



# PLATEFORME DES RESEAUX DE LA MISSION POUR L'INTERDISCIPLINARITE

## PLAN PLURIANNUEL DE FORMATION RESEAU MICROSCOPIE A SONDE LOCALE

Année 2014-2017

# 1 Identification du réseau national

## 1.1 Description du réseau

Le réseau fédère des physiciens, des chimistes, des biologistes, des mécaniciens, qu'ils soient utilisateurs et/ou développeurs, autour de techniques de pointes allant des microscopies à effet tunnel et à force atomique jusqu'à l'optique en champ proche. Ces techniques sont devenues en une décennie des outils incontournables dans les domaines des nanosciences et des nanotechnologies. De plus, elles évoluent constamment et touchent de plus en plus de domaines d'investigations et de recherche.

La mission du réseau est d'accompagner la communauté dans sa pratique. Pour cela RéMiSoL se doit d'initier ou de faciliter des formations, de la communication et du transfert technologique à tous ses membres.

## 1.2 Bureau de RéMiSoL

Nom du responsable/coordonnées :

**David ALBERTINI**, INL, INSA de Lyon  
Bâtiment Blaise Pascal  
7 Avenue Capelle, 69621 Villeurbanne  
Tél : 04 72 43 82 67  
[david.albertini@insa-lyon.fr](mailto:david.albertini@insa-lyon.fr)

Nom du correspondant budget/coordonnées :

**Hubert KLEIN**, CiNaM,  
Case 913 campus de Luminy,  
13288 Marseille CEDEX 9  
Tél : +33 (0)662 922 876  
[klein@cinam.univ-mrs.fr](mailto:klein@cinam.univ-mrs.fr)

Nom du référent formation/coordonnées :

**Agnès PIEDNOIR**, ILM, CNRS Université Claude Bernard Lyon 1,  
6 rue Ada Byron, Bâtiment Brillouin  
69622 Villeurbanne CEDEX  
Tél : 04 72 44 81 51  
[agnes.piednoir@univ-lyon1.fr](mailto:agnes.piednoir@univ-lyon1.fr)

Site(s) WEB du réseau :

<http://remisol.cnrs.fr/>

## 2 Bilan des 2 années écoulées et de l'année en cours

### 2.1 Bilan des actions nationales (co-)financées par le CNRS pour les années 2013, 2014 et 2015 (ANF ou autres)

#### 2.1.1 Forum des microscopies à sonde locale :

Objectif détaillé de l'action : Le Forum est le seul congrès francophone autour des microscopies à sonde locale. L'objectif est donc de favoriser :

- les échanges de savoir-faire en microscopies à sonde locale entre les utilisateurs, à travers des cours, des présentations orales et des sessions par affiches,
- l'intégration des nouveaux entrants et doctorants,
- la circulation des informations concernant les événements importants ou les propositions de postes, au sein des laboratoires CNRS.

Nous comptabilisons trois Forums pour cet exercice :

- Forum 2013  
Porteur : Philippe Leclère (Université de Mons)  
80000€ dont 2000€ de subvention RéMiSoL  
142 personnes dont 30 CNRS
- Forum 2014  
Porteur : Xavier Bouju (CEMES, Toulouse)  
90000€ dont 2000€ de subvention RéMiSoL  
141 personnes dont 35 CNRS
- Forum 2015  
Porteur : Renaud Bachelot (LNIO, Troyes)  
83000€ dont 2000€ de subvention RéMiSoL  
120 personnes dont 31 CNRS

Le bilan de ces 3 actions :

Le Forum permet de suivre les dernières avancées scientifiques et techniques en terme de microscopie champ proche en France, en Belgique et en Suisse. Les présentations sont toujours très riches, les sessions posters propices aux discussions et les cours proposés permettent d'avoir une vision des avancées dans notre domaine. Dans le montage financier d'un Forum, la contribution de RéMiSoL ne constitue pas la seule subvention accordée par le CNRS.

De plus, le Forum est l'occasion unique pour le réseau RéMiSoL de réunir au complet son Comité de Pilotage. Nous avons également l'opportunité d'échanger avec la communauté francophone sur nos missions et l'aide que nous pouvons apporter à des montages d'ateliers ou de journées thématiques.

#### 2.1.2 Formation GxSM 2013

Descriptif : C'est une formation au logiciel libre de pilotage de microscopes champ proche nommé GxSM. L'objectif est une présentation de cette alternative aux solutions commerciales d'interfaçage qui deviennent extrêmement onéreuses et peuvent freiner l'accès de certaines équipes aux

techniques du champ proche. Le réseau a acquis en 2010 la carte d'interfaçage nécessaire et un ordinateur portable dédiés aux démonstrations et aux formations.

Organisateur : Hubert Klein

Coût total : 250 € (entièrement payé par RéMiSoL)

L'objectif détaillé de l'action : interfacier virtuellement n'importe quel microscope champ proche avec un minimum d'adaptation avec l'ensemble carte DSP + logiciel GxSM (dont le coût est insignifiant comparativement aux électroniques commerciales.)

Nombre de participants : 9 personnes

Bilan qualitatif de cette action : Il a été possible au cours des deux journées de formation d'interfacier complètement un STM commercial d'un laboratoire parisien dont l'électronique était hors service. Les retours des participants montrent cependant que pour certains une formation de ce type est insuffisante, et qu'ils pourraient avoir besoin d'un soutien technique sur le long terme.

### **2.1.3 Atelier DRFT 2014 et 2015 :**

Descriptif : Atelier de formation pour présenter le mode Dual Frequency Resonance Tracking (DFRT) appliqué à la piezoresponse force microscopy (PFM) sur des couches minces ferroélectriques. Ce mode particulier est utilisé pour augmenter le rapport signal sur bruit de certaines mesures tout en se préservant des artefacts

Organisateur : David Albertini

Coût total : 870 € (en 2014) 951 € (en 2015) (entièrement alloué par RéMiSoL)

L'objectif détaillé de l'action : Donner les bases de la microscopie à force piézoélectrique et l'utilité de travailler autour ou à la fréquence de résonance. Proposer en deux sessions sur deux microscopes de marque différente des travaux pratiques avec des échantillons modèles et les échantillons des participants

Nombre de participants : 6 personnes par atelier (dont 3 CNRS en 2014, dont 1 CNRS en 2015)

Bilan qualitatif de cette action : les interventions théoriques étaient claires. Le temps alloué aux séances de travaux pratiques était insuffisant pour le premier atelier ; ceci fut corrigé lors du deuxième atelier.

### **2.1.4 Participation aux journées du réseau Nanorgasol (2013) :**

Rencontre des 2 réseaux et considération de l'apport des microscopies à sondes locales au photovoltaïque organique.

Plan de l'action : sur deux jours, une demi-douzaine de membres de RéMiSoL a participé à ces échanges fructueux. Présentation des microscopies champ proche et d'études de matériaux photovoltaïques avec cette technique.

Budget alloué : celui de Nanorgasol + participation de RéMiSoL pour le voyage des participants du réseau.

Résultats d'évaluation : discussion et réflexion menées conjointement et embryon de collaboration.

## 2.2 Bilan des actions régionales les plus importantes (co-)financées par le CNRS pour les années 2013 et 2014

Pas d'action régionale.

## 2.3 Bilan général

**RéMiSoL se doit d'anticiper le vieillissement du parc de microscope en proposant à la communauté une alternative technique performante et peu onéreuse et des formations à l'interfaçage.** Pour répondre à ce problème, le logiciel GxSM est une solution. L'électronique associée a été acquise par RéMiSoL en 2009. Cependant, seulement deux ateliers ont été faits à ce jour et nous devons envisager de proposer une action autour de cette thématique chaque année, ou tous les deux ans.

**Les ateliers DFRT PFM ont permis à plusieurs personnels de différents laboratoires de découvrir cette technique puissante et robuste.** Le point commun étant une électronique qui peut être associée à tous les microscopes disposant d'un accès aux signaux de photodiode. Bien que le prix soit élevé, cette électronique permet de développer des modes performants et innovants (domaine de la nanomécanique, KFM single pass...). RéMiSoL continuera à soutenir l'innovation autour de cette électronique.

**RéMiSoL se doit d'être plus performant dans le domaine de la communication, l'échange avec notre communauté et l'échange avec les autres réseaux.** Ces travaux sont en cours, cela passe par la participation à des groupes de travail inter-réseaux, la refonte du site web, la rédaction d'un document décrivant les procédures de mise en place d'une action (ateliers, journées thématiques, ITC), de l'écriture d'un document précisant quelques règles d'implication et de participation au réseau RéMiSoL, notamment pour les personnes qui souhaiteraient s'investir dans le CoPil ou le bureau.

## 3 Plan de Formation fin 2015 et 2016 – 2017

### 3.1 Prospective Métier et / ou technologique pour la communauté visée

Le forum vit sa propre vie et reste un lieu privilégié d'échanges. RéMiSoL continuera à s'y impliquer car c'est une occasion unique de jauger le niveau général de la communauté, ainsi que ses besoins émergents.

Il en ressort, à long terme, des besoins certains en instrumentation (conception de base d'un AFM, et en interfaçage, conception d'interfaces informatiques, traitement du signal, traitement des images). A plus court terme, les remontées des membres du réseau ont abouti à des propositions de formation sur des modes émergents de caractérisation électriques et mécaniques qui figurent dans le présent PPF.

La technique évolue vers plus de rapidité (imagerie rapide) et les interfaçages ou couplages avec d'autres techniques comme le MEB ou la microscopie optique de fluorescence qui sont de plus en

plus d'actualité. Dans ce sens, RéMiSoL s'est rapproché de deux autres réseaux de microscopie de la MI (RCCM et RTMFM), et des groupes de travail ont été mis en place sur plusieurs sujets : traitements d'image, le repositionnement et l'imagerie de fluorescence. Ces groupes de travail donneront naissance à des actions de formation couplées entre les réseaux.

### **3.2 Orientations / Stratégie de formation du réseau**

RéMiSoL soutiendra et proposera des actions autour des techniques émergentes comme la nanomécanique, le KFM single-pass et la PFM... sous la forme d'ateliers pratiques. Des journées thématiques sur des thèmes plus généraux comme la mise en œuvre de molécules organiques sous ultravide, l'électrochimie ou le traitement d'images sont programmées. Le format ANF sera privilégié pour les ateliers.

### **3.3 Plan de Déploiement**

Voici en détails la mise en œuvre des orientations du réseau pour les années 2016 et 2017.

#### **3.3.1 Forum des microscopies à sonde locale**

Année de mise en œuvre : 2016, porté par Frank Palmino

Problématique : acquisition de compétences indispensables pour travailler avec les technologies champ proche. Se retrouver pour discuter autour de la technique des microscopies à sonde locale, que ce soit pour avoir les bases et démarrer sur le sujet ou pour avancer et progresser.

Objectifs de formation : former les participants à la technique en général ou un domaine particulier, plus pointu

Public concerné : étudiants, chercheurs, ingénieurs, techniciens... souhaitant travailler avec un microscope ou développer une thématique demandant une compétence particulière

Modalités de formation : journées de rencontres du réseau

Niveau : initiation et perfectionnement

Partenaires pressentis : Région Franche-Comté, Peugeot, ville de Montbéliard, université de Franche-Comté...

Action récurrente : Oui

#### **3.3.2 Forum des microscopies à sonde locale**

Année de mise en œuvre : 2017, porté par Pierre Mallet

Problématique : acquisition de compétences indispensables pour travailler avec les technologies champ proche. Se retrouver pour discuter autour de la technique des microscopies à sonde locale, que ce soit pour avoir les bases et démarrer sur le sujet ou pour avancer, progresser ou se perfectionner.

Objectifs de formation : former les participants à la technique en général ou un domaine particulier, plus pointu

Public concerné : étudiants, chercheurs, ingénieurs, techniciens... souhaitant travailler avec un microscope ou développer une thématique demandant une compétence particulière

Modalités de formation : journées de rencontres du réseau

Niveau : initiation et perfectionnement

Partenaires pressentis : à définir

Action récurrente : Oui

### **3.3.3 Ateliers Nanomécanique à Montpellier**

Mise en œuvre : Deux dates prévues : octobre 2015 par Michel Ramonda et 2ème édition en 2016

Problématique : Obtenir une information mécanique à l'échelle nanométrique sur des matériaux à fort module d'Young présente un intérêt majeur dans de nombreux domaines. Une technique, adaptable à tous les microscopes disposant d'un accès aux signaux de photodiode, est simple à mettre en place sera développée comme une alternative aux modes classiques propriétaires à certains fabricants de microscope.

Objectifs de formation : l'atelier a pour but de donner les bases théoriques et pratiques sur les aspects de mécanique au contact et les modes résonnants au contact.

Public concerné : ingénieurs, chercheurs et enseignants chercheurs (permanents ou non)

Modalités de formation : atelier en 2015 et ANF en 2016

Niveau : maîtrise de l'AFM en mode contact nécessaire

Partenaires pressentis : Zürich instruments

Commentaires : le public sera nécessairement restreint (3 personnes par microscope)

Action récurrente : non

### **3.3.4 Atelier EFM single-pass à Grenoble**

Mise en œuvre : 2016 par Denis Mariolle et Nicolas Chevallier (CEA) et David Albertini (CNRS DR7)

Problématique : La microscopie à sonde de Kelvin (KFM) est une technique bien établie et couramment utilisée pour la mesure locale du potentiel à la surface d'un échantillon. Cet outil présente un intérêt majeur pour la caractérisation des propriétés physiques des matériaux: distribution du potentiel dans des films minces (polymères, ferroélectriques) ou des dispositifs technologiques, travail de sortie pour les métaux ou les semiconducteurs, le photo-potential de

surface pour applications photovoltaïques, et même en biologie. La technique conventionnelle basée sur la détection de la force électrostatique (AM-KFM pour modulation d'amplitude) ou du gradient de force (FM-KFM pour modulation de fréquence) est utilisable à l'air ou sous vide, voire en milieu liquide sous certaines conditions. Cependant, le KFM présente quelques sources d'erreurs inhérentes à cette utilisation conventionnelle comme la dépendance du potentiel de surface avec les paramètres expérimentaux (amplitude d'excitation, boucle de contre-réaction, distance pointe-échantillon). De nouveaux modes de mesures sont apparus ces dernières années principalement induites par l'amélioration des performances de l'analyse multi-fréquences et de l'acquisition rapide de signaux.

Objectifs de formation : améliorer les caractérisations d'échantillons conducteurs ou semi-conducteurs grâce à l'EFM, au KFM single-pass et BE-KFM

Public concerné : ingénieurs, chercheurs et enseignants chercheurs (permanents ou non)

Modalités de formation : ANF

Niveau : avoir les bases en AFM oscillant.

Partenaires pressentis : CEA et Zurich Instrument

Commentaires : le public sera nécessairement restreint (3 personnes par microscope)

Action récurrente : non

### **3.3.5 Journée thématique "polarisation et milieux liquides"**

Mise en œuvre : fin 2016 par Agnès Piednoir

Problématique : la polarisation des substrats en milieu liquide n'est pas triviale et les mouvements de charges perfidement induits par les effets électrochimiques modifient les potentiels de surface, la compréhension des phénomènes est impossible sans un apprentissage de la chimie et de l'électrochimie.

Objectifs de formation : comprendre les bases de la polarisation en milieu liquide, acquérir des connaissances en électrochimie et alors savoir ce qu'il se passe sous la pointe quand des électrodes sont connectées

Public concerné : ingénieurs, chercheurs et enseignants chercheurs (permanents ou non)

Modalités de formation : journée thématique

Niveau : initiation et perfectionnement

Partenaires pressentis : Laboratoire d'Electrochimie Moléculaire, EPFL

Action récurrente : non



### 3.3.6 Atelier DFRT PFM (Lyon)

Mise en œuvre : 2016 par David Albertini

Problématique : microscopie de force piézoélectrique avec suivi de fréquence

Objectifs de formation : Donner les bases de la microscopie à force piézoélectrique et l'utilité de travailler autour ou à la fréquence de résonance. Proposer en deux sessions sur deux microscopes de marque différente des travaux pratiques avec des échantillons modèles et les échantillons des participants

Public concerné : ingénieurs, chercheurs et enseignants chercheurs (permanents ou non)

Modalités de formation : ANF

Niveau : niveau de base en AFM nécessaire

Partenaires pressentis : Zurich Instrument

Action récurrente : sans doute, au vu de la forte demande

### 3.3.7 Atelier Traitement d'Images (Mulhouse)

Mise en œuvre : 2016 par Marion Cranney (DR10), Lorena Klein (DR2) et Jean-Luc Bubendorff (MdC)

Problématique : le traitement d'images présente pour notre communauté un intérêt croissant. Pour répondre aux sollicitations récentes, RéMiSoL a réagi rapidement et propose un atelier en 2016 qui sera porté par la DR10 (*en cours de validation*)

Objectifs de formation : Donner les bases du traitement d'images en champ proche avec deux approches différentes : la présentation d'un logiciel libre Gwyddion et une présentation d'un logiciel commercial proposé par une société française MountainMap et SPIP.

Public concerné : ingénieurs, chercheurs et enseignants chercheurs (permanents ou non)

Modalités de formation : ANF

Niveau : niveau de base en AFM nécessaire avec le souhait que les participants apportent un ordinateur portable avec eux.

Partenaires pressentis : Digital Surf

Action récurrente : sans doute

*La projection à plus long terme n'a pas de sens pour RéMiSoL et on attend les retours des différentes formations qui auront lieu en 2015 et 2016 ainsi que l'émergence de demandes spécifiques de type ITC pour proposer d'autres actions.*