

Le CEA, pionnier de la diffusion technologique

EMMANUEL GRENIER

Le CEA est un bon exemple de la façon dont on peut conjuguer recherche et industrie. Depuis une quinzaine d'années, il prouve que cette qualité ne s'exerce pas seulement dans le domaine des réacteurs nucléaires. La diffusion technologique, notamment vers les petites et moyennes industries, y est désormais une réalité de terrain.

Lorsque le Commissariat à l'énergie atomique fut créé par le général de Gaulle juste après la guerre, sa mission principale consistait d'abord à doter la France de l'arme nucléaire, lui assurant une place parmi les grandes puissances, ensuite à développer la maîtrise de l'énergie nucléaire civile. Cette mission fut accomplie grâce aux compétences réunies en sciences de la matière, en physique fondamentale, en science des matériaux, en physique des réacteurs et des engins explosifs. Mais la souplesse de l'organisation de la recherche au CEA a aussi permis d'aborder rapidement d'autres domaines. L'étude de l'impact du rayonnement sur les processus vivants a entraîné la naissance d'une direction des sciences du vivant (c'est en son sein que travaille le meilleur spécialiste français des prions, Dominique Dormont). L'utilisation des radioéléments comme éléments traceurs a également donné naissance à des compétences en médecine et en biologie. Le Centre des faibles radioactivités a permis au CEA d'aborder la géophysique, pour dater les évolutions du climat, ou la paléontologie, pour dater des spécimens.

Pour remplir ses missions nucléaires (recherches sur le combustible nucléaire et son enrichissement, métrologie des rayonnements ionisants, fusion thermonucléaire contrôlée, simulation, etc.) le CEA est aussi amené à développer des techniques de pointe qui n'existent nulle part ailleurs dans la recherche française. Ces techniques de pointes et ces compétences sont utilisées pour

contribuer à la recherche française dans des matières aussi diverses que l'astrophysique ou la micro-électronique.

Il existe donc depuis longtemps au CEA un immense potentiel de connaissances scientifiques et techniques. Celui-ci était bien transmis au monde industriel pour ce qui concerne les grandes entreprises du secteur nucléaire civil et celles du domaine militaire. Par contre, les PME restaient à l'écart de ce gisement de percées technologiques. C'est pour pallier ce problème qu'a été créée, en 1990, la Direction des technologies avancées (DTA), chargée d'animer et de fédérer les efforts menés au sein du CEA pour valoriser la recherche. Le résultat a été d'autant plus fructueux que le CEA avait déjà acquis, via le nucléaire civil, une culture industrielle, contrairement au CNRS. Il n'était pas non plus atteint par une idéologie systématiquement opposée à l'industrie, considérée comme un « grand satan corrompteur », idéologie qui sévit malheureusement encore trop largement dans les laboratoires français.

Valoriser la recherche

Les conditions étaient donc très favorables. Restait à organiser la valorisation de la recherche en tenant compte des besoins spécifiques des PME. La DTA a travaillé particulièrement sur deux axes : les actions de transfert technologiques vers les entreprises déjà existantes et la création d'entreprises nouvelles par essaïma-

ge de chercheurs. Dans l'encadré ci-dessous, nous donnons un petit échantillon des transferts de techniques récemment réalisés, pour montrer la diversité des domaines touchés. Il y a deux façons de collaborer avec l'industrie. Soit dans le cadre de partenariat « Recherche & Développement », faisant l'objet de contrats, pour améliorer des produits ou en développer de nouveaux : il y en a eu environ 1300 en 1996, dont 24% avec des PMI, qui ont donné lieu au dépôt de 148 brevets. Soit par le biais de prestations techniques. Cette forme de collaboration est plus récente, mais elle est en train de prendre une grande ampleur.

Depuis 1995, le CEA a en effet mis en place dans toute la France des Centres de ressources technologiques, qui servent de structure d'accueil et d'assistance aux PMI, et qui peuvent leur fournir des conseils ou des prestations techniques (par exemple réaliser un pilote). L'atelier d'interface industrielle, dont le petit nom est A2i, est bien représentatif de ces structures. Sa devise proclame d'ailleurs fièrement « *la souplesse d'une PME, le savoir-faire du CEA* ». Au sein du Centre d'études et de recherches sur les matériaux, il répond à la demande industrielle en matière de génie des matériaux ou de revêtement. Enfin,

le réseau CEA-Technologie conseil regroupe 160 ingénieurs-experts, capables d'intervenir directement en entreprise ou auprès d'organismes publics comme l'ANVAR et la Commission européenne. Les entreprises peuvent prendre contact avec ce réseau par un simple appel téléphonique (numéro vert : 0800 088 692).

Le GRETh

Il existe aussi d'autres formes plus spécialisées de transfert de technologie. Le CEA et l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) ont ainsi créé ensemble, en 1984, un Groupement pour la recherche sur les échangeurs thermiques. Le CEA connaissait bien ce domaine puisque la génération d'électricité à partir de vapeur d'eau passe par un transfert de chaleur entre la source chaude (en l'occurrence le cœur du réacteur nucléaire) et un fluide (l'eau). Améliorer les connaissances de bases dans les équipements de transferts thermiques, mettre au point de nouvelles conceptions de produits, plus performants et moins chers, développer des programmes de simulation numérique et des banques de données, tels sont les princi-

paux centres d'intérêt du GRETh.

Le secteur de la thermique industrielle est relativement éclaté, composé de très nombreuses entreprises moyennes. En abordant les relations avec ce secteur, le GRETh a été ainsi quelque peu pionnier dans la façon de travailler avec les PMI au sein d'un organisme comme le CEA, qui avait surtout l'habitude de fréquenter des géants comme EDF ou Framatome. Il a pu bénéficier de l'expérience de l'un de ses parrains, l'Ademe, habitué à collaborer avec les petites entreprises que l'on rencontre en environnement.

Cette collaboration a passé notamment par le biais du club GRETh, une association loi 1901 regroupant une centaine d'entreprises. De grands organismes publics (CEA, Ademe, EDF, Union européenne) apportent 70% du budget. D'autres institutions, comme les centres techniques (ceux des industries aéronautiques et thermiques et des industries mécaniques, le CETIAT et le CETIM), sont aussi membres fondateurs du club GRETh. Au sein de celui-ci, on organise le transfert des connaissances issues des études collectives effectuées par le GRETh vers les entreprises. Cela passe par des rapports techniques, des réunions organisées régulièrement pour mettre en contact industriels et chercheurs, mais aussi par un accès privilégié à la plate-forme d'essais ESTHER. Celle-ci, grâce à ses huit circuits d'essais, permet aux petits industriels d'effectuer des expérimentations qui leur seraient autrement inaccessibles. Le GRETh travaille également sur des programmes de simulation numérique qui sont mis à la disposition des PME. Enfin, il peut mener des recherches spécifiques dans le cadre d'une relation contractuelle, couvertes par la confidentialité.

Dépollution de l'air, traitement des composés organiques volatils, valorisation et traitement de déchets, test des nouveaux fluides frigorigènes destinés à remplacer les CFC, échanges à haute température, les secteurs abordés sont très nombreux.

Histoire d'une sonde

Pour mieux comprendre comment se déroulent les transferts, prenons un exemple dans un autre secteur, celui d'une petite sonde à hélium.

Quelques exemples de produits commercialisés ayant bénéficié du savoir-faire CEA

- L'imageur dentaire Imasol (radiologie dentaire numérique sans film, à faible dose).
- Des biopuces : en partenariat avec BioMérieux et Cis Bio, ces composants combinent les propriétés du vivant à celles de l'électronique.
- Une tête d'enregistrement pour magnétoscope numérique (en collaboration avec Thomson Multimédia).
- Les écrans plats à micropointes : ces fameux écrans de quelques millimètres d'épaisseur seulement concurrencent les écrans à cristaux liquides.
- Le traitement des déchets toxiques industriels : c'est l'expérience acquise au CEA en étudiant les vitrifiats pour déchets nucléaires qui a permis à la société Primevère de proposer des applications aux déchets industriels.
- Parquets ultrarésistants : le bois est imprégné, puis polymérisé par ionisation, et acquiert ainsi des qualités équivalentes à celles des meilleurs bois tropicaux, notamment la résistance à des millions de coups de talons aiguilles...
- Joints d'étanchéité à haute performance : développés au départ pour les installations nucléaires, qui exigent une étanchéité à haute performance, ils sont aujourd'hui commercialisés pour d'autres activités par la société CEFILAC, dans le cadre d'un accord de licence.

Tous les organismes de recherche travaillent régulièrement à des températures très basses, que l'on peut atteindre en utilisant de l'hélium liquide, contenu dans des réservoirs cryogéniques. Pour ses propres besoins, le CEA avait développé une sonde, qui permet de mesurer le niveau d'hélium avec une bonne précision en s'appuyant sur les propriétés de la supraconduction. Un fil supraconducteur vertical est plongé dans le réservoir d'hélium. Sa partie immergée dans l'hélium liquide a donc une résistance nulle alors que sa partie émergée a une résistance proportionnelle à sa longueur. En faisant passer un courant et en mesurant la tension aux bornes du fil, on peut donc connaître la longueur de la partie émer-

Un excellent bilan

Au 31 décembre 1996, 74 sociétés avaient été créées, donnant naissance à 1000 emplois directs et 2000 emplois indirects, généralement très qualifiés, pour un chiffre d'affaires total de 500 millions de francs. Le taux de survie après trois ans est de 86% contre 50% pour la moyenne nationale.

gée et par déduction le niveau d'hélium.

Cette technique paraît simple mais elle est difficile à réaliser et à bien maîtriser. Plusieurs tentatives de commercialiser des sondes avaient échoué, en raison d'un marché trop dispersé. C'est ici le service des basses températures qui a joué le rôle principal. Il est chargé de développer des composants pour les besoins du CEA : refroidissement des bobines supraconductrices des tokamaks, réalisation de glaçons de deutérium pour la fusion nucléaire par laser, refroidissement des détecteurs au sol ou dans l'espace, etc. C'est donc tout naturellement qu'il a fabriqué cette sonde. Celle-ci a rapidement provoqué l'intérêt d'autres organismes de recherche. Le service des basses températures a alors cédé une licence de fabrication-commercialisation à une petite entreprise de huit personnes, Conceptiontronic, avec un chiffre d'affaires de 2,5 MF. Le marché est encore très

spécialisé, mais il est prometteur puisque les industriels auront besoin à leur tour de maîtriser les technologies du froid. Déjà, Conceptiontronic compte parmi ses clients, outre le CERN de Genève, le JET de Culham et le CNRS français, de grandes entreprises comme Siemens, GEC Alsthom ou Air Product Thomson. Le marché est pour l'instant européen et deviendra sans doute mondial. Voilà donc une sonde, développée au départ pour les missions spécifiques du CEA en recherche nucléaire, valorisée par le biais d'une PME technologique.

L'essaimage

Conceptiontronic existait déjà avant de prendre en charge la fabrication et la commercialisation de cette sonde (elle avait des activités dans la réalisation de circuits électroniques à façon). D'autres entreprises ont par contre été créées spécifiquement pour valoriser ou commercialiser une ou plusieurs techniques, développées au CEA. Cette création est facilitée par des aides mises en place dès 1986. Aide financière (jusqu'à 200.000 francs de prêt personnel à 0%) mais aussi formation à la gestion, accueil de l'entreprise dans les locaux du CEA, lors des premiers mois de son existence, etc. Le succès de la démarche (voir en encadré ci-contre) tient à la démarche rigoureuse adoptée pour susciter et accompagner les projets d'essaimage. Chaque candidat à l'essaimage a aussi le « droit à l'erreur ». C'est-à-dire qu'il peut réintégrer le CEA pendant les trois années après son départ. Ce qui incite même certains frileux à se lancer dans l'aventure.

Cette politique d'essaimage est particulièrement réussie dans le secteur de la micro-électronique. D'abord parce que c'est l'un des rares secteurs industriels à connaître une très forte croissance. Ensuite parce que l'exemple venait de haut : c'est l'un des dirigeants du Laboratoire d'électronique, de technologie et d'information (LETI), créé à Grenoble en 1967, qui fut parmi les premiers à essayer. Enfin parce que la difficile alchimie qui fait naître les conditions favorables à la création d'un pôle technologique a parfaitement fonctionné à Grenoble, un des lieux d'implantation du CEA. Le centre de Grenoble interagit très bien avec l'université et

l'industrie ; il dispose de deux grands instruments scientifiques pour sa recherche fondamentale : le synchrotron ESRF et le réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin. C'est dans la région de Grenoble, à Saint-Egrève, qu'étaient produits les premiers circuits intégrés bipolaires français, en 1965. Le LETI prenait le relais et fondait la société EFCIS, qui allait être la première en France à fabriquer les circuits intégrés à technologie MOS. Cette société a ensuite fusionné avec Thomson Microelectronics, entité qui devait former, à partir de 1987, SGS Thomson Microelectronics, après une autre fusion avec l'Italien SGS. Il faut mentionner enfin la présence dans la région d'un important centre de recherche du CNET.

Grenoble : une Silicon Valley ?

GRESSI, un Groupement d'intérêt économique formé par France Télécom/CNET et le LETI/CEA, est l'un des rares laboratoires européens de recherche électronique qui puisse encore participer dans la course à la miniaturisation. Celle-ci impose des changements technologiques tous les ans et demi environ, ce qui donne une idée de l'allure qu'il faut suivre... Le GRESSI collabore avec SGS-Thomson Microelectronics pour l'accompagner dans ses sauts technologiques. Ainsi, la prochaine usine de SGS-Thomson utilisera des plaques de silicium de 300 mm de diamètre au lieu de 200. Cela représente une augmentation exponentielle des coûts, mais aussi une productivité très largement accrue.

La présence du CEA/LETI, du CNET et de SGS-Thomson Microelectronics a évidemment attiré toute une série de fournisseurs de services qui ont acquis une haute qualification au contact de ces grands donneurs d'ordre. Ainsi, une société spécialisée dans le transport de machines très sensibles et fragiles s'est implantée à Crolles, où elle emploie 120 personnes. Les sociétés de nettoyage de la région se sont aussi formées aux exigences du travail en salle blanche, ces environnements ultrapropres où l'on fabrique les puces de silicium. « On ne construit pas de salle blanche dans un désert » affirme ainsi Dominique Randet, le directeur du LETI. Même la

plomberie requiert des qualifications spécifiques. C'est pourquoi les entreprises viennent s'installer dans la région de Grenoble, où elles savent pouvoir compter sur la présence de fournisseurs qualifiés. Ceci même si on leur propose des aides européennes ou nationales sur d'autres sites, comme à Dresde, dans l'Allemagne de l'Est ou en Ecosse.

Autre avantage dû à la concentration du pôle silicium : les services financiers connaissent bien les besoins des petites entreprises de haute technologie et ne sursautent pas lorsque celles-ci leur demandent des prêts importants pour construire leurs premières installations. Les premières PMI issues du CEA ont ouvert la voie et il existe maintenant des banquiers pratiquant le capital-risque, phénomène encore relativement rare en France.

Dans ces conditions, et avec les dispositions d'esprit du CEA que nous avons exposées ci-dessus, beaucoup d'entreprises inimaginables ailleurs peuvent naître. Tronic's Microsystems, petite boîte bien française malgré son nom anglais, vise le marché mondial. Ceci explique sans doute cela. Créée en mai 1997 par Stéphane Renard, ingénieur au LETI, elle vise à répondre au problème de la fabrication en petites séries. Les puces pour stimulateurs cardiaques, par exemple, ont beaucoup de mal à trouver un fabriquant. Le marché potentiel est de l'ordre de quelques centaines de milliers de puces. Sachant que l'on met un millier de puces sur une tranche de silicium, cela ne fait que quel-

ques centaines de tranches à fabriquer. On conçoit donc que cela n'intéresse guère les grands fabricants de circuits intégrés.

L'idée de Tronic's Microsystems est donc d'utiliser les équipements existant chez des industriels ou dans des laboratoires de recherche comme le LETI, pendant les heures creuses. Tronic's utilise ses propres équipes d'ingénieurs, techniciens ou opérateurs en louant les installations aux structures qui l'accueillent (impensable dans un laboratoire universitaire ou du CNRS !). Elle fabrique ainsi toute une gamme de microsystèmes destinés au secteur médical, au contrôle de procédés, aux transports, etc. : capteurs de pression, accéléromètres, explosimètres, méthanomètres... La souplesse du dispositif a permis à Tronic's de démarrer avec un faible capital de 250.000 francs et quatre personnes. Elle prévoit dix personnes au début de son second exercice et trente au cours de son troisième.

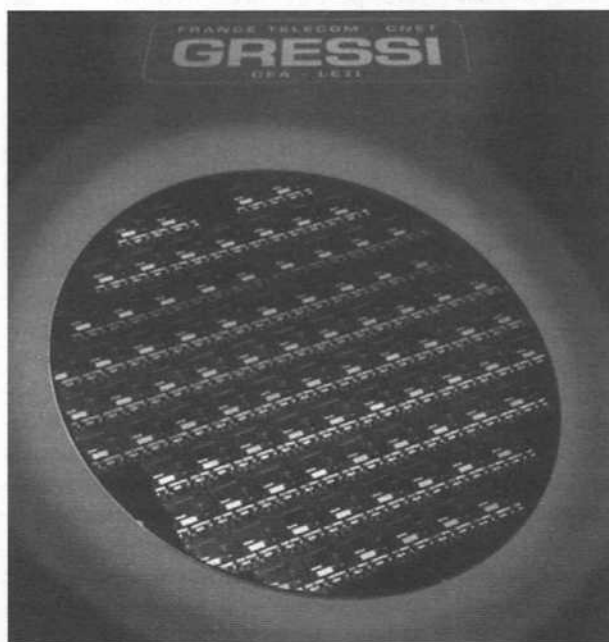
Une forte croissance

Cela paraît peu ? Prenons alors le cas de Soitec, autre entreprise créée par essaimage en 1992, par deux ingénieurs du LETI. Elle employait six personnes à sa naissance, soixante aujourd'hui, et devrait passer à trois cent cinquante dans les trois prochaines années, avec la construction d'une usine de trois cents personnes à Bernin. Soitec exploite une techno-

logie particulière qui permet de rendre plus performantes les plaquettes de silicium. Avec cette technique, on accélère des particules d'oxygène pour modifier la surface des tranches de silicium. Le résultat est si performant qu'il a tout de suite intéressé les marchés américain et asiatique, qui représentent aujourd'hui 90% du chiffre d'affaires de Soitec. La petite société, qui était dès 1994 leader mondial de son marché, vient de passer en avril 1997 un accord de partenariat avec la société japonaise SEH, numéro 1 mondial de la fourniture de tranches de silicium. Soitec compte bien suivre le chemin du succès frayé par sa grande sœur Silmag. Cette société, également issue de l'essaimage, fabrique des têtes de lecture et d'écriture pour disques durs et emploie aujourd'hui près de quatre cents personnes.

Le point important est que l'essaimage ne se limite pas pour le chercheur à son départ du CEA. L'accompagnement continue pendant les premiers temps. Le jeune créateur dispose aussi d'un réseau de soutien et d'entraide au sein d'une « association des essaimés ». Surtout, les liens avec le monde de la recherche ne sont jamais rompus. Ils sont d'autant plus forts et plus efficaces que le chef d'entreprise, issu de ce milieu, le connaît très bien. Ainsi, Soitec exploitait au départ une technologie de pointe, mais trop chère pour les applications grand public. Le CEA a élaboré et breveté une autre technique de fabrication des tranches de silicium, baptisée « Smart Cut », qu'il a ensuite transférée à Soitec. Pendant deux ans, les deux entités ont développé le produit, qu'ils ont mis sur le marché en juillet 1995.

Cette interaction permanente dans un même lieu entre recherche, formation et production (qui fit à ses débuts la force de l'Institut Pasteur) est sans doute la clef du succès grenoblois en matière de micro-électronique. C'est elle qui permet l'enthousiasme et l'audace indispensables à la genèse d'une grande aventure industrielle. Mais ce modèle est-il généralisable à d'autres secteurs industriels que celui de l'électronique, dont la spécificité est d'être tiré en avant par une croissance à plusieurs chiffres ? Ou bien faut-il inventer d'autres formes ? Seuls les politiques (les vrais, pas ceux des Guignols) peuvent répondre à ces questions. ■



Le GRESSI, le Groupement de recherche sur le silicium (France Télécom, CNET-CEA, LETI) permet à la France de continuer à participer à la course à la miniaturisation. Ici, une mémoire SRAM réalisée en CMOS gravure 0,35 µm, trois niveaux d'interconnexions métalliques sur une plaquette 200 mm.