

CARMINA

Caractérisation in-situ de systèmes micro- et nano- particulaires

ANR-09-BLAN-0023

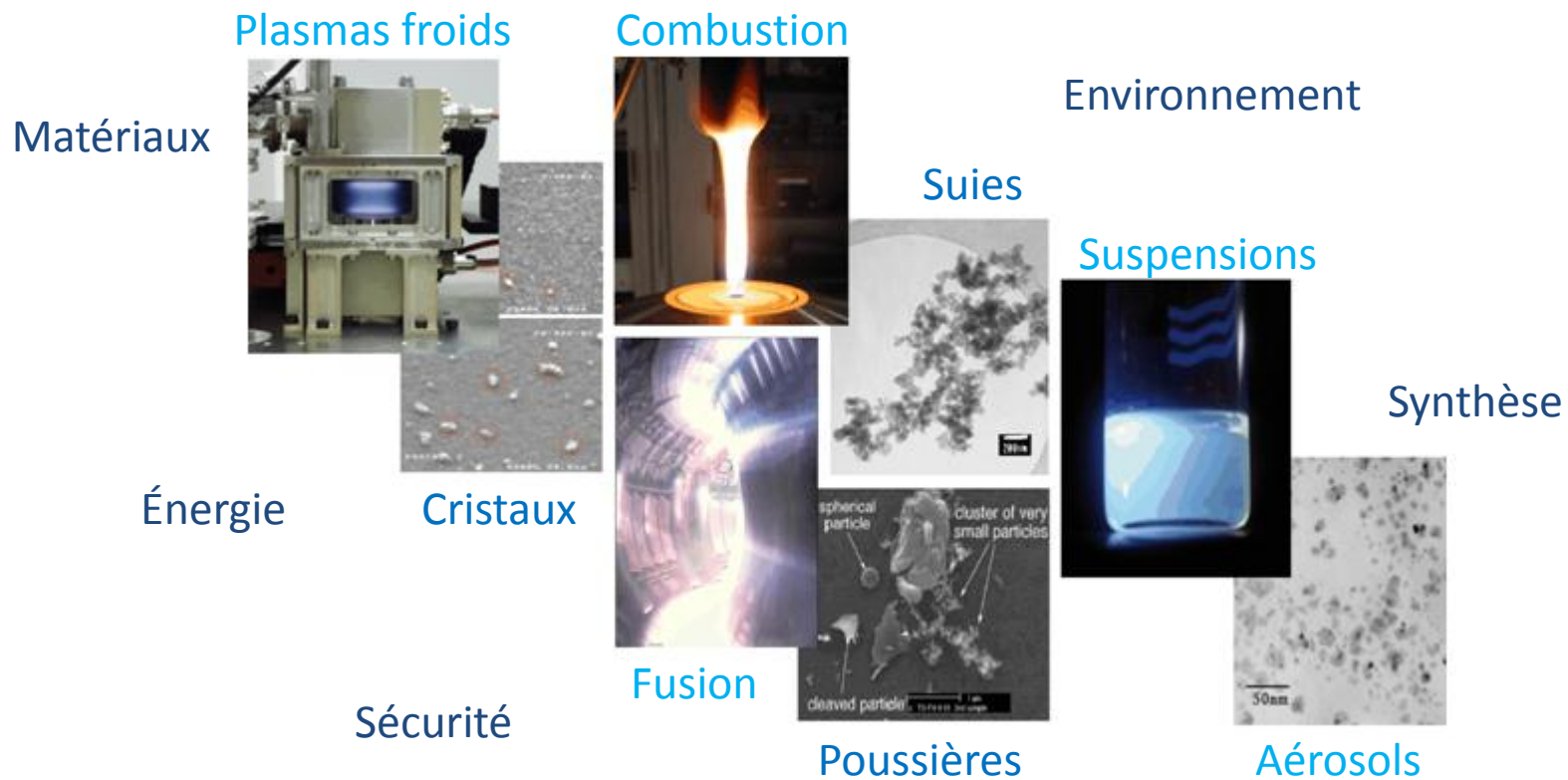


F. Onofri et al., IUSTI, UMR 7343 CNRS-Aix-Marseille Université
K-F. Ren et al. , CORIA, UMR 6614 Université et INSA de Rouen -CNRS
L. Boufendi et al. , GREMI, UMR 6606 Université d'Orléans-CNRS
C. Grisolia et al., IRFM, CEA-Cadarache

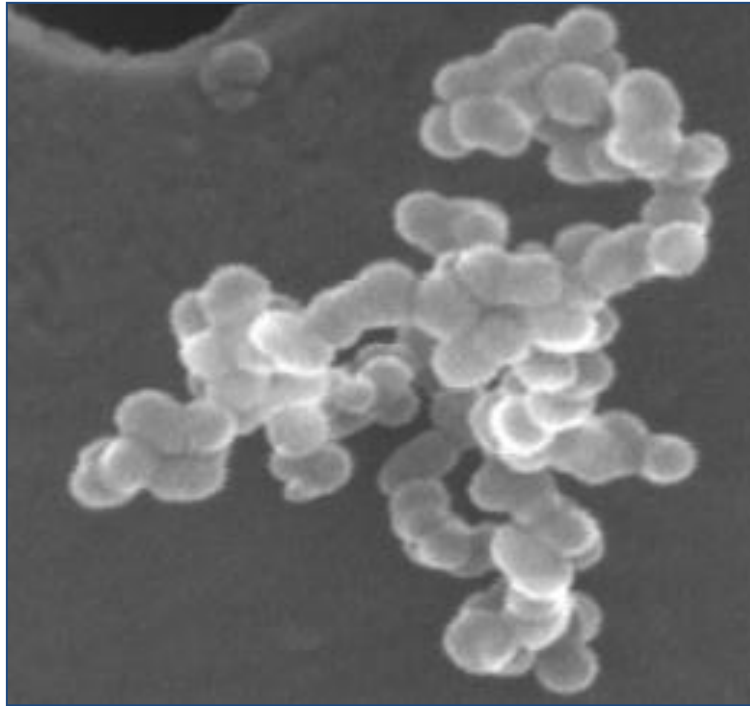


Journées Nationales Nanosciences et
Nanotechnologies 2012

Diagnostics non-intrusifs et temps réel

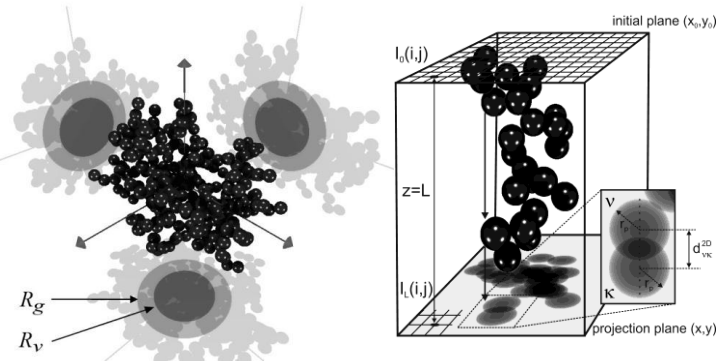


Agrégats pseudo-fractals de nano sphères



Agrégation limitée par la diffusion (DLA, DLCA):

$$n_p = k_f \frac{\rho R_g}{\bar{r}_p} \frac{\dot{\rho}}{\dot{\rho}_0} \frac{\dot{\rho}}{\dot{\rho}_0} \frac{\dot{\rho}}{\dot{\rho}_0} \dots \frac{\dot{\rho}}{\dot{\rho}_0} \propto R_g^{D_f}$$



DLA - Diffusion Limited Aggregation

DLA [Visualization] [TEM]

100 [] No. monomers quantity [] Multiple value of max distance for appearance and boundary spheres

1.750 [] DF fractal dimension [] Multiplier of max distance

0.010 [] DF accuracy [] Multiplier of appearance sphere

0.000001 [] Additional error [] Radius of boundary sphere

0.00 [] Sphere overlapping [] Algorithm convergence

1.593 [] R_g [] $R_g = (5/3) \cdot (DF/2)$ [] Step of monomers

[] Log Norm distribution [] 0.010 [] R_g accuracy

1.00 [] Mean radius [] Force accurate value of DF

0.00 [] Standard deviation [] Verify radius of gyration (Rg)

[] No restrictions [] No restrictions

[] Use Rg limit value [] Rg limit value

10.000 [] Rg limit value [] Initial sphere position

x: 0.0 y: 0.0 z: 0.0

Rotate cluster [] Perform serial simulations

X: 0.0 Y: 0.0 Z: 0.0 [] Rotate cluster [] Serial measurements

[] Check cluster [] No. of errors: [] Quantity: 10

[] Perform serial rotations [] DF iteration step: 0.000

[] Create output of files [] Number of rotations: 10 [] Rf iteration step: 0

[] Create output of files [] No. of iterations: [] No iteration step: []

[] Create output PovRay files [] Create output PovRay files: []

Progress [] Log status [] Start [] Stop [] Export to PovRay [] Export to []

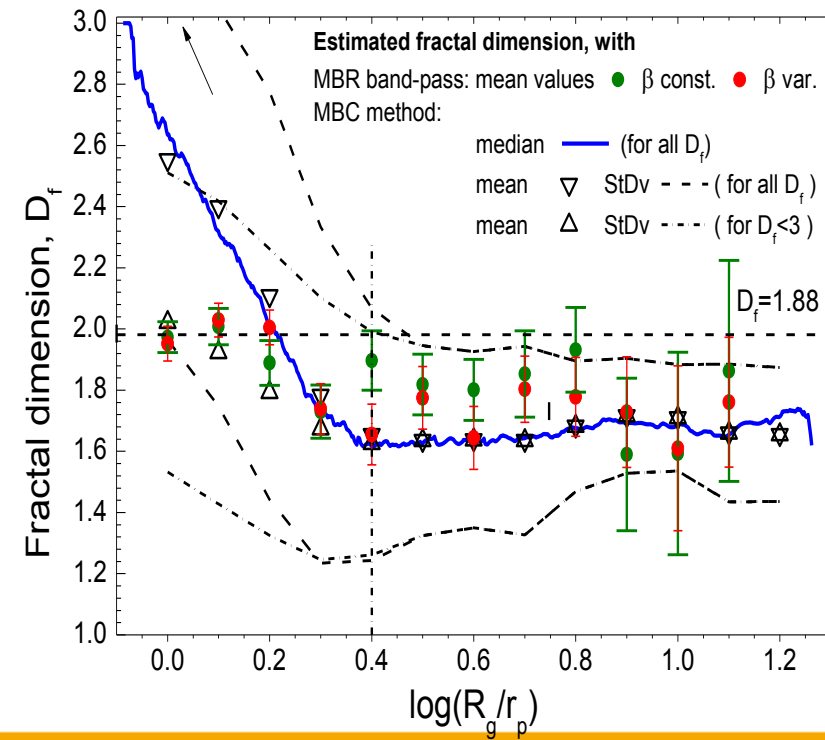
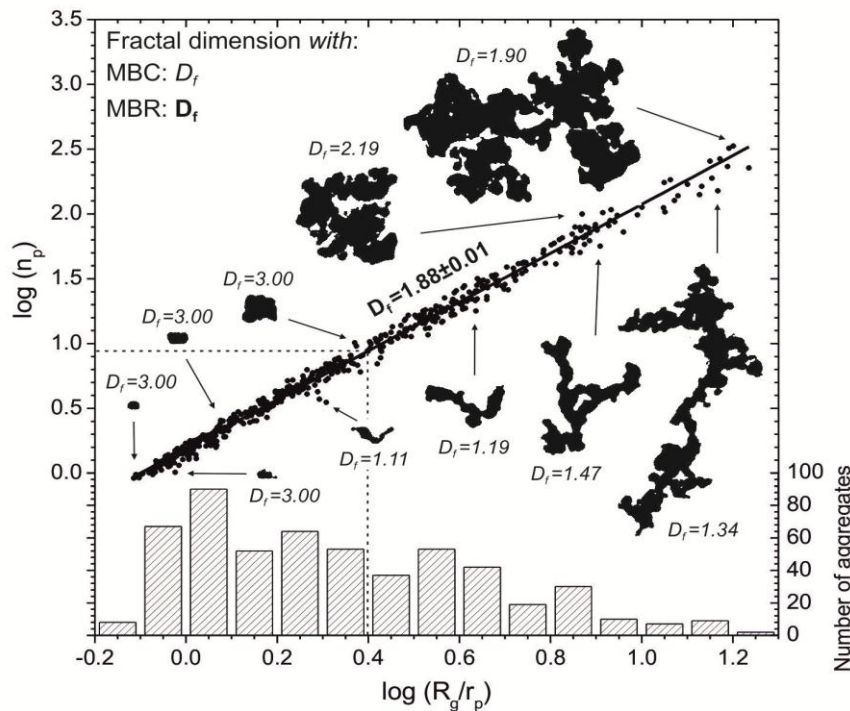
No.	Radius of monomer	X	Y	Z	Current Df
1	1.00000000	00.00000000	00.00000000	00.00000000	00.00000000
2	1.00000000	-01.41409848	00.020412678	00.017019170	00.00000000
3	1.00000000	-00.057188270	01.258336393	01.095196643	01.753042267
4	1.00000000	-01.484676113	-01.528979517	00.004329997	01.748046596
5	1.00000000	-02.870792817	-08.544809800	-01.148284855	01.743119287
6	1.00000000	-02.288696809	01.081119713	-00.744245550	01.742471961
7	1.00000000	-02.031128117	02.214882014	00.001392604	01.743151411
8	1.00000000	-02.081192036	-01.148101161	00.407220290	01.743102809
9	1.00000000	-01.130653139	-02.486262054	-02.092282846	01.756342089
10	1.00000000	-02.548152812	-01.966897902	-02.128641234	01.744632796
11	1.00000000	01.270958021	03.810581581	-00.701814609	01.754093660

Agrégats pseudo-fractals de nano sphères

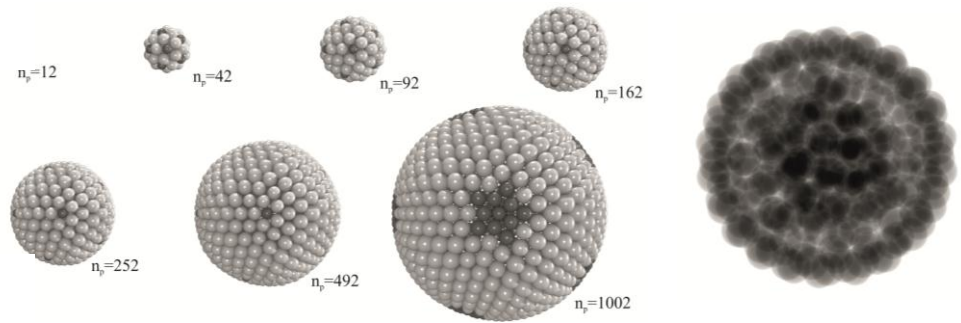
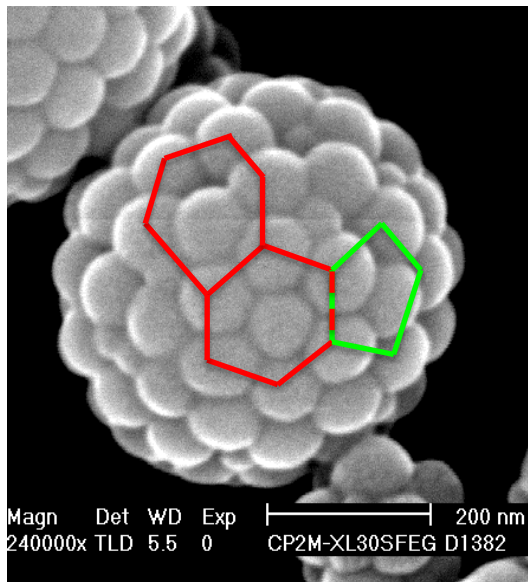
(1) *J. Aerosol Science*, vol. 47, pp. 12-26, 2012

Méthodes d'analyse des images TEM

- Analyse globale (analyse des nombreux biais)
- Analyse individuelle (extension de la méthode de Box Counting)



Agrégats auto-organisés de type "buckyballs"



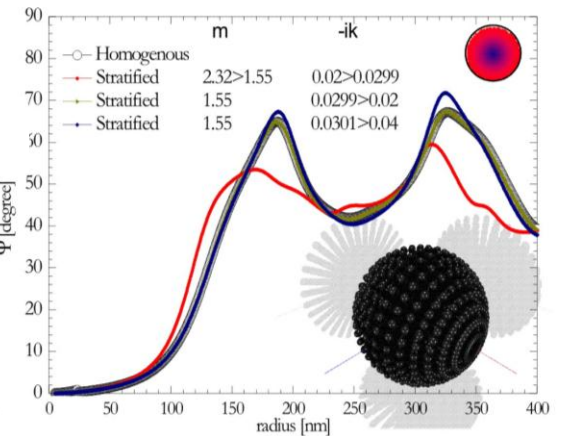
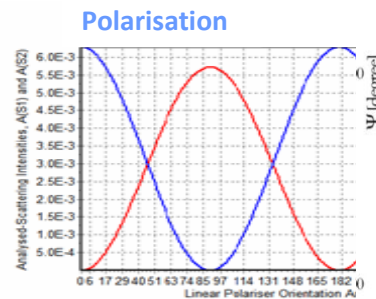
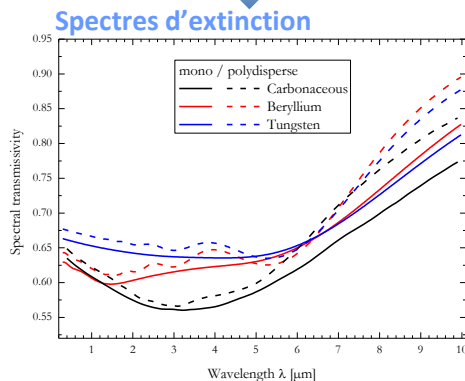
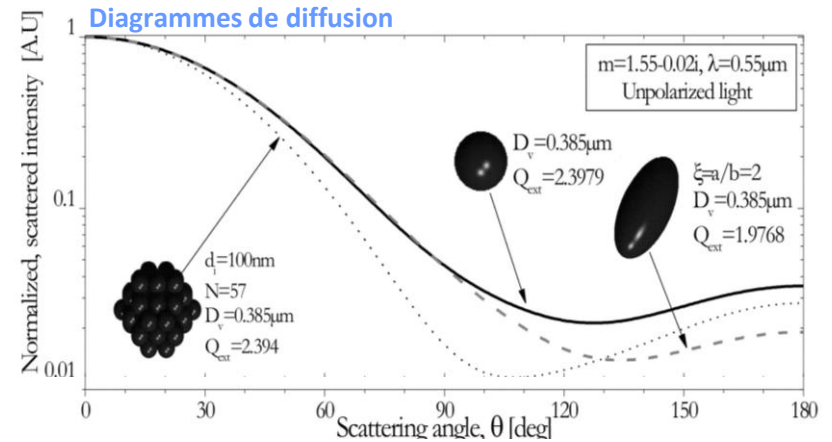
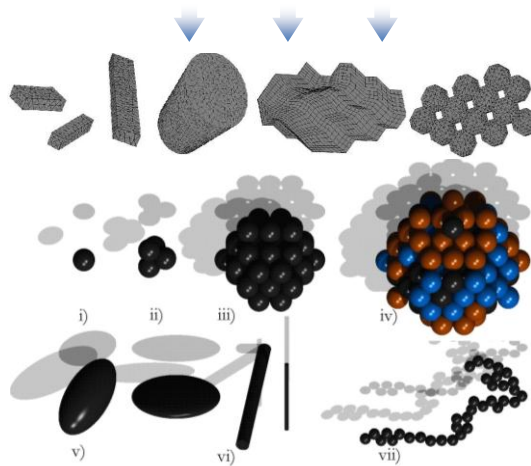
Particules et agrégats nanométriques

(2) *J. Nuclear Materials* 390–391:1093–1096 (2009)

Modèles de diffusion de la lumière
(Lorenz-Mie, T-Matrice, Dipôle Approx, RDG-FA,...)

Théories milieux effectifs,
Kramer-Koenig,...

Données spectrale sur l'indice de réfraction
(aSi-H, SiO₂, SiC, W, BeO...)



Objets micrométriques complexes

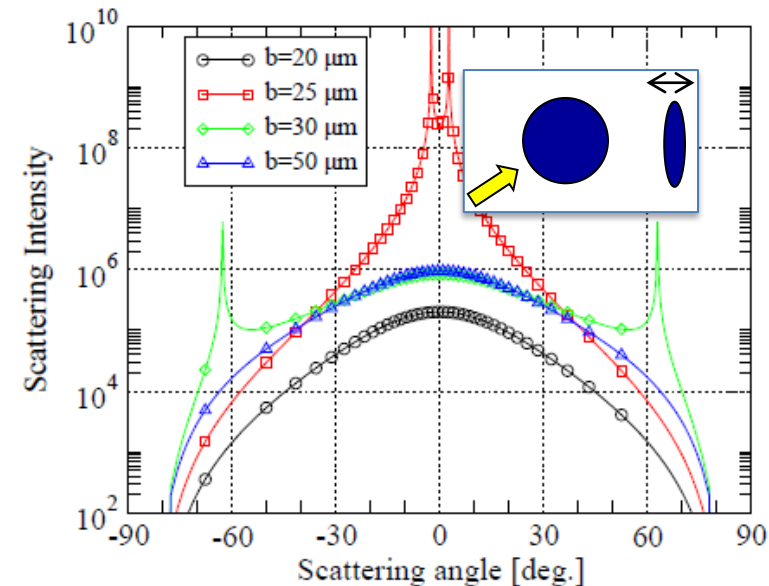
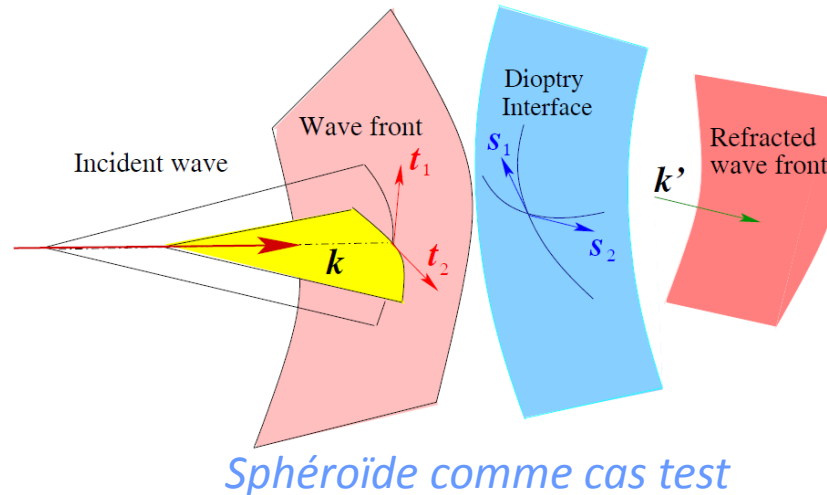
(3) *Optics Letters* 36(3):370-372 (2011)

(4) *Optics Letters* (in press, 2012)

(5) *Applied Optics* 50(30):5759-5769 (2011)

Optique géométrique:

- Prise en compte de la courbure des fronts d'onde, lignes focales
- Nouvelle formulation à la fois différentielle et vectorielle



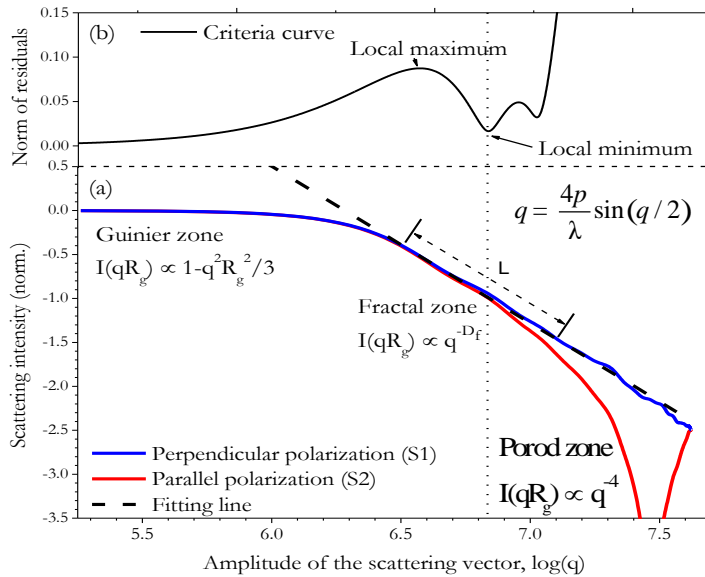
Optique physique: discontinuités, caustiques, ...

- Nouveau formalisme probabiliste pour la diffraction de bord (Fraunhofer)
- Nouveau modèle physique de la diffusion critique

Diffusion aux « petits angles »

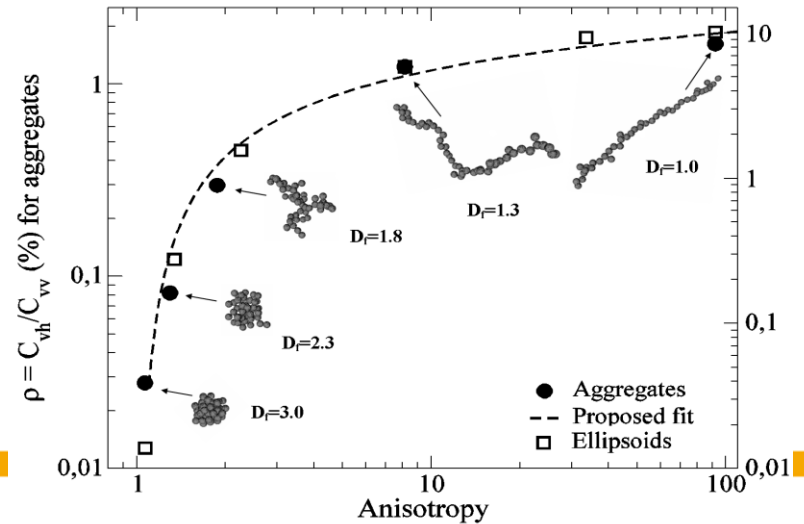
(9) *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* (in press), 2012

(10) *Metrol. Meas. Syst.*, 19(3):459-470, 2012



Analyse du facteur de dépolarisation

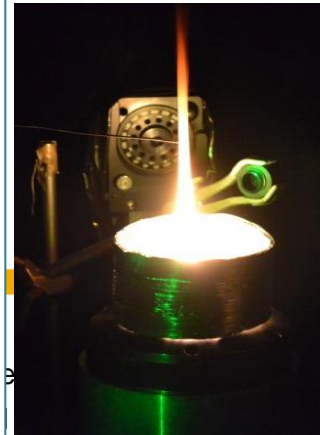
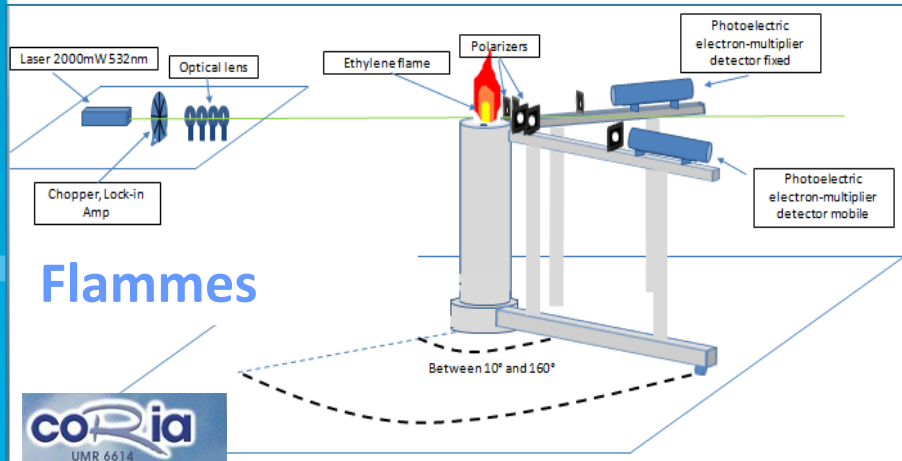
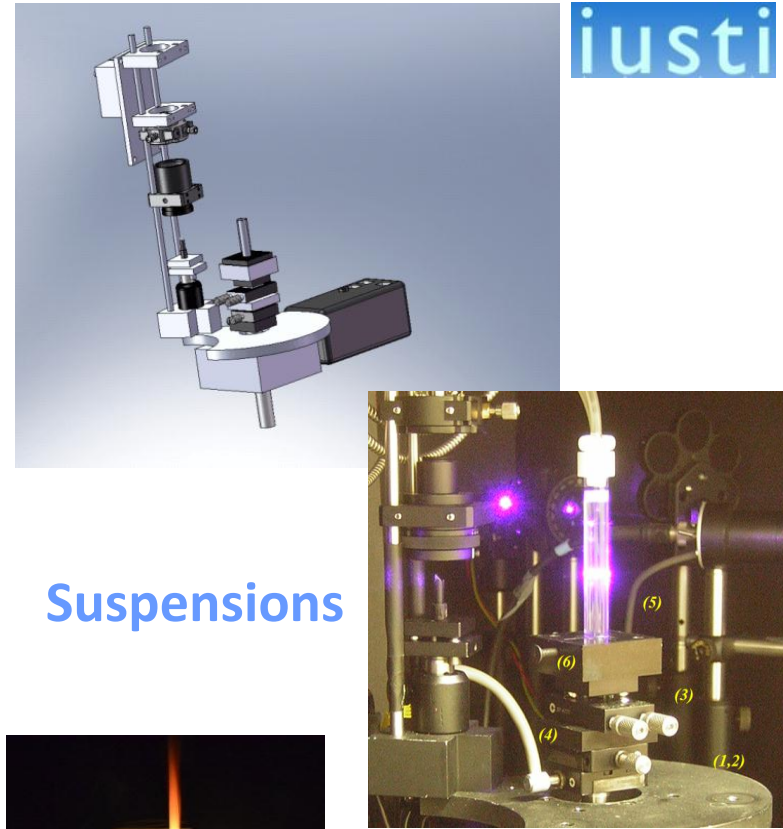
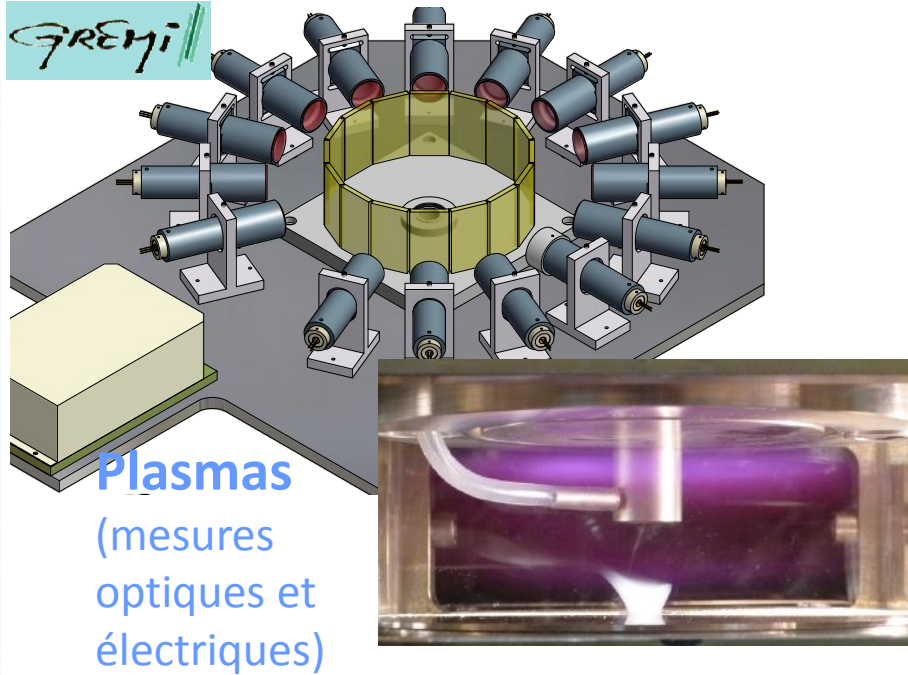
- DDA, RDG-FA
- Courbes de calibration numériques
- Dimension des part. primaires



Diffusion aux « petits angles »

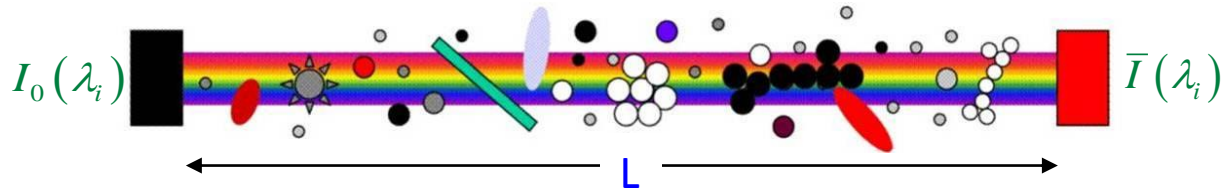
(11) *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* (in press), 2012

(12) *A.A.P.P.* 89(1): 20-24, 2011.



Spectrométrie d'extinction

Dispositif simple, adapté aux contraintes expérimentales:



Transmission spectrale linéarisée et discrétisée (diffusion simple):

$$\underbrace{\ln \left[\bar{I}(\lambda_i) / I_0(\lambda_i) \right]}_{\mathbf{T}} = -NL \sum_{j=1}^m \bar{C}_{i,j} n_j \quad \Rightarrow \quad \bar{\mathbf{C}} \times \mathbf{n} + \bar{\mathbf{T}} / (NL) = \mathbf{0}$$

Calcul du noyau: modèles électromagnétiques et approximations

Méthodes de régularisation et d'inversion (algébrique ou avec modèle dépendant):

Phillips-Twomey:
$$\underset{\mathbf{n} > 0}{\text{Min}} \left\| (\bar{\mathbf{C}}^T \times \bar{\mathbf{C}} + \lambda \mathbf{H}) \mathbf{n} - \bar{\mathbf{C}}^T \times \mathbf{T} \right\|_{2-\text{NNLSQ}}^2$$

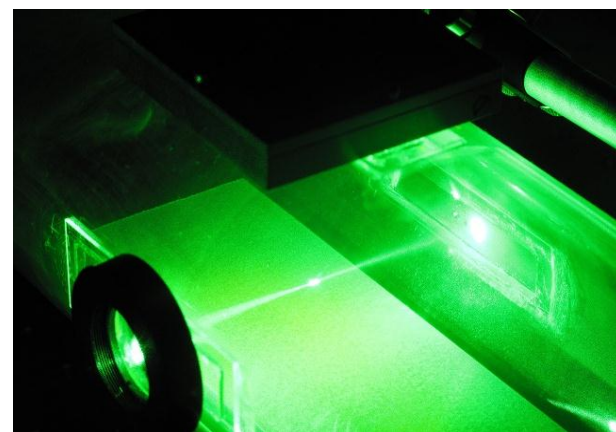
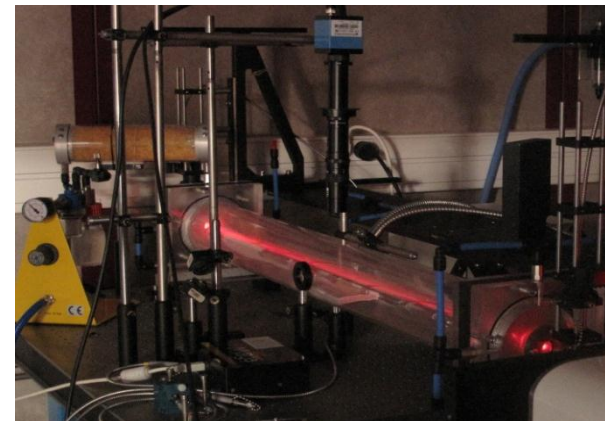
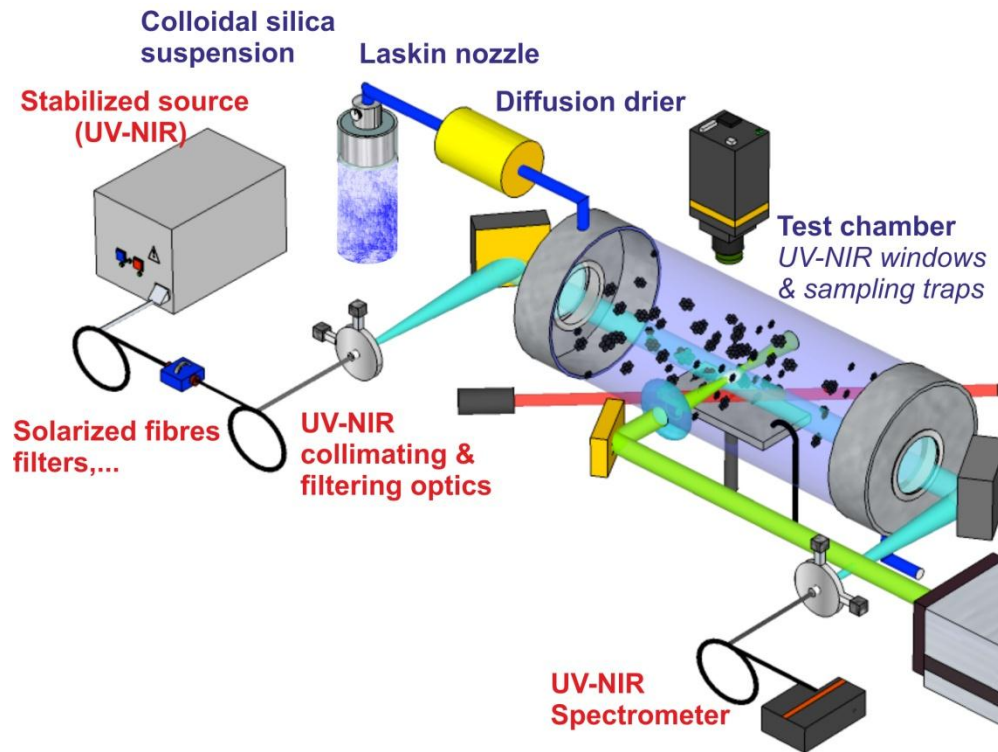
Tikhonov:
$$\underset{\mathbf{n} > 0}{\text{Min}} \left\{ \left\| \bar{\mathbf{C}} \times \mathbf{n} - \mathbf{T} \right\|_2^2 + \lambda^2 \left\| \mathbf{H} \times (\mathbf{n} - \mathbf{n}_0) \right\|_{2-\text{NNLSQ}}^2 \right\}$$

Moindres carrés pondérés:
$$\chi^2(\bar{D}, \sigma_D) = \sum_{i=1}^N \left(T_i - C_{i,j} n(D_j; \bar{D}, \sigma_D) \right) / \sigma(T_i)$$

Spectrométrie d'extinction

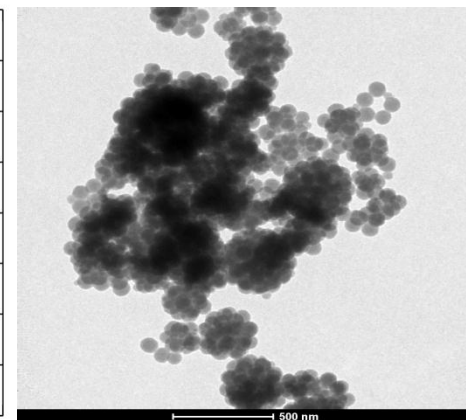
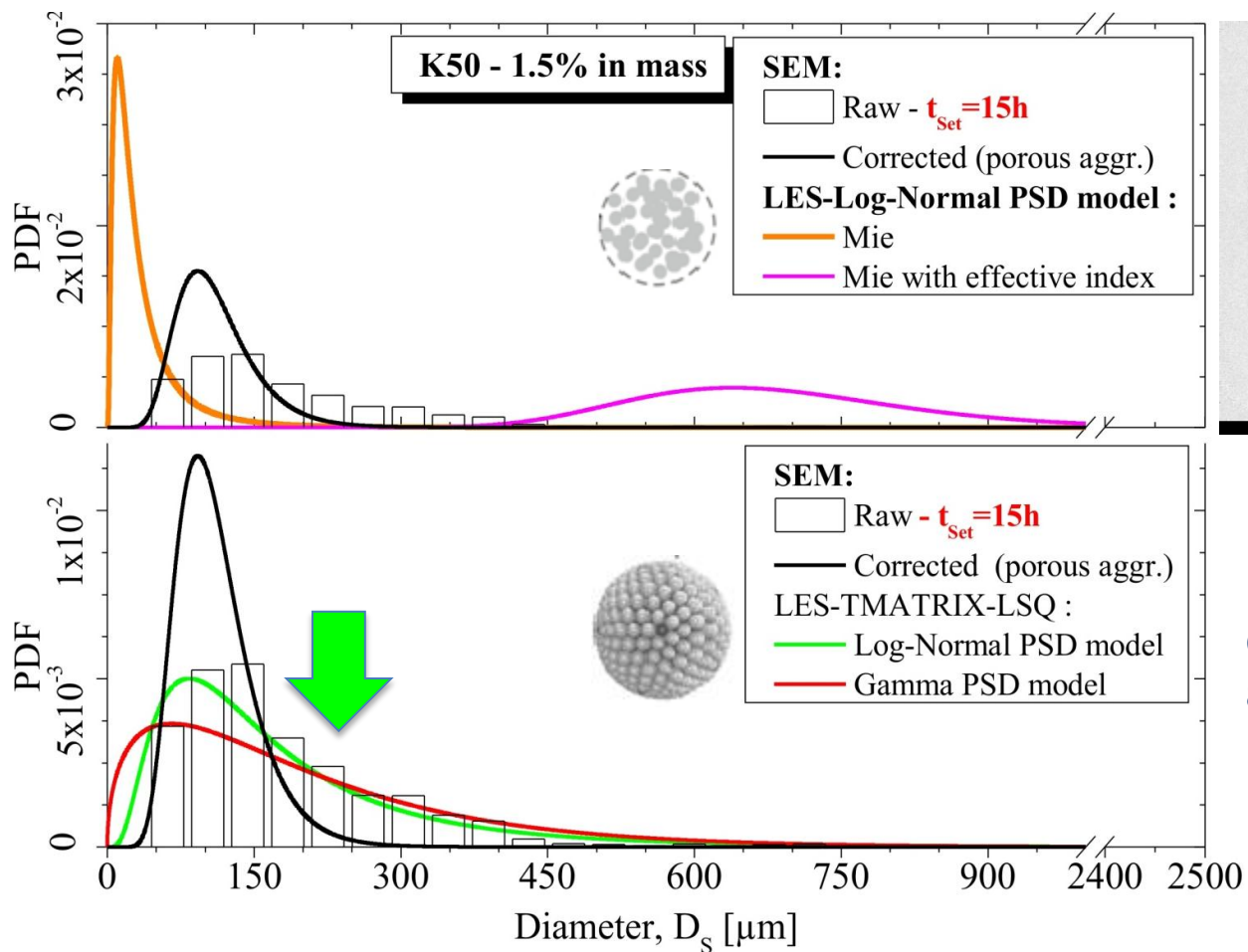
(6) *Fusion Sci. Technol.*, 61 (1):39-45, 2012

Dispositif optique et boucle fluide: aérosols de buckyballs et agrégats W



Spectrométrie d'extinction

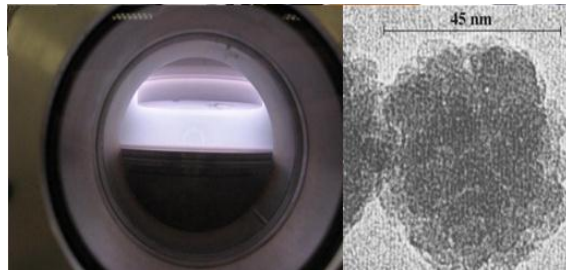
(7) *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* (in press), 2012



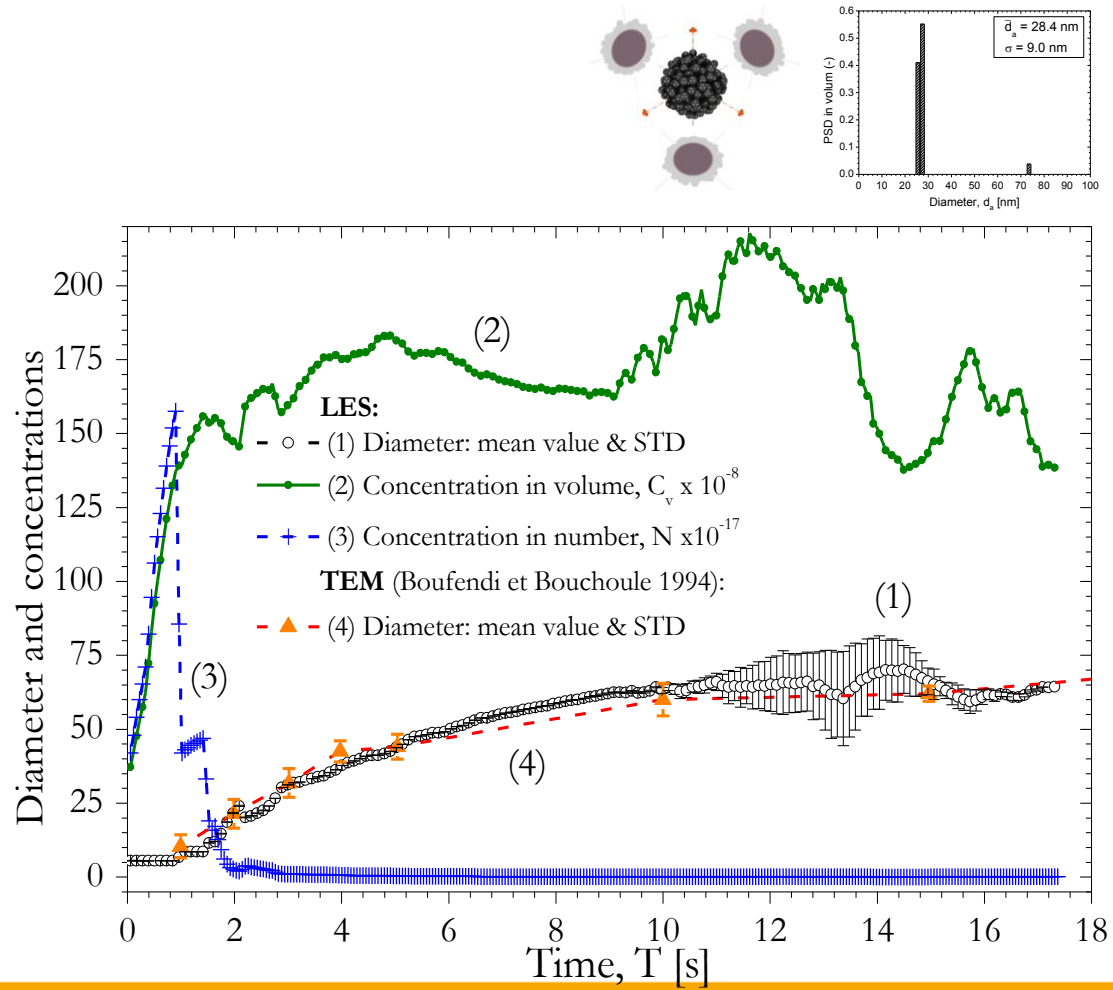
Bon accord entre la mesure optique: in-situ et instantanée & les analyses TEM (1 / 24h)

Spectrométrie d'extinction

(8) Contributions to Plasma Physics, 51 (2-3): 228-236, 2011



Décharge basse-pression: Ar+SiH₄



Résultats marquants

Développement et validation de boîtes à outils théoriques & numériques

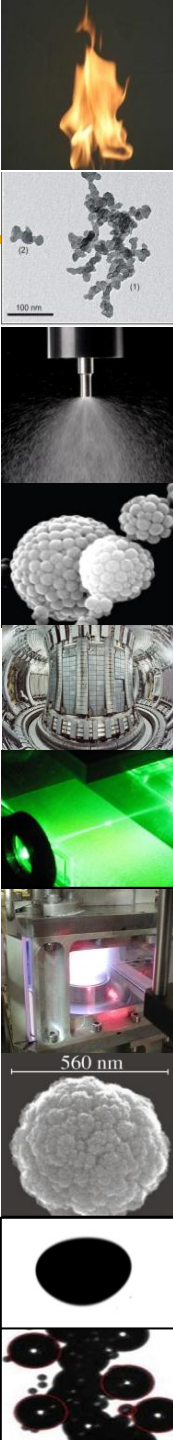
- Morphologie, analyses morphologiques par microscopie électronique
- Modèles de diffusion
- Méthodes d'inversion et de régularisation

Développement de dispositifs expérimentaux pérennes et uniques

- Dispositifs d'extinction (nanofils, plasmas thermiques, décharges W,...)
- Dispositifs de diffusion statique (combustion, suspensions, plasmas)
- Réacteur plasma adapté aux diagnostics optiques (extinction, diffusion, LIBS,...)

Nouvelles collaborations académiques et industrielles, nouveaux soutiens

- Allemagne, Belgique, Bulgarie, Chine, Pologne, Suisse,...
- CILAS, INDATECH, ISORG-CEA LITEN, SANOFI,...
- LABEX EMC3, LABEX MEC, Projets FUI et ANR,...



Formation, recrutements et diffusion

Thèses (3), post-docs (2) et stagiaires (5):

Nom	Nat.	Univ.	Date/Durée	Sujet	Financement	Partenaire(s)
Yuan Y.	CN	Rouen	03/2012	Electromag/diphase	MESR	CORIA
Wozniak M.	POL	AMU	10/2012	Electromag/Aérosols & plasmas	MAE Pologne	IUSTI – CEPM (Pologne)
Caumont C.	FR	Rouen	Janv. 2013	Combustion	ANR CARMINA -100%	CORIA
Berndt Y.	ALL	Orléans	1 an	Plasmas	ANR CARMINA-50%	GREMI
Kovacevic E.	ROU	Orléans	1 an	Plasmas	ANR CARMINA-50%	GREMI

Recrutements:

E. Kovacevic: professeur – Université d'Orléans

M. Wozniak : chercheur – Acad. Sciences de Pologne (Varsovie, phase finale)

Diffusion

Conférences ...

Journée thématique « Métrologie des nanoparticules »
24 Mars 2011, Délégation CNRS, Meudon.

Site internet

Production scientifique

Auteurs	Publication	Ref.	Sujet	Partenaire(s)
Onofri F.,...	J. Nuclear Material	2009	Plasmas de fusion	IUSTI, CORIA, CEA
Caumont C.,...	A.A.P.P.	2011	Combustion	CORIA
Onofri F.,...	Applied Optics	2011	Electromag./Diphasique	IUSTI, CORIA
Ren K-F.,...	Optics Letters	2011	Géom. Vect./Diphasique	CORIA, IUSTI
Onofri F.,...	Contrib. Plasma Physics	2011	Plasmas / Optique	IUSTI
Wozniak M.,...	J. Aerosol Sci. Technol.	2012	Aérosols / Combustion	IUSTI, CEA
Onofri F.,...	Fusion Sci. Technol.	2012	Plasmas fusion / Aérosols	IUSTI, CEA
Mrocza J.,...	Metrol. Meas. Syst.	2012	Aérosols	IUSTI
Onofri F.,...	J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer	2012	Aérosols / Suspensions	IUSTI, CEA
Onofri F.,...	Optics Letters	2012	Électromag./Diphasique	IUSTI
Caumont C.,...	J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer	2012	Électromag/Combustion	CORIA
Bescond A.,...	J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer	2012	Électromag/Combustion	CORIA
Barbosa S.,...	Applied Physics	soumis	Plasmas poussiéreux	IUSTI, GREMI

Conférences: +20 internationales et +7 nationales

Fin