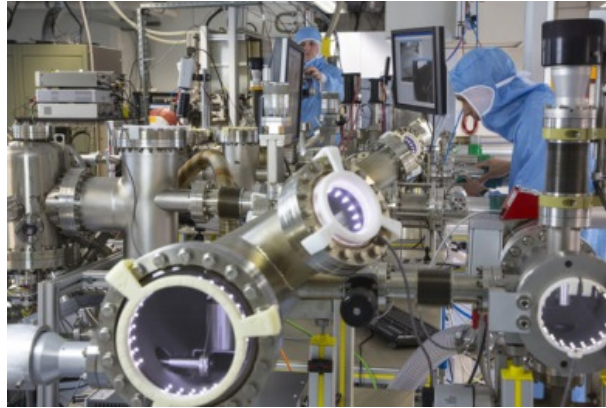


Bâtisseurs de nanomondes

LE MONDE SCIENCE ET TECHNO | 18.06.2013 à 15h02 |

David Larousserie



Au Picolab de Toulouse, une usine « nano » permet l'étude du dispositif à l'échelle du milliardième de mètre. | Patrick Dumas / Look at Sciences

Les chercheurs sont aussi des bâtisseurs. Coup sur coup, le CNRS a inauguré deux nouveaux bâtiments aux propriétés et aux équipements uniques en Europe.

Le 12 avril, à Grenoble, l'Institut Néel a fêté son agrandissement avec le bâtiment Z, de 2 600 mètres carrés. Un investissement de 17,05 millions d'euros, soutenu notamment par la région. Le 18 juin, à Toulouse, le Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (Cemes) a inauguré quant à lui la transformation du bâtiment Picolab, de 2 500 mètres carrés, ainsi que l'installation d'un microscope unique au monde, l'I2TEM. Pour un total de 15 millions d'euros, avec le soutien de la région et de l'Union européenne.

Ces lieux ont au moins deux points communs. Ils sont consacrés à la recherche en nanoscience, c'est-à-dire à l'étude des matériaux à l'échelle des atomes. Et ils ont relevé des défis techniques inouïs pour répondre à ces objectifs. *"Regardez, vous pouvez sauter à côté de l'appareil sans affecter l'expérience"*, explique Pierre Mallet, de l'Institut Néel, en joignant le geste à la parole. *"Ici c'est le monde du silence"*, ironise David Martrou, chercheur au Cemes, responsable technique de la conception de ce laboratoire si particulier.

Au Picolab ou au Z, rien ne bouge. Pas de vibration mécanique, pas de variation de température, pas de perturbation électrique ni magnétique... Dans les pièces, dites salles blanches, pas de poussière non plus.

En toute rigueur, ces "absences" se mesurent. Ainsi, à Grenoble, les vibrations mécaniques sont de l'ordre de seulement un dixième de micromètre par seconde. Comme à Toulouse, c'est cent fois moins que dans les locaux précédents. La température bouge de moins d'un demi-degré par jour. Dans les salles blanches, la quantité de poussières fines est au moins 100 000 fois plus faible que dans une pièce normale.

"C'est le chercheur qui perturbe le plus !", estime David Martrou, qui, comme ses collègues, travaille de plus en plus depuis son bureau en contrôlant l'expérience à distance.

"Le défi était en quelque sorte de pouvoir poser l'équivalent de la tour Eiffel sur une pièce de 1 centime, sans perturbation."

Alain Schuhl, directeur de l'Institut Néel

Pour parvenir à de telles performances, jusqu'alors réservées en Europe au Centre Binnig et Rohrer de nanotechnologie - qu'IBM a inauguré en 2011 près de Zurich -, le CNRS a fait travailler ses équipes avec des professionnels. A Grenoble, le cabinet d'architectes Philippe Jammet est parti d'un terrain vierge. Quelque 3 000 tonnes de béton ont été coulées pour les fondations afin d'assurer la stabilité mécanique.

Le plancher des expériences repose sur 33 plots de béton, d'au moins 285 tonnes, désolidarisés du bâti. Quelque 3 000 ressorts-amortisseurs soutiennent la tuyauterie, soumise aux vibrations des fluides y circulant. Certaines portes pèsent 100 kg. Des pièces sont blindées magnétiquement par des petites boucles de courant qui créent un champ magnétique de compensation.

A Toulouse, les cabinets d'études Auvertech et AVLS sont partis d'un bâtiment existant dont ils n'ont gardé que les murs. Par chance, le sous-sol est en argile très dense, ce qui a demandé moins de béton pour les dalles antivibratiles. Le plus dur a été l'isolation électrique : il a fallu planter 30 pieux sur trois mètres de profondeur pour garantir une bonne prise de terre. Trois circuits électriques indépendants alimentent les bureaux, les équipements et l'électronique sensible des appareils de mesure.

Pourquoi tant d'efforts ? *"Le défi était en quelque sorte de pouvoir poser l'équivalent de la tour Eiffel sur une pièce de 1 centime, sans perturbation"*, explique Alain Schuhl, directeur de l'Institut Néel, pour montrer l'écart entre le nanomonde et les instruments qui permettent de le sonder. *"Nous voulions disposer d'un lieu où l'on mêle science et technologie jusqu'à l'échelle atomique"*, ajoute Christian Joachim, responsable du Picolab.

Les équipes de ces deux laboratoires s'affairent donc dans l'électronique moléculaire et atomique, l'étude du graphène (un assemblage de carbone fait d'un seul plan d'atomes), l'information quantique, les matériaux magnétiques, la croissance parfaite de cristaux...

Les microscopes à effet tunnel et à force atomique sont les instruments idoines pour observer, mais aussi manipuler ces objets. D'autres machines servent à la fabrication : dépôt d'atomes couche par couche, lithographie, bombardement par des faisceaux d'ions... Le tout souvent dans des équipements au sein desquels le vide est très poussé (ultravide). Et dans la collaboration, puisqu'un projet, coordonné par Erik Dujardin, du Cemes, rassemble entre autres des groupes des deux laboratoires afin de faire des circuits électroniques atomiques à partir des matériaux à deux dimensions comme le graphène. *"Il y a des cristaux que je ne pouvais imaginer faire précédemment"*, explique Pascal Lejay, de l'Institut Néel. Certaines vitesses de croissance cristalline étant de l'ordre de 0,1 millimètre par heure.

Au Cemes, une machine incroyable, unique au monde, a été conçue et assemblée sous la direction de David Martrou : un prototype d'usine sous ultravide pour construire quasiment atome par atome des objets et les connecter au monde "macro", quelque dix mille fois plus grand.

Un autre instrument est attendu en février 2014 : un microscope à effet tunnel à quatre têtes permettant, avec les unes, de manipuler les molécules et, avec les autres, de faire des mesures précises. *"On devrait enfin pouvoir mesurer la conductivité d'un fil atomique"*, rêve Christian Joachim. Et le directeur du Cemes, Alain Claverie, de conclure : *"Nous construisons pour l'avenir."*