

Les nanos: Définitions, notions de base, normes

Ir. J.Lecomte, responsable du département « nanos »,
SIRRIS

Notre centre



Federation
for the technology industry



driving industry by technology

Collective centre
of the technology industry

- Nonprofit organisation
- Industry owned

Mission

“Increase the competitiveness of companies of the Agoria sectors through technological innovations”

Présence locale, proche de l'industrie



Ghent
Materials Engineering

Leuven
Mechatronics
Technology Coaching



Brussels
Software Engineering & ICT
Technology Coaching

Hasselt
Materials Engineering
Production Technology



Charleroi
Rapid Manufacturing

Liège
Rapid Manufacturing
Materials Engineering
Nanomaterials



> **120 experts** sur **6 sites** dans les **3 régions**

Groupes de compétences

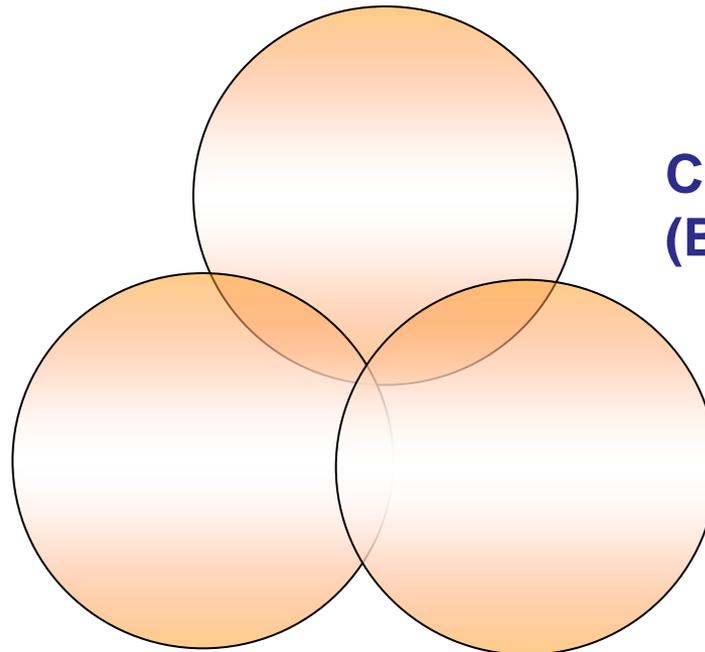
Groupe Materials Engineering

**Veille technologique
Propriété intellectuelle**

**Contacts industriels
(Belgium-Europe)**

**Groupe
Nanomaterials**

**Groupe Rapid
Manufacturing**



Les Nanos c'est quoi ?

- Selon les Grecs (anciens) :

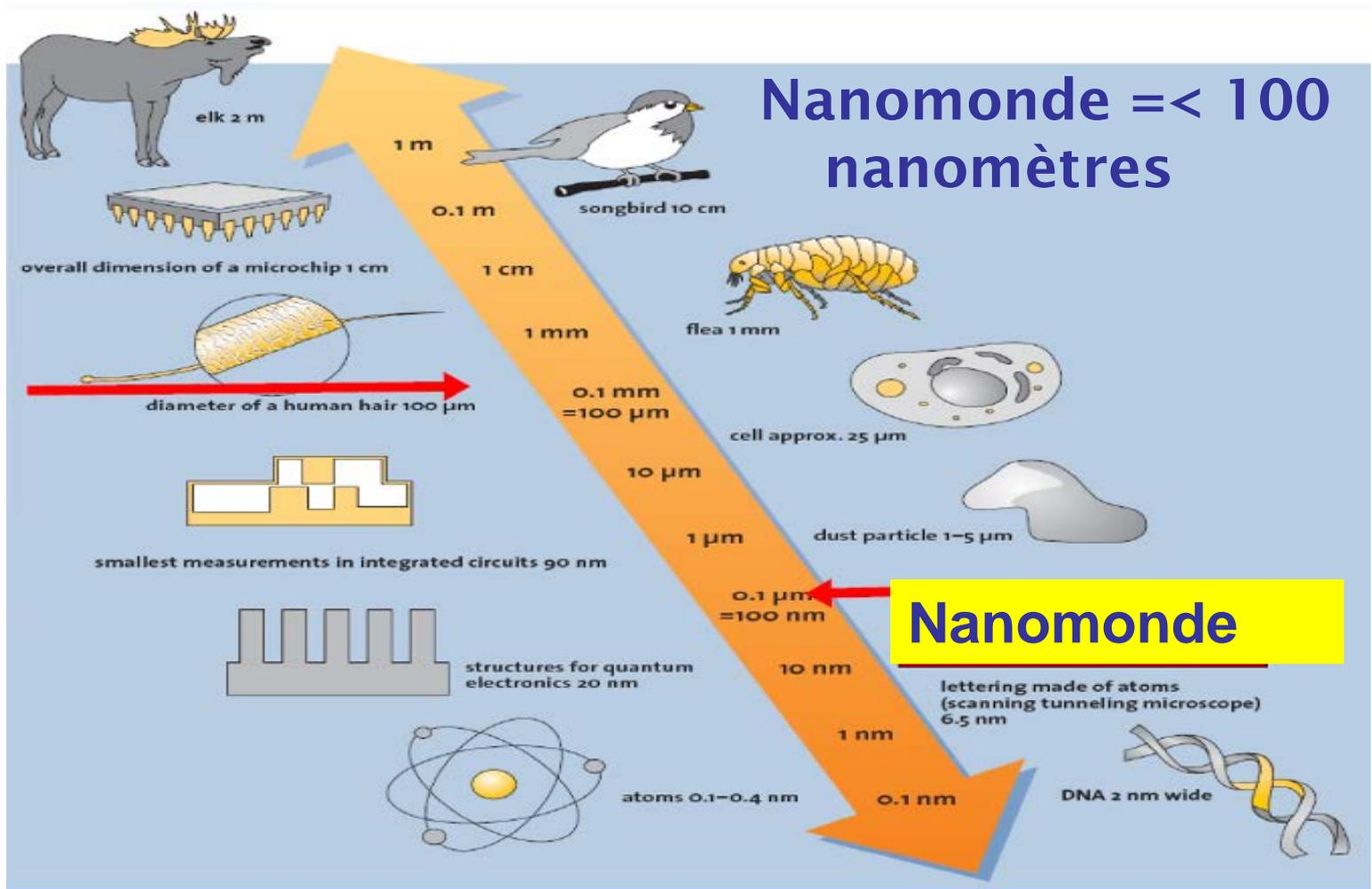
Nano = quelque chose de petit

- Depuis quelque temps (1960) :

Nano = 1 milliardième de quelque chose

C'est donc le préfixe qualifiant de toutes petites grandeurs physiques.

Les Nanos c'est quoi ?

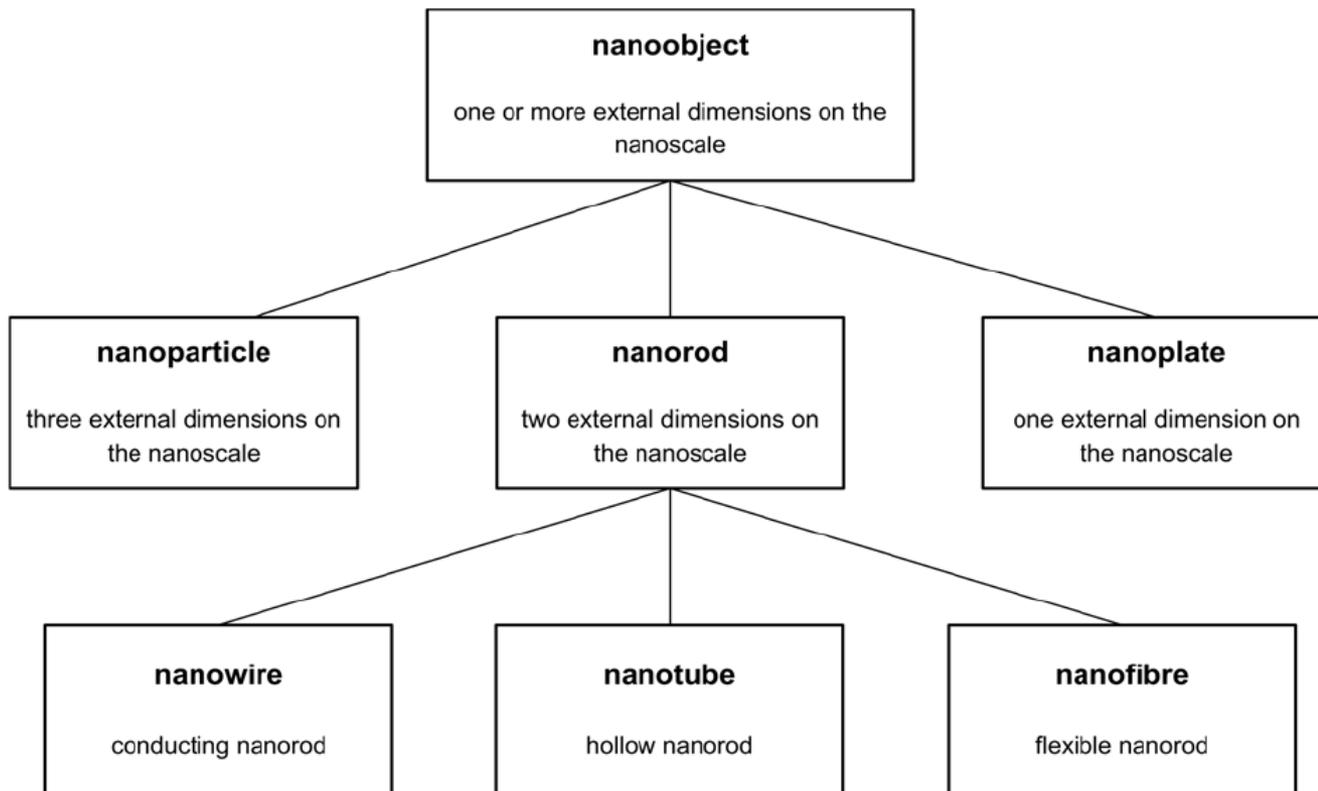


Définitions

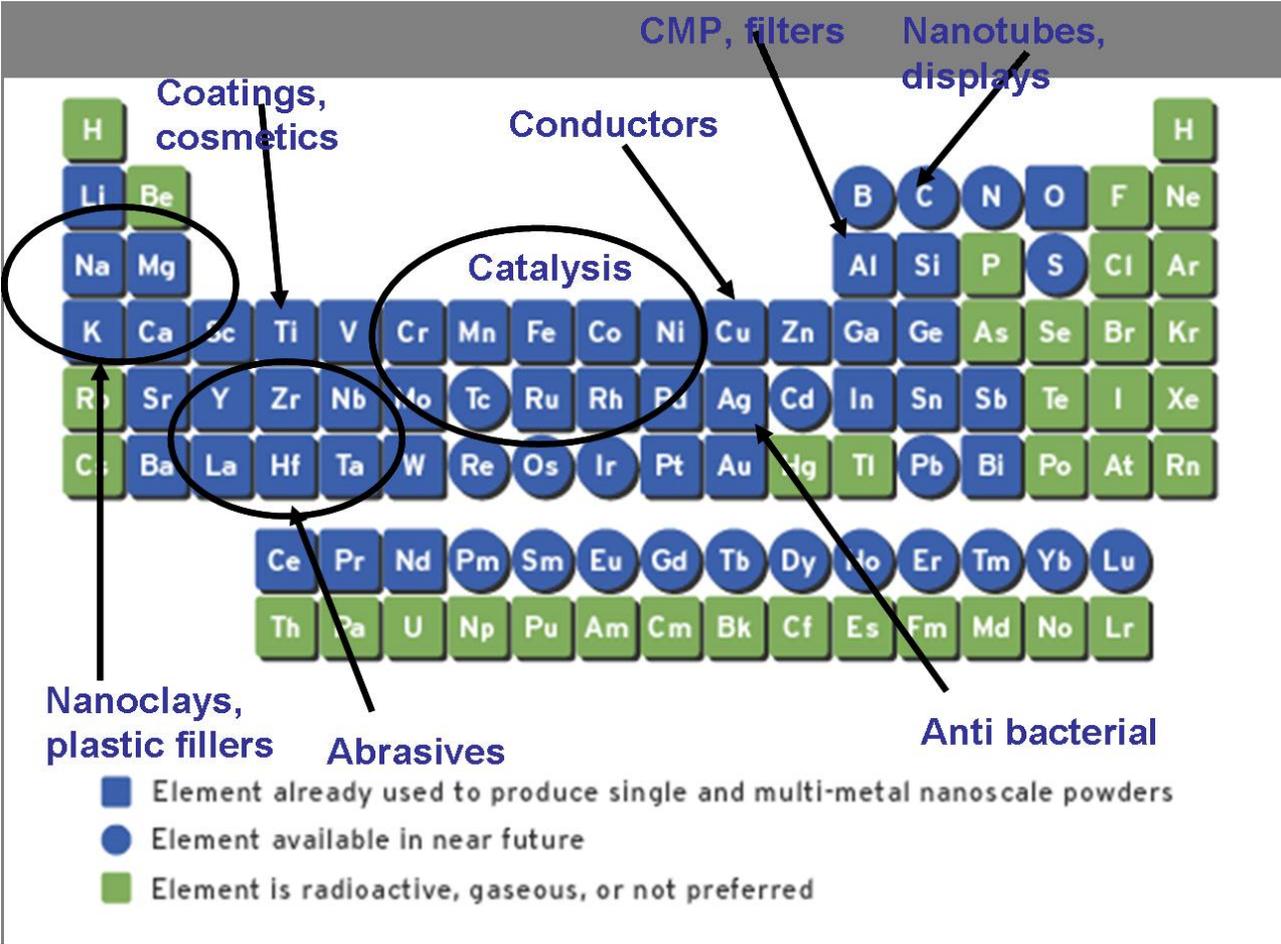
- Nano-surfaces = nano-coatings, couches minces, surfaces nano-structurées
- Nano-coating: coating contenant des nano-objets
- Nano-composite = Nanoobjets + Matrice
- Nanoobjets: objets dont au moins une dimension est inférieure à 100 nm
- 3D: Nanopoudres ou nano-particules
- 2D: Nanotubes, nanofibres
- 1D: Nanotuilles, graphène.

Un Nano-matériau, c'est:

- un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé
- contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat,
- dont au moins 50 % des particules, dans la distribution granulométrique en nombre, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm



Composition chimique et applications



Les Nanos Pourquoi ?

Les propriétés à la taille nano ne sont pas les mêmes qu'à la taille macro

- Plus de particules par unité de volume
- Plus d'atomes en surface
- Plus d'atomes aux joints de grains
- Plus de joints de grains
- Les phénomènes quantiques prennent le pas sur ceux de la physique traditionnelle !

		Nombre total d'atomes	Atomes en surface (%)
Un motif		13	92
Deux motifs		55	76
Trois motifs		147	63
Quatre motifs		309	52
Cinq motifs		561	45
Sept motifs		1415	35

Evolution du pourcentage d'atomes situés en surface en fraction du nombre d'at la nanoparticule (Schmidt, 2001)

Les nanos: pourquoi?

Particules de dimension(s) inférieure(s) à 100 nm:

- Enorme surface spécifique: augmentation des interactions entre les particules et l'environnement.
- Importance accrue de l'interface qui devient un « troisième composant » du composite, aux propriétés différentes des deux autres.
- Réduction de la quantité de poudre nécessaire pour améliorer les propriétés de la matrice (3 - 4% au lieu de 50%), d'où impact moindre sur les autres propriétés, dont les paramètres de mise en œuvre.
- Pas de diffraction de la lumière dans une matrice transparente lorsque le diamètre des particules est inférieur à $1/20^{\text{ème}}$ de la longueur d'onde
-> coatings transparents.

Limitations, problèmes

Leur grande surface spécifique favorise les interactions avec l'environnement, mais également avec les autres particules, d'où une tendance certaine à l'agglomération. Le challenge est d'intégrer les nanos à la matrice de façon homogène, isotrope et sans ré-agglomération.

Interactions fortes aussi entre les nano-objets et les organismes vivants, d'où problèmes de sécurité-hygiène.

La taille même des nano-particules rend très malaisée l'évaluation de leur impact:

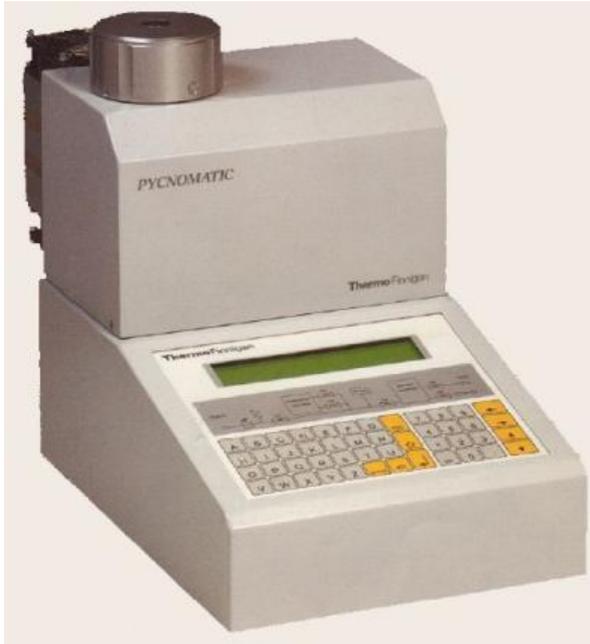
- Caractérisation difficile et coûteuse.
- Difficultés à prédire l'influence des propriétés des interfaces

Classification des risques

En termes de risques, les nano-particules peuvent être classées en 4 catégories:

- Risques chimiques: les produits présentant une toxicité à l'état non nano garderont cette toxicité à l'état nano (Cu,...)
- Risques liés à la surface spécifique: typiquement des risques « nanos », liés à l'augmentation de la surface spécifique et de la réactivité (explosivité) (aluminium, magnésium...)
- Risques liés à la forme: nanofibres, nano-objets qui pénètrent dans l'organisme et y restent piégés (risques type amiante) (nanofibres de carbone, nanotubes,...)
- Risques non identifiés: autres particules, qui par leur petite taille peuvent pénétrer dans l'organisme et sont théoriquement inoffensives (principe de précaution?) (SiC, ZrO₂, TiO₂, ...)

Méthodes de caractérisation physiques



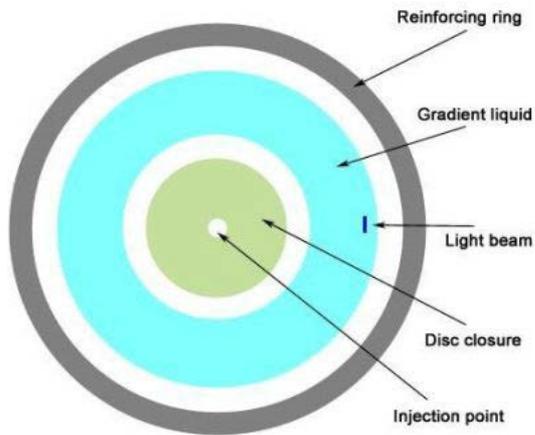
Pycnomatic ATC, Thermo scientific

Mesures de densité

Pycnomatic: Mesure de la densité absolue pour les matériaux solides et poudres

La mesure de la densité est utile pour l'évaluation de la granulométrie

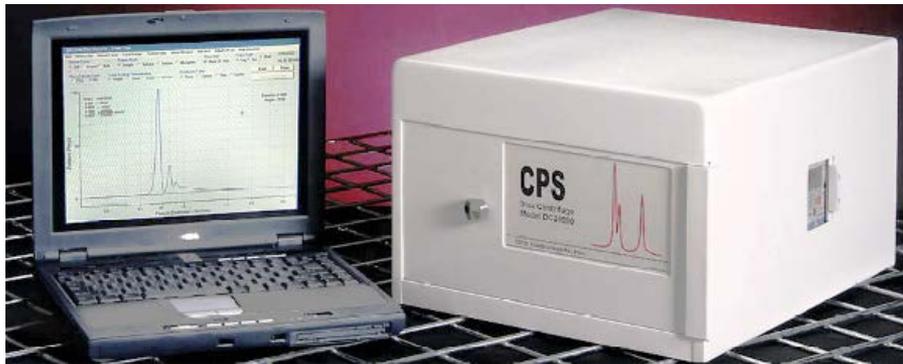
Méthodes de caractérisation physiques



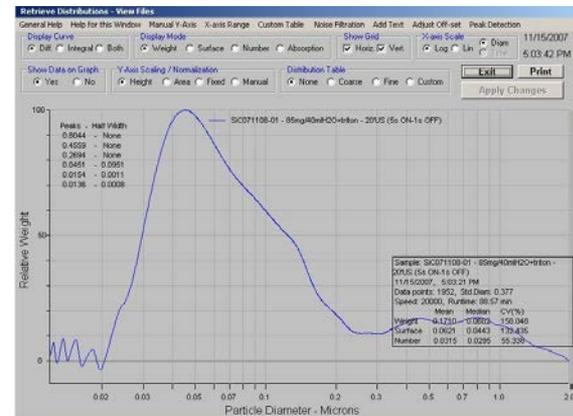
Granulométrie: CPS

Sédimentation différentielle dans un disque centrifuge

La taille des particules détermine le temps de passage devant le détecteur.



CPS Disc Centrifuge model DC 20000



Méthodes de caractérisation physiques

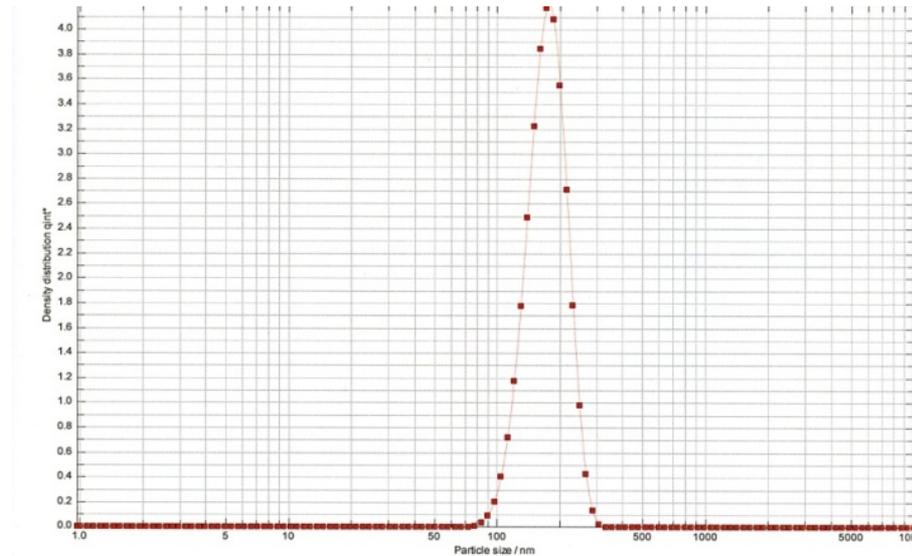
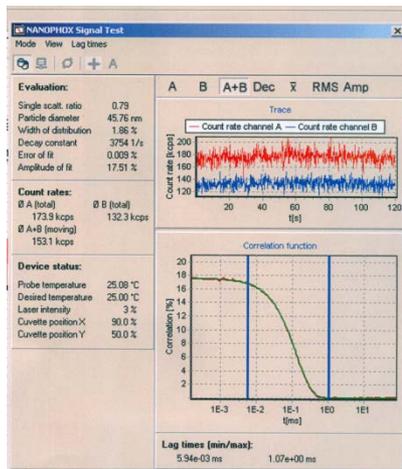


Nanophox, Sympatec

Granulométrie: Nanophox

PCCS: Photon Cross Correlation Spectroscopy

Analyse des variations d'intensité de la lumière diffusée par les nanos en suspension dans un liquide.



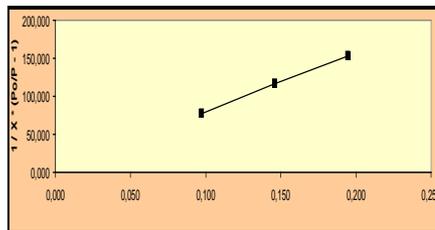
Méthodes de caractérisation physiques

Mesure de la surface spécifique (BET)



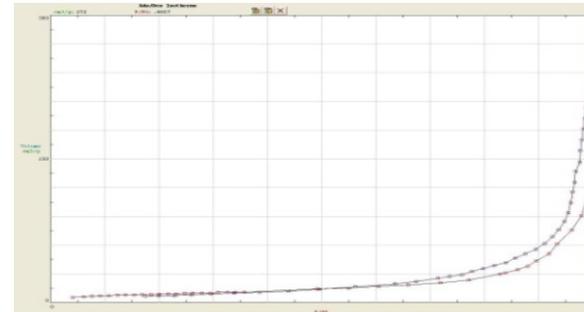
Q-surf, M1, surface area analyser, Thermo electron Corporation

Q-surf : Mesure 3 points
Contrôle de qualité



Sorptomatic 1990 Thermo electron Corporation, Interscience

Sorptomatic : Courbes complètes
d'absorption-désorption



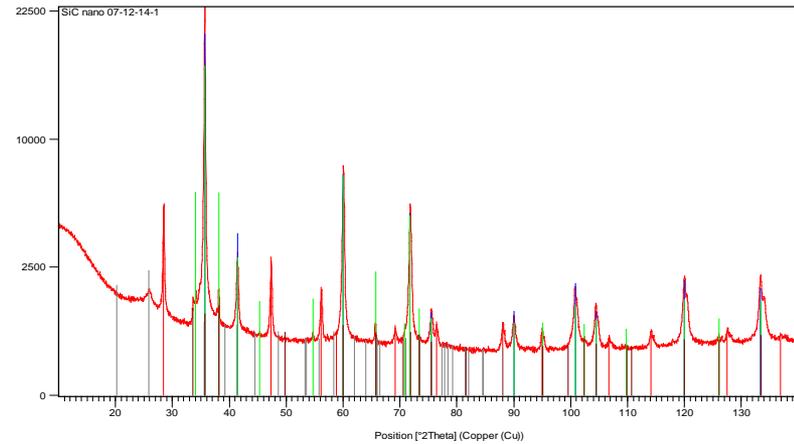
Méthodes de caractérisation physiques



XRD, Xpert pro, Panalytical

X-Ray Diffraction (XRD)

Identification et caractérisation des phases cristallines



Residue + Peak List
01-071-4631; Si; F43m
01-075-0254; Si C; F-43m
00-029-1126; Si C; P63mc
01-070-2518; Si C; P3221
00-029-1126; Si C; P63mc

Méthodes de caractérisation chimiques



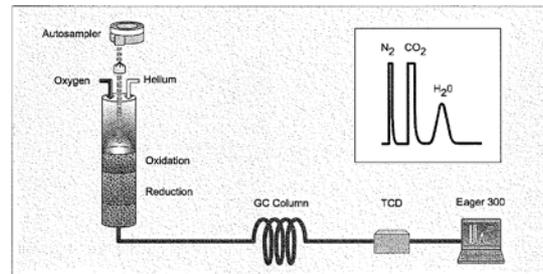
Flash 2000 Organic Elemental Analyser,
Thermo scientific, Interscience

Analyseur d'éléments CHN-O

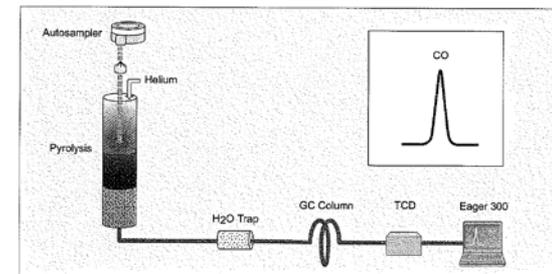
Principe:

- Combustion d'un échantillon dans un four
- Oxydation & réduction (for CHN)
- Pyrolyse (for O)
- Séparation dans une colonne chromatographique
- Détection via catharomètre

CHN DETERMINATION



OXYGEN DETERMINATION



Antenne normes nanos



Depuis 2005 dispose d'une unité pilote de fabrication de nanopoudres
Laboratoire de caractérisation
Projets: R&D (collectifs, européens, ...)
Industriels
Essais interlaboratoires

Antenne
Normes
NANO



Participation de longue date aux travaux du CEN/TC 352 et de l'ISO/TC 229
Opérateur sectoriel de normalisation agréé par le NBN, en charge de la commission miroir I229.
R&D dans le domaine des matériaux et des poudres (incl. nano-poudres, -matériaux)

Bonne vision des aspects
sécurité, hygiène, réglementation

Bonne vision des normes en
vigueur et en développement



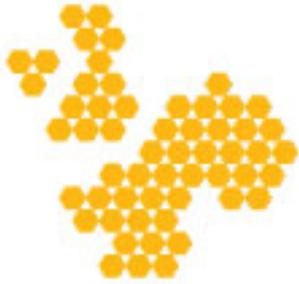
Registre belge des nanomatériaux

Février 2014: Approbation par le conseil des ministres d'un projet d'arrêté royal concernant les nanomatériaux et la création d'un registre belge des nanomatériaux.

But: Assurer la traçabilité des nanoparticules.

Comment: En mettant un place un registre national des nanomatériaux alimenté par l'enregistrement des substances et mélanges contenant de telles substances.

Qui doit enregistrer les substance et mélanges: Les producteurs qui mettent de tels produits sur le marché.



NANORA
Nano Regions Alliance



Un outil de spécialisation

Une coopération entre différentes régions de
l'Europe du Nord-Ouest

Qu'est-ce que Nanora ?

NANORA est :

- un projet financé par le Programme INTERREG IVb-NWE
- une alliance combinant des acteurs du territoire Européen ayant pour but de favoriser la Nanotechnologie dans les Régions concernées
- une initiative des régions développant des modules de support communs
- un lien entre les régions participantes pour compléter les plateformes et les initiatives Européennes
- un outil de spécialisation intelligente

Les membres fondateurs

- Allemagne – Ministère de l’Economie, de l’Energie, des Transports et du Developpement régional de la Hesse, DECHEMA, cc-NanoBioNet e.V.
- Pays-Bas – NanoHouse
- Belgique – Multitel ASBL et SIRRIS
- France – CNRS/IEMN, Crepim et Pôle Plasturgie
- Grande-Bretagne – Université de Lancaster
- Irlande – University College Cork, Trinity College Dublin et NanoNet Irlande