

Bulles et neurones

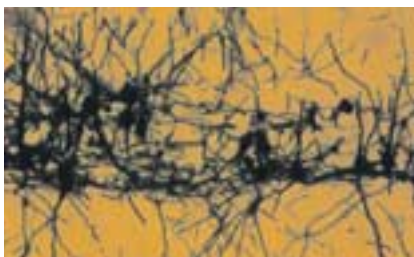
Six laboratoires pour explorer de grands problèmes de chimie, de biologie végétale, de neurobiologie et de thérapie génique.

« On est plus souvent dupe par la défiance que par la confiance », disait le cardinal de Retz. C'est la raison pour laquelle le Groupe Rhône-Poulenc a toujours collaboré avec les laboratoires du CNRS sous la forme de contrats... jusqu'à ce que naisse le cadre d'unité mixte CNRS-entreprises. Le Groupe Rhône-Poulenc fonda alors le Laboratoire de précurseurs organométalliques de matériaux, dirigé par Robert Corriu, puis cinq autres unités mixtes. Dans tous ces laboratoires, la confiance est totale : les chercheurs publient librement parce que la publication de leurs résultats, d'une grande qualité, est aussi une publicité pour le Groupe. Mieux encore, confiant dans ses forces, le Groupe n'a pas hésité à implanter ses unités mixtes dans des sites aussi remarquables que les hôpitaux, les grands centres de recherche ou à proximité des universités américaines les plus prestigieuses.

Le Laboratoire des Fluides complexes, par exemple, a été inauguré en mars 1996, dans un Centre Rhône-Poulenc... tout près de Princeton. Dirigé par Paul-Joël Derian, il réunit une vingtaine de chercheurs qui se préoccupent de physico-chimie de la formulation. Audacieuse recherche ! Il s'agit de transformer ce qui était un art d'ingénieur, la formulation des produits industriels, en une science.

Le travail est complémentaire de celui qui se fait dans l'unité mixte du CEA et de Rhône-Poulenc, à Aubervilliers, où Bernard Cabane et ses collègues étudient les systèmes dispersés : suspensions, émulsions, colloïdes. Le point commun ? Les molécules tensioactives, qui ont une partie soluble dans l'eau (hydrophile) et une partie insoluble (hydrophobe). Selon leur concentration, ces molécules forment des microstructures variées, telles des couches, en surface, ou bien des micelles, sorte de sphères où les têtes hydrophiles sont au contact de l'eau, tandis que les queues hydrophobes se regroupent, au centre.

Dans les produits cosmétiques ou agroalimentaires, dans les encres et dans les lessives, les tensioactifs interagissent souvent avec des polymères employés comme émulsifiants, stabilisants, épaississants...



Neurones colonisés par des adénovirus génétiquement modifiés.

Dans les shampoings, par exemple, les tensioactifs sont combinés avec des polymères : les premiers détachent les salissures grasses pour les disperser dans l'eau de lavage, tandis que les seconds modifient la surface des cheveux et améliorent le coiffage. Pour optimiser ces propriétés et pour réduire les concentrations en tensioactifs (l'environnement est un souci constant !), les chercheurs étudient des molécules tensioactives d'une nouvelle génération, en forme de peignes à trois ou quatre dents : quand le manche est hydrophile et les dents hydrophobes, ces molécules s'assemblent en structures en forme de vers, qui conservent leurs propriétés quand leur concentration est divisée par dix. Combien de dents réunir ? Sur des manches de quels types ?

LA BIOLOGIE DES PLANTES

Selon les cas, selon les équipes, selon les affinités, selon les compétences, les unités mixtes peuvent être de grosses ou de petites équipes. Le Laboratoire de physiologie cellulaire végétale, dirigé par Roland Douce, au Centre de recherche agrochimiques de La Dargoire, à Lyon, est un exemple de petite structure mobile et active. Composée d'une dizaine de chercheurs, elle étudie les caractéristiques biochimiques d'enzymes importantes du métabolisme de la cellule végétale : synthèse des acides aminés essentiels et des vitamines, et cibles potentielles d'herbicides.

Obtenue grâce aux outils les plus puissants de la biochimie, de la biologie moléculaire et de la physique, la connaissance précise de la structure tridimen-

sionnelle des enzymes permettra de créer de nouvelles molécules qui interagiront avec les sites actifs de ces enzymes et se comporteront comme des herbicides efficaces, sans risques pour les hommes et pour les animaux. Le laboratoire étudie également les toutes premières étapes de la germination des graines, afin d'améliorer leurs qualités germinatives et d'homogénéiser les lots de semence (équipe de Dominique Job).

LE SYSTÈME NERVEUX

Le Laboratoire Système nerveux et régulation génétique, à l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière de Paris, est beaucoup plus gros (il comporte quelque 40 chercheurs) ; il est aussi très pluridisciplinaire, puisqu'il mêle à la fois des médecins, des neurobiologistes et des chercheurs du Groupe Rhône-Poulenc.

Cette équipe, dirigée par Jacques Mallet, étudie la régulation de gènes de synthèse des neuromédiateurs, ces molécules qui, libérées par les cellules nommées neurones, transmettent l'influx nerveux dans le cerveau. L'un de ces neuromédiateurs, la dopamine, disparaît lors de la dégénérescence des neurones qui constitue la maladie de Parkinson. Peut-on traiter les malades contre la raréfaction de la dopamine ? Daniel Scherman et ses collègues de l'unité mixte installée dans le Centre de recherches de Vitry-Alfortville étudient des méthodes de transfert de gènes à l'aide de vecteurs non viraux. L'équipe de la Pitié teste des méthodes complémentaires de thérapie génique : l'utilisation de virus rendus inoffensifs pour introduire des gènes thérapeutiques dans les cellules nerveuses.

Et c'est ainsi qu'ils ont montré, par des études sur des rats, que les adénovirus peuvent être des vecteurs de gènes dans les cellules gliales et dans les neurones, quand ils sont injectés directement dans le cerveau. Par exemple, les neurobiologistes ont réussi à faire produire le GDNF par les neurones infectés par les adénovirus : ce dernier compense la perte en dopamine en faisant produire le neuromédiateur, et il prévient la dégénérescence.

Le laboratoire se développe aujourd'hui avec des études des maladies mentales, dont il recherche des gènes caractéristiques en se fondant sur la de cartographie du génome humain. Preuve que du fondamental à l'appliqué, il y a sans doute moins qu'on ne le croyait naguère. ■



Céramiques sur orbite

Le laboratoire mixte CNRS-sep, à Bordeaux, met au point des matériaux composites originaux.

Quel matériau utiliser pour réaliser les tuyères de fusées, portées à des températures atteignant 3 000 degrés ? Les métaux fondent à ces températures, et ils ont l'inconvénient d'être lourds. Seuls résistent les céramiques, les graphites et les composites carbone-carbone, que l'on obtient en faisant passer du méthane entre des fibres de carbone, dans un four : la décomposition du gaz, dans les porosités, dépose du carbone qui forme une matrice où sont alors noyées les fibres.

La Société Européenne de Propulsion (sep) étudiait ces questions depuis longtemps, souvent en collaboration avec des équipes du CNRS. Toutefois la découverte fortuite de céramiques d'un type nouveau bouleversa tant le secteur des matériaux, qu'il fallut renforcer ces collaborations. C'est ainsi qu'est née l'Unité mixte de Bordeaux.

L'idée fondatrice date de plus de 20 ans : des ingénieurs de la sep et le Laboratoire CNRS de chimie du solide, à Bordeaux, proposèrent d'améliorer les composites carbone-carbone en y introduisant des céramiques. Le remplacement du méthane par un gaz plus complexe, contenant du silicium, permit de déposer du carbure de silicium... et d'observer un comportement mécanique étrange : les nouveaux composites ne cassaient pas net et se fissuraient sans casser. Le concept de composites à matrice céramique fut breveté.

À cette époque, un industriel japonais présenta une nouvelle fibre de carbure de silicium, la *Nicalon*, assez fine pour être mise en forme facilement. Aussitôt, les chimistes de Bordeaux et les ingénieurs de la sep réalisèrent des céramiques de carbure de silicium dans une matrice de carbure de silicium. Alors que les céramiques sont réputées pour leur quasi-indéformabilité, les ingénieurs et chercheurs bordelais mesurèrent des déformations atteignant un pour cent ! La nouvelle famille de céramiques avait une tenue mécanique tout à fait remarquable et imprévue.

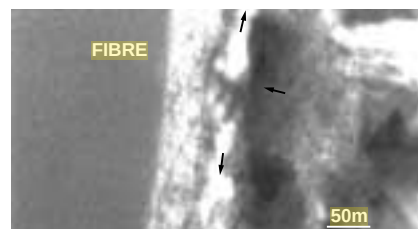
Que faire d'un tel matériau ? *Snecma*, maison mère de la sep, imagina de les employer pour les volets de sortie des moteurs M88 du *Rafale*. Puis, pour le programme *Hermès* d'avion spatial, les ingénieurs de la Société *Dassault* avaient besoin de protections thermiques, galbées, durables, minces. La sep proposa les composites céramique-céramique, de sorte que, quand on refit l'avant-projet avec ces nouveaux matériaux, la masse de l'engin avait diminué de 15 pour cent ; les épaisseurs étaient réduites, et les formes étaient affinées. Le programme *Hermès* accéléra la mise au point du matériau : moins de dix ans s'écoulèrent entre le premier centimètre cube obtenu en laboratoire et la première grande pièce produite dans des conditions industrielles.

La sep paria sur l'avenir industriel du matériau sur le marché mondial et confia aux équipes de Bordeaux la mission de conforter les bases scientifiques, afin de faciliter la production. C'est alors que la direction générale de la sep rencontra le CNRS, afin de proposer une collaboration à long terme. Le concept d'unité mixte de recherche, juste sorti de la fonderie administrative, convenait parfaitement. Le laboratoire fut fondé, et Roger Naslain et Pierre Lamicq, directeur de la recherche de la sep, furent chargés de préparer un démarrage en septembre 1987. Nous fêtons l'anniversaire de cette création.

HARMONIE ET TRAVAIL

Après ses débuts enthousiastes, le laboratoire de Bordeaux rencontra des conditions difficiles : une des propriétés espérées des composites céramique-céramique, la longévité, se révéla moins satisfaisante qu'on l'avait espéré. En outre, le programme *Hermès* fut arrêté, supprimant l'utilisation la plus prestigieuse.

En revanche, on découvrit que les composites carbone-carbone, que l'on utilisait classiquement dans les moteurs fusées et les freins d'avion, avaient de nouveaux atouts, principalement pour les



La déviation des fissures le long des fibres d'un composite céramique-céramique (en haut) multiplie les obstacles et défragilise le matériau (en bas).

freins de trains ou d'automobiles. Cependant ils devaient être améliorés. Pourrait-on les pousser à des limites inégalées ?

Les méthodes d'observation et d'essais mises au point pour les composites céramique-céramique s'appliquaient : elles furent immédiatement adaptées. La recherche obtint des résultats importants ; le laboratoire mixte se reconvertit partiellement sur les composites carbone-carbone. Avec ses 45 chercheurs, dont 15 permanents du CNRS, de l'Université de Bordeaux I et de la sep, le laboratoire mixte CNRS-sep poursuit ces études. La mission est claire : il s'agit de créer et de comprendre des matériaux composites à base de carbone et de céramiques résistant bien à la chaleur.

Plusieurs dispositions assurent le transfert continu des connaissances (d'abord à la sep) : chaque thèse est suivie par un ingénieur, et les travaux sont périodiquement discutés. Comme le développement des composites serait ralenti par la mise sous cloche des équipes de recherche, P. Lamicq et R. Naslain se sont accordés sur une politique très ouverte, avec une large publication des résultats, l'invitation de chercheurs étrangers, qui apportent de nouvelles stimulations. Cette attitude ouverte donne confiance aux hommes du laboratoire et se révèle positive pour la sep, au total. Tout le système est fondé sur la réactivité de la structure. ■