



Campus
d'innovation pour
les **micro**
et **nanotechnologies**

MINATEC *EN BREF*

■ Education ■ Research ■ Industry



un « campus d'innovation » unique en Europe

L'agglomération grenobloise dispose avec MINATEC d'un « campus d'innovation » en micro et nanotechnologies unique en Europe. Alors que les différents acteurs de l'innovation technologique (chercheurs, industriels, étudiants) travaillent d'habitude chacun de leur côté et ont du mal à collaborer, MINATEC les réunit sur un même site de 20 hectares, met à leur disposition des moyens techniques exceptionnels et leur offre un cadre propice pour créer ensemble les innovations de demain.



Un rayonnement national et international

MINATEC reçoit chaque année 40 000 visiteurs, accueille ou organise 1000 événements (congrès, séminaires, colloques, réunions...) et reçoit une centaine de délégations étrangères pour des visites approfondies du site.

Le campus MINATEC collabore avec d'autres pôles mondiaux d'innovation en micro et nanotechnologies aux Etats-Unis, au Japon et en Europe.



Les travaux menés à MINATEC portent en particulier sur



- Micro et nanoélectronique : conception de circuits intégrés et de processeurs toujours plus performants
- Nouvelles mémoires, plus rapides et à plus forte capacité
- Microsystèmes tels que capteurs d'accélération ou de pression, micromoteurs, micromiroirs etc.
- Biopuces et biosystèmes pour l'analyse médicale ou la recherche
- Microsystèmes photoniques pour la vision infrarouge, les communications par fibre optique, etc.
- Composants et systèmes radiofréquence pour la téléphonie mobile

Les chiffres-clés

MINATEC réunit sur un site de 20 hectares situé au nord-ouest de Grenoble 2400 chercheurs, 1200 étudiants et 600 industriels et spécialistes du transfert technologique. Ils disposent de 70 000 m² de locaux, dont 10 000 m² de salles blanches, et de neuf plates-formes technologiques pour mutualiser les moyens et mener des programmes communs.

Les équipements disponibles sur ces plates-formes représentent un budget de plusieurs centaines de millions d'euros.

Les acteurs

- **Education** : une école d'ingénieurs, Grenoble-INP Phelma, un centre de formation interuniversitaire en microélectronique et nanotechnologies, le CIME, et l'antenne de Grenoble de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN).
- **Recherche** : deux grands laboratoires du CEA, le Léti et INAC, et la Fédération des Micro et Nanotechnologies (FMNT), qui regroupe quatre laboratoires du CNRS et des universités de Grenoble et Chambéry.
- **Industrie** : une vingtaine d'entreprises hébergées, du laboratoire R&D du grand groupe à la start-up.

Education



Research



Industry



Historique

La création de MINATEC a été concrétisée le 18 janvier 2002, par la signature d'une Convention Cadre entre les partenaires de ce projet : l'Etat, les collectivités locales (Région Rhône-Alpes, Département de l'Isère - maître d'ouvrage de MINATEC, Communauté d'Agglomération Grenoble-Alpes-Métropole, Ville de Grenoble) le CEA, Grenoble INP et la Caisse des Dépôts et Consignations.



Cette convention a constitué un acte fondateur pour les partenaires de ce projet, qui s'engagent dès 2002, avec des moyens importants, à faire de MINATEC, le premier centre d'excellence en Europe pour les micro et les nanotechnologies.

Initié en 2000 par le CEA et Grenoble INP, et soutenu par le Ministre de la Recherche, M. Roger-Gérard Schwartzberg, lors de sa visite à Grenoble, le 9 novembre 2000, ce projet renforce le positionnement international de la région Rhône-Alpes, tant sur les plans scientifique, qu'économique et industriel.



En juin 2008, suite à la signature d'une convention de fonctionnement entre tous les partenaires, Jean-Charles Guibert est nommé directeur de MINATEC et constitue une équipe en charge de l'animation, de la promotion et de la communication du campus d'innovation.

Jean-Charles
Guibert,
directeur de MINATEC

« nous sommes une usine à innovations,
pas à Prix Nobel ! »

■ Pourquoi avoir rassemblé sur un même site
4000 étudiants, chercheurs et industriels ?

C'est le meilleur moyen d'innover plus et plus vite, pour donner naissance à de nouveaux produits. Même à l'ère d'Internet, les gens collaborent mieux quand ils sont proches les uns des autres. Dans la recherche technologique en particulier, le brassage d'idées, les relations humaines, les échanges informels dans le couloir ou à la machine à café sont déterminants pour avancer.

Seuls les chercheurs d'exception inventent tout seuls ; mais MINATEC n'est pas une usine à prix Nobel, c'est une usine à innovations.



■ Pourtant, beaucoup de grandes entreprises ont des sites aux quatre coins de la planète...

Elles ont des usines un peu partout, c'est vrai, car la production repose sur des méthodes structurées. On peut construire des usines jumelles situées à 5000 km l'une de l'autre. Mais pour la R&D, les grandes entreprises n'éparpillent pas leurs chercheurs : elles les regroupent par spécialités dans des centres où ils se retrouvent entre experts du même domaine.

■ MINATEC fonctionne réellement depuis 2006. Considérez-vous que c'est un succès ?



Nous avons réussi à rassembler 4000 personnes sur un même site : c'est déjà un succès en soi. Nos élèves ingénieurs travaillent à quelques dizaines de mètres de chercheurs au meilleur niveau européen, ou d'industriels comme Ethera ou Cytoo ! Les uns et les autres se croisent, participent à nos conférences d'information hebdomadaires ou à d'autres événements ; et naturellement, des projets communs voient le jour.

■ Comment mesurer par ailleurs si « l'usine à innovations » tourne bien ?

Notre budget annuel consolidé s'élève à plus de 300 millions d'euros. Nous déposons plus de 300 brevets chaque année et rédigeons environ 1600 publications scientifiques. Au moins une fois par mois, je suis invité à présenter notre concept à l'étranger.

Nos bâtiments – 70 000 m² au total – sont pleins, ce qui nous a incités à lancer une deuxième phase, pour construire 60 000 m² supplémentaires.



■ Quel pays ou quel centre de recherche vous a inspiré pour imaginer MINATEC il y a dix ans ?

Il n'existait aucun site semblable, comprenant à la fois les composantes éducation, recherche et industrie. En revanche, nous avons au sein du CEA Grenoble l'exemple du Léti. Depuis des années, ce laboratoire de recherche appliquée en électronique proposait aux industriels désireux de développer un nouveau produit de créer une équipe de recherche commune (chercheurs du Léti + chercheurs de l'entreprise), installée sur place pour disposer de ses moyens techniques lourds. Les résultats étaient souvent excellents et rapides, ce qui donnait à l'entreprise une avance sur ses concurrents.

■ MINATEC est donc un élargissement de ce mode de collaboration recherche-industrie ?

Oui, car nous y avons ajouté la composante éducation : les universités, avec leurs étudiants, leurs laboratoires de recherche amont, leur force de frappe en formation continue, sont aussi des accélérateurs de l'innovation.

En revanche, il est difficile de les convaincre de déménager vers un nouveau site. C'est pourquoi des pays comme les Etats-Unis, le Japon, Singapour, les Pays-Bas, qui ont voulu créer des pôles semblables au nôtre, n'ont pu attirer que des chercheurs et des industriels.



■ Comment va évoluer MINATEC ces cinq prochaines années ?

Nous entretenons déjà une forte dynamique interne. Celle-ci va encore être renforcée par le fait que nous nous inscrivons désormais dans un projet encore plus vaste, le campus d'innovation mondial GIANT. MINATEC en sera la composante « micro et nanotechnologies » aux côtés des pôles GREEN (énergies nouvelles) et NANOBIO (santé), tous trois bénéficiant de la présence de grands instruments européens comme EMBL, ESRF et ILL et d'une puissante recherche amont.

GIANT couvre également le management de la technologie et de l'innovation avec la présence de Grenoble Ecole de Management. Tout cela constituera pour MINATEC un socle de développement supplémentaire, d'autant que GIANT mobilise plus d'un milliard d'euros d'investissements.

Les innovations sortent des laboratoires de MINATEC...

■ La mallette de détection biologique et chimique

Utilisée par les services de surveillance de l'environnement ou par les forces de l'ordre, cette mallette transportable permet de réaliser en un temps record des analyses de l'air ou de l'eau pour y détecter des toxines, des virus, des bactéries, des produits chimiques, etc.

■ La détection d'allergènes dans l'alimentation

Pour vérifier si un lot de produits agro-alimentaires (laitage, charcuterie, plat préparé...) n'a pas été contaminé par un allergène pendant la fabrication, on prélève un échantillon et on procède sur place à son analyse grâce à un laboratoire sur puce, dispositif miniature de quelques centimètres de côté. Le résultat est obtenu en 30 mn environ et permet, si tout va bien, de commencer le conditionnement et l'emballage du produit.

■ Les mini écrans haute résolution pour caméscopes et lunettes vidéo

Le viseur des caméscopes et appareils photo numériques devrait être remplacé bientôt par un écran d'1 centimètre de diagonale, qui fournira à l'utilisateur une image de haute résolution. Le même mini-écran pourrait être utilisé pour mettre au point des lunettes vidéo haute définition sans fil.

■ La nouvelle génération d'appareils photo intégrés au téléphone mobile

Les utilisateurs de téléphones mobiles veulent des photos de qualité toujours meilleure. Et les fabricants de ces téléphones veulent des modules photos toujours plus compacts ! D'où la mise au point d'une nouvelle génération « d'imageurs » (partie de l'appareil photo qui capture l'image), aujourd'hui en service dans nos téléphones.

■ Les puces électroniques pour textiles lumineux

Les dernières puces électroniques sont si petites qu'on peut les accrocher à un fil textile et les intégrer ainsi, sans qu'elles soient visibles, dans la trame de vêtements high tech. Exemple le plus spectaculaire : ces puces qui comprennent une diode luminescente donnent ainsi naissance à des « textiles lumineux » de toutes les couleurs !

■ Le système d'aide à la rééducation fonctionnelle pour kinésithérapeutes

Pour un kinésithérapeute, il n'est pas toujours facile de mesurer les progrès de ses patients, par exemple leur capacité à ouvrir davantage une articulation (genou, coude...) après un accident. Les « capteurs de mouvement », placés sur le membre accidenté, transmettent à un PC une mesure très précise de l'amplitude des gestes, de l'angle d'ouverture de l'articulation, etc.

C'est aussi un moyen de contrôler, en cours de séance, que le geste demandé est parfaitement effectué.

■ Les imageurs pour satellites scientifiques

Le satellite européen Herschel, lancé en 2009, a pour mission d'observer l'univers pour comprendre la formation et l'évolution des étoiles et des galaxies. Il comprend notamment une caméra infrarouge ultra perfectionnée dont « l'imageur bolométrique » (partie qui capture les images) a été développé dans les laboratoires MINATEC.

■ Les accéléromètres pour le maintien de trajectoire des voitures

Le système électronique ESP permet de préserver la stabilité des voitures lors des freinages en courbe ou sur des routes glissantes (verglas, présence d'huile...). Il fonctionne à partir des informations sur la trajectoire du véhicule fournies par un minuscule capteur, l'accéléromètre. MINATEC a collaboré avec un grand industriel américain pour créer une nouvelle génération d'accéléromètres, fabriquée aujourd'hui à des millions d'exemplaires.

■ Le dispositif de détection de la déshydratation chez les pompiers

Un pompier qui lutte contre un incendie est soumis à des températures très élevées alors qu'il porte plusieurs épaisseurs de vêtements ; il transpire donc abondamment. Grâce à un microsystème inséré sur le vêtement qu'il porte à même la peau, sa sueur est analysée en continu. Quand la déshydratation est proche, la composition de cette sueur change et le microsystème le détecte et donne l'alerte... Un dispositif similaire pourrait être proposé aux sportifs qui réalisent des efforts d'endurance.

Des pistes pour mieux comprendre les nano- technologies

Un monde, des mots

Le préfixe nano vient du grec et signifie tout petit, nain. Un nanomètre correspond à un milliardième de mètre (10^{-9}) ! Ce qui représente l'équivalent de 10 atomes alignés. Lorsque l'on étudie la matière à l'échelle nano, on est très proche des molécules de base qui constituent son organisation.



■ **Les nanosciences**
désignent l'étude d'objets dont les dimensions sont comprises entre 1 et 100 nanomètres.

■ **Les nanotechnologies**
regroupent les moyens utilisés pour observer et fabriquer des outils et des produits à cette échelle de l'infiniment petit.

Les nanotechnologies et nanosciences se situent à la croisée de la physique, de la chimie et de la biologie, que leurs progrès respectifs rapprochent autour d'objets de recherche partagés.

Des pistes pour mieux comprendre les nano- technologies

Les enjeux, les marchés

En étudiant un matériau à l'échelle nanométrique, on observe souvent des comportements particuliers : plus grande réactivité des atomes en surface (utile pour la catalyse), modification de la résistance mécanique, nouvelles fonctions optiques, électromagnétiques ou thermiques... Ces propriétés rendent possible l'amélioration des technologies existantes et la mise au point d'inventions radicalement nouvelles : c'est ce qui fait l'intérêt des nanotechnologies.

Technologies de l'information et de la communication

Les composants électroniques tel que le circuit intégré sur puce ont été longtemps gravés à l'échelle micrométrique (10^{-6} m). Aujourd'hui, les nanotechnologies permettent de franchir une nouvelle étape dans la miniaturisation et de rendre encore plus puissants les processeurs des ordinateurs, téléphones mobiles, consoles de jeu, etc.

Ces derniers offrent ainsi toujours plus de fonctions, traitent plus rapidement et à moindre coût énergétique l'information, ce qui permet de construire des ordinateurs plus efficaces pour des domaines aussi variés que les satellites, les réseaux de communication terrestre ou la prévision climatique. S'y ajoutent, bien entendu, les usages « nomades » individuels (transmission de musique, d'images, de vidéo...) à des vitesses croissantes.

De plus, le coût de ces objets de grande consommation diminue régulièrement, ce qui les met à la portée d'une proportion croissante de la population. MINATEC joue un rôle central dans ce domaine puisque ses laboratoires collaborent – entre autres – avec IBM, ST Microelectronics et bien d'autres partenaires.

Énergie et transports

Si la voiture propre se généralise demain, ce sera – entre autres – grâce aux nanotechnologies. À MINATEC, par exemple, les chercheurs mettent au point des batteries pour véhicules électriques plus légères et à plus forte capacité. La pile à combustible, également étudiée sur le site du CEA-Grenoble, pourrait à plus long terme alimenter les véhicules électriques en énergie ; les nanomatériaux sont un des principaux leviers pour améliorer son rendement et sa fiabilité.

En aéronautique, les nanomatériaux donneront naissance demain à des avions plus légers, plus solides, moins consommateurs d'énergie.

Les nanomatériaux servent aussi à améliorer le rendement des panneaux solaires.

Santé et qualité de vie

Les nanotechnologies contribuent à la mise au point de « laboratoires sur puce » qui permettront aux médecins de réaliser à leur cabinet les analyses biologiques les plus fréquentes : plus rapide, plus simple, moins cher pour le système de santé. Autre nouveauté, prévue vers 2020 : des « nanotransporteurs » qui véhiculeraient un médicament dans le corps humain et ne le libéreraient qu'une fois arrivés dans la zone malade. La dose appliquée et les effets secondaires seraient fortement réduits. Les laboratoires MINATEC sont fortement engagés sur ces sujets.

Les nanotechnologies contribueront aussi à la réalisation de dispositifs ultra-légers pour analyser l'eau ou l'air, détecter des polluants, rechercher de la légionelle ou de la salmonelle dans des aliments, sans passer par un laboratoire.

Des questions de société

Encore mal connues, les nanotechnologies et nanosciences soulèvent des interrogations voire des inquiétudes. Lesquelles ?

Des craintes liées à la toxicité potentielle pour l'homme des nanoparticules et des nanoproduits : la faible masse des nanoparticules les maintient en suspension dans l'air et leur taille leur permet de franchir la barrière biologique. Le risque existe notamment lors de la manipulation des nanopoudres en laboratoire ou en usine. Le projet européen « Nanosafe 2 », coordonné par le CEA, porte sur des systèmes permettant de sécuriser les procédés industriels. L'OCDE recense 691 projets sur le sujet.

La question de la liberté individuelle : les citoyens doivent-ils se sentir menacés par la multiplication de systèmes miniaturisés qui « tracent » leur activité ? Le but d'une technologie comme la RFID (radio-identification), qui intègre des nanos, est d'abord de simplifier et sécuriser la vie quotidienne, en signalant par exemple une rupture dans la chaîne de froid de produits surgelés. Bien sûr, elle pourrait aussi être détournée pour tracer des comportements individuels à des fins de marketing ou autres, avec tous les risques qui en découlent. La vigilance des instances juridiques républicaines (notamment de la CNIL) ainsi que celle des citoyens et des associations représente probablement la meilleure manière de garantir les droits de chacun.



