

La métrologie, outil du management de la qualité totale dans les industries des nanotechnologies

La métrologie est une des composantes incontournables de tout processus industriel de production. Dans le cas de productions traditionnelles, voire contemporaines, les outils de la métrologie (instrumentation, méthodes d'analyse, d'essai et d'étalonnage, ainsi qu'étalons de mesure) existent depuis longtemps et ce, pour nombre d'entre eux, sur catalogue. Ce n'est pas le cas en ce qui concerne les nanotechnologies, pour lesquelles il existe peu (voire pas du tout) d'instruments de mesure à l'échelle nanométrique requise. D'autant qu'en la matière, la qualité intrinsèque du produit n'est plus seule à être prise en considération : les propriétés des matériaux à l'échelle nanométrique sont souvent différentes de celles des mêmes matériaux sous leurs formes macro- et submicronique. De ce fait, la caractérisation des nano-produits est d'abord rendue nécessaire par des aspects sociétaux (notamment la protection des travailleurs et des consommateurs).

par **Jean-Marc AUBLANT***

* Délégué aux relations européennes et à la normalisation auprès du Directeur Général du Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE).

LA PROBLÉMATIQUE DES NANOTECHNOLOGIES

La métrologie, science de la mesure, est un des principaux défis à relever par (et pour) tous les acteurs travaillant à l'échelle nanométrique. Pour satisfaire aux besoins de ces acteurs, les ingénieurs et scientifiques citent très souvent en référence les propos de Sir William Thomson Lord Kelvin : «Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, alors vous connaissez quelque chose de votre sujet. Si vous ne le pouvez, votre connaissance est d'une bien pauvre espèce et bien incertaine.» (PLA, vol. 1, *Electrical Units of Measurements*, 5 mars 1883).

Mais ces besoins ne sont pas le fait des seuls ingénieurs et scientifiques. Ce sont notamment toutes les industries utilisatrices de nanotechnologies à un quelconque degré qui recherchent et demandent une instrumentation de mesure qui soit à la fois aussi exacte, juste, fidèle, fiable et économique que possible et raccordée aux étalons et aux références internationalement reconnus. En outre, les industries manufacturières, ainsi que les autorités gouvernementales et les organisations non gouvernementales, requièrent des méthodes d'échantillonnage, de prélèvement et d'essais, ainsi que des instruments de mesure, des normes et des règlements pour anticiper et prévenir les désordres de santé que pourrait subir l'homme du fait de développements technologiques associés aux nanotechnologies.

Dans tous les cas liés aux nanotechnologies, les mesures et la caractérisation de nano-produits et de produits nano-manufacturés sont nécessaires et, ce, à tous les stades des procédés industriels. Dans le cadre des nanotechnologies, où tous les objets devant être mesurés ou caractérisés sont à l'échelle nanométrique, qu'ils relèvent des domaines biologique, chimique, mécanique ou physique, l'on a rapidement constaté (et démontré) qu'il existait une véritable rupture des capacités de mesure et de l'instrumentation associée ; dans l'exploration des matériaux et des phénomènes, les outils et les instruments étaient utilisés aux limites de leur résolution intrinsèque, ce qui avait pour effet de produire de grandes marges d'erreur.

LE DÉFI MÉTROLOGIQUE À L'ÉCHELLE NANOMÉTRIQUE

C'est donc ici que se situe le défi du monde de la métrologie : il réside dans la nécessité d'être capable de fournir aux chercheurs, toxicologistes et industriels les outils et les moyens de mesure et de reconnaissance numérique (imagerie) permettant de caractériser des nano-artefacts. Toutefois, à côté des traditionnelles disciplines et quantités de mesures (longueur, masse, magnétisme, etc.) et en raison de propriétés inédites que manifestent les matériaux considérés quand ils sont à l'échelle nanométrique, de nouvelles exigences tech-

nologiques se font jour afin de pouvoir caractériser les nanomatériaux. Cela peut concerner, par exemple, leur forme, leur volume, leur surface et leur topographie, leur adsorption, leur porosité, leur résistivité, leur résilience, leur force (ou encore certaines propriétés de ces caractéristiques). Enfin, pour satisfaire aux fondamentaux de la métrologie, toutes ces mesures doivent être, d'une certaine manière, traçables à l'une des unités du système international (SI) [1].

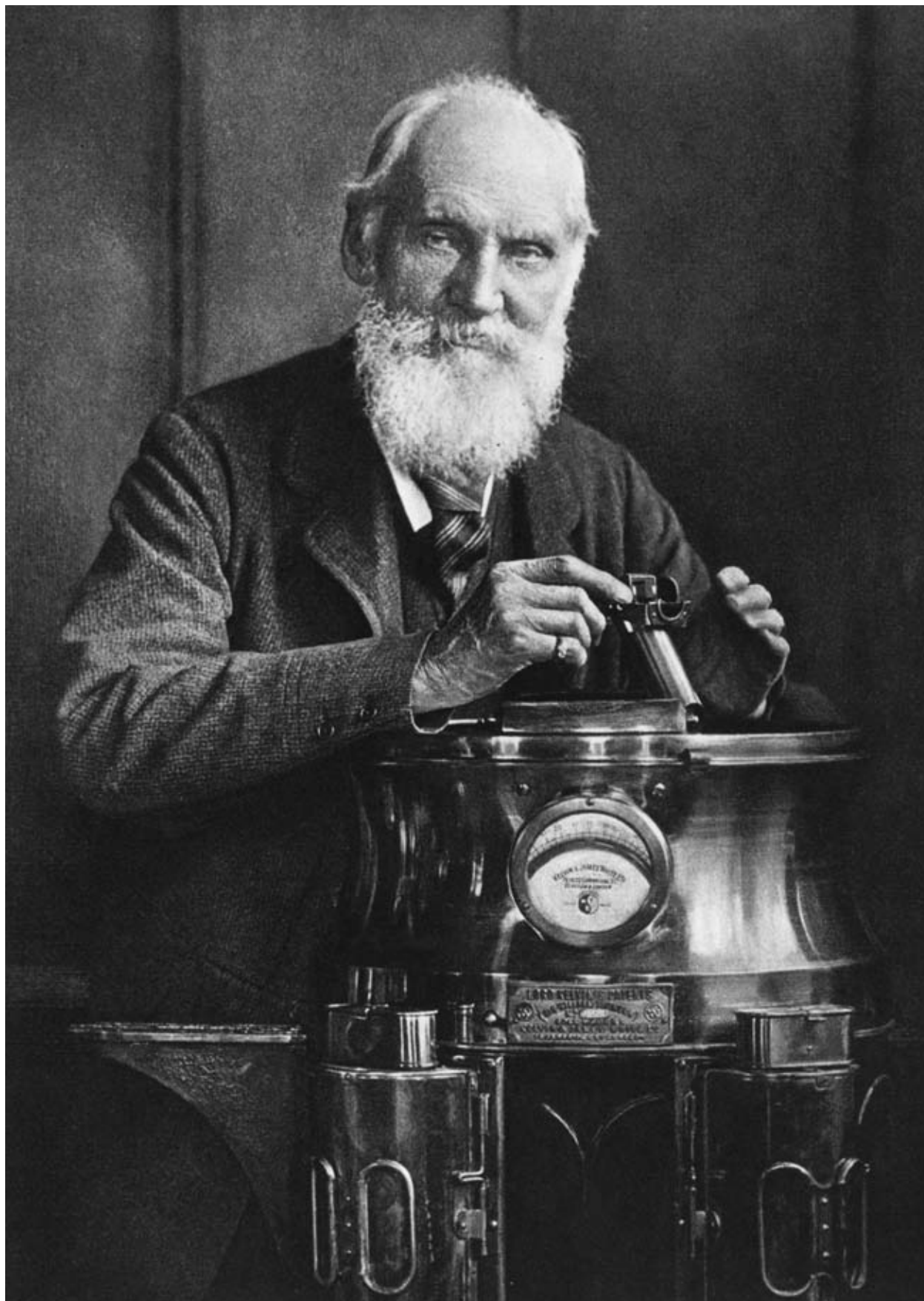
Le nanomètre (nm) est le milliardième du mètre (1×10^{-9} m), soit une longueur environ 80 000 fois plus petite que le diamètre d'un cheveu ou aussi large qu'une dizaine d'atomes alignés côte à côte. Il est donc évident pour quiconque que tous les moyens de mesure, à cette échelle, résultent d'une manipulation et d'un procédé technologique totalement invisible à l'œil du meilleur opérateur, quand bien même celui-ci serait doté du meilleur instrument optique traditionnel. Ainsi, la plupart des technologies utilisées pour procéder aux mesures ou aux caractérisations des nanomatériaux relèvent de la microscopie électronique à balayage haute résolution, de la microscopie en champ proche à force atomique, de la spectroscopie, de la spectrométrie, de la diffractométrie, de l'ellipsométrie, etc. Quand ils opèrent à l'échelle nanométrique, tous ces appareils de mesure sont, le plus souvent, plongés dans des environnements spécifiques (ultravide ou salle blanche) et sont conçus sur des principes combinant en chaîne complexe, électro-mécanique et traitement numérique du signal par des logiciels ou par des progiciels informatiques.

Par exemple, pour procéder à des mesures dimensionnelles en 2D ou 3D qui soient traçables au système international d'unités de mesure (SI), il convient nécessairement d'utiliser soit une mesure directe du déplacement d'un échantillon par interférométrie laser, au moyen d'un système autopiloté de balayage de la surface de cet échantillon par une pointe montée sur un micro-levier (principe du microscope à sonde locale de type AFM, dont le fonctionnement est basé sur les interactions entre la micro-pointe de cette sonde et l'échantillon, qui produisent *in fine* une image de celui-ci), soit une mesure comparative de déplacements entre un nano-artefact (le mesurande [1]) et un matériau de référence, certifié (un étalon de mesure), cela, dans un environnement exempt de toute perturbation (voir la figure 1 ci-après).

CONSIDÉRATIONS PRATIQUES

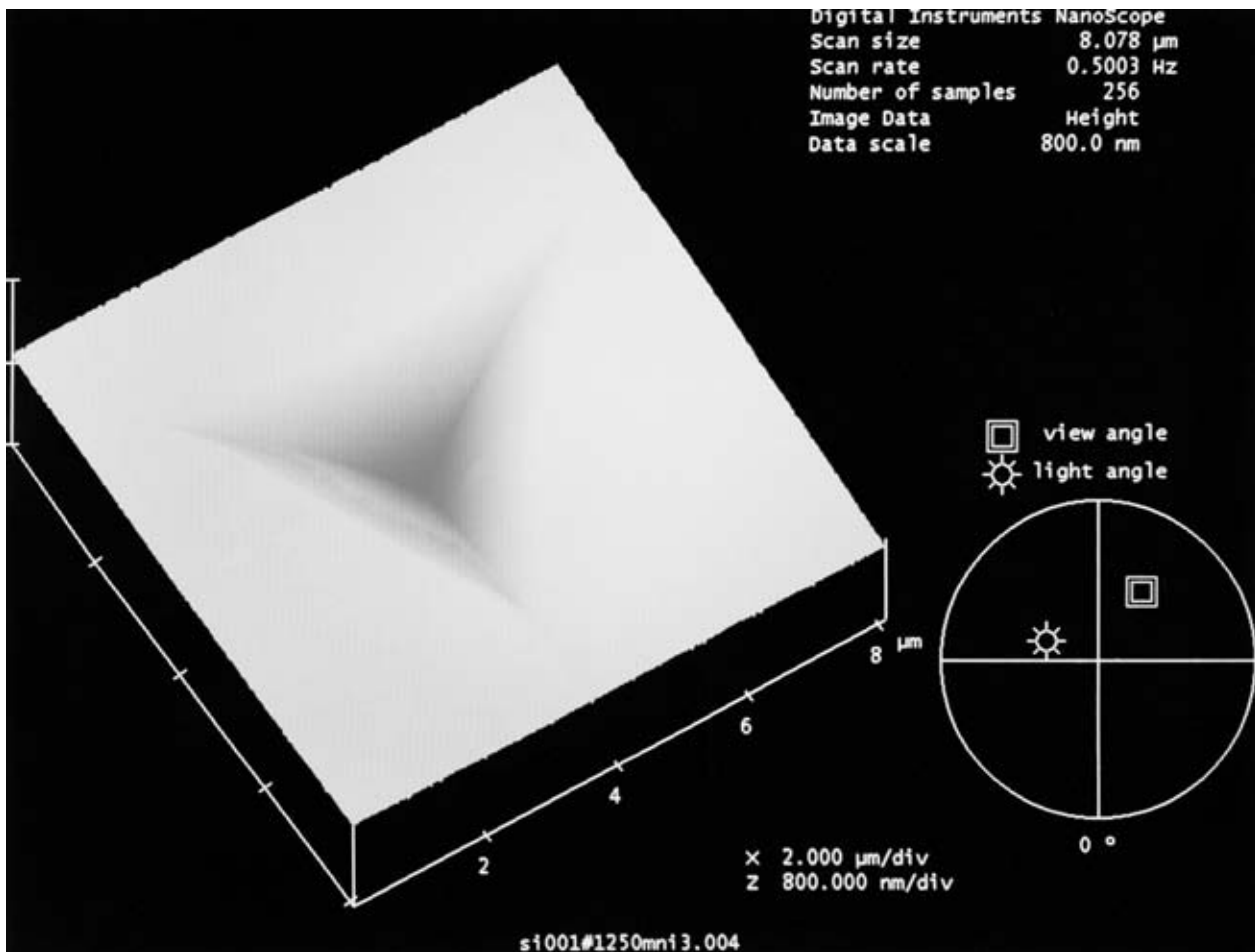
L'opération technique de mesurage [1] ayant été réalisée, les opérateurs métrologues fournissent les résultats de la mesure sous la forme d'une mesure accompagnée

[1] LAURENT (J.-L.) et GAUMONT (B.), De l'incertitude à la précaution. Annales des Mines, série Responsabilité & Environnement, Janvier 2010.



© Royal Astronomical Society/SCIENCE PHOTO LIBRARY-COSMOS

« Les ingénieurs et scientifiques citent très souvent en référence les propos de Sir William Thomson Lord Kelvin : « Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, alors vous connaissez quelque chose de votre sujet. Si vous ne le pouvez, votre connaissance est d'une bien pauvre espèce et bien incertaine. ». *Portrait de Lord Kelvin, physicien britannique.*



© Colin Cuthbert/SCIENCE PHOTO LIBRARY-COSMOS

« Ainsi, la plupart des technologies utilisées pour procéder aux mesures ou aux caractérisations des nanomatériaux relèvent de la microscopie électronique à balayage haute résolution, de la microscopie en champ proche à force atomique, de la spectroscopie, de la diffractométrie, de l'ellipsométrie, etc. » *Test de dureté du silicium, réalisé grâce à un microscope à force atomique.*



Figure 1 : Instrument de mesure nanométrique de référence du LNE combinant la technologie AFM sur un volume 300mm x 300mm x 50 μm , dans une salle blanche à environnement stable et contrôlé. Tous les déplacements en X, Y, Z sont traçables au système international des unités par interférométrie laser. *Photo, par autorisation de S. Ducourtieux et F. Larsonnier (LNE, laboratoire de nano-métrieologie dimensionnelle).*

d'une incertitude. Le calcul et l'expression de cette incertitude caractérisent la qualité du résultat du mesurage effectué. Cette incertitude reflète le manque de connaissance exacte de la valeur « vraie » du mesurande. A l'échelle nanométrique, l'évaluation des incertitudes d'un mesurage donné est sensiblement plus complexe que pour les instrumentations classiques. Dans la pratique, il y a de nombreuses sources possibles d'incertitude lors d'un mesurage et tout au long de la chaîne de traitement du signal qui produit *in fine* la valeur estimée, c'est-à-dire la mesure. Toutes ces sources doivent être identifiées le plus objectivement possible, puis évaluées et intégrées au sein de l'algorithme de calcul de cette incertitude.

Cela étant communément établi, il est bon de reconnaître et d'admettre, à ce stade du développement scientifique et technologique des nanotechnologies, que le défi, pour les métrologues, est de travailler concomitamment aux travaux de recherche et développement académiques et industriels, à l'échelle tant nationale qu'internationale. En effet, à l'exception de quelques rares applications technologiques, la plupart des développements de nouvelles instrumentations de mesure et de caractérisation sont le produit d'innova-

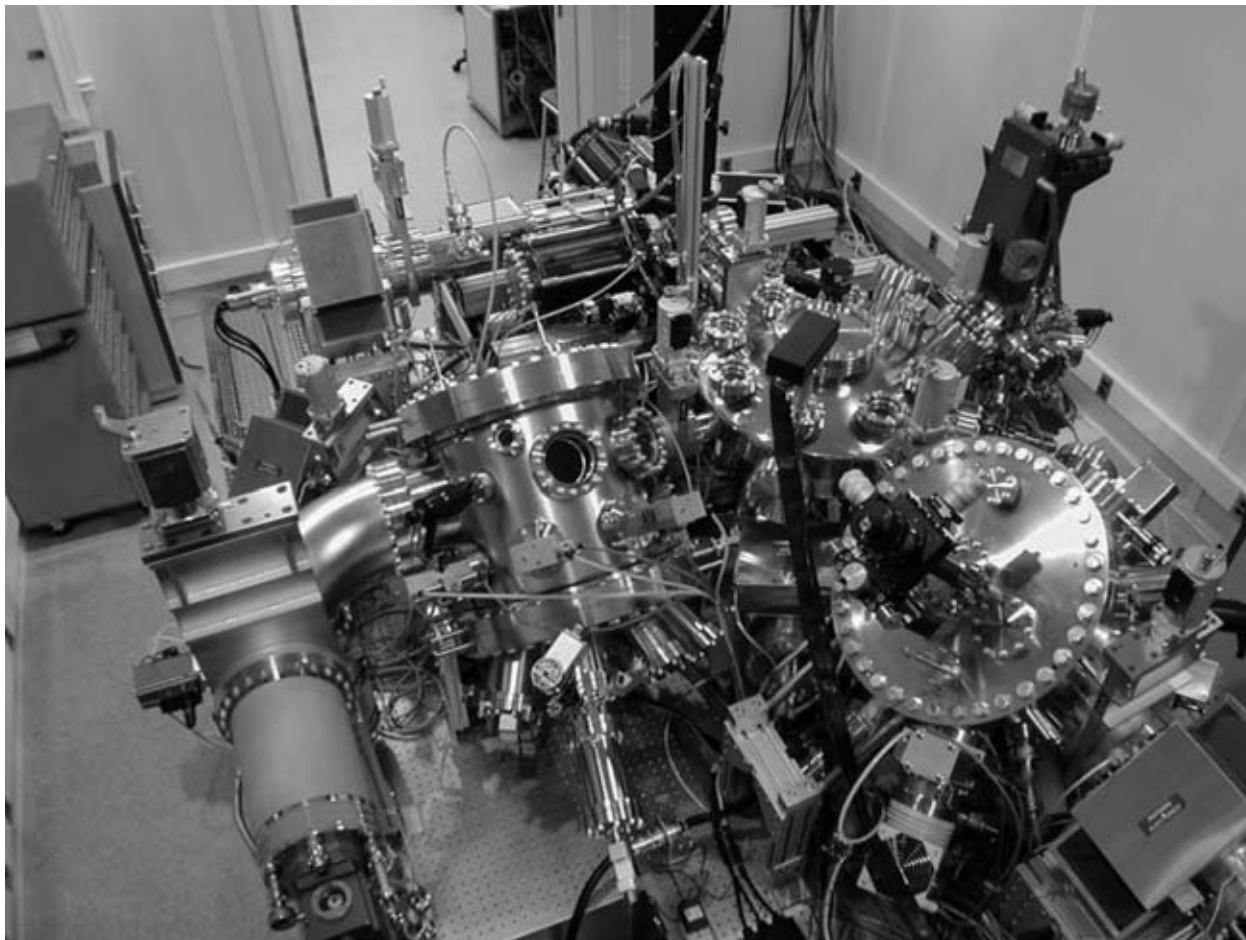


Figure 2 : Instrument de mesure physique à l'échelle nanométrique du NIST (*National Institute of Standards and Technology*) pour la fabrication, la caractérisation et la manipulation de nouveaux matériaux nano-structurés. Photo, par autorisation de J.A. Stroscio et R.J. Celotta, NIST Physics Laboratory.

tions et de mises au point très récentes en vue d'une utilisation à l'échelle nanométrique.

En outre, au fur et à mesure que la recherche et le développement des nanotechnologies s'exposent et progressent, de nombreuses considérations sociétales de la part des acteurs concernés (industriels, administration et pouvoirs publics, organisations de normalisation et organisations non gouvernementales) s'expriment à propos des possibles effets des nanomatériaux sur la santé, la sécurité et l'environnement. Ils s'interrogent sur les effets éventuellement nocifs que ces produits pourraient présenter et exigent, au nom du principe de précaution, que tous ces nouveaux produits soient mesurés et caractérisés aussitôt sortis des tubes à essais ou burettes des laboratoires.

LA MÉTROLOGIE, OUTIL DE MANAGEMENT DE LA QUALITÉ, MAIS PAS SEULEMENT...

La métrologie ne doit pas être réduite à la science de la mesure *stricto sensu* : afin de pouvoir prendre conscience de son importance (notamment au sein des industries), il convient de la replacer dans le contexte du

concept de la qualité. Le contrôle-qualité, tel que Williams Edwards Deming l'a illustré dans les années 1950, avec sa méthode dite de la « roue de Deming », se définit comme la maîtrise et la réduction des variations des processus. La métrologie en est donc l'outil fondamental, car il s'agit bien de mesurer une grandeur caractéristique d'un processus. Le rôle que joue la métrologie dans l'industrie n'a plus à être justifié et n'est plus, d'ailleurs, contesté. En revanche, le lien entre métrologie et management de la qualité, ainsi que le lien entre métrologie et compétitivité doivent être explicités.

De nos jours (cela vaut pour tous les industriels), le défi est moins de réaliser le meilleur produit que de maintenir un niveau de qualité attendu, voire contractuel, et de garantir ce niveau de qualité à ses clients, tout en préservant son personnel et l'environnement des effets nuisibles que les industries manufacturières pourraient engendrer. Dans les deux cas, des équipements de mesure sont nécessaires, tant pour l'obtention et le contrôle du niveau de qualité requis que pour satisfaire aux pré-requis sociétaux inhérents à un développement durable et responsable.

La plupart des secteurs industriels font appel aux nanotechnologies ou en sont des utilisateurs (conscients ou

non), qu'il s'agisse de la mécanique, de la chimie, de l'agro-alimentaire, de l'aéronautique, de l'environnement, du médical, de la biologie ou de l'électronique. La métrologie, ses métrologues et ses fournisseurs d'instrumentation doivent devenir capables de leur fournir les moyens de mesure fiables et précis leur permettant de mesurer et de maîtriser leurs processus de fabrication. Les métrologues doivent donc développer, pour chaque domaine de mesure, les moyens techniques et instrumentaux permettant de relier tout appareil de mesure aux étalons nationaux ou internationaux sans rupture de la chaîne d'étalonnage, preuve de sa traçabilité [1].

Dans chaque entreprise, la mesure et le contrôle interviennent tout au long de la vie d'un produit, de la recherche à la mise en service. Ceci doit toutefois s'accompagner d'un système de chaînes de raccordement, afin de garantir la qualité des étalonnages amont réalisés par les laboratoires, d'une part, et la qualité des mesures et des contrôles réalisés à l'aval par les entreprises, d'autre part. Cela démontre la nécessité des étalonnages, pour assurer une bonne utilisation des instruments de mesure, qui permettra d'éviter des contentieux, souvent pénalisants dans l'industrie, et d'en améliorer la compétitivité.

L'ENVIRONNEMENT INTERNATIONAL DE LA MÉTROLOGIE, GAGE ET FACTEUR DE QUALITÉ

Les métrologues n'ont, jusqu'à présent, jamais échoué dans leurs précédents défis scientifiques et technolo-

giques : il est donc tout à fait raisonnable de penser qu'ils réussiront à surmonter également celui-ci, qui consiste à doter le monde de la recherche académique et industrielle, de la production industrielle manufacturière et des autorités de contrôle, des moyens instrumentaux adéquats, assortis des méthodes d'analyse, d'essai et d'étalonnage appropriées (et, autant que faire se peut, normalisées).

Mais dans le cas particulier des nanotechnologies, toutes les requêtes et exigences ont été soumises aux métrologues, aux experts de la mesure et aux industriels de l'instrumentation de façon simultanée et d'une manière aussi soudaine que celle dont les nanotechnologies ont été médiatisées. Devant le nombre très important de ces requêtes qui, pour certaines, nécessitent des travaux de recherche préalables, la plupart des organisations nationales, européennes et internationales de normalisation, de développement et de programmation économique ont mis au point des feuilles de route, hiérarchisant et programmant leurs travaux sur le court et sur le moyen termes pour (notamment) assurer la traçabilité et le raccordement des mesures au système international des unités (SI).

Mais (une fois n'est pas coutume...) ce sont les besoins sociétaux (santé, sécurité et environnement) qui sont la priorité chez l'ensemble des acteurs des nanotechnologies, l'objectif étant d'accompagner le développement des nanotechnologies avec une maîtrise renseignée et pondérée des risques potentiels. Une classification des

[2] RITTER (M.), DZIOMBA (T.), KRANZMANN (A.) et KOENIGS (L.) *A landmark-based 3D calibration strategy for SPM. Meas. Sci. Technol.* 18, p. 404-414.

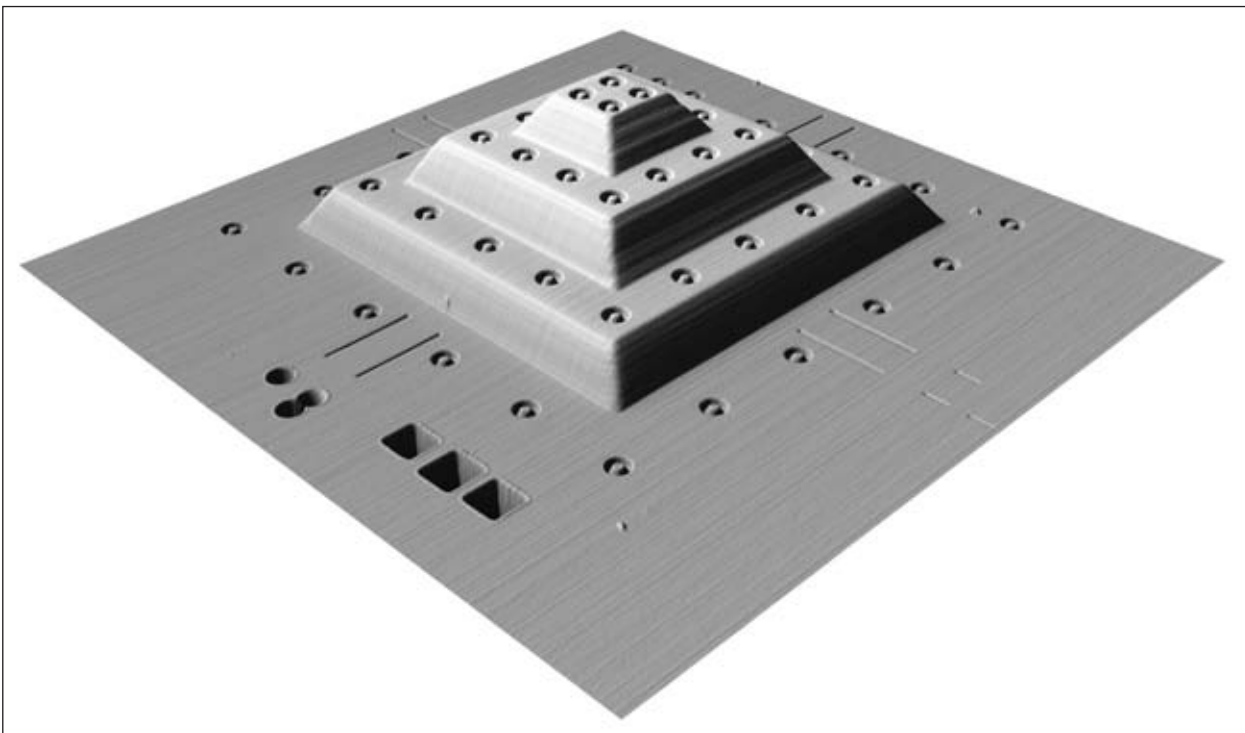


Figure 3 : Matériau de référence pour étalonnage 3D fournissant des coordonnées spatiales en X, Y, Z. Photo, par autorisation de M. Ritter (BAM Berlin), Th. Dziomba (PTB Braunschweig) et M. Hemmleb (m2c Potsdam) [2].

nano-artefacts, des nanomatériaux et des nanoparticules pourrait ainsi être établie sur des critères objectifs et validés résultant de mesures et de caractérisations effectuées au moyen de méthodes d'analyse et d'essai étalonnées.

Pour satisfaire à cette nécessité, les métrologues doivent, en amont, évaluer les performances, la justesse et la reproductibilité des méthodes appropriées, de même que l'instrumentation et les moyens d'étalonnage associés, dont (notamment) les matériaux de référence. Ceci peut et doit s'inscrire dans une démarche d'inter-comparabilité régionale et/ou internationale.

Le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) a pour mission d'assurer l'uniformité mondiale des mesures et leur traçabilité au Système International d'unités de mesure (SI). Un « Arrangement de reconnaissance mutuelle » (CIPM MRA) des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les laboratoires nationaux de métrologie répond au besoin de disposer d'un dispositif ouvert, transparent et global qui soit à-même de fournir aux utilisateurs des informations quantitatives fiables sur l'équivalence des services de métrologie nationaux et d'offrir un fondement technique à des accords plus larges, négociés dans le cadre du commerce, du négoce et des règlements internationaux. À ce jour, cet Arrangement a été signé par les représentants de 75 laboratoires de 47 États membres, de 26 associés

à la Conférence générale et de 2 organisations internationales – y participent également 123 laboratoires désignés par les signataires, dont le LNE (Laboratoire National de métrologie et d'Essais), en France.

L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) est une organisation non gouvernementale qui jette des ponts entre le secteur public et le secteur privé. L'ISO est un réseau d'instituts nationaux de normalisation de 162 pays (dont l'AFNOR – Association Française de Normalisation –, pour la France). C'est le plus grand producteur et éditeur mondial de normes internationales. Celles-ci sont produites au sein de Comités Techniques (TC) qui permettent ainsi d'établir un consensus sur des solutions répondant aux exigences du monde économique et aux besoins plus généraux de la société. Un de ces TC est dédié aux nanotechnologies ; il est composé de quatre groupes de travail (WG). L'un de ces groupes de travail, le WG 2, est lui-même dédié à la mesure et caractérisation. Le Comité Européen de Normalisation (CEN) et l'institut français AFNOR Normalisation ont leurs propres comités-miroirs et groupes de travail, respectivement CEN TC 352 et AFNOR X 457. Tous les experts participant à ces différentes instances travaillent sur des sujets éminemment techniques, dans le but d'offrir les moyens d'évaluation scientifique des nano-produits, existants et futurs (voir la liste des travaux de l'ISO et du CEN en encadré).

ENCADRÉ

Project ref.	Project title	Limit dates	VA
ISO/AWI TS 10797 (id 46127)	Nanotubes -- Use of transmission electron microscopy (TEM) in walled carbon nanotubes (SWCNTs)	FDIS: 2009-10-11 IS: 2010-04-11	
ISO/AWI TS 10798 (id 46128)	Nanotubes -- Scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive X-ray analysis (EDXA) in the characterization of single walled carbon nanotubes (SWCNTs)	FDIS: 2009-10-11 IS: 2010-04-11	
ISO/CD 10801 (id 46129)	Nanotechnologies -- Generation of nanoparticles for inhalation toxicity testing using the evaporation/condensation method	DIS: 2008-10-17 FDIS: 2009-10-17 IS: 2010-04-17	<u>ISO</u>
ISO/CD 10808 (id 46130)	Nanotechnologies -- Monitoring nanoparticles in inhalation exposure chambers for inhalation toxicity testing	DIS: 2008-10-17 FDIS: 2009-10-17 IS: 2010-04-17	<u>ISO</u>
ISO/NP TS 10812 (id 50415)	Nanotechnologies -- Use of Raman spectroscopy in the characterization of single-walled carbon nanotubes (SWCNTs)	FDIS: 2010-03-04 IS: 2010-09-04	
ISO/NP TS 10867 (id 46245)	Nanotubes -- Use of NIR-Photoluminescence (NIR-PL) Spectroscopy in the characterization of single-walled carbon nanotubes (SWCNTs)	FDIS: 2009-11-02 IS: 2010-05-02	
ISO/NP TS 10868 (id 46247)	Nanotubes - Use of UV-Vis-NIR absorption spectroscopy in the characterization of single-walled carbon nanotubes (SWCNTs)	FDIS: 2009-11-02 IS: 2010-05-02	
ISO/AWI TS 10929 (id 46424)	Measurement methods for the characterization of multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs)	FDIS: 2009-12-05 IS: 2010-06-05	
ISO/AWI TS 11251 (id 50339)	Nanotechnologies -- Use of evolved gas analysis-gas chromatograph mass spectrometry (EGA-GCMS) in the characterization of single-walled carbon nanotubes (SWCNTs)	FDIS: 2010-02-20 IS: 2010-08-20	
ISO/AWI TS 11308 (id 50357)	Nanotechnologies -- Use of thermo gravimetric analysis (TGA) in the purity evaluation of single-walled carbon nanotubes (SWCNT)	FDIS: 2010-02-24 IS: 2010-08-24	
ISO/AWI TS 11751 (id 50741)	Terminology and definitions for carbon nanomaterials	FDIS: 2010-05-01 IS: 2010-11-01	
ISO/AWI TS 11803 (id 50833)	Nanotechnologies -- Format for reporting the engineered nanomaterials content of products	FDIS: 2010-05-21 IS: 2010-11-21	<u>CEN</u>
ISO/AWI TR 11808 (id 50834)	Nanotechnologies -- Guidance on nanoparticle measurement methods and their limitations	FDIS: 2010-05-21 IS: 2010-11-21	<u>CEN</u>
ISO/AWI TR 11811 (id 50835)	Nanotechnologies -- Guidance on methods for nanotribology measurements	FDIS: 2010-05-21 IS: 2010-11-21	<u>CEN</u>
ISO/NP TS 11888 (id 50969)	Determination of mesoscopic shape factors of multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs)	FDIS: 2010-06-03 IS: 2010-12-03	
ISO/NP 11931-1 (id 52825)	Nanotechnologies -- Nano-calcium carbonate -- Part 1: Characteristics and measurement methods	FDIS: 2011-04-13 IS: 2011-10-13	
ISO/NP 11931-2 (id 52826)	Nanotechnologies -- Nano-calcium carbonate-- Part 2: Specifications in selected application areas	FDIS: 2011-07-14 IS: 2012-01-14	
ISO/NP 11937-1 (id 52827)	Nanotechnologies -- Nano-titanium dioxide -- Part 1: Characteristics and measurement methods	FDIS: 2011-04-13 IS: 2011-10-13	
ISO/NP 11937-2 (id 52828)	Nanotechnologies -- Nano-titanium dioxide -- Part 2: Specifications in selected application areas	FDIS: 2011-07-14 IS: 2012-01-14	
ISO/NP 12026 (id 51162)	Nanomaterials -- General framework for determining nanoparticle content in nanomaterials by generation of aerosols	CD: 2009-01-23 DIS: 2009-07-23 FDIS: 2010-07-23 IS: 2011-01-23	

ENCADRÉ (suite)

ISO/NP TS 12805 (id 51766)	Nanomaterials - Guidance on specifying nanomaterials	FDIS : 2010-01-29 IS : 2010-07-29	
ISO/NP TS 12901-1 (id 52125)	Nanotechnologies -- Guidance on safe handling and disposal of manufactured nanomaterials -- Part1	FDIS : 2011-03-22 IS : 2011-09-22	
ISO/NP TS 12901-2 (id 53375)	Guidelines for occupational risk management applied to engineered nanomaterials based on a "control banding approach" -- Part 2:	FDIS: 2011-09-03 IS : 2012-03-03	
ISO/NP TS 12921 (id 52195)	Nanotechnologies - Terminology and definitions for nanostructured materials	FDIS: 2011-01-09 IS: 2011-07-09	
ISO/AWI TR 13014 (id 52334)	Nanotechnologies - Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale materials for toxicologic assessment	FDIS: 2010-11-17 IS : 2011-05-17	
ISO/AWI TR 13121 (id 52976)	Nanotechnologies - Nanomaterial Risk Evaluation Framework	FDIS: 2011-05-03 IS : 2011-11-03	
ISO/NP TS 13126 (id 53012)	Artificial gratings used in nanotechnology -- Description and measurement of dimensional quality parameters	FDIS: 2011-08-23 IS: 2012-02-23	
ISO/NP TS 13278 (id 53615)	Carbon nanotubes -- Determination of metal impurities in carbon nanotubes (CNTs) using inductively coupled plasma-mass spectroscopy (ICP-MS)	FDIS: 2011-10-21 IS: 2012-04-21	
ISO/NP TR 13329 (id 53705)	Nanomaterials -- Preparation of Material Safety Data Sheet (MSDS)	CURRENT	
ISO/CD 29701 (id 45640)	Nanotechnologies -- Endotoxin test on nanomaterial samples for in vitro systems -- Limulus amoebocyte lysate (LAL) test	DIS: 2009-01-04 FDIS: 2010-07-04 IS: 2011-01-04	ISO
ISO/CD TR 80004-1 (id 51765)	Nanotechnologies - Terminology and definitions - Framework -- Part 1:	FDIS: 2010-11-06 IS: 2011-05-06	
ISO/AWI TS 80004-2 (id 51240)	Nanotechnologies -- Terminology and definitions -- Part 2: Core terms	FDIS: 2010-11-07 IS: 2011-05-07	
ISO/CD TS 80004-4 (id 50741)	Nanotechnologies - Terminology and definitions -- Part 4: Carbon nano-objects	FDIS: 2010-05-01 IS: 2010-11-01	
ISO/AWI TS 80004-5 (id 52195)	Nanotechnologies -- Terminology and definitions -- Part 5: Nanostructured materials	FDIS:2011-01-09 IS: 2011-07-09	
ISO/AWI TS 80004-6 (id 51767)	Nanotechnologies -- Terminology and definitions -- Part 6: Bio/nano interface	FDIS: 2010-02-13 IS: 2010-08-13	
ISO/AWI 80004-7 (id 52333)	Nanotechnologies -- Terminology and definitions -- Part 7: Nanoscale measurement and instrumentation	CD: 2009-08-18 DIS: 2010-02-18 FDIS: 2011-02-18 IS: 2011-08-18	
ISO/AWI TS 80004-8 (id 51962)	Nanotechnologies -- Terminology and definitions -- Part 8: Medical, health and personal care applications	FDIS: 2011-03-16 IS: 2011-09-16	
ISO/NP TS 80004-9 (id 52937)	Nanotechnologies -- Terminology and definitions -- Part 9: Nanomanufacturing processes	FDIS: 2010-12-29 IS: 2011-06-29	

CD, Committee Draft
DIS, Draft International Standard (ISO)
FDIS, Final Draft International Standard (ISO)
IS, International Standard (ISO)
TS, Technical specification
TR, Technical Report
AWI, Approved Work Item

VA, Vienna Agreement