunara las investigaciones europeas de alto nivel en biología fundamental, mediante la concentración de las capacidades dispersas de los países europeos parecía rica en promesas. Al parecer, el único obstáculo que debía ser salvado era de naturaleza financiera.

Durante varios años la actividad del EMBO consistió en elaborar programas de formación (becas) y de investigación en colaboración, financiados principalmente por la Fundación Volkswagen, y auspiciado por constantes esfuerzos para promover el proyecto de un laboratorio en un nivel de discusión intergubernamental con el fin de obtener las inversiones nacionales requeridas.

Después de la creación del laboratorio, en 1973, la labor científica se desarrolló en distintos locales provisionales, hasta 1978, año de la inauguración de las instalaciones en Heidelberg. Además, se contemplaba la construcción de dos antenas del LEEM, una en Deutsches Elektronen Synchrotron, en Hamburgo, y otra en el Instituto Laue Langevin, en Grenoble (F).

Los objetivos de los programas científicos consistían en lo siguiente:23/

- la capacitación en un pequeño espectro de dominios escogidos (por ejemplo, en biología molecular) aplicando conceptos y métodos moleculares al estudio de la diferenciación celular, de la conservación de la organización subcelular y del mecanismo de vehiculación de las proteínas hacia los organitos específicos;

- desarrollar, mejorar y difundir las nuevas técnicas en la investigación sobre biología molecular, con el fin de favorecer a los científicos de los laboratorios nacionales de los Estados miembros;

- desempeñarse como centro de estudios y de formación especializados en biología molecular, mediante un programa de cursos prácticos, de charlas y de un simposio anual organizado en estrecha colaboración con el EMBO.

En el centro de Heidelberg, el LEBM concentró sus actividades de investigación fundamental en cuatro programas: "estructura y regulación de los genes", "estructura biológica", "biología celular" y "diferenciación" (ver recuadro). Además, el LEBM prestó su apoyo al desarrollo tecnológico vinculado al uso del instrumental bioquímico y biofísico. El LEBM ha inaugurado recientemente un programa de bioinformática que incluye un banco de datos, las investigaciones sobre el análisis de secuencias y las informaciones estructurales y funcionales sobre los ácidos nucleicos y las proteínas. El programa comprende igualmente el funcionamiento y la puesta a punto de las instalaciones generales de informática y de infographie molecular. Las dos antenas que el LEBM posee en Grenoble y Hamburgo se dedican, respectivamente, a aplicar las técnicas de difracción de neutrones mediante el haz de neutrones intenso derivado de un reactor a flujo elevado, y a la aplicación de haces de rayos X sumamente intensos, derivados del sincrotrón de electrones utilizado en la física de alta energía.

Las investigaciones llevadas a cabo con las antenas y en el laboratorio matriz de Heidelberg no son conducidas únicamente por colaboradores del Laboratorio, sino también por numerosos becados, "predoctorados" y "posdoctorados", de nacionalidades no exclusivamente europeas y por numerosos visitantes que permanecen períodos breves, representando a institutos y universidades de los Estados miembros y de otros países. Cerca de 1 000 científicos, provenientes de todo el mundo, visitan anualmente el EMBL, el cual pretende así jugar el rol de centro piloto que le corresponde, capaz de disponer de sofisticados modos de investigación aplicados a los sectores de punta de la investigación biológica, de constituirse como centro de formación para la investigación y de familiarizar, tanto a los jóvenes científicos como a los investigadores más experimentados, con las técnicas de punta en biología molecular.

Parece sorprendente el hecho de que hayan transcurrido 10 años entre la creación del EMBO y la del EMBL. Hay varias razones que explican este retraso. Como ya hemos señalado, si bien la biología molecular podía jactarse de haber

alcanzado recientemente éxitos notables en la comprensión del fenómeno de los mecanismos de los organismos vivos (especialmente el descubrimiento de la doble hélice del ADN y los hallazgos de F. Jacob, J. Monod y A. Lwoff sobre el ARN mensajero y los mecanismos de regulación genética), no podía de ningún modo presentar resultados comparables a los que había alcanzado la física nuclear. Por lo tanto, era necesario convencer, mediante la creación de un lobby poderoso, a los gobiernos de los distintos países europeos. En este sentido, la creación del EMBO, y luego la del EMBL, de hecho confirmaban y aseguraban el reconocimiento público y universal de este nuevo campo de investigación, que se desprendía de las "ciencias naturales" y adquiría autonomía, lo cual había merecido el aplauso del conjunto de la comunidad de los biólogos.

Sin embargo, las dificultades políticas y estratégicas surgidas a lo largo de la elaboración del proyecto habían provocado el retraso de su realización. La primera dificultad fue con las Direcciones de los grandes organismos de investigación, donde se temía que un laboratorio centralizador de las capacidades a nivel europeo acabaría irremediablemente por debilitar los esfuerzos de sus países en ese campo o por absorber la totalidad de los recursos financieros --y los cerebros-- propios de la biología molecular a expensas de otros laboratorios de envergadura (el Instituto Pasteur, el Instituto Max Planck, etc.). La segunda dificultad concernía el emplazamiento del laboratorio europeo.

Más tarde, cuando se creó el EMBL, los países miembros --con la excepción de la República Federal de Alemania, que suele presentar el laboratorio de Heidelberg como un gran logro de la biotecnología alemana-- comenzaron a preguntarse por los beneficios que les reportaba la existencia del Laboratorio. Por esta razón, el compromiso de algunos países, especialmente de Inglaterra, con el financiamiento del Laboratorio fue puesto en tela de juicio en numerosas ocasiones.

En efecto, durante aquel intervalo --y bajo la presión de los descubrimientos y las posibilidades de recombinación genética de los microorganismos descubiertos en los años setenta-- los países habían lanzado o reforzado en forma independiente sus propios programas en materia de genética y de biotecnología. Se trataba de saber, a partir de entonces, si convenía

financiar un laboratorio en común que, paradójicamente, significaría redoblar los esfuerzos de cada país. La fundación de un sólo laboratorio transnacional tenía sentido cuando los centros de mayor reputación en materia de biología molecular se veían desfavorecidos en relación a las "ciencias estratégicas". Ahora se trataba de saber si aún tenía sentido cuando, ante las inmensas posibilidades de la ingeniería genética, los laboratorios nacionales habían sido favorecidos progresivamente con los mejores créditos para la investigación, lo cual auspiciaba una disminución de las investigaciones básicas en cada país. En cualquier caso, la dinámica asociativa no podía ser totalmente desmontada y, en última instancia, los logros alcanzados por el EMBL siempre han sido reportados como superiores a la suma de las inversiones de cada país en el Laboratorio. En algunas ocasiones todo esto planteó numerosas dificultades y negociaciones.

Una de las mayores desventajas de este programa de cooperación radica en su incapacidad para atraer a los jóvenes investigadores europeos, obligados a elegir, para su formación de doctorado y posdoctorado, de duración mediana y de largo plazo, entre Europa y los Estados Unidos. De hecho, no son pocos los países que han señalado las dificultades que han experimentado para cumplir con la cuota de investigadores que podrían emprender una formación de alto nivel en Heidelberg. El prestigio de los centros de investigación y de las universidades norteamericanas difícilmente podía ser contrapesado por el de un laboratorio europeo demasiado nuevo que aún no ha dado muestras de su valor. La propia utilidad de Heidelberg como modelo de cooperación europea no había sido puesto suficientemente de relieve. Su logro principal consistía, en última instancia, en la gran calidad de los breves seminarios de formación que organiza regularmente.

El laboratorio central de Heidelberg puede difícilmente funcionar como sustituto de las iniciativas nacionales. Puede poner a disposición de los países miembros sus instrumentos de investigación y estimular, como contrapartida, la instalación de poderosas estructuras de importancia equivalente en los laboratorios nacionales. El EMBO y el EMBL llevan a cabo, con resultados bastante tangibles, breves cursos de formación con el objeto de difundir las técnicas y métodos desarrollados en el EMBL.

La creación de laboratorios comunes respondía a la necesidad que tenía la Europa de los años setenta de afirmar su independencia, de adquirir un rango internacional y de establecer simbólicamente la importancia que le asignaba a la investigación como vector de desarrollo en la Europa de las tecnologías. El surgimiento de la ingeniería genética y las nuevas posibilidades que ofrecía, tanto en el plano de la investigación como en los diferentes sectores de aplicación económica, exigían que fuesen instituidas nuevas medidas y se reuniesen recursos complementarios con el fin de hacer más operacional la investigación ante las posibilidades abiertas por estos descubrimientos.

#### B. LOS PROGRAMAS DE COOPERACION COMUNITARIAS

La Comisión de las Comunidades Europeas debía, por lo tanto, proponer la ejecución de un programa de cooperación en el campo de las tecnologías de los organismos vivos. Estos planes no vieron la luz sin dificultades. Desde 1976 se había lanzado la discusión, y en 1979 la Comisión de las Comunidades Europeas propuso un primer programa de investigación y de formación en el campo de la ingeniería biomolecular, programa que sólo fue aprobado por el Consejo en diciembre de 1981. Se le dotó con un presupuesto de ocho millones de Ecus.<sup>24/</sup> Una vez revisado en 1983, se le asignó un monto suplementario de siete millones de Ecus.<sup>25/</sup>

El programa comunitario de biotecnologías de hecho se realizó en varias etapas. Un análisis sintético definiría estas tres etapas: una fase de estudios y de definición de las perspectivas, un primer programa experimental y un programa llevado a término. Examinadas más detalladamente, las tres instancias son, de hecho, más complejas.

##### 1. Definición de las necesidades europeas y prospectivas

El programa FAST (Forecasting and Assessment in Science and Technology —Prospectivas y evaluaciones en ciencia y tecnología) comenzó en 1978. Su principal tarea consistía en definir el panorama de los futuros posibles de la tecnología en Europa y en evaluar el impacto económico, social y cultural a mediano y largo plazo. Se impulsó así un estudio prospectivo con el fin de



describir las consecuencias sobre el crecimiento, el empleo, la capacitación, los modos de vida, los principales adelantos surgidos de las nuevas tecnologías y las repercusiones sobre los sistemas técnicos y socioeconómicos. La primera fase del programa, FAST I (1979-1983) centró su atención sobre tres temas: trabajo y empleo, la sociedad de la información y la "bio-sociedad".

Una parte importante de los recursos fue destinada a investigaciones mediante subcontratos, de las actas de los seminarios y talleres, distribuidas gratuitamente tras simple solicitud. El subprograma Bio-sociedad, por ejemplo, reunió a 11 centros de investigación alrededor de cuatro grandes temas: las estrategias de desarrollo comunitario de las biotecnologías, el rol del trabajo y de la capacitación en el crecimiento de las "bio-industrias", la aceptación social de las biotecnologías y su impacto en los países del Tercer mundo.

Los numerosos análisis, reunidos en cerca de 100 informes de investigación y abarcando unos 50 centros europeos en los tres sectores escogidos, demostraron globalmente que la política de investigación y desarrollo de los países europeos, nacida de la crisis de los años setenta, visualizaba deficientemente los problemas de fines de siglo. Sin embargo, surgieron múltiples proposiciones que permitían reorientar la intervención de la Comunidad a la luz de cinco grandes líneas maestras:<sup>26/</sup>

a) apoyar y estimular la consolidación y la renovación de las bases industriales europeas, utilizando como eje de acción el conjunto de las "energías agroquímicas" así como el conjunto de la "electrónica del espacio";

b) contribuir a la concepción y al desarrollo de una infraestructura para los servicios de los próximos treinta años, especialmente en las telecomunicaciones;

c) continuar la transformación del empleo y facilitar el desarrollo de nuevas relaciones entre el hombre y la máquina;

d) inspirar y estimular el desarrollo del potencial científico y tecnológico de los países del Tercer mundo;

e) proporcionar a la Comunidad la información necesaria y esencial para ejercer un control adecuado sobre la evolución tecnológica.

Esta labor de prospectiva sirvió como estímulo para ciertas iniciativas en algunos países europeos e indujo a la concepción y aprobación de los

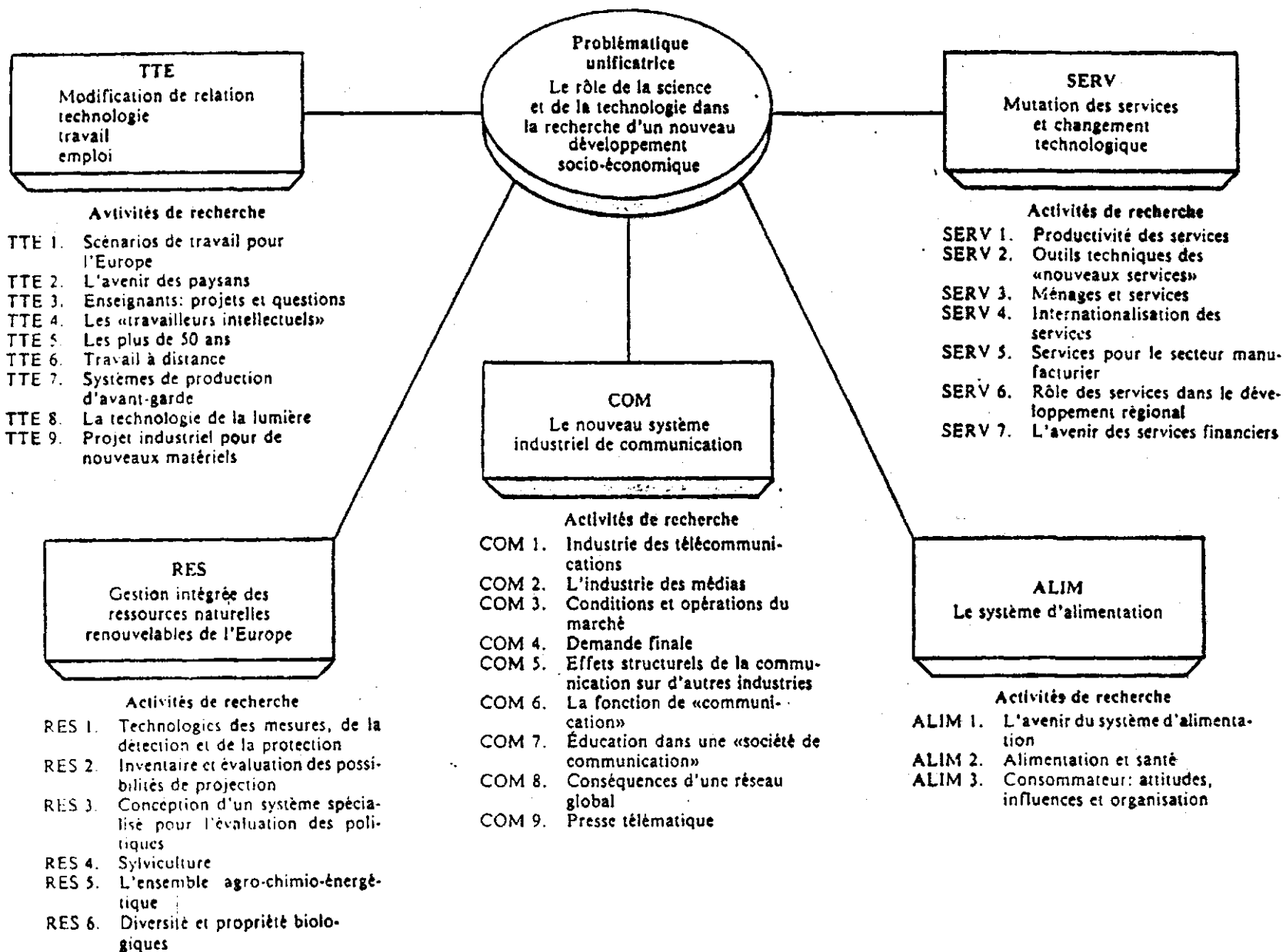
programas de investigación y desarrollo de la Comisión. De hecho, el análisis y las reflexiones sobre estos panoramas prospectivos, en los que habían colaborado ingenieros, tecnólogos, sociólogos y economistas, tuvo efectos muy saludables sobre la profundización de la reflexión. Las nuevas tecnologías ya no respondían a una lógica de ramificaciones puramente empresariales; estaban interconectadas y la dimensión sistémica de su desarrollo se destacaba notoriamente.

Los análisis conducidos en el marco del subprograma "Bio-sociedad" fueron empleados en la preparación del programa BEP sobre biología molecular y en la capacitación de la unidad encargada de la concertación de las políticas comunitarias en materia de biotecnologías (CUBE),<sup>27/</sup> algunos de cuyos miembros acaban de terminar el programa FAST I.

La operacionalización y la ejecución de las recomendaciones de FAST I no significó la desaparición absoluta de los programas de reflexión prospectiva en el seno de la Comunidad europea. El programa FAST II (1984-1987), fue aprobado con el fin de profundizar en la tarea de reflexión de FAST I.<sup>28/</sup> Se trataba de identificar las opciones de desarrollo abiertas por las nuevas tecnologías en campos específicos y de reforzar las bases asociativas del análisis prospectivo. FAST II abordó 38 proyectos de investigación en cinco subdominios: tecnología/empleo/trabajo, servicios, comunicaciones, alimentación y recursos naturales renovables (ver recuadro). También se dio comienzo a un subprograma de estudios y de acciones horizontales, y en el se abordó especialmente los análisis económicos de la cooperación industrial a nivel europeo y los seminarios de evaluación y de prospectivas tecnológicas.

El programa FAST II contaba con un presupuesto de 8.5 millones de Ecus, y se basaba en las investigaciones llevadas a cabo por los miembros del equipo y de investigadores asignados por los Estados miembros, en investigaciones externas establecidas según bases contractuales y con gastos compartidos (76 equipos europeos) y en investigaciones realizadas en el interior de redes organizadas (10 proyectos que reunían 116 investigadores o institutos de investigación de todos los países de la Comunidad). En este sentido, FAST II favoreció la creación de redes de cooperación y también de comunicación entre los Estados miembros, sobre todo a partir de la red "12 + 1", la cual establece el contacto entre FAST y las unidades nacionales designadas por los

## Portefeuille de recherche FAST – Principaux domaines et activités de recherche spécifiques



gobiernos de los Estados miembros con el fin de garantizar la interacción de las actividades del programa con actividades similares emprendidas a nivel nacional.

En lo que concierne a las biotecnologías, la acción de evaluación se ha integrado en el subprograma "Recursos naturales renovables" y, en menor medida, en el de "Alimentación". Los informes que tratan especialmente de la utilización de los suelos con fines no agrícolas han tenido amplia repercusión, incluso en los sectores industriales.<sup>29/</sup>

El sistema de evaluación y prospectiva ha evolucionado hacia la coparticipación de la industria, los sindicatos y las autoridades a nivel nacional con el fin de desarrollar la implementación de instrumentos operacionales utilizados para definir las prioridades de la política comunitaria. De todos modos, FAST II ya ha tenido ciertas dificultades en las relaciones con otros servicios y programas de la Comisión ya incorporados en políticas concretas, además de otros conflictos con estructuras equivalentes implantadas en los Estados miembros. A pesar de ésto, todas las evaluaciones del programa demostraron que era indispensable continuar con el esfuerzo de reflexión y prospectiva tecnológica, a la vez que intentar perfeccionarla y darle un carácter más operacional.<sup>30/</sup> Era necesario especialmente reforzar las tareas relacionadas con la ciencia y la técnica y afinar la especificidad y la utilidad de la prospectiva mediante el desarrollo de los análisis "globalizantes" y los estudios de las interacciones del tipo ciencia/tecnología/economía/sociedad. Así, junto a los análisis de impacto, era necesario desarrollar análisis más estratégicos "a la demanda", al compás de la evolución del programa-marco (1987-1991) de investigación y desarrollo de la Comunidad.

Estas tareas están, a partir de ahora, más delimitadas y a la vez más integradas en el MONITOR, un programa de tres partes que abarca el período 1988-1992, y que cuenta con un presupuesto de 22 millones de Ecus.<sup>31/</sup>

La primera parte se refiere al análisis estratégico y de impacto. El SAST (Strategic Analyses in the Field of Science and Technology —6.5 millones de Ecus--) dirigirá los estudios de impacto tecnológico, industrial, socioeconómico y ambiental, así como análisis "dirigidos", con el fin de echar luz sobre las opciones estratégicas en materia de política científica y

tecnológica y sobre las posiciones que podrían adoptar, ante esas opciones, los distintos actores implicados, dentro y fuera de la Comunidad.

La segunda parte del programa corresponderá a la prospectiva, y se le conocerá como FAST (10.5 millones de Ecus). Su objetivo consistirá en describir las relaciones globales entre cambio científico y tecnológico y desarrollo socioeconómico a largo plazo en los países europeos.

La tercera parte versará sobre las metodologías de evaluación de la investigación y el desarrollo. El SPEAR (Support Programme for the Evaluation Activities in the field of Research --5 millones de Ecus--) cumplirá una tarea de carácter transversal, con el objetivo de afinar los instrumentos de evaluación disponibles.

Las actividades de reflexión prospectiva sobre las nuevas tecnologías en la Comisión de la Comunidad Europea, a lo largo de 10 años, han tomado un nuevo sesgo. El importante trabajo llevado a cabo por FAST I, especialmente en el subprograma "Bio-sociedad", ha creado las condiciones para un diálogo internacional europeo, reuniendo a tecnólogos, economistas y sociólogos. Echó las bases de una perspectiva sistémica, tanto a nivel de las disciplinas como de los países y ha permitido la expresión de diferentes puntos de vista. Sobre todo, ha permitido diseñar las grandes orientaciones de los programas futuros y crear un ánimo colectivo que favorece el desarrollo de esos programas. FAST II no fue más que una etapa intermedia que estableció ciertos puntos de referencia que seguramente volverán a ser utilizados más tarde, por ejemplo, en el marco de un estudio sobre el futuro de la agricultura en Europa o sobre la desertización de los territorios europeos. ¿Logrará este nuevo programa de MONITOR establecer un diálogo fructífero con los distintos programas de la Comisión con el fin de prestarles ayuda a la hora de tomar las decisiones? Quizás se convierta en un apéndice incomprendido y se vea obligado a seguir a solas su trabajo de prospectiva, considerado redundante a la luz de las decisiones ya tomadas y de las orientaciones de los programas tecnológicos, en gran medida ya determinados actualmente.

## 2. Un primer programa de cooperación en biotecnología: el BEP

Los estudios y las investigaciones en el marco del programa FAST I demostró que el sector agrícola y el agro-alimenticio en Europa corrían el riesgo de encontrarse en malas condiciones si no se realizaba un esfuerzo importante. El programa BEP (Biomolecular Engineering Programme) destinó, como es de suponer, una parte de su actividad a estos sectores. El temor de un afianzamiento de la superioridad de Estados Unidos y el surgimiento de Japón en la industria de las proteínas orientó claramente el carácter de la intervención comunitaria. El objetivo del programa, según la opinión de sus autores y de los expertos, debía llenar el vacío creado por la escasa capacidad del sector agro-industrial europeo de responder a la rápida evolución de la bioquímica moderna y la genética molecular.<sup>32/</sup> Los objetivos generales del BEP consistían principalmente en elaborar métodos de producción más eficientes y más seguros, y en la fabricación de productos agrícolas y bio-industriales de mejor calidad.<sup>33/</sup>

Se hizo hincapié principalmente en dos actividades: la investigación y la capacitación. La primera recibió el apoyo de contratos de cooperación plurianuales. Así, la Comunidad financió, en un 50%, 63 proyectos de 103 laboratorios estatales. En el siguiente recuadro se observa una muestra representativa de las colaboraciones. Los contratos de investigación versaban tanto sobre el intercambio de materiales y de investigadores como sobre la utilización en común de las infraestructuras o la integración de los proyectos. En el plano de la agricultura y del sector agro-alimenticio, se destacó particularmente la importancia de cinco materias:<sup>34/</sup>

- La implantación de los bioreactores de la segunda generación para la destoxificación y las investigaciones sobre tecnología con el fin de garantizar una mayor estabilidad en las enzimas y las células inmobilizadas: 18 laboratorios.

- La valorización de los productos vegetales, especialmente de la celulosa lignea: 11 laboratorios.

- El perfeccionamiento de los productos destinados a la ganadería y a las industrias del sector alimenticio: 29 laboratorios.

## COOPERATION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES CONTRACTANTS DU PROGRAMME BEP

Sectors of BEP	Location of laboratories	Topics for cooperation
Sector 1	Toulouse + Zeist London + Zeist Braunschweig + Zeist	Phosphorylated sugars Hydrophobic polymers Hydrophobic polymers
Sector 2	Cork + Ede + Groningen + Kiel + Shinfield Rome + Orsay Jouy-en-Josas + Galway Munich + Dublin	Cloning in Streptococcus for dairy processes Plasmid vectors in yeast genera Milk protein genes Cloning in Staphylococcus
Sector 3	Göttingen + Musselburgh Bruxelles + Lyon + Marseille + Paris	Anaerobic bacteria Pecto-cellulolysis in Erwinia
Sector 4	Dijon + Norwich + Louvain-la-Neuve Leiden + Rome Orsay + Rome Harpenden + Orsay St. Genesius Rode + Harpenden Aarhus + Bielefeld + Castanet-Tolosan + Leiden + Norwich + Paris Amsterdam + Nottingham + Wageningen Aarhus + Bielefeld Aarhus + Gent Harpenden + Leiden Bergamo + Köln Amsterdam + Gent	Cytoplasmic male sterility Ri plasmid vectors Ri plasmid vectors Ri plasmid vectors Plant biochemical mutants Exchanges of Rhizobium strains and plasmids Protoplast fusion and micro-injection Nodulin genes Ti plasmid vectors Ti plasmid vectors Transposable elements in maize Isolation and regulation of genes in Petunia

- El mejoramiento de las plantas y de los microorganismos de importancia para el agro: 54 laboratorios.

- El desarrollo de métodos para la detección de contaminantes y la evaluación de riesgos relacionados con la ingeniería biomolecular: 2 laboratorios.

Para la política de capacitación del programa BEP, se otorgó becas a 77 científicos para una capacitación de uno a dos años en laboratorios fuera de sus países de origen. Se otorgó la gran mayoría de las becas a investigadores experimentados (un total de 72), con una dieta mensual de 1.711 Ecus. Por otro lado, los laboratorios anfitriones recibían 10.000 Ecus al año en concepto de gastos de funcionamiento. Globalmente, el nivel de las becas fue considerado satisfactorio, al igual que la calidad de los resultados obtenidos por el programa de capacitación.<sup>35/</sup>

Resulta difícil saber si el principal objetivo del BEP --la eliminación de los cuellos de botella que obstaculizaban la explotación industrial de la biología moderna-- fue efectivamente cumplido. El carácter pre-competitivo de los proyectos sólo atrajo, en realidad, a unos pocos empresarios. Sin embargo, se logró sentar las bases de una cohesión transnacional en los programas de investigación a largo plazo.

Así, en el marco de este programa, se pudo llevar a cabo investigaciones básicas, como es el caso del clonaje genético de los estereptococos de las lecherías empleados en la fabricación de quesos, o la transformación de las especies monocotiledóneas mediante un vector derivado de un plasma de Agrobacterium. 16 laboratorios aislaron e identificaron, a nivel molecular, más de 20 genes de células vegetales, y codificaron ciertas propiedades importantes, tal como las propiedades nutritivas de los cereales y las leguminosas, la resistencia a los insectos y la producción de metabolitos secundarios.<sup>36/</sup>

La escasa participación de las empresas se debe a razones tales como el pequeño monto de los contratos (una media anual de 50.000 Ecus por investigador), la falta de información, la negación de los empresarios a participar en proyectos de cooperación con competidores reales o potenciales. En cualquier caso, las industrias se habrán beneficiado del mejoramiento de la capacidad científica, de la integración europea en el plano de las



biotecnologías y de un espíritu que apoyaba la proyección de las políticas en el futuro.

El BEP era sobre todo un programa experimental que disponía de un presupuesto limitado, en relación a lo que se destinaba a otros sectores, como la informática. Sin embargo, logró demostrar su utilidad en el campo de la capacitación y de la implantación de infraestructuras para la investigación a nivel europeo. El programa BAP (Biotechnology Action Programme) le sucederá y seguirá adelante con sus planes.

### 3. El "Biotechnology Action Programme"

El segundo programa de la Comunidad en biotecnología fue propuesto por la Comisión en 1984, cuando el BEP aún no había terminado. A la adopción de proyectos puntuales de colaboración en la investigación le sucedía el planteamiento de un programa de acción estratégica. El BAP --Programa de Acción Biotecnológica-- fue aprobado en marzo de 1985. Fue financiado con un presupuesto de 55 millones de Ecus.<sup>37/</sup>

Este programa fue revisado en junio de 1988, respondiendo a una decisión del Consejo que acordó un suplemento de 20 millones de Ecus, debido al ingreso de España y Portugal en la Comunidad Europea y con miras a intensificar la capacitación, las actividades destinadas a la evaluación de riesgos en biotecnología, a las tecnologías de la información <sup>38/</sup> y a la difusión de informaciones sobre los esfuerzos desplegados a nivel comunitario.<sup>39/</sup> A este monto debía sumarse un presupuesto suplementario de 15.5 millones de Ecus provenientes de los presupuestos de cada país y de otros sectores a nivel nacional.

El programa conservaba, explícitamente, su carácter pre-competitivo, recogía los principales objetivos del programa BEP y se proponía establecer una infraestructura favorable a la investigación sobre las biotecnologías en Europa. Así, el programa BAP ampliaba el marco de acción del BEP mediante el reforzamiento de los lazos de cooperación entre los laboratorios de investigación, lo cual incluía las medidas contextuales y las actividades de concertación.

Las medidas contextuales constituyen, como se ha visto, una parte importante del programa BAP. En efecto, la organización de la información es un elemento esencial en el progreso de las ciencias y las tecnologías naciescentes. Además de reconocer la amplitud de las inversiones en el dominio de sistemas expertos y de la construcción de computadores "special-purpose", la Comisión emprendió una acción más amplia, denominada "bio-informática", que abarcaba las tecnologías de recogida de datos, de tratamiento, de almacenamiento e intercambio de información. Entre las materias que debían ser desarrolladas, se incluía la organización de bancos de datos capaces de analizar e investigar el material biótico,<sup>40/</sup> además de la implantación de sistemas expertos para la concepción apoyada por ordenadores en el campo de la biología y del "protein engineering", entre otros.<sup>41/</sup>

Además, el programa BAP se interesa en la implantación de colecciones de cultivos y bancos de genes, con el fin de poner a disposición de los investigadores colecciones de material biótico, tales como los microorganismos, la reproducción de células y los tejidos vegetales y animales, etc. Las necesidades son evaluadas en relación a otros organismos competentes en la materia en cada uno de los sectores,<sup>42/</sup> y se ha adoptado medidas tomando en cuenta las disposiciones ya aplicadas en el caso de los bancos de recursos genéticos vegetales, o disposiciones nuevas que versan sobre las colecciones de cultivos y de microorganismos.

La cooperación en el campo de las biotecnologías fundamentales abarca seis ámbitos de investigación: ingeniería enzimática, células vegetales, microorganismos, células animales, toxicidad in vitro y evaluación de los riesgos. Las colaboraciones fueron estimuladas con el fin de reunir una media de 2.8 laboratorios por proyecto, es decir, contando siempre con al menos dos Estados miembros por proyecto.

El conjunto de estos proyectos se reparte del siguiente modo:<sup>43/</sup>

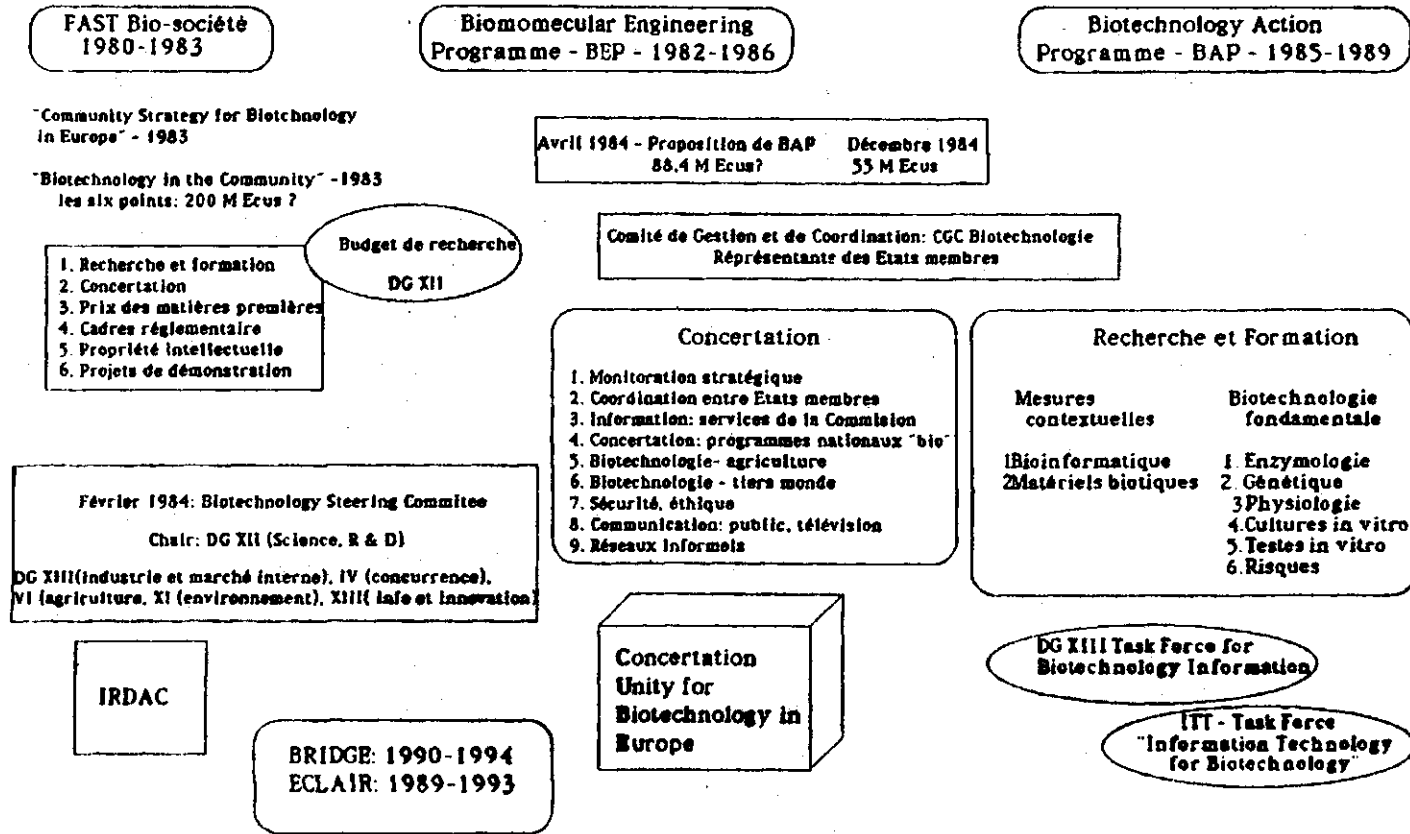
	<u>Proyectos</u>	<u>Laboratorios</u>
<b>Medidas contextuales</b>		
Bio-informática	12	42
Material biótico	5	13
<b>Biotechnologías básicas</b>		
Ingeniería enzimática	17	45
Cultivos vegetales	23	64
Microorganismos	13	35
Evaluación de riesgos	3	7
Células animales	16	40
Toxicidad <u>in vitro</u>	6	16
<b>TOTAL</b>	<u>95</u>	262

Hay otros proyectos impulsados a partir de 1987 que, en el campo específico de la ingeniería de proteínas, deben ser señalados. Reunen a los principales laboratorios de los países europeos con una vasta tradición en estas investigaciones. El BEP había firmado 103 contratos con los laboratorios europeos, de un total de 293 demandas, mientras que el BAP recibió 1 357 proposiciones de los laboratorios europeos. Esto parece indicar que la dinámica europea en el campo de las biotecnologías se ha puesto en marcha.

#### 4. Los futuros programas comunitarios en biotecnologías

Siguiendo las directrices del programa BAP, que llega a su término en 1989, tanto los expertos de la Comisión como los diferentes grupos de investigación científica e industrial que la apoyan, trabajan en la descripción de las nuevas necesidades y objetivos de la biología y la bioquímica. Los resultados de sus trabajos deberían recogerse en el próximo programa comunitario, conocido con el nombre de BRIDGE --Biotechnology Research for Innovation, Development and Growth in Europe--. Este cubrirá el periodo 1990-1994, y contará con un presupuesto del orden de 100 millones de Ecus,<sup>44/</sup> superior en relación al programa BAP, pero muy lejos de las demandas de los grupos consultantes como el IRDAC, el cual pedía un presupuesto de 250 millones de Ecus.<sup>45/</sup>

## Les Biotechnologies dans la Commission des Communautés Européennes



El 15% de los proyectos de investigación financiados por el BAP estaban destinados a socios industriales, y el programa BRIDGE tiene la intención de aumentar considerablemente esa proporción de colaboraciones. Para ésto se basará principalmente en una fórmula ideada en el marco del BAP y que dio muy buenos resultados: los "laboratorios europeos sin muros". Se trata de asociaciones internacionales que reúnen a equipos multidisciplinarios de investigación y que trabajan con un objetivo definido. Como lo señalan los funcionarios de la Comisión encargados del programa BAP:46/ "Un laboratorio sin muros es, en realidad, algo más amplio que un simple contrato de cooperación pero algo más pequeño que un programa de investigación. Dado que no tiene personalidad jurídica puede oscilar, con toda la flexibilidad necesaria, entre los límites legales de la actividad encuadrada en un contrato y un programa (...) ¿Por qué 'sin muros'? Porque de entrada está abierto a todos los investigadores capaces de contribuir a la actividad común, sin que se les discrimine por su filiación universitaria o industrial".

Tres características del sistema "Laboratorios europeos sin muros" parecen definir las reglas prioritarias para el financiamiento del futuro programa BRIDGE: libre flujo de la información científica; intercambios sistemáticos y organizados de materiales, datos e investigadores; y planificación y evaluación mancomunada de las actividades. Sin ser novedosa, esta medida señala un giro hacia la cooperación multilateral que privilegia una estrategia global de investigaciones por encima de las cooperaciones mayoritariamente bilaterales, como es el caso del BEP y el BAP, programas que se apoyaban fundamentalmente en la figura de los investigadores.

Entre los proyectos que ya han sido lanzados y que podrían constituir el embrión de este programa, podemos citar diversos campos en los que hay socios industriales implicados:47/

- Genética molecular de las mitocondrias en relación con el mejoramiento de las cosechas. (Groupement d'intérêt économique Club 5, Groupement d'intérêt économique betteraves industrielles, la Société Européenne de Semences --SES-- , Prutec, Zaadunie, Association des Créateurs de Variétés Fourragères).

- Biotecnología celular para el mejoramiento de las cosechas. Transferencia de genes de resistencia al virus de la manzana mediante fusión

somática. (Vanderhavan, ICI, SES, InPla, AGC, Adar, Rhône Poulenc Agrochimie, Sanofi, Roussel-Uclaf).

- Biología molecular de proteínas de semillas de cereales. Aislamiento del clon de un gene del trigo para el control de la modalidad de almacenamiento de los genes. (AGC, Carlsberg, Friedrich Weissheimer Malzfabr).

- Microorganismos de interés industrial para las industrias de productos lácteos. (Express Food Ltd., Imperial Biotech Ltd., Unilever Research, Cooperative Stremsel, Kleurselfabriek, Cheese Manufacturers Association, Hansens).

- Transformación genética de las células animales. Estudio de los vectores de minicromosomas y de vectores lineales (Solvay).

De manera más detallada, destacamos los principales temas que formarán la estructura del programa ERIDGE:

Contextos prioritarios para los proyectos científicos.

1. Infraestructura.

Colecciones de cultivos/Recogida y análisis de datos biotecnológicos.

2. Tecnologías de base.

"Protein design" y "molecular modelling"/"Biotransformation"/Mapa genómico, secuencias de genomas, nuevos métodos de clonaje.

3. Investigaciones orientadas.

Fisiología y genética molecular de microorganismo industriales/Biología básica de las plantas y de organismos asociados/Biotecnología de las células animales.

4. Investigaciones normativas.

Evaluación de la seguridad en relación a la liberación de microorganismos genéticamente modificados/Evaluación in vitro de la actividad de moléculas tóxicas y farmacéuticas.

Proyectos transeuropeos de gran dimensión.

1. Secuencias del genoma de las levaduras.

2. Sistema automatizado de alta resolución para la identificación de microorganismos.

3. Genes de nuevas plantas (*Arabidopsis thaliana*).

4. Estudios de enzimas que favorecen la activación en oxígeno durante la biotransformación.

5. Desarrollo de técnicas destinadas a proteger la diversidad genética de los animales domésticos.
6. Biotecnología de bacterias productoras de ácido láctico.
7. Manipulación de las plantas superiores en el momento de la florescencia y durante el ciclo reproductivo.
8. Caracterización de lipasas y de fosfolipasas para aplicación industrial.

Junto a este programa BRIDGE, y paralelamente, se encuentra en preparación un segundo programa de investigación en biotecnologías. Este programa, el ECLAIR --European Collaborative Linkage of Agriculture and Industry through Research-- cubrirá el período 1988-1993. Forma parte de un conjunto de "programas de investigación, desarrollo y demostración con gastos compartidos", e incluye, por ejemplo el programa FLAIR --Food-Linked Agro-Industrial Research-- (25 millones de Ecus), de medicina y agriculturas tropicales --Science and Technology for Development-- (80 millones de Ecus), utilización de recursos y competitividad agrícola (55 millones de Ecus).

El programa ECLAIR trata esencialmente de la sexta actividad prioritaria aprobada para el desarrollo agro-industrial, es decir, el financiamiento de proyectos de demostración destinados a poner en práctica las biotecnologías. El programa, propuesto a fines de 1987 centraba sus objetivos en el desarrollo de "sistemas en los que los resultados de las investigaciones específicas y de desarrollo tecnológico estarían integrados gracias a otras actividades complementarias de investigación y desarrollo, con el fin de procurar nuevas materias primas al sector industrial y nuevos puestos de trabajo en la agricultura.<sup>48/</sup> Así, este programa pretende acelerar la evaluación de los proyectos de investigación más prometedores así como demostrar su viabilidad económica o definir las modificaciones necesarias para asegurar esa viabilidad. Las medidas contempladas incluyen la estimulación de los proyectos cooperativos, becas de capacitación para la movilidad de los investigadores y la ejecución de las tareas de coordinación. Además, a diferencia de otros programas, ECLAIR estipula como obligatoria, al menos en términos financieros, la participación de empresas industriales o agrícolas.

Desde 1986 se perfilaban los proyectos de exploración, de demostración, de inventario de recursos y de estudios que debían ser estimulados:

- Ensayos en invernaderos y en campo abierto de las plantas propuestas para ser inscritas en el catálogo de variedades (después de haber obtenido el certificado de protección jurídica), particularmente aquellas plantas desarrolladas total o parcialmente mediante nuevas técnicas de transferencia genética, con el fin de someter a prueba su capacidad en ensayos a mayor escala;

- Demostración, en el plano de la explotación agrícola, de las plantas propuestas para ser inscritas en el catálogo, y que hayan dado resultados prometedores en parcelas de ensayo, con el fin de medir sus prestaciones agronómicas, la resistencia a los parásitos y sus posibilidades de utilización industrial en condiciones prácticas;

- Inventario de la calidad de los suelos de la Comunidad para evaluar su capacidad de recibir plantas de sustitución.<sup>49/</sup>

- Estudio destinado a apreciar las posibilidades de utilización de las tecnologías de información para mejorar la productividad de los predios agrícolas;

- Afinamiento y demostración de sistemas de cosecha de la planta entera y de sistemas de fraccionamiento y refinamiento a nivel de los predios agrícolas o a nivel local con el fin de desarrollar métodos de recuperación de todos los componentes vegetales para convertirlos en formas adecuadas para nueva utilización.

- Afinamiento y demostración de sistemas que permitan utilizar los productos agrícolas durante todo el año.

Algunos de estos temas no están directamente relacionados con las biotecnologías, aunque éstas intervienen en casi todos los niveles. Una encuesta en los medios agrícolas, industriales y científicos en 1986 permitió recoger 266 sugerencias entre los empresarios, de un total de 856 respuestas que representaban un financiamiento de 625 millones de Ecus.<sup>50/</sup> Dado que esta demostración de interés superó todas las expectativas, se acordó que la Comisión procediera a seleccionar rigurosamente las proposiciones y orientase su actividad hacia proyectos de gran envergadura cuyos presupuestos podían oscilar entre 2 y 8 millones de Ecus.<sup>51/</sup> Hay tres sectores susceptibles de beneficiarse de esos presupuestos:



1. La producción y las pruebas de evaluación de especies u organismos vivos. Esta actividad debe versar sobre los ensayos, a una escala apropiada y en diversas condiciones, de especies u organismos nuevos o modificados (plantas, ganadería u otros). Se otorgará preferencia a aquellos proyectos que tuviesen en cuenta las exigencias de la transformación industrial o a aquellos que tengan efectos positivos en el campo de la nutrición animal.

2. Los productos industriales y los servicios. Se estimulará:

a) la producción de abonos más eficaces y específicos para la agricultura, teniendo en cuenta el mayor rendimiento junto a los efectos sobre el medio ambiente;

b) la puesta a punto de procedimientos de extracción, de producción y de transformación más específicos y eficaces, mediante la aplicación de métodos modernos a tecnologías tradicionales.

3. Enfoques integrados. Esta área reunirá proyectos que versen sobre, por ejemplo, cómo proceder a la cosecha de la planta entera, teniendo en cuenta la transformación industrial de tal manera que cada una de sus partes tenga una utilización económica. Estos proyectos integrados podrán comprender igualmente la utilización de la informática, de la automatización o de los procedimientos mecánicos controlados por ordenador que conduzcan a una racionalización de los trabajos en el campo.

Otro de los programas es FLAIR --Food Linked Agro-Industrial Research--, mencionado brevemente más arriba, que es el complemento del programa ECLAIR. Está orientado hacia el sector agro-alimentario, pero no puede ser realmente considerado como un programa biotecnológico. Sin embargo, conviene citarlo acá, dado que los lazos que ha desarrollado multisectorialmente con las biotecnologías pueden ser numerosos. En efecto, en materia de investigación el programa FLAIR procura desarrollar las relaciones entre los consumidores y los distribuidores del sector agroalimenticio. Presta especial atención al establecimiento de métodos analíticos rápidos en física (óptica, mecánica, ultrasonidos) o en bioquímica, para pruebas de calidad de los productos agroalimenticios; a los métodos de análisis sensorial; a los problemas de higiene; de alimentación y de salud.<sup>52/</sup> Ya hemos visto la importancia otorgada a las investigaciones sobre pruebas y diagnósticos en el campo de las biotecnologías. Han comenzado a encontrar, y encontrarán aún más en el futuro,

## Programmes Communautaires de Recherche

passé

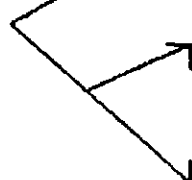
en cours

en projet

**BEP: 1982-1986**  
(génie moléculaire)



**BAP: 1985-1989**  
(biotechnologies)



**BRIDGE: 1990-1994**  
(biotechnologies)

**ECLAIR: 1988-1993**  
(agro-industriel)

**FLAIR: 1989-1993**  
(agro-alimentaire)

mercados en el sector agro-alimenticio. Todos los organismos públicos o privados de la Comunidad Europea, al igual que los países miembros del AELE,<sup>53/</sup> pueden beneficiarse de los presupuestos de FLAIR. Abarcará el período 1989-1993, y tendrá un presupuesto del orden de 25 millones de Ecus.

Estos diferentes programas, que están en fase de elaboración o están a punto de ser adoptados, enfatizan la dimensión industrial de los proyectos. Esto es sintomático de las nuevas orientaciones de la Comisión de las Comunidades Europeas. El progreso científico y tecnológico en el campo de las biotecnologías en la actualidad facilita las condiciones para una escala industrial y ese plano industrial tiende a convertirse en la llave maestra de cualquier proyecto de investigación financiado por la Comisión en el futuro. El IRDAC WP-5 proponía que, en el futuro, incluso la investigación básica tuviese como objetivo una aplicación potencial. La creación del gran mercado europeo en 1993 juega un rol importante en este sentido; y vuelve más necesaria que nunca la existencia de un esfuerzo de concertación en Europa.

##### 5. La concertación en la Comunidad en materia de biotecnologías

Paralelamente a la existencia de los diferentes programas destinados a reforzar la competitividad de los países europeos mediante la aplicación de medidas contextuales o mediante fórmulas de cooperación entre laboratorios, se hizo camino rápidamente la idea de que era necesaria una concertación de los actores.

El programa FAST I había hecho méritos para lograr esta concertación <sup>54/</sup> y, de algún modo, la prefiguraba. La XII Dirección General de la Comisión de las Comunidades Europeas recogió el tema y subrayó en diferentes ocasiones la necesidad de cohesión y de armonización de la gestión pública de la investigación y el desarrollo sobre biotecnologías en los países miembros. Los problemas de la reglamentación jurídica (protección tanto del consumidor como de las empresas) y de la aceptación social de las nuevas tecnologías a menudo fueron objeto de intervenciones de representantes de la comunidad científica, política e industrial <sup>55/</sup> con el fin de reunir las ideas en una reflexión común. Además, se puso de relieve la necesidad de establecer lazos horizontales entre los diferentes servicios de la Comisión y de vincular las

acciones de la Comunidad con las estrategias independientes de los países miembros y con la actuación probable de los actores individuales.

La Unidad de concertación para las biotecnologías en Europa (CUBE) —Concertation Unit for Biotechnology in Europe— fue creada en 1984 e integrada al programa BAP. Esta unidad colabora con el Comité de orientación para las biotecnologías (CGC biotechnologies) y al BRIC (Biotechnology Regulation Interservice Committee), el grupo responsable de la coordinación de las políticas y las actividades biotecnológicas que son de la competencia de varias direcciones generales de la Comisión.<sup>56/</sup>

En realidad, la actividad del CUBE abarca varios temas. El primero es la información. CUBE posee una cantidad importante de información en biotecnologías en su sistema de documentación (CUBEDOC). Hemos subrayado la importancia de estas reuniones de información en un sector donde los socios y los campos de aplicación son numerosos. Además, CUBE participa en los distintos grupos de trabajo sobre las patentes y la propiedad intelectual y también se encuentra comprometido en los proyectos que pretenden que sea considerada la dimensión social de las biotecnologías. Finalmente, y sobre todo, ha sido el promotor del programa ECLAIR, que intenta reunir a la agricultura y la industria en torno a proyectos concretos de demostración. Mediante esta última actividad CUBE adopta la perspectiva de una nueva "asociación entre la agricultura y la industria" para proponer formas de conciliación entre las ventajas del progreso técnico y los graves problemas de la política agraria común.<sup>57/</sup> El rol de la concertación en este caso es algo más que un instrumento de los vínculos entre los servicios Comunitarios, países miembros y socios científicos y tecnológicos; se encuentra en el corazón mismo de la problemática biotecnológica y en su búsqueda de posibles modos de acercamiento entre sectores económicos distintos.

El rol de CUBE es importante, aunque a veces parezca ser marginal.<sup>58/</sup> En efecto, está descentrado en relación al programa biotecnológico en el cual se inscribe, y desarrolla una actividad múltiple que a veces puede verse como un obstáculo para la comprensión de sus objetivos. De hecho, sitúa el análisis estratégico y prospectivo en el corazón mismo de las tareas operacionales en el funcionamiento del programa biotecnológico. El rol de CUBE es esencial

puesto que es político y estratégico. Se desempeña como el verdadero motor de la perspectiva integracionista y sistémica de las biotecnologías en Europa.

Entre las actividades del CUBE, la participación en la definición de un marco jurídico comunitario para el desarrollo de las biotecnologías no es la menos importante. Los problemas de reglamento son, de hecho, problemas claves cuando se trata de crear un espacio favorable a la innovación, a la vez que se asegura la conservación de las normas de seguridad con el objeto de proteger la salud y el medio ambiente.<sup>59/</sup> En ese marco, la Comisión trabaja en estrecha relación con organizaciones tan distintas como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico (OCDE),<sup>60/</sup> el Comité de coordinación de las industrias químicas, (representadas por la SEFIC), la industria alimenticia (representada por la CIIA), los productores de enzimas (representados por la FPI) y las industrias químicas (KIFAB).

En lo que respecta a los problemas de propiedad intelectual, la legislación europea es bastante restrictiva, y no permite, por ejemplo, patentar "variedades vegetales o razas de animales, así como procedimientos esencialmente biológicos para la obtención de productos vegetales o animales; esta distinción no se aplica a los procedimientos microbiológicos ni a los productos obtenidos con estos procedimientos".<sup>61/</sup> Los planes de la Comunidad en este caso pretenden esencialmente influir en la modernización de las disposiciones legales en Europa, y enfrentar en el plano jurídico las dificultades de la competitividad de las industrias europeas.<sup>62/</sup> Una proposición aprobada por el Consejo en octubre de 1988 persigue esta finalidad. Intenta producir una homologación de las normas legislativas europeas en cuanto a los derechos vinculados a la propiedad intelectual y aplicar los resultados de la investigación en biotecnologías. En este plano también es esencial el trabajo de concertación entre los diferentes países, ya que esa concertación subyace como necesidad en el conjunto de los proyectos de cooperación e integración europeos. No puede separársele del trabajo que reúne a los propios hombres, a los equipos y laboratorios, y debe seguir la evolución de la ciencia y la técnica. Por otro lado, su ausencia puede hipotecar peligrosamente el desarrollo del sector y las posibilidades de acercamiento entre los socios.

### C. UN PROGRAMA INDUSTRIAL DE COOPERACION: EUREKA

La cooperación industrial tiende a jugar un rol cada vez más importante en los programas de la Comisión de las Comunidades Europeas. Sin embargo, las inquietudes de los europeos son más grandes. Se trata, en efecto, tanto de crear las condiciones de cooperación entre los laboratorios públicos como de intentar resolver los problemas de reglamentación o de propiedad intelectual o de favorecer el desarrollo de infraestructuras de investigación. El aspecto industrial, independientemente de la importancia que tienda a asumir, sigue siendo marginal, y existen aún algunas dificultades para entenderse, sobre todo en el plano de la definición de los programas. De hecho, la Comisión de las Comunidades Europeas cuenta con la asesoría de diferentes socios para la elaboración de los programas, pero también debe ponderar los distintos puntos de vista con el fin de proponer políticas que cuenten con el acuerdo del mayor número tanto de socios científicos como industriales, tecnológicos o políticos. Una vez que los programas han sido discutidos y aprobados, enmarcan la acción comunitaria y sólo le dejan una relativa autonomía.

La aprobación del gobierno americano de un importante programa tecnológico 63/ con fines militares, aunque susceptible de tener repercusiones importantes en la sociedad civil, ha servido como detonante y ha llevado a una reflexión más amplia acerca de las modalidades de movilización de la infraestructura industrial a propósito de proyectos ya terminados en diferentes campos de las tecnologías avanzadas. Parecía imponerse una nueva filosofía: la combinación entre el liberalismo económico y los planes definidos de los Estados europeos. Esta filosofía probablemente superaba el poder de intervención de la Comisión de las Comunidades Europeas. El Presidente de Francia la propuso en la cumbre de Milán en julio de 1985 bajo el nombre de EUREKA.

El concepto central de EUREKA es el de "geometría variable". Las formas de cooperación establecidas en la Comisión de las Comunidades Europeas parecían demasiado pesadas para los industriales. Dado que se trataba de socios industriales con exigencias particulares de confidencialidad, y teniendo en cuenta las reglas estrictas de la Comisión, que procedía según licitaciones y estaba sometida a las dificultades jurídicas del contrato tipo,

no podían ser aplicadas, por lo cual convenía dar a los industriales una gran libertad en lo que se refería a la elección de los temas sobre cooperación, a los socios, a los objetivos y a las formas de cooperación. Las tecnologías que esta cooperación interindustrial deseaba apenas fueron enunciadas: la producción y la robótica, la informática y las telecomunicaciones, la microinformática, los nuevos materiales, la biotecnología, el urbanismo y el medio ambiente, y la oceanología. Los gobiernos sólo intervenían cuando lo solicitaba uno de los socios industriales para poner término a un proyecto de investigación en común, para que hubiera consenso sobre el rótulo EUREKA y para aportar financiamientos complementarios cuando eran solicitados igualmente por los socios. Finalmente, otra diferencia importante con la Comisión era que los países que participaban en EUREKA no se limitaban a los 12 países de la Comunidad sino que pertenecían al Consejo de Europa. Además, si los socios industriales europeos lo juzgaban necesario, otras firmas industriales fuera de Europa podían sumarse a los proyectos.

El grado de precompetitividad de los proyectos de EUREKA era naturalmente más alto que el de los proyectos de la Comunidad en la medida que, siendo una decisión de los industriales para los industriales, tenían en cuenta desde el principio --incluso en el marco de un programa en el que ciertas investigaciones podían ser básicas-- la dimensión del mercado. EUREKA excluía los acuerdos estrictamente comerciales a muy corto plazo, pero también evitaba financiar proyectos de investigación básica a largo plazo. Se fijaba como objetivo a mediano plazo la creación de instrumentos tecnológicos, métodos de resolución de ciertos factores que limitaban el desarrollo tecnológico o de ciertos productos. La perspectiva de cooperación tecnológica sobre la base de objetivos determinados debía finalmente conducir a proyectos de mayor envergadura cuyos resultados serían más visibles, dado el reforzamiento de la capacidad competitiva de Europa. Las cooperaciones inauguradas bajo el rótulo de EUREKA podían como contrapartida, completar y colaborar en la redefinición de las iniciativas de investigación básica de la Comunidad.

Los principios rectores de EUREKA fueron aprobados en julio de 1985 por 17 países y por la Comunidad Económica Europea. En noviembre, la primera conferencia a nivel ministerial, en Hannover, aprobó la Declaración de EUREKA y los 10 primeros proyectos. En 1988, en la Conferencia de Copenhague, se

integraron a EUREKA 54 nuevos proyectos (de los cuales 16 versaban sobre biotecnologías), por lo cual se llegaba a un total de 213 proyectos que implicaban alrededor de 800 empresas y centros de investigación de 19 países europeos (toda Europa occidental menos Chipre y Malta). Esto significaba una inversión de cerca de US\$6 000 millones.

La organización definida para la evaluación y la aprobación de las proposiciones es relativamente ágil. La iniciativa de los proyectos correspondía a los industriales, que disponían de entera libertad para elegir a sus socios. En cada país, los portavoces de los empresarios presentan el proyecto a una coordinación nacional que, a su vez, la somete al estudio de los secretariados nacionales de EUREKA. Las coordinaciones nacionales se reúnen después de la aprobación del proyecto a nivel nacional y nombran un coordinador que lo toma bajo su tutela y que presenta el dossier al Comité de representantes de alto nivel, después de haber pasado por el Secretariado Europeo en Bruselas, encargado de dar a conocer el proyecto a todos los países signatarios de EUREKA.<sup>64</sup> Finalmente, el proyecto es sometido a la Conferencia Ministerial para ser incluido bajo el rótulo de EUREKA.

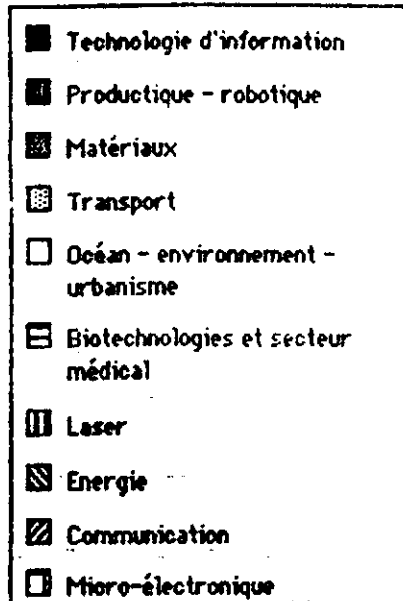
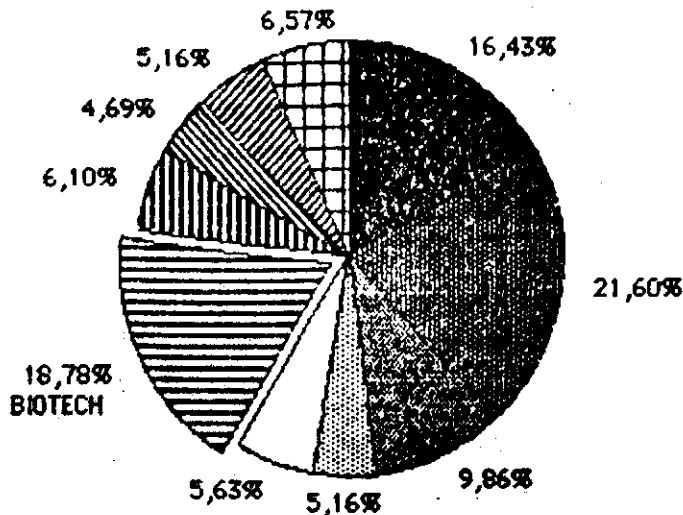
Todos los proyectos deben orientarse hacia el mercado europeo o mundial, hasta un estadio avanzado del desarrollo de sus productos y procedimientos. El rótulo de EUREKA garantiza las etapas que permitirán el progreso en el campo de la tecnología, pero se detiene a las puertas de la industrialización. Los proyectos pueden estar vinculados eventualmente con los programas comunitarios (ESPRIT, BRIT, COST, BAP, etc.) y con los programas bilaterales o multilaterales (CERN, ESA, etc.). En ocasiones, los proyectos EUREKA pueden aparecer como las prolongaciones competitivas de uno u otro de los programas europeos.

La Comunidad Europea participa en la iniciativa como miembro de EUREKA, junto a otros 19 países. Hasta 1986, habían demostrado interés por 59 proyectos, pero firmó sólo un contrato, cuyo proyecto versa sobre las normas entre los sistemas informáticos de los centros de investigación en Europa. Por otro lado, la Comunidad juega un rol importante en la difícil tarea de elaborar normas comunes europeas para los productos y procedimientos nacidos del programa EUREKA.



1988 - PROJETS ADOPTÉS À COPENHAGUE,  
EN BIOTECHNOLOGIE ET BIOMÉDICAL

Projet	Partenaires chefs de file	Durée (mois)	Coût (MECU)
EU 123 : Milieu pour la culture industrielle des cellules mammifères	IBF Biotechnics (F), Diosynth (NL), LBE (E) et APP (UK)	48	3,7
EU 225 : Development of quantitative latex-immunoassay methods with photometric readings	Ifci spa. (I) et Codiapharm (CH)	24	3,8
EU 237 : synthèse d'oligo-saccharides sulfatés notamment pour la prévention de la thrombose veineuse	Institut Choay (F) et Organon International (NL)	36	6
EU 242 : Space BioSeparation (purification en microgravité des produits issus des biotechnologies)	Biospace Technology (B), Esclat (E) et Matra (F)	72	25,1
EU 246 : Blood donor screening (diagnostic des hépatites et des infections lymphocytaires à rétrovirus, HIV et HTLV 1 notamment)	Cremascoli (I) et Biokit (E)	42	11,25
EU 247 : Création variétale et qualités organoleptiques des fruits	Biosem (F) et Vioryl (G)	48	1,4
EU 255 : Serological determination of syphilis (mise au point de réactifs, diagnostic et automatisation)	Diesse (I) et Serolab (E)	30	2,1
EU 260 : Labimap 2001 (développement et commercialisation d'un laboratoire de biologie moléculaire automatique et programmable)	Bertin (F) et Amersham International (UK)	24	7,4
EU 267 : Boissons pétillantes et moussantes	Moët Hennessy (F) et Heineken (NL)	72	3,3
EU 270 : The industrial application of novel plant materials (amélioration variétale de l'orge)	Heineken (NL) et Carlsberg (DK)	60	17,2
EU 278 : Calies	Bertin (F), BHP Laboratories (IRL) et BTS (I)	48	12,67
EU 280 : Paciflor	Metall und Farben (A), Guyomarc'h (F) et Kunath Futter (CH)	36	0,9
EU 286 : Auto-antigens for auto-immune diseases	Novo Industri (DK) et Middlesex Hospital (UK)	60	7,3
EU 290 : RFLP's mais	Biosem (F), Ami (I), Kws (D) et Van Der Have (NL)	60	12,1
EU 292 : Processing of bitter lupins into high-protein feed components (évaluation des préparations enzymatiques commerciales pour le traitement des graines de lupins)	Europroteina (P) et Mittex Anlagenbau (D)	18	0,75
EU 294 : Medical Materials (matériaux composites biocompatibles interactifs)	Rwth Aachen (D), Industria Ceramica (I) et University of Patras (Grèce)	60	0,45



Source : Biofutur, n° 71, septembre 1988

## PROJETS DE BIOTECHNOLOGIES

Les ministres de dix-neuf pays européens, réunis à Madrid le mardi 15 septembre 1987 pour la cinquième conférence ministérielle d'Eurêka, ont approuvé 58 nouveaux projets de haute technologie, équivalents à un budget de 709 millions d'ECU (soit 4,9 milliards de francs). Tout comme la robotique, les biotechnologies se taillent la part du lion avec 13 nouveaux programmes de label Eurêka. La participation française se limite cependant à un seul et unique de ces programmes, le projet franco-finlandais de fabrication de pâte à papier par des procédés d'enzymologie fine. Cette nouvelle vague d'homologation Eurêka porte à 165 le nombre total de projets entérinés depuis 1985 par les quatre dernières conférences ministérielles (Hanovre, Londres, Stockholm et Madrid), dont 85 à participation française.

### Liste des projets adoptés en biotechnologies et Biomédical

- EU 172 : Diagnostic par filtration d'antigènes ou d'anticorps marqués.  
Durée : 3 ans.  
Sociétés pilotes : Instituto Llorente S.A (Fides ; Espagne) et Euro-Fassel A.B (Suède).  
Société associée : Carimsa S.A (Espagne).  
Budget : 3,75 millions d'ECU équitablement répartis entre les trois partenaires.
- EU 174 : Développement de nouvelles technologies relatives à la nutrition et l'amélioration génétique des mollusques bivalves en aquaculture industrielle.  
Durée : 5 ans.  
Un partenaire espagnol (société non précisée) et un partenaire norvégien (Nature S.A).  
Budget : 30 millions de francs (600 millions de pesetas) à charge égale entre les deux compagnies.
- EU 177 : Diagnostic rapide et vaccination contre la leishmaniose canine.  
Durée : 4 ans.  
Participants : Instituto Llorente-Fides (Espagne), Pr M. Lödner (Israël), Dr Killick-Kendrick (Grande-Bretagne)

- et Dr G. Del Real (ENS, Madrid, Espagne).  
Budget : 6,5 millions de francs environ (128 millions de pesetas).
- EU 181 : Diagnostic et thérapie cancéreuse (carrier mediated therapy).  
Durée : 3 ans.  
Sociétés pilotes : Iro-Celtary S.A (Belgique) et Alfred Hempel GmbH and Co. KG (RFA).  
Organismes associés : Borden Institute (Belgique) et Université de Regensburg (RFA).  
Budget : 3,9 millions d'ECU.
- EU 182 : Production d'arômes de fruit par culture de tissu végétal.  
Durée : de 3 à 5 ans selon le projet initial.  
Participants : Danisco Biotechnology A/S (DBT, Danemark) et Plant Science Ltd (PSL, Grande-Bretagne).  
Budget : 2,6 millions de francs pour DBT et 2,1 millions de francs pour PSL.
- EU 184 : Equipement et méthodologie d'analyse par spectrographie de masse de macromolécules biologiquement actives.  
Durée : 5 ans.  
Participants : Nordisk Genstofte A/S (Danemark), Institute of Molecular Biology (Université d'Odense, Danemark), Department of Radiation Sciences (Université d'Uppsala, Suède) et Bio-Ion Nordic AB (Suède).  
Budget : 3,4 millions d'ECU.
- EU 185 : Développement d'antibiotiques hybrides du groupe des anthracyclines.  
Durée : 5 ans environ selon le projet initial.  
Sociétés participantes : Hahtam-ki Oy Pharmaceuticals (Finlande) et Pharmacia AB (Suède).  
Budget : 5,7 millions de francs (6 millions de couronnes suédoises) pour chaque partenaire.
- EU 190 : Développement de tests diagnostiques pour les allergies (médiés par des IgE et des IgG notamment).  
Durée : 3 ans.  
Sociétés partenaires : CBF S.A (Espagne) et Alva Utrecht BV (Pays-Bas).  
Budget non précisé.

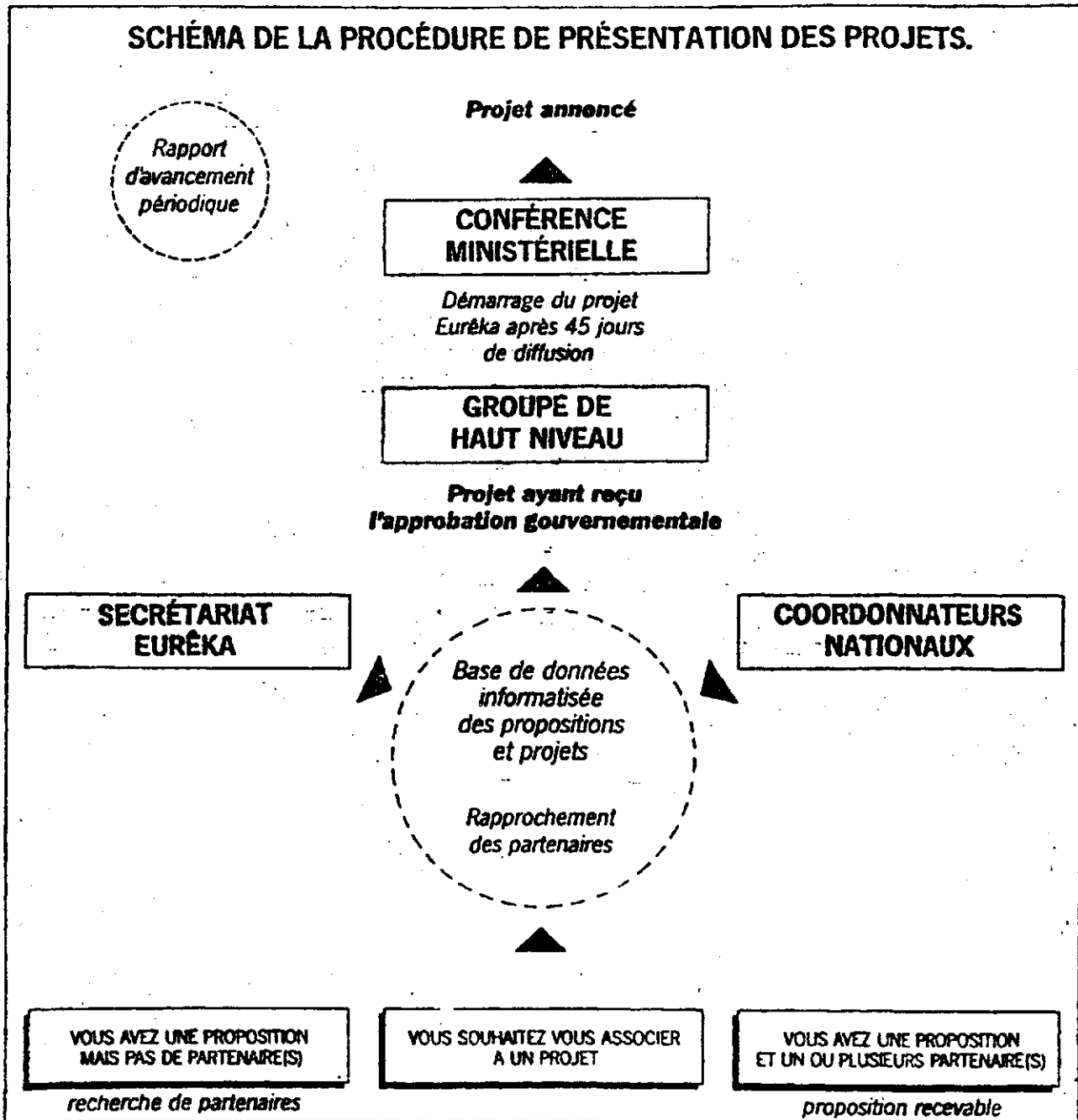
- EU 198 : MEMCARE (hôpital mobile d'urgence).  
Durée : 4 ans.  
Partenaires : Stopler Instrumenten & Apparaten BV (Pays-Bas), Van Hool N.V. Bus and Trailer Manufacturers (Belgique) et Mobile Medical-Diagnostic BV (Pays-Bas).  
Budget : 1,3 million d'ECU (50% Van Hool, 25% Stopler et 25% Mob. Med. Diagnostiek).
- EU 208 : Immunisation *in vitro* pour la production d'anticorps monoclonaux dirigés contre les gangliodés (cérébroïdes du système nerveux central).  
Durée : 3 ans.  
Participants : Merck Quimica S.A (Espagne) et E. Merck (RFA).  
Budget : 9,9 millions de francs (60% Merck Quimica et 40% E. Merck).
- EU 210 : Traitement enzymatique des pâtes à papier à haut rendement.  
Durée : 5 ans (étude de laboratoire et étude technico-économique ; 2 ans et développement d'un pilote à échelle industrielle : 3 ans).  
Sociétés pilotes : Finnsugar (Finlande) et Cellulose du Pin (France).  
Budget : 104 millions de francs (50/50 pour les deux pays participants).
- EU 216 : Identification d'échantillons sanguins et banque de sang.  
Durée : 3 ans.  
Participants : Identifikation Development AB (Suède) et Sensor Technology GmbH (RFA) selon le dossier initialement déposé au bureau Eurêka (non confirmé).  
Budget : 19 millions de francs environ selon le projet initial.
- EU 225 : Développement d'immunovaccinés fixés sur support solide.  
Durée : 3 ans.  
Société pilote : IFCI Industria Farmaceutica Cosmica Italiana Spa (Italie).  
Autre(s) partenaire(s) non communiqué(s).  
Budget : 3,8 millions d'ECU selon les prévisions initiales.

El papel de los gobiernos nacionales se ha limitado al financiamiento de una parte de los costos de las operaciones, el que no debe superar, en principio, el 30% a 40% de la inversión total. Cada país dispondrá de sus propias normas sobre las contribuciones estatales a los proyectos. Francia, por ejemplo, dispone de una cartera de 900 millones de francos al año hasta 1990. En 1986, el gasto efectivo de Francia en el marco de Eureka fue de 300 millones, y de 440 en 1987. El financiamiento de EUREKA proviene de varias fuentes: el Fondo para la investigación y la tecnología (Fond de la Recherche et de la Technologie), La Dirección General de Telecomunicaciones (DGT), La Asociación Nacional para la Valorización de la Investigación (Association Nationale pour la Valorisation de la Recherche --ANVAR--) y la Asociación Francesa para el Dominio de la Energía (Association Francaise pour la Maitrise de l'Energie --AFME--). En Alemania, sólo el Ministerio de la Investigación y la Tecnología puede coordinar los proyectos propuestos sobre la base de un presupuesto para EUREKA de varios años. Si los proyectos no se inscriben en las líneas directrices trazadas por este Ministerio, se puede recurrirse al Deutsche Bank, que hará una contribución o aceptará una participación. En Gran Bretaña, las normas habituales del Ministerio de la Industria permiten financiar hasta el 50% de los proyectos de investigación y hasta un 25% de su posterior desarrollo.

El volumen financiero de los proyectos 65/ oscila entre US\$2 millones y US\$350 millones, para un plazo medio de 6 años. Si se compara con el presupuesto comunitario otorgado al programa de las biotecnologías, por ejemplo, se verá que un proyecto de EUREKA equivale prácticamente a la totalidad del programa BAP. Sin embargo, el valor medio de los proyectos tiende a disminuir a causa de la entrada significativa en el programa EUREKA de la pequeña y mediana empresa.66/

En la sexta Conferencia Ministerial de EUREKA, en Copenhague, fueron aprobados 16 nuevos proyectos en el campo de la biotecnología y la biomedicina. De los 213 proyectos de EUREKA, 41 están relacionados con la biotecnología. Más abajo, se presenta en el recuadro una perspectiva de conjunto de los temas, de los participantes y las inversiones en los proyectos "bio", aprobados durante las dos últimas Conferencias ministeriales. Entre los

## SCHÉMA DE LA PROCÉDURE DE PRÉSENTATION DES PROJETS.



otros proyectos aprobados, cabe destacar: la producción de semillas artificiales de tomates (Limagrain, Rhône-Poulenc Agrochimie, 3.3 millones de Ecus. Duración de cinco años), el desarrollo de nuevas variedades de girasoles ricos en aceites y adaptables al clima mediterráneos (Insecticidas Condor, Rhône-Poulenc Agrochimie, 4 millones de escudos. Duración de 10 años), la fabricación de una vacuna contra la malaria (Instituto Pasteur, Pasteur Vaccins y Behringwerke. Duración de 5 y 10 años), el desarrollo de técnicas de cultivos celulares animales (Bertin, Instituto Mérieux, Immuno Ag, GEF, Rhône-Poulenc, Sorin, CNRS, 25, 5 millones de Ecus. Duración de 3 años).

Para Europa, EUREKA es un desafío; el de constituir, junto a la Europa agrícola o la Europa espacial, una Europa industrial de nuevas tecnologías y nuevos servicios. Con su gran diversidad de pueblos, sus múltiples lenguas y culturas y con la historia de sus rivalidades, Europa debe encontrar hoy fuerzas nuevas para garantizar su renacimiento tecnológico.<sup>67/</sup> El pragmatismo y el concepto de geometría variable, que dan una gran libertad de maniobra a los diferentes actores han tenido en este caso pleno éxito.

## V. LA FRANCIA DE LAS BIOTECNOLOGIAS

A partir de los años setenta las investigaciones básicas comenzaron a referirse a paradigmas tecnológicos como la selección vegetal, la selección animal y la producción de sustancias biológicas útiles (medicamentos, enzimas, sustratos vegetales, etc.). Y sólo hace aproximadamente 15 años la investigación básica constituye el punto de partida de nuevas aplicaciones, en algunos casos revolucionarias, de los métodos in vitro, de la ingeniería genética y de la biokonversión. En Francia, las reflexiones sobre las nacientes biotecnologías han estado marcadas por la publicación de informes oficiales que han estructurado progresivamente una política de estímulos al desarrollo de la biotecnología. El desarrollo de los programas a partir de la identificación de polos de excelencia franceses y de su reforzamiento, sumado al esfuerzo de movilización de los diferentes socios nacionales, jugará un rol importante en el desarrollo posterior de la cooperación internacional.

### A. LAS BIOTECNOLOGIAS EN FRANCIA

Nuestra intención es presentar una "geografía" de la Francia de las biotecnologías, en la que aparezcan los principales polos de excelencia y se destaque su especificidad.<sup>68/</sup> Generalmente, estos polos se han formado en torno a las universidades o las Grandes Escuelas (Les Grandes Ecoles), a los cuales han venido a sumarse los laboratorios públicos y privados. Siete polos definen la Francia de las biotecnologías. No abarcan la totalidad de las investigaciones o los programas de capacitación de las universidades en biotecnologías, pero constituyen un conjunto coherente que comprende el amplio espectro de estas nuevas tecnologías y constituyen una masa crítica suficiente para desencadenar una dinámica de desarrollo.

Compiègne. Compiègne está situado en la región de la Picardía, una importante región agrícola en Francia, y constituye un polo de excelencia en biotecnología desde la creación de los laboratorios de "tecnología enzimática" y de "procedimientos biotecnológicos" en la Universidad de Tecnología de Compiègne. Las actividades de investigación y capacitación y los lazos entre los distintos laboratorios y las industrias crearon asociaciones y surgieron

algunas sociedades con capitales de riesgo, como la BIOSYS en el campo de las pruebas de diagnóstico rápido de las tripanosomas. El Institut des protides et des glucides (Instituto de protidos y glúcidos), de Amiens, completaba la configuración de este polo, y en relación con el sector agro-alimenticio de la región cumple con una función de transferencia de la investigación hacia la industria.

Lyon. Lyon tiene una larga tradición como centro de investigación y de producción en el campo de la salud y de la agroquímica. El Instituto MERIEUX, que posee una reputación mundial en el campo de las vacunas y de la obtención de gamaglobulina mediante el fraccionamiento de la sangre, desde hace más de un siglo tiene su sede en Marcy L'Etoile, en las afueras de Lyon. Rhône-Poulenc Agro-chimie también tiene sus instalaciones en las cercanías de esta importante aglomeración urbana.

Junto a este complejo industrial orientado hacia las aplicaciones de la biotecnología, existe una red regional de investigación universitaria en biotecnologías que cuenta con cerca de 300 investigadores y técnicos.<sup>69/</sup> Las investigaciones abarcan diferentes temas, especialmente de la microbiología de los suelos, la ingeniería genética, los reactivos biológicos, etc. La Universidad, el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (Institut National des Sciences Appliquées (INSA), de Lyon, el INSERM y el CNRS (Centro Nacional de la Investigación Científica) también participan en estos programas. Las carreras en biotecnología —nivel DEA-DESS o diplomas de ingeniería— también se imparten tanto en la Universidad como en el INSA. Se ha creado algunas sociedades de capitales de riesgo, como la Sociedad TRANSIA, que se ocupa de transferir al sector agroalimenticio ciertas investigaciones realizadas en el campo de la salud (especialmente, el diagnóstico).

Marsella. La gran ciudad de Marsella y la región de Provenza/Los Alpes/Costa Azul (PACA) que la rodea, constituyen otro polo de excelencia en dos campos esenciales de la biotecnología: la inmunología y las biotecnologías aplicadas a la producción de perfumes y aromas. En materia de inmunología, la Universidad de Marseilles-Luminy, el centro de inmunología y la sociedad a capital de riesgo IMMUNOTECH, constituyen un importante complejo científico y técnico de 200 personas.

El campo de los vegetales es el segundo gran sector de aplicación de las biotecnologías en la región. Tradicionalmente, la región PACA es un importante centro de floricultura (especialmente claveles y rosas) y también se ha especializado en la fabricación de productos aromáticos. Las empresas del sector comienzan a interesarse en las biotecnologías. En 1982, BARBERET & BLANC, primer productor mundial de claveles, desarrolló métodos de micro-propagación in vitro, y las empresas productoras de esencias de perfumes instaladas en las cercanías de Grasse, después de haber sido traspasadas a distintos grupos, diversificaron sus actividades especialmente en el campo de los aromas empleados en la alimentación.

Hay otras investigaciones en curso en la región. Debemos citar especialmente la biotecnología solar (Comisariado de la Energía Atómica, en Cadarache), y las actividades de una sociedad de capital de riesgo, GERME, creada en 1979, especializada en problemas del medio ambiente y en la producción de macromoléculas, de hormonas y enzimas en pequeñas cantidades, pero con un alto valor agregado.

Señalemos, finalmente, la creación de un Centro de Transferencia de Biotecnologías (CT-BIO), el cual, desde 1983, estimula el establecimiento de lazos entre los numerosos laboratorios de la región y el tejido industrial, compuesto en su mayor parte por la pequeña y mediana empresa.

Nancy. En esta ciudad y en la región de Lorena se realiza desde hace varios años un esfuerzo importante en el dominio de las biotecnologías, con el fin de crear asociaciones entre los diferentes programas universitarios y un potencial pluridisciplinario en biología y en ciencias de ingeniería.

La Universidad de Nancy, el Instituto Politécnico de Lorena, el Centre du Médicament (CEMID), el INSERM y el CNRS trabajan en colaboración con las empresas del sector alimenticio, especialmente en el campo de los productos lácteos y de las cervecerías-malterías. Recientemente se ha fundado un Instituto de biotecnologías. Su objetivo consiste en desarrollar investigaciones más aplicadas y en crear un entorno científico y técnico que auspicie nuevas actividades industriales. Este instituto posee competencias que lo orientan hacia la microbiología, la ingeniería enzimática, y hacia el estudio y el perfeccionamiento de microorganismos destinados a la industria.



El polo de Nancy es más reciente que los anteriores. En el futuro, deberá alcanzar un tamaño crítico apropiado en el campo de las biotecnologías aplicadas a la producción alimenticia.

París. En París y en la región de París se han concentrado diversas actividades de investigación y producción en campos avanzados de las biotecnologías. Sólo presentamos una muestra significativa de la capacidad de esta región.

EL INSTITUTO PASTEUR, el INSTITUTO PIERRE Y MARIE CURIE, las Universidades de Jussieu y Orsay, los laboratorios del CNRS en Gif sur Yvette, del INRA en Versailles, Thiverval Grignon y Jouy en Josas (JOUY 2000) cubren actividades de investigación básica en biología molecular y celular y en biotecnologías. En la región de París se han implantado igualmente los principales laboratorios de investigación de los grandes grupos industriales: ROUSSEL-UCLAF, en Romainville, RHONE-POULENC acaba de inaugurar su centro de investigación en biotecnologías en Vitry, PERNOD-RICARD, en Créteil, la sociedad de ingeniería BERTIN, el Centro Nacional de Transfusión Sanguínea, etc. En París o sus cercanías también tienen su sede algunas sociedades de capital de riesgo, como CLONATEC, en el campo de la diagnóstica, o PASTEUR-VACCIN.

A pesar de ocupar el lugar del primer polo francés en biotecnologías, París y su región juegan un rol secundario desde el punto de vista de la transferencia de tecnologías al sector industrial. Es evidente que las industrias se benefician de la proximidad, aunque la mayor desventaja de la región sigue siendo la débil articulación de las actividades. Ya se ha realizado un esfuerzo de reestructuración, especialmente en el INRA, el INA-PG y el CNRS. En el campo de la ingeniería de las proteínas, un sector clave en el desarrollo de las biotecnologías, el CEA acaba de decidir reforzar su posición mediante la fusión de todos sus laboratorios en este campo, además de crear un eficiente servicio de orientación para sus socios industriales.

Estrasburgo. En Estrasburgo, Alsacia, la Universidad Louis Pasteur ha desempeñado un papel de primer orden en el desarrollo de las investigaciones en biología molecular y celular. El Laboratorio de Genética Molecular de los Eucariontes, en el CNRS, y el Laboratorio de Biología Molecular y de Ingeniería Genética han creado las condiciones propicias para el

establecimiento de la sociedad TRANS GENE, que hoy día cuenta con un equipo de alrededor de 100 investigadores. En 1982 fue fundada una Escuela Superior de Biotecnología. Su objetivo consiste en formar ingenieros en bioquímica, genética y biología molecular y en facilitar el trasvase de la investigación a aplicaciones de escala industrial.

Toulouse. Esta ciudad de la región Sur-Pirineos constituye un polo de excelencia en la biotecnología aplicada a la bioquímica y la microbiología. La Universidad Paul Sabatier, el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (INSA --Institut National des Sciences Appliquées--) de Toulouse, y el Centro de Transferencia en Biotechnologies-Microbiologie constituyen los principales núcleos de este polo biotecnológico.

La creación del Centro de Investigación Biotecnológica (Centre de Recherche Biotechnologique) del grupo SANOFI en Labège, el desarrollo de SEIRIC GENIE INDUSTRIEL (integrado en MOETHENESSY) en el campo de los bioreactores, y la creación de la sociedad BIOEUROPE en el campo de la ingeniería enzimática y de la microbiología industrial, han logrado renovar, en lo que respecta a la biotecnología, la tradición de esta región, que en otros campos, como la aeronáutica y la electrónica, han jugado un rol de primer orden gracias a la articulación que han creado entre investigación e industria.

Existen otros polos de menor importancia, como Dijon en las tecnologías de la industria de la uva y los equipos de biotecnología, o Angers, en las biotecnologías vegetales, que han llevado a cabo experiencias similares: con el apoyo de una red de laboratorios de punta y de las universidades, han favorecido el acercamiento entre la investigación y la industria, especialmente con una red de pequeñas y medianas empresas del sector agro-alimenticio, uno de los mejores recursos de Francia, pero que no siempre es capaz de llevar a cabo investigaciones de punta.

Esta muestra de la Francia de las biotecnologías nos permite prever la diversidad y la riqueza. La gran dispersión de laboratorios de investigación 70/ en el territorio francés ha podido ser --y aún lo es-- una desventaja. La constitución de un conjunto coherente orientado hacia el desarrollo científico, tecnológico e industrial de las biotecnologías ha tardado una década.

## B. LA CONSTRUCCION DE LA FRANCA DE LAS BIOTECNOLOGIAS

Cuando en 1978 el Presidente de Francia, el Sr. Valery Giscard d'Estaing, confi6 a los Profesores Gros, Royer y Jacob la misi6n de "estudiar las consecuencias que podrian tener los descubrimientos de la biologfa moderna en la organizaci6n y el funcionamiento de la sociedad", las investigaciones en biotecnologfa a6n se encontraban en la etapa de laboratorio. Asf, el informe versa en t6rminos generales sobre el desarrollo de las ciencias de la vida, si bien se hace mencidn de las biotecnologfas, y se expresa el deseo de que se busque "los medios adecuados para que se pueda lograr su aplicaci6n".<sup>71/</sup>

El contenido del Informe Gros, Royer y Jacob tiene ciertos matices. Desea demostrar que existe una capacidad en la investigaci6n francesa, a la vez que constata las dificultades de la transferencia entre la investigaci6n y la industria, asf como la actitud de indecisi6n que en ocasiones manifiestan los empresarios. Tambi6n subraya la ausencia de cohesi6n de las acciones emprendidas, tanto en el sector p6blico como en el privado. A la vez, lanza una serie de proposiciones concretas, especialmente la necesidad de dise1ar "un amplio plan de desarrollo de la biotecnologfa". El informe tambi6n indica cu6les son los sectores claves a los que se debe destinar un esfuerzo particular. A este informe cientifico, que versa sobre el desarrollo de las ciencias puras o aplicadas para un mejor conocimiento de los mecanismos de los organismos vivos, fue a1adido un estudio sobre "Biotecnologfas y bioindustrias".<sup>72/</sup> Su autor, Joel de Rosnay, intenta describir, por primera vez en Francia, el panorama franc6s de las biotecnologfas, y presenta un resumen de las posiciones de las principales empresas francesas en este campo, a la vez que adelanta algunos consejos sobre la necesidad de la integraci6n de investigaci6n e industria.

El informe, que fue solicitado por el Primer Ministro, Sr. Raymond Barre, a Jean Claude P6lissolo <sup>73/</sup> en 1980, se inscribe con toda claridad en la tarea de reflexi6n iniciada por los Profesores Gros, Royer y Jacob. Sin embargo, la misi6n confiada a Jean Claude Pelissolo ha centrado m6s sus objetivos y tiene un car6cter m6s operacional. El informe Pelissolo intenta demostrar que es necesario realizar un esfuerzo y que la "biotecnologfa vivir6, no cabe duda, 10 a1os m6s difciles". Al final de este informe, J. C. Pelissolo demuestra

que, de hecho, las biotecnologías esperan una instancia desencadenante que permita pasar de la "conciencia de la necesidad de un compromiso" al compromiso propiamente tal. La última frase del informe pone énfasis en lo que parece ser el verdadero estímulo del desarrollo de las biotecnologías: "La afirmación hecha por el Gobierno de que es su voluntad conducir y apoyar la biotecnología en el plano de las prioridades nacionales será, para aquellos que habrán de responder al desafío, el mejor de los respaldos".

El diseño en 1982, del Ministerio de la Investigación y la Industria, de un "programa que sea el motor del estímulo de las biotecnologías" persigue el objetivo de superar esas dificultades y movilizar al conjunto de interesados (gobierno, administraciones, investigadores, ingenieros, técnicos de los grandes centros de investigación, universidades y empresas nacionales, empresarios, etc.) en torno a este objetivo. De hecho, al crear este programa, el Ministerio de la Investigación pretende movilizar o influir en el desarrollo de los sectores implicados mediante políticas de estímulos y de sensibilización ante el problema. Esto se refleja inmediatamente en las cifras: el "programa movilizador de las biotecnologías" propone un aumento global de 17.8% al año de los créditos de los centros de investigación, así como aumentar cuatro veces las inversiones de 1982 con respecto a las de 1981.

Con estas medidas, el Estado pretendía estructurar y favorecer la puesta en marcha de los proyectos tecnológicos en un sector cuya complejidad hemos visto. En este marco, el rol del "programa movilizador de las biotecnologías" tenía tres aspectos. Por un lado, servía de "afichaje" político que atraía, por su sola presencia, la atención de los potenciales actores del desarrollo de las biotecnologías. Por otro lado, promovió la toma de conciencia y la reorientación parcial de los trabajos de investigación de los grandes organismos públicos. También favorecía el desarrollo regional de polos de excelencia en biotecnología y estimulaba, en cierta medida, la creación de sociedades de capitales de riesgo.

El 15 de mayo el Ministro de la Investigación presentó el primer balance: entre 1982 y 1984 la investigación pública había destinado 800 millones de francos al desarrollo de las biotecnologías. A esto había que agregar 200 millones de subvenciones del programa de movilización, así como los préstamos de la Agencia Nacional para la Valorización de la Investigación (ANVAR) y del

Fondo Industrial de Modernización (Fond Industriel de Modernisation), creado recientemente. Si sólo se considera el financiamiento otorgado a los grandes centros de investigación y los préstamos del plan movilizador, la tabla, más abajo, señala un aumento significativo de los gastos del Estado en investigación y desarrollo en materia de biotecnologías.

PROGRAMA MOVILIZADOR DE ESTIMULOS A LAS BIOTECNOLOGIAS  
1982-1985

(En millones de francos)

	1982	1983	1984	1985
Centro Nacional de la Investigación Científica (CNRS)	261	353	380	432
Instituto Nacional de la Investigación Científica (INSERM)	43	55	132	150
INSTITUTO PASTEUR	33	45	64	76
Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INRA)	188	265	210	246
Comisión de Energía Atómica (CEA)	53	64	37	41
Programa movilizador a/	61	95	118	110
	43b/	83b/		
<b>TOTAL c/</b>	<b>647</b>	<b>888</b>	<b>850</b>	<b>975</b>

Fuente: Proyecto de ley de las Finanzas. Informes anexos sobre el estado de la investigación y el desarrollo tecnológico. Años 1982 a 1982.

a/ Previsto.

b/ Invertido.

c/ Comprende financiamientos a los Organismos y Grandes Escuelas no compatibilizadas aquí, y el financiamiento fuera del Ministerio de la Investigación.

En 1985, el "programa movilizador de estímulos para las biotecnologías" fue reestructurado con el objetivo de responder más adecuadamente a la evolución de los programas de investigación y a las nuevas orientaciones de

las biotecnologías. Cinco temas prioritarios fueron considerados: biología molecular, microbiología, ingeniería de proteínas, biología molecular vegetal e inmunología.

Parece interesante señalar la diferencia con el programa movilizador de 1982. En efecto, éste ponía especial énfasis en la movilización, en la necesidad de orientar o reorientar los equipos de investigación, en apoyar los programas que reunían a investigadores e industriales en torno a temas específicos y en colaborar en la creación de equipos jóvenes en determinados campos. El programa de 1985 pone énfasis en las biotecnologías como herramienta. Su intención es que los protagonistas de la biología moderna dispongan desde ahora de esas herramientas y métodos. Así, el programa reconoce que la ingeniería genética es cada vez menos un factor limitante de la investigación, y quisiera colaborar en su difusión y, en cierta manera, en su "vulgarización". Su objetivo consiste menos en movilizar los recursos a nivel global que en orientar las elecciones estratégicas en un número reducido de sectores.

Desde 1987, la actividad del Ministerio de la Investigación pretende asegurar un desarrollo armónico de las biotecnologías en Francia. Los centros de investigación realizan importantes actividades en biotecnología y han invertido grandes sumas en los programas de investigación aplicada: el edificio "Biotecnología" del Instituto Pasteur, el Centro de Biotecnologías del INRA, en Grignon, y el de Jouy en Josas, inaugurado en octubre de 1988, la creación de una sede del CNRS, en Orsay, para la recogida y tratamiento de datos en cristalografía, la reunión de los equipos del CEA en dos laboratorios de punta en el campo de la ingeniería de proteínas, etc.

Diez años han pasado desde el primer informe y las primeras propuestas para impulsar el desarrollo de las ciencias y las biotecnologías, y podemos medir el camino recorrido. La modalidad de acción adoptada por Francia ha pasado por tres etapas: una primera etapa, consistente en la identificación de los sectores más capacitados y los más débiles en la investigación y en la capacidad industrial de Francia en esos sectores, lo cual condujo a una segunda etapa, en un plano de política de gobierno, mediante el lanzamiento de un programa "movilizador". La tercera etapa permitió pasar de la movilización al desarrollo de investigaciones consideradas prioritarias y estratégicas.

Esta manera de proceder también permitió crear un clima favorable al desarrollo de ese sector mediante la implicación de todos sus actores. Las estructuras implantadas o reforzadas durante este período, tanto en el plano industrial (ORGANIBIO) como en el científico (ADEBIO, SFM, etc.) o en el regional (BIOPOLES y los centros de transferencia) actuaron como el relevo del desarrollo de la cooperación internacional dentro y fuera del ámbito europeo.

### C. LA COOPERACION INTERNACIONAL

Hemos lanzado una mirada de conjunto de la política francesa de estímulo de la investigación y el desarrollo en materia de biotecnologías y sobre el ambiente favorable que creó, lo cual permitió el reforzamiento o la constitución de polos de excelencia en los principales sectores de las tecnologías de los organismos vivos. La descentralización política y administrativa en Francia sirvió efectivamente de modelo para los planes de cooperación que se desarrollan progresivamente en el ámbito regional europeo.<sup>74/</sup>

En el plano internacional, la organización institucional francesa no se ha dotado de nuevas estructuras para administrar la cooperación. Todos los centros de investigación, al igual que los Ministerios, tienen un Departamento de Asuntos Internacionales, encargados del seguimiento y la gestión de los acuerdos en investigación y desarrollo, especialmente los bilaterales. El programa movilizador de biotecnologías jugó durante algunos años (desde 1981 hasta 1986) un rol particular en el plano internacional en un momento en que las biotecnologías francesas aún buscaban su camino. Desde entonces, esta responsabilidad recae sobre la Misión de Asuntos Internacionales del Ministerio de la Investigación y la Tecnología, que puede recurrir, si es necesario, al Programa Nacional de Biotecnologías.

El Ministerio de Relaciones Exteriores es, de hecho, la piedra angular de la cooperación científica y tecnológica. Los servicios de las embajadas francesas en los países europeos (consejeros y agregados científicos y tecnológicos), así como los representantes de Francia en las distintas instancias europeas, son otros tantos puntos de apoyo institucionales para favorecer la toma de conciencia, en el más alto nivel, de los problemas de la

cooperación y la integración en Europa. Todo este dispositivo cuenta, además, con el apoyo de una secretaría de Estado para las relaciones con Europa.

A través de los consejeros y los agregados científicos y tecnológicos, junto a los representantes de Francia en las instancias europeas, el Ministerio de Relaciones Exteriores ha aplicado un eficaz sistema destinado a la preparación de los documentos científicos y tecnológicos que tienen repercusiones en el sector industrial. Estos documentos son difundidos en la administración pública, en las universidades y en centros de investigación franceses.

En el marco de programas o proyectos específicos, como el programa EUREKA, los correspondientes ministerios franceses generalmente delegan las tareas operacionales del montaje, del desarrollo y del seguimiento en estructuras cercanas a los distintos asociados, estructuras susceptibles de conducir los proyectos de cooperación por buen camino. En el marco de EUREKA, el IFREMER (Institut Français de Recherche et d'Etude sur la Mer), Instituto Francés de Investigación y Estudios del Mar, incluye la secretaría francesa de EUREKA y tiene como función defender los intereses de los asociados franceses ante otras instancias internacionales. Esta secretaría reúne especialmente la información sobre todos los proyectos en curso y sobre el desarrollo global del programa.

Finalmente, los Ministerios de la Investigación, la Industria y la Agricultura nombran un delegado permanente ante el Comité consultativo encargado de orientar los planes de acción de la Comisión de las Comunidades Europeas en materia de biotecnologías.



## VI. CONCLUSION

Para poner fin a esta ponencia, desearíamos resumir brevemente en cinco puntos los elementos esenciales, a nuestro parecer, de cualquier proyecto de cooperación e integración en el campo de las biotecnologías.

1. Los proyectos de cooperación no podrán tener éxito si no se ha llevado a cabo anteriormente un estudio para definir las prioridades de la investigación. Hemos visto que las biotecnologías son multisectoriales y multidisciplinarias, por lo cual plantean problemas estratégicos específicos. No se trata tan sólo de poner énfasis en tal o cual sector, como la farmacología, la agricultura o el sector agro-alimenticio, sino también de desarrollar instrumentos genéricos de investigación (por ejemplo, la ingeniería de proteínas o enzimática) y conservar a la vez una perspectiva de su posible impacto. En Francia o en el seno de la Comunidad Europea, la tarea de medir las capacidades y las deficiencias a nivel de cada país o a nivel europeo y las ideas sobre el impacto social, económico, tecnológico y científico del desarrollo de las biotecnologías ha sido una condición esencial de la cooperación y el desarrollo. Esta reflexión ha permitido, sobre todo, implicar a socios que son, a priori, ajenos a este campo, y movilizarlos en torno a problemas estratégicos.

2. La cooperación tiene tantas más posibilidades de lograr su fin si su labor de captación se dirige a laboratorios de punta. No conduce a nada intentar reunir las debilidades, puesto que su suma rara vez redunda en la fuerza, y los problemas planteados siguen siendo insuperables. Esta idea puede parecer elitista. Sin embargo, ha sido desgraciadamente confirmada por la experiencia europea. Los laboratorios de punta pueden temer el establecimiento de lazos con otros laboratorios, pensando que su "know-how" podría ser "pirateado". Por lo tanto, es necesario encontrar los medios para darles seguridad. Uno de los medios adecuados parece ser el mantener ese nivel de cooperación en un estadio de investigación precompetitiva.

3. Los mecanismos de cooperación, especialmente en la industria, deben ser de los más flexibles. La noción de "geometría variable" es interesante, ya que puede dar lugar a asociaciones entre laboratorios, entre industriales, etc., en torno a proyectos, ofreciéndoles toda libertad, en un marco amplio donde

sólo han sido definidos los campos de acción y los objetivos generales. Debe estudiarse detalladamente soluciones como la creación de laboratorios comunes. Aquello puede representar ciertas ventajas desde el punto de vista de la capacitación en campos tecnológicos específicos, pero también pueden resultar demasiado estrechos, e incluso inadecuados frente a las evoluciones tecnológicas cuya rapidez impone nuevas formas de desarrollo.

4. Es necesario establecer asociaciones con los empresarios desde los inicios e incluirlos en la realización de los proyectos con el fin de que los resultados de las investigaciones puedan estimular el desarrollo económico (por ejemplo, creaciones de "joint-venture"). Las fronteras entre la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo muestran, en el campo de las biotecnologías, espacios que pueden ser muy poco marcados. Esto explica que las investigaciones sobre los cuerpos monoclonales tuvieron aplicaciones inmediatas, y que en poco años se multiplicaron las pequeñas empresas de capitales de riesgo en el campo de la diagnóstica. Se puede observar el mismo fenómeno en otros sectores de la biotecnología. Por lo tanto, es conveniente reaccionar con suma rapidez, y saber que la participación de los industriales en los proyectos puede significar una ventaja considerable. Por otro lado, es un seguro contra los posibles riesgos de "derivación" hacia programas de investigaciones demasiado básicas, dado que se mantiene la orientación hacia proyectos con una finalidad económica.

5. Es necesario crear un "estado de ánimo" favorable al desarrollo de la cooperación mediante el refuerzo (o la creación) de medios de comunicación específicos entre los distintos países, en el dominio de las biotecnologías (publicaciones, encuentros y conferencias, sistemas de comunicación informática, etc. La creación de este estado de ánimo está supeditada a las diversas estructuras de cooperación y al apoyo de las manifestaciones que hacen participar a un público masivo de estas innovaciones tecnológicas (los programas de televisión, por ejemplo). Esto significa dar a conocer que una nueva dinámica en materia de cooperación ha empezado a abrirse camino.

### Notas

1/ Scriban, R. et al. *Biotechnologie. Technique et documentation Lavoisier*. París, 2a. ed. 1984.

2/ Bull, Alan T.; Holt, Geoffrey; Lilly, Malcolm D. *Biotechnologie. Tendances et perspectives internationales*. OCDE, París, 1982.

3/ Se trata de una valorización esencialmente energética; pero existen otras valorizaciones igualmente posibles, como la de la sangre de los mataderos para la fabricación de productos farmacéuticos o cosméticos.

4/ Aunque esto pueda tener efectos negativos de los cuales se queje la Comisión de Comunidades Europeas.

5/ En este entrecruce de estrategias podemos distinguir entre los programas nacionales con fondos gubernamentales para la educación, la investigación y el financiamiento de las empresas; los programas multinacionales de investigación en diversos grados de precompetitividad (la Comunidad y Eureka, principalmente); y, finalmente, las estrategias individuales de las empresas.

6/ Ver especialmente Bull, A.T.; Holt, G.; Lilly, M.D.: *Biotechnologies, tendances et perspectives internationales*. París. OCDE, 1982.

OTA. *Commercial Biotechnology: an International Analysis*; Washington D.C., U.S. Government Printing Office, 1984.

Yuan, R. *Biotechnology in Western Europe*. Washington D.C. U.S. Dept. of Commerce, 1987.

7/ Este postulado ha sido examinado e impugnado por Chesnais, F. 1987. *Les accords de coopération technologique et les choix des entreprises européennes: le cas des industries de "haute technologie" dans un contexte mondial de turbulence économique*. Documento presentado en el coloquio Europrospectiva, París, abril, 1987.

8/ FAST. *Forecasting and Assessment in the Field of Science and Technology (Prospectivas y evaluaciones en ciencia y tecnología)*. Programa comunitario experimental introducido en 1978. Desde 1978 hasta 1982 concentró sus esfuerzos en tres temas: la sociedad de la información, la bio-sociedad, las nuevas tecnologías, el trabajo y el empleo.

9/ Ver *Les "vues" de l'esprit*. *Culture technique* (París). N°14, junio, 1985.

10/ Se trata de la revista *BIOFUTUR*, publicada por Ediciones Elsevier.

11/ F. Chesnais, 1987, *op-cit* p. 3.

12/ F. Chesnais, 1987, *op-cit* p. 32.

13/ Es, por ejemplo, el caso en el campo de la normalización de los productos o procedimientos biotecnológicos y de la legislación en materia de seguridad biotecnológica.

14/ Señalemos que existe una diferencia entre el precio del azúcar a nivel internacional y a nivel europeo, y que uno de los problemas en Europa consiste en proteger la producción de las materias primas agrícolas (en este caso, el azúcar) sin perjudicar la producción de bienes transformados.

15/ Programa de biotecnología de la Comisión de las Comunidades Europeas que actualmente se lleva a cabo.

16/ IRDAC opinion on future R & D programmes in the field of Biotechnology. Comisión de las Comunidades Europeas. Diciembre, 1987.

17/ "Venture-capital": Ver, para esta traducción: Constanty, H. y Faibis, L. 1984. Biotechnologies et financements: à la recherche d'un modèle français. Biofutur (Paris), 30, pp. 137-140.

18/ Muy por el contrario, los Estados intervienen a menudo en las etapas más costosas, e incluso en las más arriesgadas de los proyectos.

19/ La crisis significó la desaparición de al menos de la mitad de estas empresas.

20/ Coombs, R.W. y Littler, D.A. Trends in the funding and conduct of research and development. A report prepared for the FAST programme of the European Commission. Department of Management Science, ULMIST, Manchester, Reino Unido.

21/ En Francia, especialmente la creación aún en curso de BIODVEST.

22/ Austria, Dinamarca, la República Federal de Alemania, Francia, Israel, Italia, Holanda, Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Suecia y Suiza. En 1983 y 1984, Grecia y Finlandia, respectivamente, se sumaron a esta fórmula de colaboración europea.

23/ Las informaciones han sido extraídas de las notas y de los informes de las actividades del IEFM. EMBL (European Molecular Biology Laboratory), 1987. Informe de actividades y notas de información. Heidelberg.

24/ Diario oficial de las Comunidades Europeas, N° L375, 30 de diciembre de 1981, p.14.

25/ Diario oficial de las Comunidades Europeas, N° L305, 8 de noviembre de 1983, p.11-13.

26/ Petrella, R., Futurs européens des sciences et des technologies: une introduction a FAST. Bruxelles, FAST, sin fecha.

27/ CUBE. Concertation Unit for Biotechnology in Europe. Unidad de Concertación vinculada al Programa de Biotecnología. Dirección General XII de la Comisión de las Comunidades Europeas.

28/ Schmitz, B. 1987. FAST ou la prospective. En Actas del Seminario Stratégies et techniques d'accés au programme financé par la CEE. Saclay, 6 de agosto de 1987. París, ANRT.

FAST. 1987. European Futures. Prospects and Issues in Science and Technology. The FAST II Programme (1984-1987). Bruselas. Comisión de las Comunidades Europeas.

29/ Lee, J. 1986. The Impact of Technology on the Alternative Uses or Land. Bruselas, Fast Occasional Papers, N° 85, Comisión de las Comunidades Europeas.

- Koukios, E. G. 1986. Prospects for Non-Food Land Use in Europe. Bruselas, Fast Occasional Papers, N° 86, Comisión de las Comunidades Europeas.

- Lewis, Ch. 1986. The Role of Biotechnology in Assessing Future Land Use within Western Europe. Fast Occasional Papers, N° 87, Comisión de las Comunidades Europeas.

- Galli, R. 1986. New Crops for Semi-arid Region of Mediterranean European Countries. Fast Occasional Papers, N° 88, Comisión de las Comunidades Europeas.

- Neville- Rolfe, E.; Caspari, C. 1987. Potential for Change in the Use of Land in the European Community for Non-Food Purposes up to the Year 2000, Fast Occasional Papers, N° 178, Comisión de las Comunidades Europeas.

- Conrad, J, 1987. Alternative Uses of Land and the New Farmworker - Segregation vs. Integration, Fast Occasional Papers, N° 179, Comisión de las Comunidades Europeas.

- Von Bremen, L. 1987. The Use of Biomass for the Production of Bulk Chemicals, Fast Occasional Papers, N° 185, Comisión de las Comunidades Europeas.

30/ Comisión de las Comunidades Europeas, 1988. Proposition de décision du Conseil, MONITOR, Bruselas, COM(88) 386 final-SYN 147.

31/ Diario oficial de las Comunidades Europeas, N° L375, 30 de diciembre de 1981, p.14; Diario oficial de las Comunidades Europeas, N° L305, 8 de noviembre de 1983, p.11-13.

32/ Comisión de las Comunidades Europeas. 1979. Proposal for a Council Decision: BEP. Bruselas, COM(793) 793 final.

33/ Comisión de las Comunidades Europeas. 1983a. La biotechnologie dans la Communauté. Bruselas, COM(83) 672 final/Anexos, p.27.

34/ af Malmberg, Ch. (Chairman) et al. 1988. Evaluation of the Biomolecular Engineering Programme - BEP (1982-1986) and the Biotechnology Action Programme - BAP (1985-1989). Bruselas, Comisión de las Comunidades Europeas, EUR 11833, p.41.

35/ Comisión de las Comunidades Europeas. 1985 Research and Training Programme in Biomolecular Engineering. Progress Report, 1984. Luxemburgo, EUR 9601, Vol. 1 y 2.

36/ de Nettancourt, D. 1986. Biotechnologies communautaires: un programme chasse l'autre. Bioratur. (Paris), 45, p.3-4.

37/ Diario Oficial de las Comunidades Europeas, N° L83, 25 de mayo de 1985, p.1-7.

38/ Traitement des données relatives aux collections de souches, aux séquences génomiques et á la modelisation des protéines.

39/ Diario Oficial de las Comunidades Europeas, N° L206, 30 de julio de 1988, p.38-40.

40/ Acides nucléiques, séquences de protéines, applications de la cristallographie, etc. ...

41/ Ver Cantley, M.F. 1985. Intelligence artificielle et biotechnologies: une activité européenne? Actes du Forum COGNITIVA 85 - De l'intelligence artificielle aux biosciences. Paris, Centro de Estudios de Sistemas y des Tecnologías Avanzadas (CESTA), p.143-146.

42/ Especialmente la Association européenne pour l'amélioration des plantes (Eucarpia), el Groupe International des ressources génétiques végétales, la FAO, y la Task Force "Information dans le domaine des biotechnologies", grupo consultativo integrado por los representantes de los países miembros.

43/ af Malmberg, Ch. (Chairman) et al. 1988. Evaluation of the Biomolecular Engineering Programme - BEP (1982-1986) and the Biotechnology Action Programme - BAP (1985-1989). Bruselas, Comisión de las Comunidades Europeas, EUR 11833, p.42.

44/ De acuerdo al segundo Programa Marco aprobado en septiembre de 1987. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, N° L302, 24 de octubre de 1987, pp.1-23.

45/ IRDAC Opinion on Future R&D Programmes in the Field of Biotechnology. Comisión de las Comunidades Europeas. Diciembre 1987.

46/ Van der Meer, R.; Magnien, E.; De Nettancourt, D. 1988. Laboratoires européens sans mur; une recherche précompétitive ciblée, BIOFUTUR (Paris), N° 70, julio-agosto, p.54.

47/ European Biotechnology Newsletter (Elsevier, Paris), N° 50, 1° de junio de 1988, p.6.

48/ Comisión de las Comunidades Europeas. 1987. Proposition de decisión du Conseil: ECLAIR, Bruselas, COM(87) 667 final, p.7-8.

49/ Especialmente mediante el desarrollo y la utilización del nuevo mapa de suelos producido por el programa de investigación agrícola y los estudios FAST II sobre la utilización a largo plazo de los recursos naturales renovables.

50/ CUBE. 1987. Results of the call for expression of interest: Stimulation of activities at the interface between agriculture and industry. Bruselas, CUBE-XII/233/87.

51/ La Lettre Européenne du Progrès Technique (Paris), N° 36-37, 6 de junio de 1988, p.6.

52/ Especialmente los niños y los ancianos.

53/ AELE. Association Européenne de Libre Echange. Se firmó un acuerdo de la CEE con Austria, Finlandia, Noruega, Suecia y Suiza. Continúan las negociaciones con Islandia.

54/ FAST. 1983. A Community Strategy for Biotechnology in Europe. Bruselas, Fast Occasional Papers, N° 62. Comisión de las Comunidades Europeas.

55/ Salomon, J. J. 1982, Prométhée empetré. La résistance au changement technique. Paris, Coll. Futuribles, Ed. Pergman Press.

Comisión de las Comunidades Europeas. 1983. Informe FAST. Europe 1995. Mutations technologique et enjeux sociaux. Paris, Futuribles, 239 páginas.

Salomon, J. J. (ed.). 1983. L'impact des biotechnologies sur le tiers monde. Fast Occasional Papers, N° 55, Bruselas, Comisión de las Comunidades Europeas, 300 páginas.

56/ af Malmborg, Ch. (Chairman) et al. 1988. Evaluation of the Biomolecular Engineering Programme - BEP (1982-1986) and the Biotechnology Action Programme - BAP (1985-1989). Bruselas, Comisión de las Comunidades Europeas, EUR 11833, p.81-88.

57/ Field, N., La R&D en biotechnologie: Problèmes de politique nationale et réponses in Biotechnologie, évolution du rôle des pouvoirs publics. OCDE, Paris, 1988. p.34-35.

58/ af Malmborg et al., *op.cit.*

59/ CUBE, 1986. Vers une économie agricole orientée par le marché. Une reflexion entreprise sous l'angle de la biotechnologie. Bruselas. Comisión de las Comunidades Europeas. Documento a roneo.

60/ OCDE. 1986. Considérations de sécurité relatives à l'ADN recombiné. Paris. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

61/ Artículo 53(b) de la Convención Europea. Citado por Beier, Crespi, R.S.; Strauss, J. 1985. Biotechnologie et protection par brevet. Paris, OCDE, p.71.

62/ Ver Sant'Ana, A.; Sasson, A. 1987. Production et commercialisation des semences. Le nouveau paysage industriel et les nouvelles stratégies d'entreprises. CPE Etude. Paris, N° 96, noviembre, p.10-13.

63/ "Iniciativa de Defensa Estratégica" (IDS), también conocida como "Guerra de las Galaxias". No representa más que una pequeña parte del presupuesto de Investigación y Desarrollo Militar en Estados Unidos. La SDI está actualmente a punto de ser abandonada.

64/ Durante un periodo de 45 días, cualquier industrial interesado tiene un plazo de gracia para comunicárselo a su coordinador, pero la decisión de

aceptar otras candidaturas recae sobre los industriales que han hecho la propuesta. Los proyectos están abiertos a países que no pertenecen a EUREKA, aunque este tipo de participación debe ser sancionada por una reunión de alto nivel.

65/ Datos de comienzos de 1987.

66/ 37 Pequeñas y medianas empresas participan en 25 proyectos (de un total de 41) en biotecnología. De estas 37 PME, 18 son las más importantes de los proyectos.

67/ Ver Stordzé, Y. 1986. Eureka: le monde, l'Europe et la France. Le débat. (París), N° 40, Septiembre, pp.130-142. Yves Stordzé actuó como coordinador de la redacción para CESTA del libro La Renaissance technologique de l'Europe, presentado por Francia en la cumbre europea de Milán en 1985. Cinco grandes temas estaban recogidos en esta primera versión del proyecto EUREKA: la informática, la robótica, las telecomunicaciones, las biotecnologías y los materiales. En este conjunto había 24 propuestas de acción que intentaban precisar una serie de objetivos a la vez concretos y finalizados.

68/ Ver Sant'Ana, A.; Chopplet, M. 1987, A Pesquisa e o Desenvolvimento de Biotecnologias na Franca. Serie Monográfica, SECTEC, París, Embajada de Brasil, Ministerio de Relaciones Exteriores.

69/ Rhône-Alpes. 1984. Biotechnologies. Répertoire des laboratoires de recherche dans la région Rhône-alpes. Lyon, CNRS.

70/ CNRS. 1330 unidades de investigación propias o asociadas. INSERM: 250 laboratorios en Francia. INRA: 380 servicios (estaciones, laboratorios y campos experimentales). Estas cifras se refieren al conjunto de los laboratorios, unidades de investigación o estaciones de investigación de los organismos. No todas están dedicadas a las biotecnologías.

71/ Giscard d'Estaing, V. 1979, Carta a los Srs. Gros, Jacob y Royer. En: Gros, F.; Jacob, F.; Royer, P. 1979. Science de la vie et société. París, La Documentation Française.

72/ De Rosnay, J. 1979. Biotechnologies et bioindustries. Anexos del informe Science de la Vie et Société, 344 páginas. París, La Documentation Française.

73/ Barre, R. 1981. Lettre de mission á M. Pélissolo. En: Pélissolo, J. C, 1981. La biotechnologie, demain? París, La Documentation Française.

74/ Señalemos brevemente las relaciones de afinidad y de proximidad que se establecen, por ejemplo, entre la región de la Picardía, la Universidad de Tecnología de Compiègne, el Centre des Glucides, de Amiens, y la región valona en Bélgica o entre los centros de investigación INRA e INSA de Toulouse y Montpellier con el norte de España.