

# INSTITUT LNE-NANOTECH :

## LES SPÉCIALISTES DE LA MESURE AU SERVICE DE LA RÉVOLUTION DES NANOTECHNOLOGIES

L'ÉMERGENCE DES NANOTECHNOLOGIES CONSTITUE UNE RUPTURE TECHNOLOGIQUE MAJEURE. POUR L'ACCOMPAGNER, L'INSTITUT LNE-NANOTECH PROPOSE UNE OFFRE GLOBALE AUX ACTEURS CONCERNÉS PAR LA MESURE À L'ÉCHELLE NANOMÉTRIQUE.



GEORGES FAVRE

Matériaux, énergie, médecine... les nanotechnologies s'affichent tel un élément clé de la société connectée et de la transition écologique et énergétique. Pour accompagner leur essor, le LNE a créé en 2017 l'institut LNE-Nanotech. Sans mur et délocalisé, il regroupe sous une seule bannière la totalité des infrastructures et des expertises du laboratoire sur les nanotechnologies. La nouvelle entité permet ainsi de traiter l'ensemble des problématiques posées par le développement de l'univers «nano», qu'il s'agisse d'évaluation des performances pour soutenir l'innovation, de sécurité ou d'encadrement réglementaire.

Dès les années 2000, le LNE a développé les instruments de référence pour faire accéder le nano-monde à la précision métrologique. Comme le précise Georges Favre, directeur de l'institut, «les nano-objets et les nano-composants ont cela de particulier que leur caractérisation nécessite la mise en œuvre conjointe de différentes techniques et méthodes complémentaires.» Au LNE, cet impératif prend au fil des années la forme des plateformes CARMEN (propriétés physico-chimiques), puis MONA (propriétés des aérosols) ou NAEL (propriétés électriques) que viennent compléter différents outils disponibles dans différentes équipes du LNE. Il est ainsi possible d'établir la fiche d'identité des nano-objets, quelle que soit la forme sous laquelle ils se présentent (poudre, dispersion, aérosol) et la complexité du milieu (produit manufacturé, milieu biologique, matrice environnementale, suie...). «De façon naturelle, il nous est alors apparu que pour répondre aux besoins complexes des acteurs académiques, économiques et sociétaux, il serait intéressant d'imaginer une structure pour mettre en commun et coordonner l'offre du LNE sur la caractérisation des nanomatériaux, poursuit le scientifique. C'est la raison d'être de l'institut LNE-Nanotech.»

Cette offre concerne bien sûr les problématiques de métrologie fondamentale associées aux nanotechnologies. Mais en intégrant les différents moyens du laboratoire par-delà les frontières disciplinaires et/ou méthodologiques, LNE-Nanotech est également en mesure de se saisir de toute la chaîne allant de la métrologie pure à la normalisation, en passant par la dissémination de référence et de méthodes. «Que ce soit pour un industriel, une start-up, un acteur institutionnel ou académique, l'institut LNE-Nanotech se positionne aussi bien sur les aspects de maîtrise des matières premières et de développement de procédés, que d'évaluation des performances ou des risques, et d'appui à l'établissement de normes, indispensables à la mise en place du cadre réglementaire», complète le directeur.



FRANÇOIS-XAVIER OUF

Mieux, LNE-Nanotech joue aussi un rôle moteur dans l'émergence d'une communauté des acteurs concernés par la mesure à l'échelle nanométrique. C'est ainsi le sens de la création dès cette année du Centre d'innovation NanoMesureFrance, cofinancé par l'État et la Région Ile-de-France, sous l'animation scientifique du LNE. «L'objectif est de permettre aux industriels, start-up, laboratoires académiques ou privés, fabricants d'instruments, prestataires de services... d'échanger sur leurs besoins et leurs compétences dans les domaines de la caractérisation et de l'évaluation des performances/exposition, et de créer des synergies pour répondre à l'ensemble des défis liés à l'essor des nanomatériaux», explique François-Xavier Ouf, coordinateur R&D de NanoMesureFrance au sein du LNE. Et le scientifique d'ajouter : «Charge à NanoMesureFrance de faire remonter et de hiérarchiser les besoins, et à l'institut LNE-Nanotech d'apporter des réponses ou solutions concrètes avec son réseau de partenaires». De quoi rendre définitivement le LNE un acteur incontournable de la révolution des nanotechnologies.

### ALEXANDRA DELVALLÉE

L'institut LNE-Nanotech favorise la mise en place d'un vocabulaire, de définitions, de références et de bonnes pratiques partagés entre des équipes de culture différente. Concernant les nano-objets, pour la caractérisation desquels le croisement de techniques complémentaires est incontournable, c'est indispensable. Par exemple, dans le cadre du projet Graal, sur la caractérisation métrologique pluridisciplinaire de matériaux et produits à base de graphène, les mêmes échantillons sont caractérisés par différentes techniques de microscopie à sonde locale. Cela pose d'importantes contraintes, en particulier pour la préparation des échantillons, que seul le travail au sein d'un même institut permet de traiter plus facilement.»



### NOLWENN FLEURENCE

À l'échelle nanométrique, certaines propriétés d'un matériau peuvent être différentes de celles à l'échelle macroscopique. Elles peuvent, par exemple, dépendre du type dominant de transfert thermique au sein du matériau qui est fonction de la structure du matériau mais aussi de sa taille. Ainsi, il est souvent nécessaire de renseigner conjointement différentes propriétés pour conclure. C'est tout l'intérêt de l'institut LNE-Nanotech qui rend naturel pour des équipes différentes le fait de proposer une offre globale dans le cadre d'un projet de recherche par exemple. Ainsi, pour le projet européen NanoWires, qui aborde la caractérisation de dispositifs de récupération d'énergie à base de nanofils, les équipes de caractérisation structurale de matériaux, de métrologie thermique et de métrologie électrique ont répondu ensemble à l'appel à projets. L'existence de l'institut donne à nos partenaires une meilleure visibilité des expertises complémentaires que nous pouvons mobiliser.»



### NICOLAS FELTIN

L'institut LNE-Nanotech favorise un travail transverse, à la fois entre les différents départements du LNE, mais également entre la métrologie et les essais. Ce faisant, nous nous connaissons mieux et travailler ensemble est plus facile. C'est fondamental dans la mesure où travailler à l'échelle nanométrique est plus complexe et les problèmes existants à cette échelle requièrent une complémentarité d'approche. Nous pouvons ainsi nous engager sur des sujets plus complexes et au plus proche des besoins de nos partenaires plus facilement que si chacun se focalisait sur sa grandeur. Nous avons ainsi eu l'occasion d'accompagner plusieurs entreprises au cours des dernières années en mettant en commun nos compétences en microscopie à force atomique, en microscopie électronique à balayage, en analyse chimique ou en ayant recours à des techniques peu courantes par voie aérosol afin d'identifier l'approche la plus pertinente pour répondre aux problématiques de nos partenaires. Nous sommes le seul institut national de métrologie à proposer une réponse globale sur les nanomatériaux.»



### FRANÇOIS PIQUEMAL

L'institut LNE-Nanotech formalise des contacts et des échanges que nous avons déjà entre équipes du LNE. Il est moteur pour s'engager dans des projets où la réponse doit être plurielle, notamment dans le cas de projets partenariaux. L'institut induit une forme de spontanéité à travailler ensemble, et ce dès les étapes de veille et de recherche de contrats ou de collaborations. Par exemple, l'année dernière, Georges Favre a été sollicité par des centres de recherche grenoblois ou franciliens sur des questions qui mêlaient des aspects dimensionnels et électriques. Ça a été tout naturel pour lui de m'en parler et pour nous deux de rencontrer ensemble nos interlocuteurs. L'institut est par ailleurs très actif sur les aspects normatifs et pré-normatifs. Il nous incite positivement à intégrer dans nos réponses cette dimension importante pour les acteurs économiques comme les citoyens.»



### FÉLICIEN SCHOPFER

Sur un matériau possédant d'aussi nombreuses propriétés physiques et chimiques intéressantes que le graphène, nos partenaires ont besoin de la coordination de moyens proposée par LNE-Nanotech. Par exemple nous collaborons depuis plusieurs années avec la startup italienne Graphene-XT pour laquelle nous avons d'abord réalisé de la caractérisation structurale de flocons de graphène en phase liquide, puis de la caractérisation thermique de films minces et maintenant thermomécanique et chimique de lubrifiants. L'expérience ainsi acquise doit pouvoir être mise à profit dans le futur pour accompagner des startups françaises dans le domaine, comme Carbon Waters ou BlackLeaf. On peut également citer les pouvoirs publics ou certains industriels qui ont fait appel l'année dernière à notre expertise dans le domaine de la métrologie des aérosols et en microscopie pour caractériser le contenu en nanoparticules de graphène dans des masques FFP2. L'institut LNE-Nanotech instaure du reste un circuit court entre métrologie fondamentale, caractérisation, essais, et prestations de mesure correspondantes auprès de clients, tout en traitant de la normalisation.»



«DÈS LES ANNÉES 2000, LE LNE A DÉVELOPPÉ LES INSTRUMENTS DE RÉFÉRENCE POUR FAIRE ACCÉDER LE NANO-MONDE À LA PRÉCISION MÉTROLOGIQUE.»