

# NANOMORPH

## Morpho-granulométrie et concentration volumique des nanotubes/nanofils en voie liquide.

Programme Nanotechnologies et nanosystèmes, Edition 2011



D. Bernard (ARKEMA), M. Bizi (BRGM), A. Masion (CEREGE), J-P. Dufour (CILAS), G. Grehan (CORIA), F. Onofri (IUSTI), T. Grosgees (UTT).

### Contexte et objectif du projet

Les nanomatériaux et les nanotechnologies sont en plein essor. Leur utilisation est déjà massive dans les différentes industries (Automobile, Biochimie, Cosmétique, Electronique, Médecine, Optique, Textile...). L'intérêt porté aux nanomatériaux repose sur des propriétés inhérentes à leurs dimensions et à leurs formes (aciculaire, fibreuse, lamellaire, sphérique, tubulaire, etc.). Malheureusement, ces grandeurs physiques ne sont pas distinctement bien identifiées par les techniques optiques d'analyse granulométrique rapide ( $t < 5\text{mn}$ ) disponibles sur le marché. Toutes les méthodes optiques employées utilisent le modèle de la sphère équivalent et assimilent les propriétés de diffusion des particules aciculaires ou cylindriques à celles des sphères parfaites.

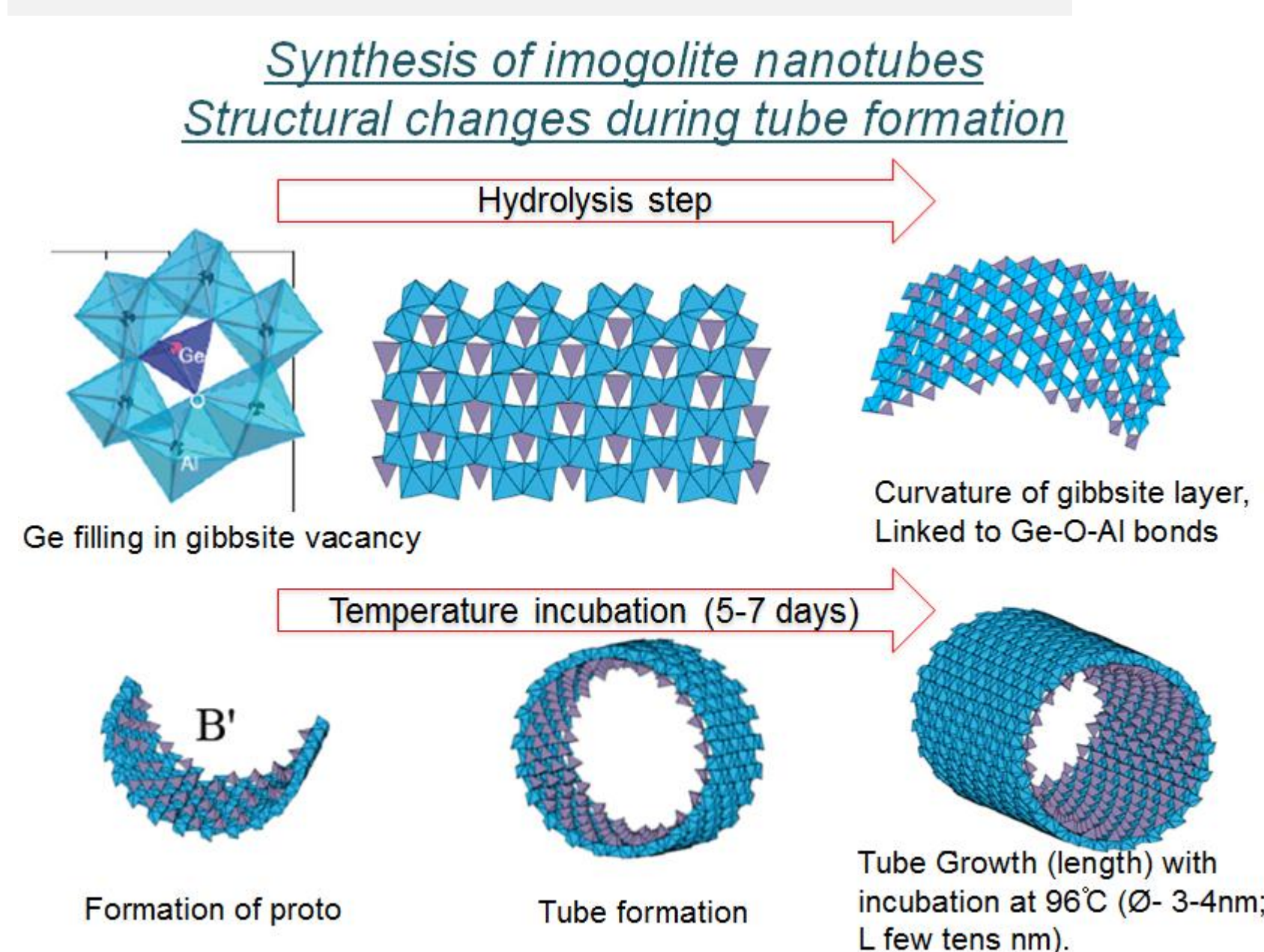
Dans ce contexte, le projet NANOMORPH vise le développement et la mise au point d'une instrumentation optique pour déterminer, la distribution en tailles et le coefficient de forme de suspensions de nanofils ou de nanotubes en voie liquide. A cet égard, deux types de techniques optiques complémentaires seront développés :

- Morphogranulométrie par turbidimétrie (extinction UV-NIR polarisée).
- Morphogranulométrie par échauffement local induit par laser pulsé.

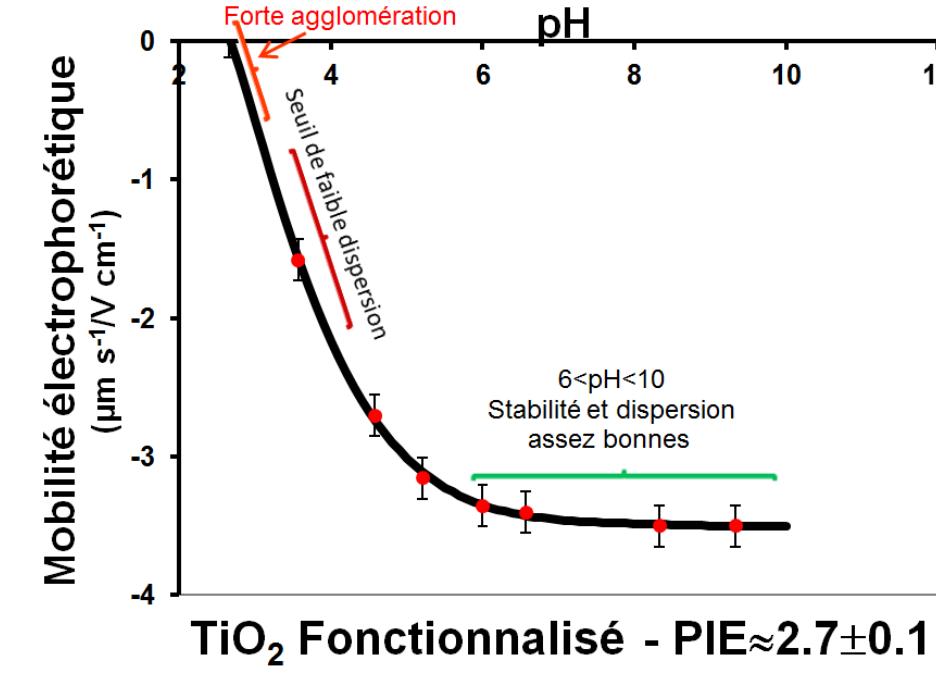
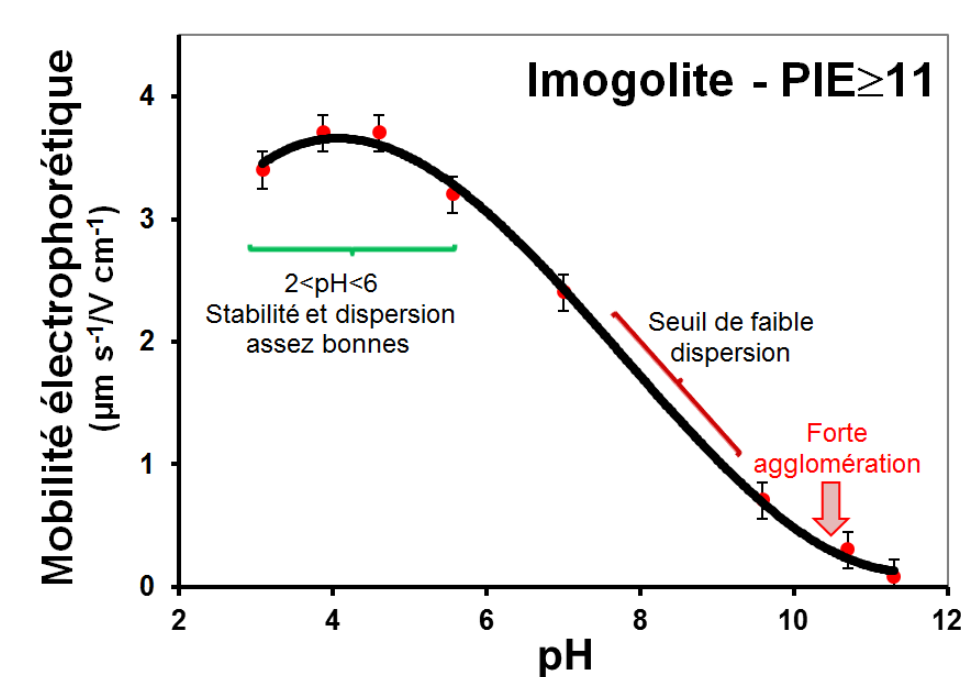
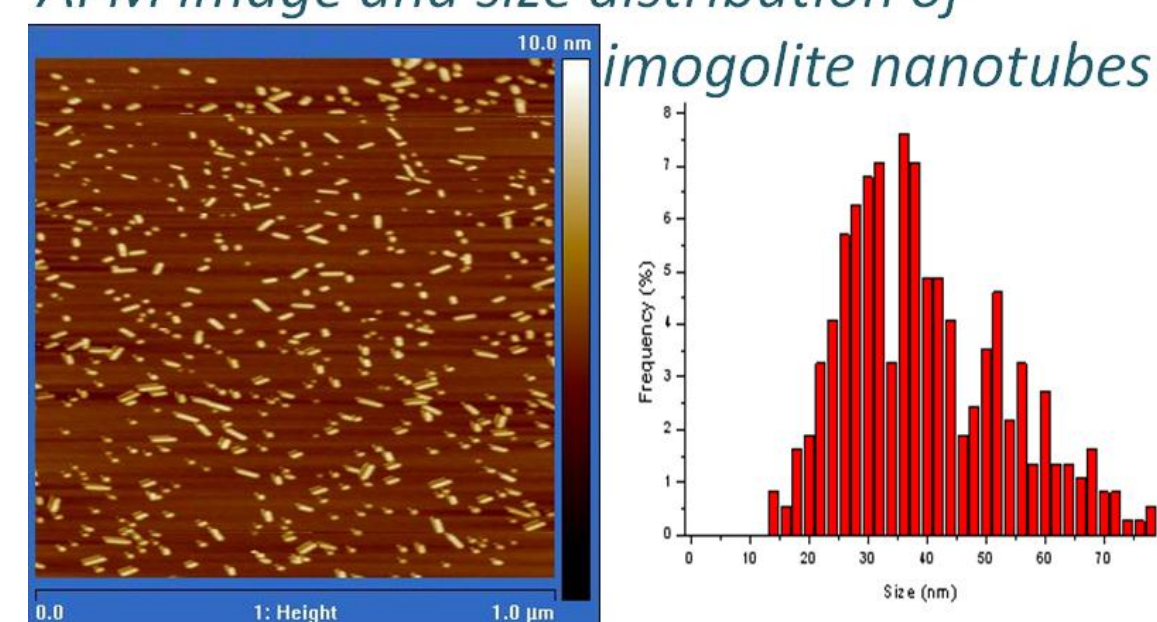
La démarche entreprise nécessite d'étudier au préalable la physico-chimie de la dispersion, la stabilisation et l'orientation des nanofils dans les milieux d'étude.

### Résultats marquants

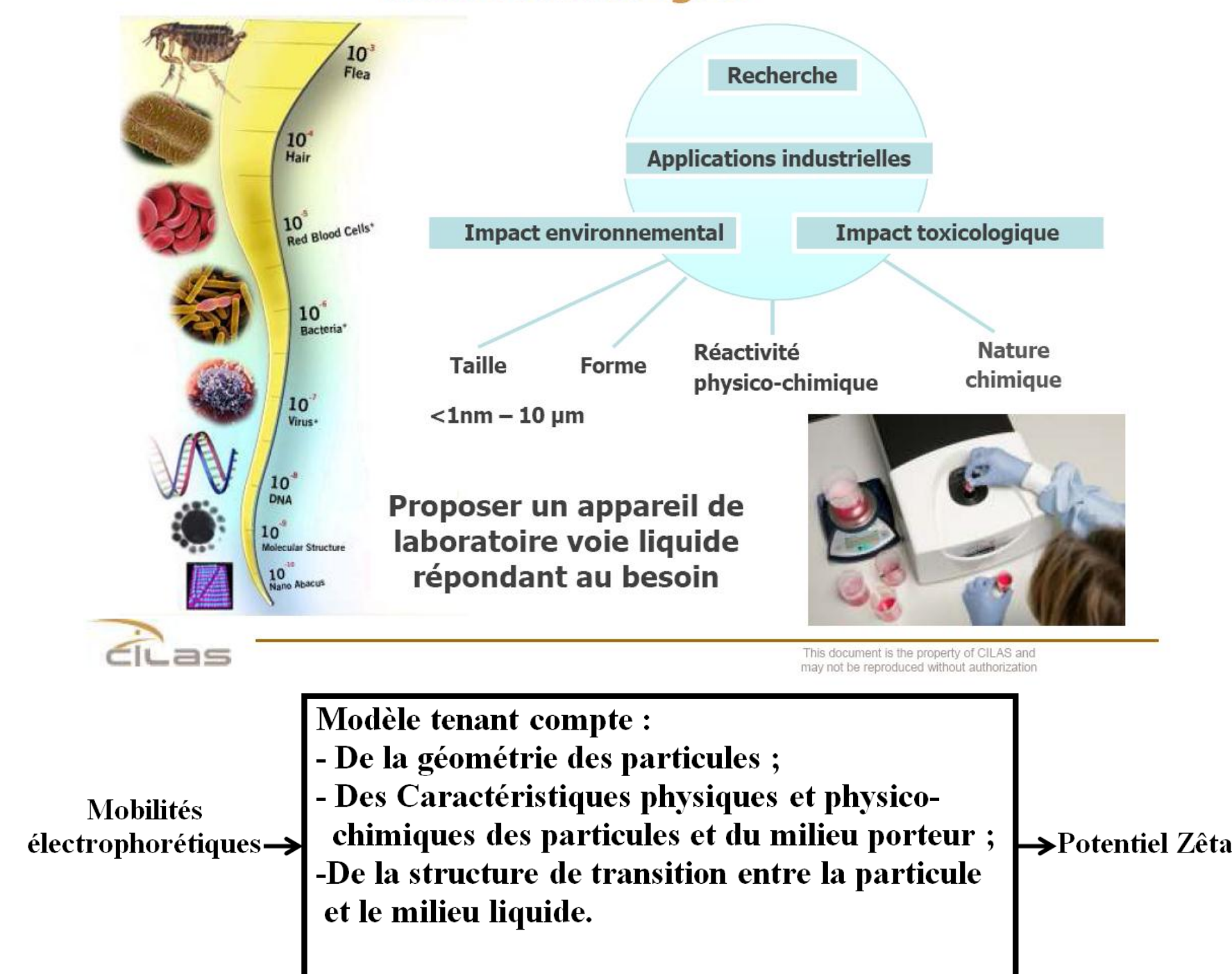
#### Synthèse et stabilisation



AFM image and size distribution of imogolite nanotubes

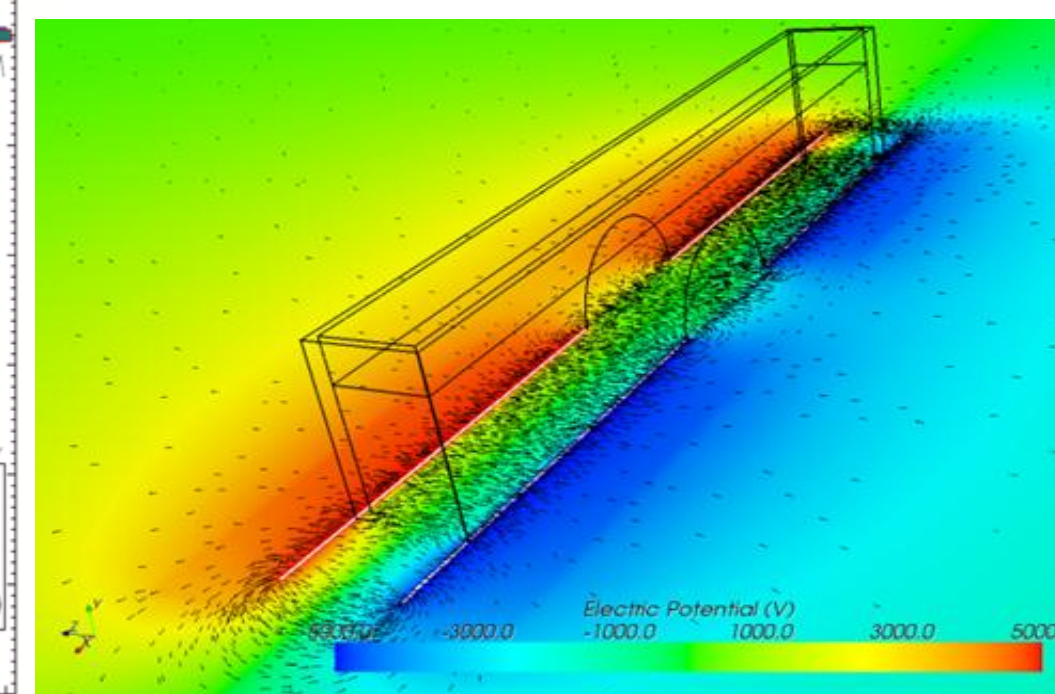
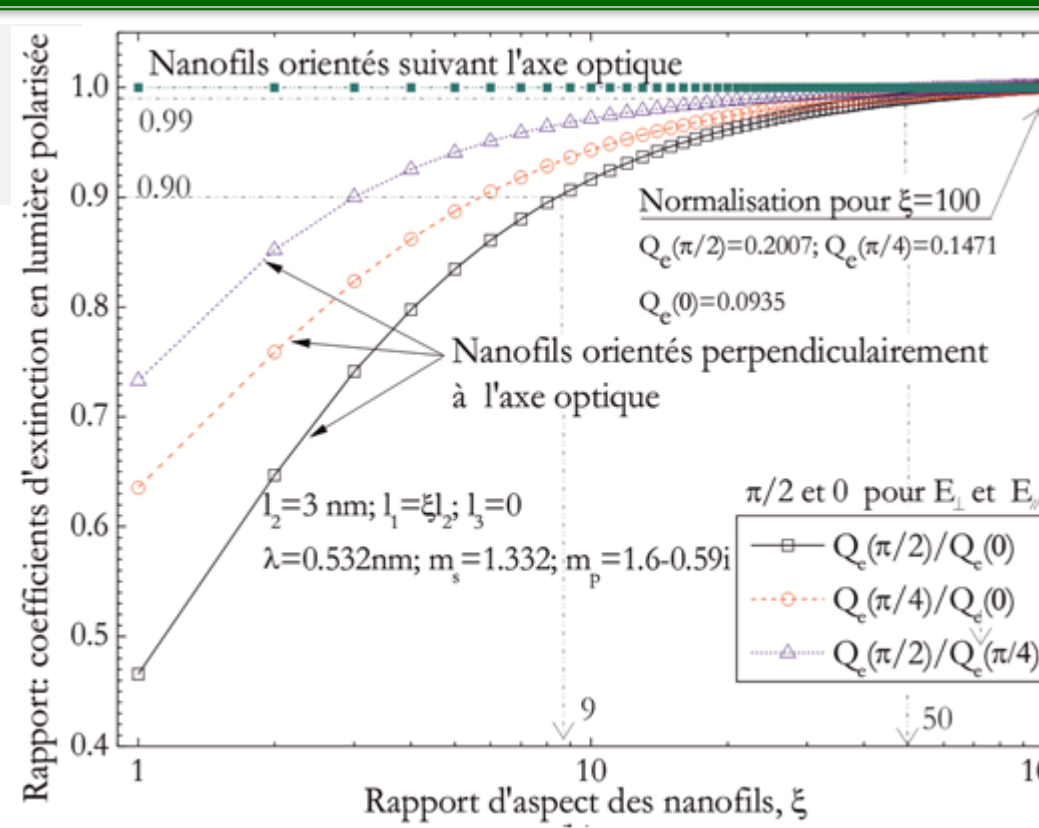


#### Besoins de caractérisation pour les nanotechnologies



#### Analyse par turbidimétrie et diffusion aux petits angles

Contrôle de l'orientation des nano-objets en suspension :  
Électrostatique (dipôle induit, champ AC) & hydrodynamique (écoulement cisailé).  
Calcul des propriétés de diffusion et extensions des suspensions :  
Dipôle électrostatique & T-Matrice et approximation en dipôles discrets.  
Diagnostics optiques de suspensions diluées :  
Diffusion aux petits angles & Extinction polarisée UV-NIR [1].



#### Analyse par échauffement local induit par laser pulsé

##### Calcul du champ électromagnétique, de température et processus adaptatif de remallage

Le développement en cours consiste à mettre au point une méthode indirecte permettant de déterminer la taille et le coefficient de forme des nanofils à partir de l'analyse des bulles produites par un processus de photo-chauffage au voisinage des nanofils. Un programme de remallage adaptatif basé sur une transformation Riemannienne pour contrôler la précision du calcul de température et sa représentation est employé à cet égard [2].

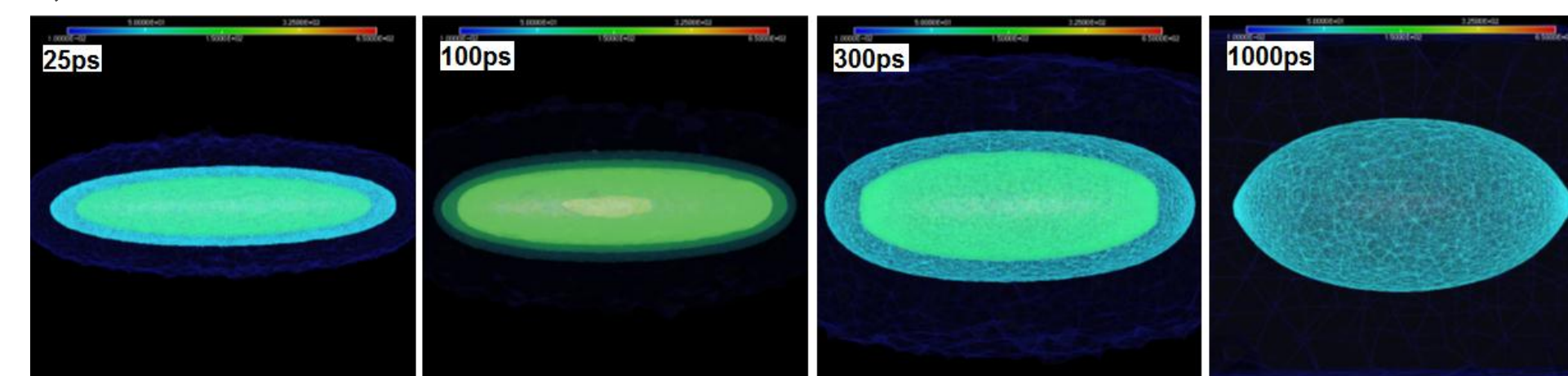
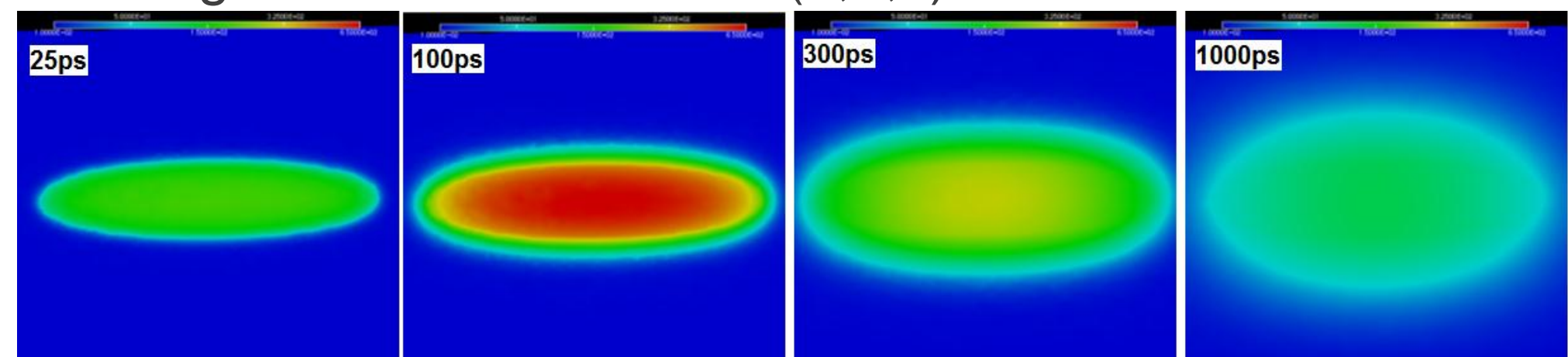
##### Cas d'un nanofil ellipsoïdal de $TiO_2$ illuminé par une impulsion laser picoseconde:

$TiO_2$  :  $\rho = 4250 \text{ kg.m}^{-3}$ ,  $C_p = 5000 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $\kappa = 11.7 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

Les longueurs des demi-axes (a,b,c) de la nanostructure sont (50,10,10) nm.

Liquide porteur :  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ ,  $C_p = 4185 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $\kappa = 0.6 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

Impulsion laser :  $\lambda=400 \text{ nm}$ ,  $P= 1012\text{W}$  et  $\Phi = 50\text{mm}$ .



### Production scientifique

[1] F.R.A. Onofri, S. Barbosa, O. Touré, M. Woźniak, and C. Grisolia. Sizing highly-ordered buckyball-shaped aggregates of colloidal nanoparticles by light extinction spectroscopy, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jqsrt.2012.08.018> (2012).

[2] D. Barchiesi, T. Grosgees, S. Amara, A. Chaari, A. Cherouat and H. Borouchaki. Bubbles development around nanostructures. NUMELEC 2012, 7th European Conference on Numerical Methods in Electromagnetism, Marseille, France, 3-5 July 2012.

CONTACT : M. BIZI, [m.bizi@brgm.fr](mailto:m.bizi@brgm.fr)

