

Appel à Projets « Flagships Phase 2 » du LabEx NanoSaclay

1. Contexte

Trois projets phares multidisciplinaires ont été soutenus par le LabEx NanoSaclay de 2011 à 2015. Ils se sont essentiellement centrés sur les thématiques et les expertises des trois communautés principales (NanoElectronique, NanoMédecine et NanoPhotonique) du LabEx.

Pour la période 2016 – 2019, le Labex Nanosaclay souhaite soutenir de nouveaux projets. Il ouvre ainsi un appel à projets phares pour sa phase 2. Les projets retenus, d'une durée de **4 ans**, devront commencer en **janvier 2016**. L'enveloppe globale est de 2M€.

Par ailleurs, si des projets lauréats couvrent des idées soutenues dans les projets retenus lors de l'AAP « Recherche » NanoSaclay 2015, ces derniers seront intégrés dans les nouveaux projets phares.

2. Conditions d'éligibilité

Le LabEx NanoSaclay souhaite soutenir des **projets structurants** pour les équipes du LabEx. Des collaborations avec les LabEx qui ont des interfaces avec NanoSaclay (LERMIT, CHAR3MAT, PALM) sont par ailleurs possibles.

Le Comité de Pilotage du LabEx NanoSaclay a défini sept défis qu'il souhaite prioritairement voir relevés :

Challenge	Titre du défi
1	Doter le territoire Paris Saclay d'une source de graphène à l'état de l'art mondial
2	Réaliser des nanocomposants multifonctionnels pour développer des architectures de calcul en rupture
3	Réaliser des hétérostructures d'oxydes fonctionnels sur de grandes surfaces
4	Vers une convergence de la nanophotonique et de l'information quantique
5	Les nanostructures au service des dispositifs photoniques
6	Traitements à base de nanomédicaments et nano-bio-détection à haute performance
7	Vers de nouvelles méthodes de mise en forme des matériaux hybrides

La description complète de ces challenges est annexée à la lettre de cadrage. L'appel à projets reste toutefois ouvert à des sujets sortant des thématiques ciblées ci-dessus.

Dépenses éligibles :

Tout type de dépense est éligible, sans limitation de montant. Deux contraintes sont toutefois imposées concernant les allocations doctorales et post-doctorales :

- **Allocations post-doctorales** : La durée maximale de ces allocations est de 24 mois. Sont éligibles les titulaires d'un doctorat depuis moins de 2 ans, au moment de la sélection du candidat. Ne sont pas éligibles les docteurs ayant réalisé leur thèse dans un des laboratoires partenaires du projet. Il est recommandé de recruter les candidats hors du Campus Paris Saclay.

Les offres de poste seront diffusées sur les sites internet du LabEx et de l'Intelli'Agence. Le CV du candidat retenu devra être transmis à [L.Krzaczkowski](#) pour validation de son éligibilité par le comité de direction.

Les allocations postdoctorales sont de 4150 euros mensuels (bruts chargés)

- **Allocations doctorales** : le financement est prévu pour une durée de 3 ans (104 k€).

3. Evaluation et sélection

Les projets déposés seront dans un premier temps évalués par le Conseil Scientifique International (CSI) de NanoSaclay. Ils seront ensuite classés suivant le bilan de cette expertise et les meilleurs projets seront auditionnés lors de la réunion du CSI le 4 novembre 2015.

La décision de financement des projets et la répartition des crédits sera prise par le Comité de Pilotage du Labex, suite à ces auditions.

4. Calendrier

16 mars 2015:	Ouverture de l'AAP « Flagships Phase 2 » de NanoSaclay
28 avril 2015 à 12h:	Deadline de réception des lettres d'intention
9 septembre 2015 12h:	Clôture de l'AAP « Flagships Phase 2 »
Oct/nov 2015:	Analyse des projets et audition par le CSI des projets retenus
Novembre 2015 :	Réunion du CoPil et publication des résultats

Pré-enregistrement. Tout porteur désireux de proposer un projet **DOIT** fournir une "lettre d'intention" suivant le modèle ci-après. Cette lettre est à envoyer à [Lucie Krzaczkowski](#) **avant le 28 avril 2015**. Il recevra un accusé de réception par retour.

Forme: les **modèles** sont téléchargeables sur le site web du LabEx dès l'ouverture de l'AAP. Le dossier devra être rempli en anglais (15 - 20 pages).

5. Engagement des équipes

Les équipes lauréates de l'AAP « Flagships Phase 2 » du Labex NanoSaclay, s'engagent à :

- Transmettre annuellement les état(s) d'avancement et le bilan du projet au LabEx NanoSaclay, en respectant les délais indiqués et le format des documents. Les états d'avancement et le bilan sont effectués via un entretien avec l'assistante de coordination.
- Afficher, dans le cadre d'une publication écrite (article, proceedings...) le texte de remerciements suivant :

"Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme Investissements d'Avenir portant la référence ANR-10-LABX-0035: Labex NanoSaclay"

"This work is supported by a public grant overseen by the French National Research Agency (ANR) as part of the "Investissements d'Avenir" program (reference: ANR-10-LABX-0035, Labex NanoSaclay)"

- Afficher, dans le cadre d'une communication orale (conférence, séminaire, workshop, école...) le logo de NanoSaclay ainsi que celui des Investissements d'Avenir. Ces logos sont téléchargeables sur le [site web](#) du LabEx.

MODELE Lettre d'intention

Intention de projet « Flagships Phase 2 » - LABEX NanoSaclay 2015

Titre : Notre intention de projet

Albert Einstein,¹ Marie Curie,² et [Pierre Martin](#)³

¹Office des brevets de Berne, IFPI, Stauffacherstrasse 65/59g, CH-3003 Berne, Suisse

²Institut Curie, 26 rue d'Ulm, 75248 Paris cedex 05 – France.

³Mon labo, 1 bis, grande rue, 91000 Saclay, FRANCE

Nous vous demandons de respecter le présent modèle pour votre déclaration d'intention à présenter un projet « Flagships Phase 2 » au LabEx NanoSaclay. Transmettez en retour ce fichier Word, qui pourra être aisément complété et annoté par les membres du Comité de pilotage du LabEx. Evitez les autres formes de documents (Pdf, ou logiciel libre)

Votre intention peut se limiter à un simple paragraphe et ne doit pas dépasser 2 pages. Vous devez mentionner le titre, un auteur correspondant pour chacun des laboratoires impliqués, avec leur affiliation et l'adresse de chaque laboratoire.

Le texte en Arial 10 pt sera justifié avec 6pt d'intervalle avant et après chaque paragraphe. La déclaration peut contenir des figures avec une légende, comme ci-dessous. Le fichier doit être de taille inférieure à 1 Mo.

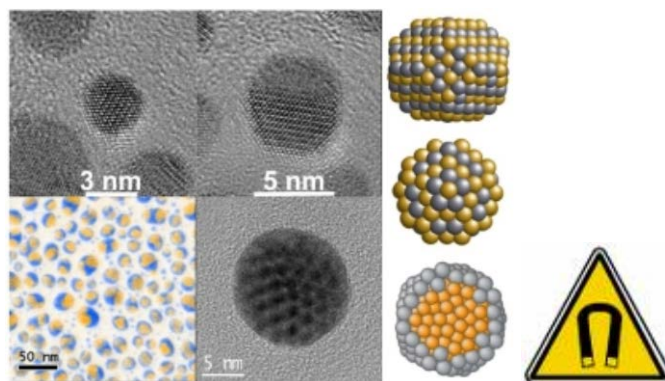


Figure: Action d'un champ magnétique sur un nano-aimant.

Gauche : images par microscopie à transmission de nanoparticules d'alliage.

Droite : les différentes structures ordonnées et désordonnées possibles.

Propositions de challenges pour la phase 2 du LabEx

1. Doter le territoire Paris Saclay d'une source de graphène à l'état de l'art mondial

Plusieurs équipes du territoire Paris Saclay sont actuellement engagées dans des études de physique ou de caractérisation dans le domaine du graphène. Alors que ces travaux se situent souvent au meilleur niveau international, on peut constater que ces équipes ont pour la plupart noué des collaborations internationales pour disposer d'échantillons (Georgia Tech, Cambridge...), faute de disposer sur le territoire d'une source de qualité suffisante. Il apparaît donc comme stratégiquement important que la communauté NanoSaclay ait la capacité de produire un matériau graphène à l'état de l'art. Cela permettra de bâtir un écosystème de recherche dans ce domaine qui s'étendra des aspects élaboration (croissance, fonctionnalisation, technologies de transfert,...) aux caractérisations et à l'étude des propriétés. Une telle action sera en pleine cohérence avec la politique scientifique actuelle de la Région Ile de France qui a récemment contribué au financement d'un réacteur de croissance de graphène en cours de démarrage au LPN.

2. Réaliser des nanocomposants multifonctionnels pour développer des architectures de calcul en rupture.

Un des acquis du projet phare « Nanoélectronique quantique et de spin » est d'avoir permis de constituer, au niveau de la communauté NanoSaclay, un consortium d'équipes interdisciplinaires visant à développer des architectures de calcul innovantes. Il est fort probable que ces partenariats ne se seraient pas développés à l'échelle territoriale sans le caractère incitatif du financement labex. Deux autres projets complètent et consolident ce partenariat. Alors que la chaire financée par le labex vise à développer une vision moyen et long terme sur la fiabilité des nanocomposants et des architectures, le projet Lidex Nanodesign soutient la réalisation d'un premier démonstrateur ou une fonction réalisée par un nanocomposant serait associée à une architecture CMOS traditionnelle. De manière complémentaire à ces projets et pour aller au-delà, une voie semble se dégager pour concevoir des nanocomposants multifonctionnels en assemblant des fonctions élémentaire développées par les équipes du labex. Un exemple pourrait être de tenter d'assembler des fonctions neuronales et synaptiques sur un même composant multifonctionnel.

3. Réaliser des hétérostructures d'oxydes fonctionnels sur de grandes surfaces

Il existe au sein du labex NanoSaclay une communauté très visible internationalement travaillant dans le domaine des oxydes fonctionnels. Elle a réalisé ces dernières années plusieurs percées, démontrant que la maîtrise de la croissance d'hétérostructures complexes

composées généralement d'alliages d'oxydes ternaires de la famille des perovskites, et leur caractérisation fine permettraient de mettre en évidence des propriétés physiques extrêmement nouvelles et d'envisager une palette d'applications très séduisante. La technique de croissance généralement utilisée pour ces matériaux est l'ablation laser pulsée. Elle a pour avantage une grande versatilité qui permet d'explorer une importante variété de combinaisons entre matériaux. Ses deux inconvénients principaux sont de produire des échantillons de faible taille, en général de l'ordre du cm^2 , et de requérir des températures de croissance élevées pour permettre une épitaxie entre oxydes ternaires. Ces limitations semblent être intrinsèquement liées au principe même de la technique, même s'il y a eu quelques tentatives de mise à l'échelle dans le monde. Il apparaît donc important que soit envisagée une voie alternative d'élaboration qui permettrait d'atteindre des surfaces d'échantillons nettement supérieures et de réduire sensiblement les températures de croissance. Une telle initiative aura pour bénéfice de crédibiliser le potentiel applicatif de ces matériaux et hétérostructures en permettant d'envisager une mise en œuvre concrète. Cela permettra de bâtir un écosystème de recherche dans ce domaine qui s'étendra des aspects élaboration aux caractérisations et à l'étude des propriétés.

4. Vers une convergence de la nanophotonique et de l'information quantique

On assiste depuis quelques années à un rapprochement entre les domaines de l'information quantique et de la nanophotonique. Les progrès récents en nanophotonique permettent de modifier profondément l'interaction entre la lumière et la matière. Ce domaine est actuellement en plein essor et l'on assiste à une convergence des deux communautés. Cela se manifeste notamment par des écoles internationales (e.g. Ecole d'été Les Houches 2013) et des groupements de recherche (Action COST: Nanoscale Quantum Optics, action MURI: Quantum Metamaterials and Metaphotonics). Les interactions sont multiples et concernent notamment le couplage fort entre le champ et la matière, la génération de sources de lumière non classiques, l'intrication entre la lumière et la matière, l'étude des effets collectifs entre émetteurs quantiques, l'étude des non-linéarités géantes à faible nombre de photons, etc.

Par nature, cette thématique pourra donner lieu à des interactions avec le labex PALM.

5. Les nanostructures au service des dispositifs photoniques

L'objectif de ce challenge est d'exploiter le potentiel des ressources de la nanophotonique afin d'améliorer les performances des détecteurs et des sources de lumière. Cette thématique a de nombreuses applications dans le domaine des systèmes de traitement de l'information et dans le domaine de l'énergie. Les développements récents dans le domaine des cristaux photoniques, de la plasmonique, des nanoantennes, des métamatériaux, permettent d'envisager des progrès considérables des performances. On peut s'attendre notamment à des

progrès aux interfaces de ces thèmes: résonateurs métallo-diélectriques, couplages optomécaniques, détection ultrasensible de matière, etc.

Il existe un certain nombre de verrous bien identifiés dans différents domaines applicatifs. On peut citer à titre d'exemple la température de fonctionnement des détecteurs IR ou de source THz, la capacité à absorber 90% de l'énergie solaire avec des milieux actifs d'épaisseur inférieure à 100 nm, la capacité à détecter une fraction de monocouche de molécules. Le challenge est de transformer les avancées en matière de nanophotonique en un dispositif photonique permettant de lever l'un des verrous actuels.

6. Traitements à base de nanomédicaments et nano-bio-détection à haute performance

Dans le cadre de l'efficacité des traitements à base de nanomédicaments lors du passage de l'animal à l'homme, l'objectif sera d'encourager toutes les actions tant sur le plan fondamental qu'applicatif qui permettront de faciliter le passage de la phase pré-clinique à la phase clinique, principalement à cause de la forte tendance à observer une baisse significative de l'effet EPR (Enhanced Permeability and Retention) lorsque l'on passe de l'animal à l'homme. Cela concerne à la fois l'utilisation de nanoparticules dont la non toxicité est avérée en vue d'utilisation dans le domaine clinique, et l'utilisation de nanoparticules toxiques qui pourraient s'avérer utiles dans le domaine « in vitro » (ex : fluides biologiques). Les domaines d'applications sont nombreux, allant de la plus grande efficacité des traitements utilisant la nanomédecine à la détection précoce de marqueurs d'une maladie grave (ex : Alzheimer, cancer) notamment à un stade pré-symptomatique. Plusieurs axes de recherche sont à développer pour mieux visualiser l'effet EPR, comprendre la diffusion des nanovecteurs au sein des tumeurs, élaborer des modèles toxicologiques capables de décrire les effets secondaires chez l'homme, développer des nanoparticules pour la théranostique et mettre au point des méthodes en vue de la fabrication « simplifiée » d'un lot clinique à plus grande échelle.

Dans le cadre de la nanobiodétection à haute performance, l'objectif sera d'exploiter les nanotechnologies pour la réalisation de systèmes performants, que ce soit en termes de sensibilité de détection, de multiplexage, de multifonctionnalité ou de compacité du système réalisé. Cet objectif, lié également à l'analyse de l'efficacité des nanomédicaments, s'adresse tant à l'analyse de processus biologiques en général, intra- ou inter-cellulaires, in vivo et in vivo, qu'à la mise au point de nouvelles méthodes de mesure ou de diagnostic. La détection ultrasensible de biomolécules s'impose dans les analyses d'échantillons à très faible concentration en « biologie digitale » (molécule, cellule unique) ou la détection précoce de maladies sans recours à la biopsie (ex: cellules tumorales circulantes). Les développements - de dispositifs micro-nanofluidiques pour traiter des volumes biologiques allant jusqu'au picolitre, - de méthodes de mesure pour quantifier les mouvements moléculaires et les courants ioniques dans les milieux cellulaires, - de nano-objets susceptibles de marquages biomoléculaires très spécifiques au sein des cellules - contribueront à relever les challenges de bio-détection et de

bio-imagerie performants. La sélectivité de la détection électro-chimique et l'efficacité de la préconcentration sélective par transport électrophorétique sont d'intérêt auxquels s'ajoute la réalisation de fonctionnalités multiples sur surfaces réduites. Concernant la nanobiophotonique, la photo-stabilité et de bio-compatibilité de nano-objets luminescents (quantum dots, nano-diamants...) pour l'imagerie et le suivi moléculaire en temps réel ou le développement de nanodispositifs (imagerie, spectroscopie Raman) méritent une attention particulière. Cela concerne aussi la détection d'interactions biomoléculaires simultanées ou cascades par multiplexage, comme avec le FRET (Förster resonance energy transfer), pour le déchiffrement des multiples fonctions cérébrales dont la grande complexité requiert des approches nouvelles. L'ensemble des projets scientifiques du Campus Paris-Saclay en sciences du vivant (nanomédecine, neurosciences, biologie cellulaire intégrative, biologie végétale, ...) pourra ainsi tirer parti des avancées en nanobiodétection à haute performance qu'impulsera le présent challenge.

En termes de positionnement, ces projets associeraient chimistes, pharmaciens et physiciens de la communauté et pourraient être en interaction forte avec les labex Char3mat, Lermite et PALM.

7. Vers de nouvelles méthodes de mise en forme des matériaux hybrides.

Ce projet vise de nouvelles méthodes de formation de dépôts de solides hybrides (complexes moléculaires, polymères de coordination, solides poreux hybrides de type MOFs...). Les techniques usuelles de formation en solution de films minces de ces objets hybrides (spin, dip-coating, Layer by Layer, Langmuir-Blodgett, croissance épitaxiale...) ne permettent en effet pas de combiner à la fois des exigences de qualité (épaisseur contrôlée, absence de défauts) et de facilité de réalisation (coût, contrôle spatial, grandes surfaces...). Par ailleurs, les méthodes de croissance en phase vapeur (MoCVD, PLD), par épitaxie (MBE, CBE), si elles sont adaptées aux solides inorganiques (oxydes, semi-conducteurs...), ne peuvent être appliquées aux hybrides de stabilité thermique limitée. Par ailleurs, l'ALD (Atomic Layer Déposition) présente de nombreux avantages en termes de design 3D, de coût et de température de réalisation ce qui rend cette méthode *a priori* compatible avec les systèmes hybrides. Cependant, si à ce jour l'ALD est déjà été utilisée communément pour les oxydes (ex : Al_2O_3 , HfO_2 ,...),¹ il n'en n'est rien pour les hybrides. Ce projet propose d'utiliser l'ALD comme plateforme pour le dépôt de films minces de haute qualité de systèmes hybrides moléculaires ou étendus (complexes, polymères de coordination, solides poreux), avec la possibilité de « patterning » ou de dépôts sur supports fonctionnels (ex : graphène²). Une approche alternative concerne la fonctionnalisation d'objets hybrides par des films minces de solides fonctionnels (ex : oxydes).³

¹ S.M. George, Chem. Rev. 110,(2010), 11; V. Miiikulainen et al. J. Appl. Phys. 113, (2013), 021301 ;

Booyong S. Lim et al., Nature Materials **2003**, 2, 749

² Marc-Georg Willinger, Phys. Chem. Chem. Phys. **2009**, **11**, 3615

³ J. Hupp et al., J. Am. Chem. Soc. **2013**

Ces projets pourront nécessiter l'élaboration de nouveaux précurseurs organométalliques dont la réactivité et/ou la stabilité thermique seront adaptés aux systèmes choisis. Ce projet nécessitera l'acquisition d'un nouveau bâti ALD sur le plateau de Saclay accessible aux partenaires du projet Nanosaclay.