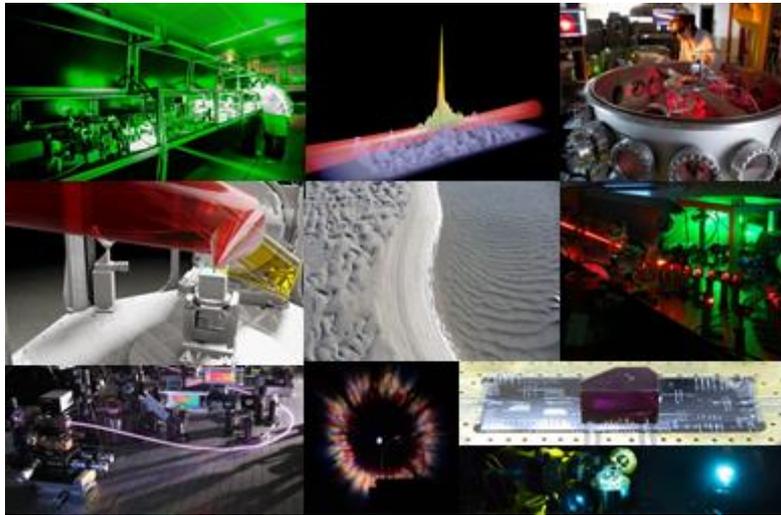


Projet de Département
Physique des Ondes et de la Matière (PhOM)
(Physics of Light and Matter)



Etat des lieux et propositions stratégiques

23 septembre 2015

Table des matières

Table des matières	2
Table des Annexes	3
Table des acronymes fréquemment utilisés	4
Introduction.....	5
1. Etat des lieux dans le domaine Physique des Ondes et de la Matière	6
1.1 Identification des enjeux de connaissance et socio-économiques majeurs	6
1.2 Potentiel de recherche et valorisation de PhOM	9
1.2.1 Description générale	9
1.2.2 Une communauté structurée autour de Labex et de moyens expérimentaux de pointe	11
1.2.3 Analyse SWOT globale du projet de Département PhOM	13
1.3 Positionnement national et international	16
2. Définition d'une stratégie partagée recherche	21
2.1 Objectifs.....	21
2.1.1 Objectifs généraux.....	21
2.1.2 Déclinaison des objectifs sur les thématiques	21
2.2 Proposition de moyens et actions	24
2.2.1 Actions correspondant aux moyens des Labex	24
2.2.2 Propositions d'actions générales permettant à PhOM de réaliser ses objectifs	25
2.2.3 Proposition de projets spécifiques	26

Table des Annexes

(éditées séparément du présent document)

Annexe 1 : Contributions détaillées des Pôles et Actions transverses de PhOM (plus de 300 pages)

Annexe 2 : Acteurs du projet de Département PhOM (Composition du GT, Implication des laboratoires participants, Partenaires, Membres des bureaux, Implication des laboratoires dans les Pôles)

Annexe 3 : Proposition sur rôle, organisation et gouvernance du futur Département PhOM

Annexe 4 : Quelques faits marquants 2015 de PhOM

Annexe 5 : Fiches descriptives des propositions 2015 de PhOM (Fiches-Projets, « FP »)

Annexe 6 : Analyses bibliographiques des publications 2010-2013 de PhOM (par Pôle, et globales)

Table des acronymes fréquemment utilisés

AT : Action Transverse (structure de PhOM transverse aux Pôles)

AT-F : Action Transverse Formation

AT-P : Action Transverse Plateformes Instrumentales

AT-PTNM : Action Transverse Physique Théorique, Numérique et Modélisation

AT-V-RI : Action Transverse Valorisation et Relations avec les Industriels

CCQ : Cohérence et Corrélations Quantiques (Pôle 1 de PhOM)

CPMR : Centre Physique Matière et Rayonnement (voir Annexe 2)

EOE : Electrical and Optical Engineering (projet de Département de l'UPSaclay)

FP : Fiche Projet (dans Annexe 5)

IPa : Institut Pascal

LEx : Lumière Extrême (Pôle 4 de PhOM)

MDNI : Matière Diluée, Neutre ou Ionisée (Pôle 2 de PhOM)

MEP : Mécanique, énergétique et Procédés (projet de Département de l'UPSaclay)

MSCo : Matière et Systèmes Complexes (Pôle 3 de PhOM)

NC : information Non-Communiquée ou non-disponible

NPh : Nano Physique (Pôle 5 de PhOM)

PALM : Labex « Physique : Atomes, Lumière, Matière »

PhOM : Physique des Ondes et de la Matière (projet de Département de l'Université Paris-Saclay)

P2I : Physique des 2 Infinis (projet de Département de l'UPSaclay)

RTRA : Réseau Thématique de Recherche Avancée (structures fédératives créées en 2007)

SDV : Sciences De la Vie (projet de Département de l'UPSaclay)

SPU : Sciences de la Planète et de l'Univers (projet de Département de l'UPSaclay)

UPSaclay : Université Paris-Saclay (structure fédérative créée en 2014, dont PhOM est un projet de Département)

Introduction

Le présent document représente une synthèse de nombreuses informations et réflexions qui ont été rassemblées et élaborées par les bureaux des 7 Pôles scientifiques et 4 Actions transverses, dans un format volontairement limité à quelques dizaines de pages. L'intégralité des documents détaillés, qui constitue une base de travail essentielle pour la construction et l'animation du futur Département, est disponible dans l'Annexe 1 éditée séparément. Une analyse des publications des Pôles 1 à 6 de PhOM sur la période 2010-2013 a été réalisée par Marie-Anne Leriche et la cellule IST du CEA, que nous remercions chaleureusement.

Périmètre historique et dynamique UPSay

Une large communauté de recherche s'est structurée sur le Campus Orsay-Palaiseau-Saclay à travers la dynamique initiée en 2007 par le RTRA Triangle de la Physique, renforcée ces dernières années par la création des Labex, dont en particulier PALM et Nano-Saclay. Le Département « Physique des Ondes et de la Matière » (PhOM, « **Physics Of Light and Matter** ») tire profit de la dynamique existante pour rassembler en une communauté forte et visible les chercheurs concernés par la physique et l'ingénierie de la matière, de ses phases diluées (neutres ou ionisées) à ses phases condensées. L'équipe de direction de PhOM est commune avec le RTRA Triangle de la Physique, qui termine essentiellement son action en 2016. On trouvera en Annexe 2 toutes précisions sur les acteurs du projet de Département PhOM (Composition du GT, Implication des laboratoires participants, Partenaires, Membres des bureaux, Implication des laboratoires dans les Pôles).

Coordination de la recherche appuyée sur la formation et tournée vers la société

Les activités de recherche dans les laboratoires de PhOM sont caractérisées par un **continuum** entre les recherches fondamentales à la frontière des connaissances et les problématiques appliquées en lien fort avec des enjeux de société au premier plan des préoccupations de tous. Le Département PhOM trouve sa mission principale dans un rôle de **structuration et coordination de la Recherche** à l'échelle des laboratoires des différentes institutions du Campus Paris-Saclay. En lien avec les « Schools » Sciences Fondamentales et Ingénierie, et en contact régulier avec les principales Ecoles Doctorales où sont inscrits les doctorants de ses laboratoires (PIF, EDOM, Interfaces, EOBE, 2MIB), PhOM apportera aussi une contribution importante en termes de **Formation**, par une action de réflexion et proposition, et par le développement des contacts des étudiants avec les laboratoires. Le troisième volet de l'action concerne la **Valorisation et les Relations avec les industriels**, pour lesquels il constitue une échelle pertinente d'intervention en prise directe avec les laboratoires, en compléments des instances compétentes à d'autres niveaux (Etablissements, Labex, Idex...) et en concertation avec les autres Départements. On trouvera en Annexe 3 des informations plus détaillées sur le rôle et le projet de gouvernance du Département.

1. Etat des lieux dans le domaine Physique des Ondes et de la Matière

1.1 Identification des enjeux de connaissance et socio-économiques majeurs

Les activités de recherche au sein de PhOM sont structurées selon 7 pôles thématiques dont les lignes de force parcourent les laboratoires des différentes institutions, et correspondent chacun à plusieurs grands enjeux identifiés :

Pôle 1. Cohérence et corrélations quantiques (CCQ)

- Effets de cohérence quantique, tant à l'échelle du matériau qu'à celle de l'atome (supraconductivité, gaz quantiques ultra-froids, capteurs quantiques...);
- Information quantique et développement de qubits, permettant de tirer parti des phénomènes de cohérence et d'intrication pour le calcul, la cryptographie, le traitement de l'information;
- Nouveaux états électroniques et magnétiques : matériaux à fortes corrélations quantiques, oxydes multifonctionnels, matière topologique... Méthodes théoriques non-perturbatives et nouvelles approches numériques pour les problèmes quantiques en forte interaction.

Pôle 2. Matière diluée, neutre ou ionisée : de l'atome et la molécule aux plasmas (MDNI)

- Structure des « briques élémentaires » (atomes, petits systèmes de molécules, ions) aux systèmes complexes (agrégats, complexes moléculaires, biomolécules, nanoparticules libres nues ou fonctionnalisées) : approche bottom/up de la complexité moléculaire
- Dynamiques multi-échelles temporelles et spatiales : matière diluée hors d'équilibre
- Connaissance et contrôle de la structure et la dynamique de la matière diluée : vers les applications.

Pôle 3. Matière et systèmes complexes (MSCo)

- Dynamique de systèmes complexes quand ils sont entraînés très loin de l'équilibre. Développement des théories statistiques associées
- Maîtrise des échelles multiples en espace et en temps pour élaborer des matériaux fonctionnels malgré le désordre intrinsèque ou induit
- Fabrication de nouveaux blocs élémentaires nanométriques pour la construction d'ensembles complexes innovants (matériaux d'intérêt optique ou pour la santé), nanochimie
- Manipulation des fluides des échelles laminaires (microfluidique) aux grandes échelles d'instabilités ou de turbulence
- S'inspirer de la matière vivante pour construire de nouveaux systèmes modèles révélant les mécanismes physiques sous-jacents à l'organisation du vivant : physique du vivant et auto-organisation
- Fluides complexes, auto-assemblage (colloïdes, suspensions de nano-particules, émulsions, mousses...) depuis leur compréhension fondamentale (physique statistique) jusqu'à leurs applications industrielles ou médicales (vectorisation de médicaments, imagerie...)
- Compréhension du comportement de matériaux sous contraintes : matériaux irradiés, empilements de grains, fluides turbulents.

Pôle 4. Lumière extrême (LEx)

- Développement de sources de lumière extrême, de l'IR aux X, instrumentation et applications associées
- Compréhension et maîtrise des phénomènes d'accélération des nouvelles sources de particules issues de laser et applications associées
- Etude de la dynamique ultra-rapide (atto-femtoseconde) de l'atome aux plasmas (matière diluée, matière condensée, transition matière solide-plasma)
- Etude de la matière sous conditions extrêmes (hautes densités d'énergie, champs forts, propriétés microscopiques de la matière, physique à haute densité d'énergie, physique en présence de champs électromagnétiques élevés)

Pôle 5. Nanophysique (NPh)

- Physique des surfaces et interfaces : propriétés structurales, électroniques, magnétiques, leur mesure et compréhension ab initio.
- Nano-photonique et nano-optique : exaltation ou inhibition de l'émission de lumière, sa propagation, sa détection ; nano-structures photoniques telles que cristaux photoniques, méta-matériaux, structures plasmoniques ; exploitation pour des applications.
- Nano-magnétisme et électronique de spin : contrôle direct du magnétisme par courant électrique, par contrainte, par la lumière dans des hybrides magnétiques / non magnétiques variés ; transport du spin, du moment angulaire etc. ; application au stockage et traitement de l'information.

Pôle 6. Optique (Travail commun avec le GT4 du projet de Département EOE)

- Sources et phénomènes optiques
- Technologies de l'information, capteurs, métrologie
- Microscopie, imagerie et biophotonique
- Energie: cellules photovoltaïques, conversion énergie, systèmes photo-actifs, photo-thermique
- Matériaux, composants, et nanostructures pour l'optique

Pôle 7. Matériaux (Travail commun avec le GT1 du projet de Département EOE)

Les problématiques Matériaux sont développées selon 4 grands axes d'approche :

- Systèmes de matériaux et leur méthode d'élaboration
- Méthodes d'analyse et de caractérisation
- Modélisation et simulation, développement de nouvelles méthodes.
- Fonctionnalité dans les dispositifs, composants et systèmes.

Les enjeux correspondants s'inscrivent dans les grands défis sociétaux : Energie, Environnement, Santé, Information et Communication, Habitat, Astronomie, Défense, Sécurité, Transports.

Quatre actions spécifiques, transverses aux Pôles (AT), ont aussi été organisées comme les Pôles autour d'un bureau de spécialistes des laboratoires de PhOM : Plateformes instrumentales (AT-P), Valorisation et relations avec les industriels (AT-V-RI), Formation et relation avec les Ecoles Doctorales (AT-F), et Physique théorique, numérique et modélisation (AT-PTNM).

La physique théorique et numérique occupe une place importante au sein de PhOM. Si la plupart de ses enjeux se retrouvent dans ceux des 7 grands Pôles scientifiques, elle a aussi des buts, des motivations et des questionnements qui lui sont propres, et peuvent conduire à construire de nouvelles méthodes et de nouvelles approches théoriques, mathématiques ou numériques, ou imaginer de nouvelles classes de phénomènes.

Les objectifs scientifiques des 7 Pôles de PhOM sont en lien direct avec des **enjeux sociétaux importants**, mis en avant dans la politique nationale de la recherche et dans la stratégie H2020 et dont les principaux sont mentionnés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1

Défis Agenda stratégique Recherche et Innovation France Europe 2020	Objectifs PhOM	Pôles concernés
Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique	Optimisation et sécurité des réseaux, efficacité énergétique (green photonics, circuits basse consommation), LED's, éclairage froid, conversion d'énergie, biopuces, détection ultra-sensible des polluants	2,3,5,6,7
Une énergie propre, sûre et efficace	Plasmas de fusion thermonucléaire, fusion thermonucléaire inertielle, matériaux pour l'énergie, cellules photovoltaïques, photosynthèse artificielle, dommage par irradiation, supraconducteurs	2,3,4,7
Stimuler le renouveau industriel	Matériaux et fluides complexes industriels (verres, polymères, émulsions, mousses, gels, biomimétisme, alliages irradiés,...), gestion des fluides (turbulence, microfluidique), nanomatériaux complexes pour l'optique (nanoparticules plasmoniques, méta-matériaux), développement de lasers impulsions de très haute puissance crête, d'accélérateurs laser-plasma, lasers et accélérateurs pour utilisation médicale et industrielle, lasers miniaturisés (lecture CD, bâtiment...), vieillissement des matériaux, dopage, optique, métallurgie, instrumentation innovante	3,4,5,6,7
Santé et bien-être	Analyse atmosphère et pollution, traitement des effluents, transport ciblé de médicaments par vecteurs nanométriques auto-assemblés, cosmétique biomédicale, maîtrise des biofilms, assemblages peptidiques amyloïdes, lasers et accélérateurs pour utilisation médicale, imagerie biologique, médicale et biophotonique, capteurs chimiques et biologiques, intégration hybride, méthodes innovantes de diagnostic précoce	2,3,4,5,6,7
Sécurité alimentaire et défi démographique	Développement et mise en réseaux de capteurs intelligents, maîtrise et prévention des biofilms	3,5
Mobilité et systèmes urbains durables	Développement d'approches statistiques pour l'étude de réseaux complexes ; voiture électrique : aimants permanents, aimants sans terres rares, semi-conducteurs de puissance, batteries, piles à combustible	3,7
Société de l'information et de la communication	Electronique du futur, information quantique, optoélectronique, sources d'états non classiques de la lumière, nouveaux types de logique, mémoire et traitement de l'information, électronique refroidie	1,5,6,7
Une ambition spatiale pour l'Europe	Recherche amont en astrophysique et astrochimie de laboratoire ; propulsion plasma pour le spatial	2,4,7

On notera que les recherches menées pour répondre à ces objectifs seront souvent génératrices d'emplois (création de start-ups et transfert de licences, brevets et savoir-faire, vers l'industrie), en particulier pour ce qui concerne le défi « Stimuler le renouveau industriel ».

1.2 Potentiel de recherche et valorisation de PhOM

1.2.1 Description générale

Pavage de la communauté

PhOM regroupe 800 ETP de chercheurs¹ de 39 laboratoires de l'Université Paris-Saclay, avec des pourcentages d'implication variables :

- 80 à 100%, 11 laboratoires : GEMAC, ISMO, LAC, LEM-Onera, LLB, LOA, LPS, LPTMS, LSI, LULI, SPEC
- 50 à 79%, 15 laboratoires : CPhT, FAST, LCF, LIDYL, LOB, LPN, LPP, LPQM, LUMAT, PMC, Soleil, SPMS, SRMP, UMPPhy-Thales
- 5 à 49%, 13 laboratoires : CSNSM, DMPH-Onera, DOTA-Onera ICMMO, IEF, IPhT, LCP, LGEP, LPGP, LPICM, LPT, NIMBE, PPSM, SRMA

Les laboratoires de PhOM dépendent de 11 Etablissements tutelles : CEA, Centrale/Supélec, CNRS, Ecole Polytechnique, ENS Cachan, ENSTA ParisTech, IOGS, ONERA, Télécom ParisTech, UPSud, UVSQ.

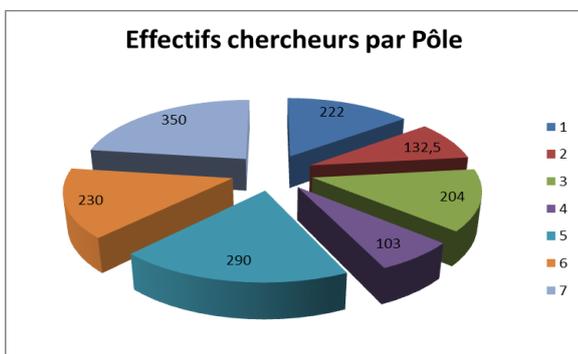


Figure 1 : effectifs de chercheurs permanents impliqués dans chacun des Pôles scientifiques de PhOM (avec possibles doubles comptages entre Pôles)

La répartition des chercheurs par Pôles (Figure 1) indique une somme de 920 sur les Pôles 1 à 5, correspondant à une possibilité de doubles comptages ; les Pôles 6 et 7, très transverses, comprennent d'ailleurs essentiellement des effectifs déjà inclus dans les Pôles 1 à 5.

L'A.T. « Physique théorique, numérique et modélisation » concerne, au moins partiellement, près de 300 chercheurs (tous recensés dans les Pôles correspondants), qui se trouvent dans 34 des 39 laboratoires de PhOM.

La proportion de femmes parmi les chercheurs varie un peu d'un Pôle à l'autre (tableau ci-dessous), elle est en moyenne sur PhOM de 24%. Ce chiffre est comparable à celui des chercheurs INP du CNRS (21%) et à celui de l'IRAMIS du CEA (26%, dans un périmètre incluant de la Chimie). Dans la population théorique de PhOM, on notera que la part des femmes chute à 10%. **La fraction de « jeunes chercheurs »**, définie comme la somme des doctorants et post-doctorants présents à un instant donné, comparée au nombre de chercheurs permanents, est de l'ordre de 0,7, et présente également assez peu de variations d'un Pôle à l'autre.

Tableau 2

Pôle	1 CCQ	2 MDNI	3 MSCo	4 LEx	5 NPh
Proportion de femmes, %	25	28	26	16,5	23
Jeunes chercheurs	153	88	115	84	200
Rapport jeunes/chercheurs	0,69	0,66	0,58	0,74	0,69

Analyse bibliographique

Une analyse des publications des Pôles scientifiques 1 à 6 de PhOM a été réalisée sur les années 2010-2013 (pour le Pôle 7 Matériaux, au caractère très transverse, on n'a pas établi de liste de publications spécifiques - 16% des publications des autres Pôles concernent la catégorie « Materials » du Web of Science). Le total des

¹ 800 ETP de chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs publiant permanents (hors personnel ITA et ingénieurs non-chercheurs, somme des effectifs des laboratoires pondérés par leur pourcentage d'implication)

publications de PhOM dans les Pôles 1 à 6 (tous doublons exclus) s'élève à 6334 pour les 4 années de 2010 à 2013. Parmi ces publications, 22% sont communes à deux ou plusieurs Pôles, et ce pourcentage est à peu près le même pour les cinq Pôles (le total des publications listées par Pôles, incluant donc les doublons, s'élève à 7823).

Les volumes de publications par Pôle varient notablement (Tableau 3), indiquant des différences de pratique entre les communautés. Cette variation subsiste lorsqu'on rapporte les volumes aux ETP (de 0,9 à 2,9 par ETP et par an ; le nombre de publications auxquelles participe chaque chercheur est bien sûr plus élevé puisque les publications comportent en général plusieurs auteurs). Le lien de ces variations avec l'utilisation de moyens expérimentaux plus ou moins lourds n'apparaît pas clairement (utilisation de rayonnement synchrotron pour le Pôle 2, d'installations lasers de puissance pour le Pôle 4).

Tableau 3

Pôle	1 CCQ	2 MDNI	3 MSCo	4 LEx	5 NPh	6 Optique
Publications 2010-2013	1122	899	1235	822	2917	828
Publications par ETP et par an	1,3	1,7	1,6	2,0	2,5	0,9
Facteur d'impact moyen des journaux de publication 2010-2013	5,3	3,6	3,7	4,1	4,5	3,3
Nombre moyen de citations par article	16,5	10,0	10,0	9,6	13,1	8,7
Prop. d'articles dans les 10% les plus cités en Physique (%)	27	16	15	16	22	12
Idem dans les 1%	3,8	1	1	1	3	1
Copublications entre unités à l'intérieur du Pôle (%)	13	13	2	12,4	12	NC
Bourses ERC	17	0	2	7	11	1

Le facteur d'impact moyen des journaux de publications de PhOM est élevé. Leur taux de citation est également élevé, allant de 8,7 à 16,5 (11,6 globalement pour PhOM), à comparer avec la valeur moyenne dans la catégorie Physique du Web of Science qui est de 7 sur les mêmes années 2010-2013. Ce premier indicateur est confirmé par la proportion de publications se trouvant dans les 10% les plus citées en Physique, qui varie de 15 à 27% dans PhOM, et est globalement pour PhOM de 19% (la proportion dans les 1% calculée par Pôle est à la limite d'être significative ; le chiffre global de PhOM atteint 2%).

La proportion de **co-publications entre unités** à l'intérieur de chaque Pôle est de 12-13%, sauf pour le Pôle 3 (2%), confirmant le besoin exprimé par les physiciens de « Matière et systèmes complexes » d'améliorer leur structuration à l'échelle du Campus.

Le nombre de **bourses ERC** dans les laboratoires de PhOM est élevé, et elles sont inégalement réparties entre les Pôles scientifiques. Le total de la ligne du tableau (38) correspond de fait à 33 bourses, car 5 sont communes entre les Pôles 1 et 5. On notera également que 7 de ces bourses concernent la physique théorique ou numérique.

Quelques indicateurs des activités de **valorisation et des collaborations avec les industriels** ont pu être réunis pour la période 2010-2013 dans le tableau 4 ci-dessous pour les Pôles 2-3-4-5. Un recensement plus complet est en cours (NC = non-communicué).

Tableau 4

Pôle	1 CCQ	2 MDNI	3 MSCo	4 LEx	5 NPh	6 Optique	7 Matériaux
Brevets	NC	47	12	21	> 137	NC	NC
Licences actives	NC	6	1	8	NC	NC	NC
Startups	NC	5	1	1	> 6	NC	NC
Thèses CIFRE	NC	17	2	9	NC	NC	NC
Collaborations industrielles	NC	24	10	NC	NC	NC	NC

1.2.2 Une communauté structurée autour de Labex et de moyens expérimentaux de pointe

La communauté PhOM joue un rôle majeur dans la structuration du campus de Paris-Saclay, en particulier à travers la construction et l'utilisation de moyens expérimentaux de pointe.

Le campus de Paris-Saclay est caractérisé par un important rassemblement de moyens instrumentaux de pointe. C'est un avantage remarquable pour les laboratoires de PhOM par rapport à ceux de Paris-Centre et à d'autres grands pôles de recherche français. Si beaucoup d'expériences de premier plan peuvent souvent être réalisées à l'échelle « d'un coin de table », la plupart tirent parti des nombreuses plateformes instrumentales disponibles (dont un recensement détaillé a été réalisé par PhOM, voir le chapitre AT Plateformes dans l'Annexe 1) et de l'environnement remarquable fourni par les « grands instruments » (SOLEIL, ORPHEE et LULI en particulier). On peut distinguer schématiquement 6 grands types d'instrumentations mutualisées : SOLEIL (rayonnement synchrotron IR, UV et X), LLB-Orphée (neutrons), les grands lasers, les centrales de nanofabrication, les installations de microscopie électronique, les moyens d'irradiation, et aussi un grand nombre de petites plateformes offrant une large gamme de moyens de caractérisation.

La Figure 2 présente un schéma résumé des différentes structures du Campus Paris-Saclay les plus proches de PhOM.

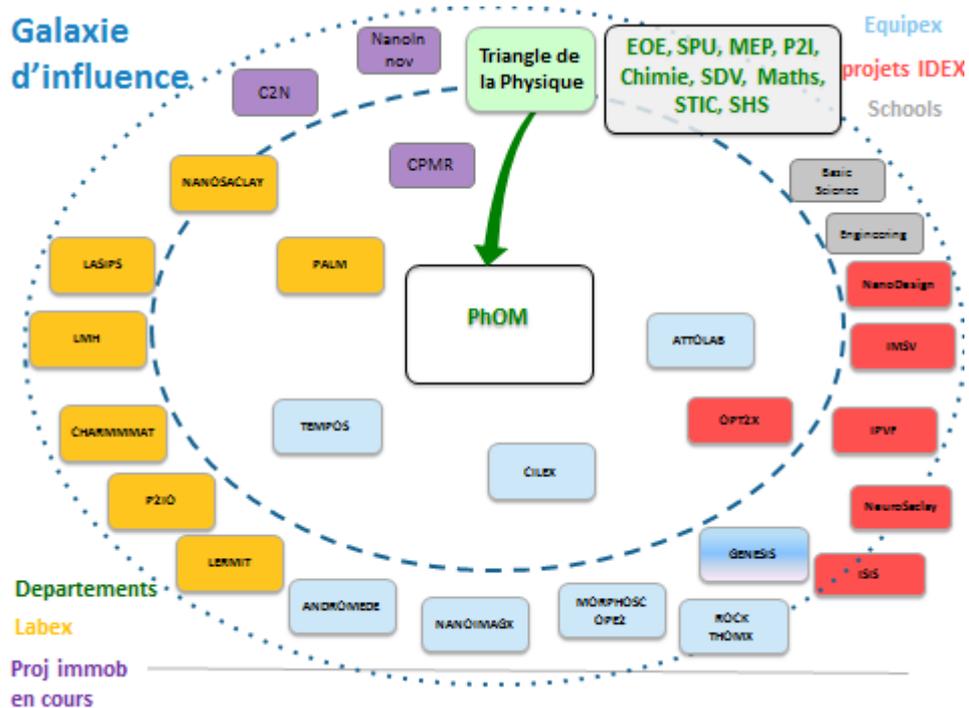


Figure 2 : Positionnement des différentes structures du Campus Paris-Saclay les plus proches de PhOM (voir Annexe 2)

L'excellence des laboratoires de PhOM a été très tôt reconnue par la création de Labex et d'Equipex. Dans la logique de l'Idex et maintenant de l'UPSaclay, celles de ces « structures en -Ex » qui sont en lien direct avec l'activité de PhOM ont pu se positionner dans son « 1^{er} cercle », et constituent pour le Département une force d'intervention importante tout en restant autonomes (voir Figure 2). PhOM devient ainsi force de propositions pour des actions fédératives s'appuyant en particulier sur celles pilotées par ces structures, dans le souci du développement d'une stratégie commune.

PALM et NANOSACLAY, 2 Labex particulièrement proches de PhOM

- **PALM** (Physique : Atomes Lumière Matière) concentre son action sur 3 grands thèmes qui sont au cœur des thématiques de PhOM, et recouvrent une grande partie de son périmètre scientifique : Systèmes quantiques élémentaires et corrélés, Dynamiques lentes et émergentes dans les systèmes hors-équilibre, Dynamique ultra-rapide : des sources de rayonnement aux réponses multi-échelles. De plus, le thème « Emergence » est ouvert au financement de projets sur des sujets nouveaux.

- **NanoSaclay** (nanosciences et nanotechnologies) est proche de plusieurs Départements. Deux de ses trois grands thèmes concernent directement PhOM : Nanoélectronique quantique et de spin, Nanophotonique : nano-objets pour le contrôle de l'énergie. Le 3^{ème} (Nanomédecine) concerne le Pôle 3 pour des collaborations sur la vectorisation des médicaments.

Les deux Labex partagent déjà une même structure d'aide à l'émergence de la valorisation, qui prend maintenant le relais de celle du RTRA Triangle de la Physique, et obtient des résultats prometteurs. Ce type d'action est emblématique de ce que pourra faire le futur Département PhOM.

Les interactions avec les Labex CHARM3AT, LASIPS, P2IO et LERMIT sont nombreuses, et ont été concrétisées par l'appel à projets inter-Labex initié par le Triangle de la Physique en 2012. Ce type d'action correspond toujours à un besoin exprimé actuellement, et pourrait être initié par PhOM avec un fond d'amorçage.

Plusieurs Equipex et un projet Lidex, au cœur des activités de PhOM, renforcent la synergie des laboratoires partenaires et fournissent les moyens techniques nécessaires à une recherche d'excellence :

- **TEMPOS**, réunion de 3 équipements de microscopie électronique à transmission : deux microscopes aux performances totalement nouvelles, CHROMATEM au LPS, microscope avec spectroscopie locale (résolution atomique) et haute résolution spectrale, NANOMAX au LPICM, microscope avec observation in-situ de la formation de nanostructures, et NANOTEM, plateforme de microscopie avec des instruments haut de gamme qui sera installée au C2N.

- **CILEX** (Centre Interdisciplinaire Lumière Extrême), construction et exploitation à l'Orme des Merisiers d'une nouvelle installation laser et expérimentale APOLLON, multifaisceaux multi-petawatt (150 J, 15 fs), à l'usage d'une large communauté, pour l'étude à ultra-haute intensité de la physique des plasmas relativistes et la production de sources brillantes et brèves de particules et de rayonnement, avec de nombreuses applications fondamentales et sociétales.

- **ATTOLAB**, plateforme multi-site pour les études interdisciplinaires de dynamique ultra-rapide, comprenant plusieurs lignes de lumière avec impulsions atto/femto-seconde et des dispositifs expérimentaux associés (enceintes UHV équipées de diagnostics): deux lignes pour les études en phases gazeuse et condensée au CEA l'Orme des Merisiers, une ligne pour l'étude des plasmas sur cibles solides au LOA, une plate-forme de conception et fabrication d'optique XUV au LCF. L'équipement est ouvert aux utilisateurs extérieurs.

- **OPT2X**, projet Lidex 2014 qui vise à l'implémentation de lignes de lumière délivrant des impulsions XUV ultra-brèves, ainsi que d'instruments de diagnostic et de contrôle, sur des installations comme ATTOLAB et LASERIX en vue de leur utilisation au meilleur niveau par une large communauté (matière diluée, condensée, plasmas). OPT2X concerne également PhOM en 1^{er} cercle.

1.2.3 Analyse SWOT globale du projet de Département PhOM

(On trouvera une analyse SWOT détaillée de chacun des Pôles dans les documents en Annexe 1)

FORCES

- **Excellence scientifique** (cf. analyses des publications, bourses ERC, faits marquants, voir documents en Annexes)
 - Une production scientifique de premier plan : le taux de citation des articles se maintient nettement au-dessus de la moyenne mondiale de la Physique depuis plusieurs années, avec 19% parmi les 10% les plus citées au monde (et environ 2% parmi les 1%), selon l'analyse bibliométrique des publications du domaine (voir Annexe 6).
 - Une forte reconnaissance internationale, marquée par un nombre élevé de bourses ERC, prix et distinctions internationales, invitations dans des organismes prestigieux, etc.
- **Ouverture pluridisciplinaire** (implications des laboratoires dans différents Départements, échanges de représentants dans le fonctionnement des GT : Chimie, EOE, MEP, SdV, SPU, P2I ; voir Annexe 2)
 - Participation des équipes à plusieurs Labex : PALM (physique), NanoSaclay (nanosciences et nanotechnologies), LERMIT (médecine), LaSIPS (ingénierie).
 - Liens avec la communauté des grands instruments, de la physique des accélérateurs, des hautes énergies, des sciences de l'univers. Le Campus est un parc potentiel d'utilisateurs des sources de lumière du Pôle 4 (Chimie, SdV...). Très forte pluridisciplinarité de la nano-physique (Pôle 5), de l'optique (Pôle 6), de la physique pour la biologie, et des démarches en sciences des matériaux (Pôle 7) sur l'UPSaclay. Le Pôle 2 représente une force de recherche amont pour la Chimie, SPU et SDV.
- **Synergie théorie/expérience** (voir document AT PTNM dans l'Annexe 1) Forte complémentarité Théorie-Expérience (illustrée par fait marquant Pôle 3, compositions mixtes dans équipes Pôle). Présence sur le Campus d'organismes qui visent à promouvoir le calcul scientifique de pointe (Maison de la Simulation, Nœud île de France du CECAM et IDRIS).

- **Structuration de la communauté** par les Labex PALM et NanoSaclay et le Triangle de la Physique, culture de collaboration en Optique à travers le CLUPS et le Centre de Photonique Biomédicale, les Equipex (CILEX, TEMPOS, ATTOLAB, Morphoscope2), le Lidex (OPT2X).
- **Concentration de grandes installations et de moyens techniques** (outil expérimentaux de pointe, plateformes techniques et technologiques) : SOLEIL, neutrons LLB,... Equipex Matmeca et TEMPOS dans les périmètres des Pôles 3 et 4 : installations laser de pointe, qualité attestée par la demande auprès des comités de programme ; grands projets en cours (CILEX, ATTOLAB, OPT2X). Nanophysique : Moyens de croissance de matériaux complexes (MBE, PLD...), centrales de nanotechnologie à la pointe, moyens instrumentaux importants (STM, AFM, MFM, MRFM, optique...); Plateformes analytiques pour les matériaux (Soleil, LLB, Tempos ...) et de nano-technologies de haut niveau (futur C2N).
- **Ancrage dans l'enseignement** Pour les thématiques de PhOM, offre d'enseignement au niveau M2 et pour certaines formations continues ; formation de docteurs avec un fort taux de succès de recrutement post thèse (dans le cas de la DSM du CEA par exemple, le taux de chômage des doctorants après 1 an se situe autour de 2%): excellent vivier d'étudiants et de diplômés en optique, forts liens avec l'enseignement par les stages et thèses, la réalisation de projets d'enseignement sur certains équipements des laboratoires, la forte implication de Paris-Saclay dans l'entrepreneuriat étudiant.
- **Valorisation et liens avec le monde socio-économique**
 - Tissu industriel dense et varié (Air-liquide, Valeo, EDF, Thales, Renault, PSA, Alcatel, Dassault, Horiba, Danone, Safran, Saint-Gobain..., nombreuses startups, notamment en Optique)
 - Continuum de recherches du plus fondamental vers le très finalisé , Participation à « Optics Valley », à certains projets « Systematic Paris-Région », « Mov'eo » et « Medicen »
 - Fort potentiel de valorisation Liens avec le tissu industriel, bourses CIFRE, laboratoires communs, brevets, licences, startups (voir document AT-V-RI dans l'Annexe 1)
 - Large palette de compétences et de moyens intéressant les industriels (dont modélisation simulation, occasions fréquentes de bourses CIFRE).
 - Production d'objets de recherche avec un potentiel de valorisation fort (marchés très pointus techniquement ou grande diffusion)
 - Actions de valorisation très efficaces au sein des Labex PALM et NanoSaclay, structures de valorisation proches (DIRE de l'Idex, SATT, centre d'entrepreneuriat de l'IOGS (« 503 ») ...)
- **Formation**
Qualité et quantité des laboratoires de recherche, avec mutualisation de l'offre entre Etablissements à travers l'UPSaclay. Fort potentiel des laboratoires pour l'accueil de Travaux Pratiques.

FAIBLESSES

- **Morcèlement de la communauté** dans certaines thématiques :
 - Pôle 3 : équipes de petite taille dans de plus grandes unités, distribuées géographiquement sur tout le Campus,
 - Pôles 5-6-7 : équipes parfois sous-critiques, compétences parfois trop dispersées dans certains domaines (imagerie), conduisant à une visibilité amoindrie.
 - Pôle 5 : assez peu de théoriciens par rapport aux expérimentateurs, Pôle 7 connexions à améliorer entre expérimentateurs/simulateurs/théoriciens
 - Pôle 4 : L'augmentation de la taille des projets demande un effort supplémentaire dans la coordination des équipes.
- **Déclin des moyens humains** Perte de savoir-faire technique : fermeture de l'activité Mössbauer, d'ateliers mécanique, difficultés pour pérenniser les compétences en cryogénie. Taille sous-critique de certaines équipes (par exemple dans Pôles 2 et 4) , dans le Pôle 6 effectif des personnels ingénieurs et techniciens en chute libre.
- **Manque d'attractivité**

- Difficulté d'attirer des étudiants vers les thématiques qui ne sont pas présentes au niveau L3 et M1 (Pôle 3 faible proportion de doctorants et post-doctorants par rapport aux chercheurs sur postes permanents; Pôle 7 faible reconnaissance de la problématique matériaux auprès des filières de formation)
- Perspectives d'emploi, niveau de salaire, accessibilité et environnement socio-culturel du site de Saclay par rapport à Paris intra-muros, postes permanents peu attractifs pour les seniors internationaux et certaines catégories de personnels techniques.
- **Visibilité brouillée** par la complexité de la structure administrative des nombreux Etablissements
- **Niveau de culture de valorisation** assez disparate d'un laboratoire à l'autre
- **Taux d'encadrement de doctorants par chercheur HdR** inégal, dépassant rarement 1 ; lié au manque de reconnaissance du doctorat en France et au peu d'attractivité de ce diplôme pour les élèves des Ecoles d'ingénieurs, ainsi qu'à l'insuffisance des financements de thèse.

OPPORTUNITES

- **Développement de nos liens avec le monde industriel**
 - Meilleure visibilité par la structuration et l'affichage global UPSaclay
 - Environnement industriel favorable dans le domaine de l'Optique
 - Installation d'industriels attirés par le développement du Campus (EdF...)
 - Nouvelles demandes industrielles (solaire, OLED, ...) qui vont tirer notre R&D.
- **Meilleur positionnement national et international :**
 - Meilleur positionnement dans les réponses aux grands appels à projets régionaux, nationaux, et internationaux du fait de la structuration : affichage national et par l'Europe de priorités sociétales sur lesquelles PhOM va se mobiliser : énergie, électronique du futur, environnement, biomédical.
 - Contexte international favorable à certaines thématiques : information quantique ou accès futur aux ELI (installations laser européennes).
- **Aménagement immobilier favorable** au développement des synergies à l'échelle du Campus, comme par exemple le financement du Centre Physique Matière et Rayonnement (CPMR, voir ci-dessous).
- **Regroupement de la communauté**
 - CEA-IRAMIS, regrouper géographiquement les forces en nanophysique d'une part et en nanochimie d'autre part à l'intérieur du CEA-Saclay; CNRS : regrouper les forces de nanofabrication au C2N; UPSud et CPMR : rénovation, agrandissement et réalisation de nouveaux bâtiments pour les laboratoires de l'ISMO, du LPS, du LAC, du LPTMS et du FAST, ainsi rassemblés avec le nouvel Institut Pascal ; implantation de CentraleSupélec et de l'ENS Cachan au sein du Campus.
 - Meilleure coordination des nombreux moyens Lasers ; regroupement de plusieurs équipements autour d'ATTOLAB et CILEX à l'Orme des Merisiers.
 - Nanophysique : potentiel unique sur le plateau pour le développement d'une vraie synergie pluridisciplinaire.
 - Matériaux : opérations structurantes d'envergure nationale localisées sur le plateau (IPVF, Vedecom), qui demandent une expertise forte en sciences des matériaux. Initiative Matériaux UPSaclay, pour rassembler les compétences à l'échelle inter-Départements (création d'un Institut des Matériaux, intéressant aussi les Départements Chimie, EOE, MEP, PhOM et SdV)
 - Meilleure structuration à l'échelle du Campus Paris-Saclay, ouvrant un large éventail de collaborations et synergies, non seulement intra- et inter-Pôles dans PhOM, mais entre PhOM et les autres Départements, avec qui des liens réguliers sont établis.
- **Mobilité inter-Etablissements** favorisée par le cadre commun UPSaclay : nouvelles possibilités de mobilité thématique et géographique au sein de l'UPSaclay.
- **Accès à de nouveaux équipements ou structures**
 - En développement (Equipex...) et à définir dans une stratégie commune

- Institut Pascal, centre de rencontres scientifiques, pluridisciplinaire et international (cet institut bénéficiera de locaux neufs et dédiés, dans le cadre du projet CPMR évoqué ci-dessus)
- Meilleure exploitation des moyens techniques et mutualisation ; regroupement, futur C2N,
- Lumière extrême : valoriser le travail d'exploitation des sources secondaires (rayonnement et particules) ;
- **Formation**
 - Dynamique de reconstitution des masters et des écoles doctorales, mutualisation des moyens en formation, démarche qualité des écoles doctorales, financement de thèses Idex (IDI).
 - Facilité de circulation des étudiants entre les entreprises et les laboratoires grâce au développement des relations avec les industriels
 - Dépassement du clivage historique Universités / Grandes Ecoles grâce à la mutualisation des enseignements au sein de l'UPSaclay. Augmentation de la proportion d'étudiants de Grandes Ecoles poursuivant leurs études par un doctorat.

MENACES

- **Difficultés de financement**
 - Diminution préoccupante des financements « blancs » (projets blancs ANR, financement récurrent des laboratoires). Les frais de fonctionnement des plateformes et des équipements sont rarement financés de manière récurrente. De plus le renouvellement des équipements lourds et mi-lourds n'est pas assuré.
 - Les financements sur contrats orientés projets conduisent à une dispersion thématique et rendent difficile la recherche à long terme. H2020 ne prévoit pas de financement pour des réseaux collaboratifs à vocation recherche fondamentale.
- **Concurrence externe** : Existence de gros rassemblements à l'étranger dans certaines thématiques (P1, information quantique : Google, IBM, Microsoft...) ; P4 : Concurrence internationale des projets laser ELI en termes de financement et de moyens humains : risque de pertes de moyens humains locaux attirés par les opportunités offertes sur ELI. P6 : Pôles photoniques dans d'autres pays européens qui dominent les débats (et les financements).
- **Fermeture de la source de neutrons Orphée** très utilisée par la communauté
- **Freins à l'attractivité du domaine** pour les étudiants : gel des recrutements; problème de reconnaissance de la thèse sur le marché du travail.
- **Lenteur du développement des transports** sur le plateau
- **Freins administratifs** à la mobilité intra-UPSaclay
- **Liens avec le monde industriel, valorisation**
D'autres Départements, dans d'autres Campus (Grenoble, ...), se positionnent sur le même type d'objets de recherches (nano-objets, ...) et développent aussi des dynamiques d'innovation et des structures de valorisation performantes.
- **Formation**
Difficultés à développer suffisamment les transports et l'environnement socio-culturel en comparaison avec Paris intra-muros.

1.3 Positionnement national et international

La plus grande partie des chercheurs de PhOM est employée par le CNRS, le CEA ou l'Université Paris-Sud et les thématiques de PhOM se situent majoritairement dans les périmètres de l'INP et de l'INSIS du CNRS, l'Iramis du CEA, et le département de Physique de l'UPSud.

La qualité de la recherche des laboratoires de PhOM et leur dynamisme à l'échelle nationale et internationale est illustrée par un très fort taux de citation des publications (voir Tableau 3) et par la très grande fraction de publications qui ont un partenaire étranger. Le tableau 5 indique le pourcentage de publications de chacun des Pôles 1 à 6 pour lesquelles il y a au moins un co-auteur d'un pays étranger (34-60%, chiffre global PhOM 48%), et le pourcentage de celles avec au moins un co-auteur de l'Europe des 28 (19-41%, chiffre global PhOM 30%).

Tableau 5

Pôle	1 CCQ	2 MDNI	3 MSCo	4 LEx	5 NPh	6 Optique
Part de publications internationales (avec au moins 1 pays étranger) (%)	60	59	41	58	44	34
Part de publications UE28 (avec au moins 1 pays UE28 autre que la France) (%)	37	41	24	39	26	19

33 bourses ERC ont été obtenues par les chercheurs de PhOM (dont 17 rattachées aux thématiques du pôle 1), voir Tableau 3. C'est un indicateur de l'excellence et de la bonne compétitivité de la communauté de PhOM au niveau européen.

La communauté de PhOM se distingue également par un ensemble d'installations unique au monde, tant par la diversité des équipements réunis dans un périmètre réduit, que par les performances exceptionnelles des équipements qui accueillent des utilisateurs nationaux et internationaux et permettent d'alimenter un très riche réseau de collaborations (voir graphiques illustratifs des collaborations dans les documents détaillés, en particulier pour les Pôles 2 et 4, an Annexe 1)

Des spécificités thématiques peuvent être soulignées :

Cette section a été établie à partir de contributions faites par les différents Pôles dans des états d'esprit parfois différents. Un travail d'homogénéisation des différentes analyses est encore en cours.

Positionnement Pôle 1 « Cohérence et corrélations quantiques »

Les sujets du pôle 1 bénéficient d'un contexte international porteur. L'information quantique a le vent en poupe, comme illustré par l'appel ICT 2015 - [Information and Communications Technologies](#) («activities related to modelling and simulation: e.g. quantum and atomic scale effects » & « New computing paradigms like quantum computing and neuromorphic computing with a focus on their future integration with Si technologies »), le programme Horizon 2020 FET Proactive sur '[Quantum simulation](#)', et l'implication de très grands groupes privés dans le sujet tels Microsoft à [Copenhague](#), Google à [Santa Barbara](#), Intel à Delft ou IBM. Certains laboratoires participent également au FET Flagship "Graphene" de H2020.

A l'échelle régionale, une partie des sujets du thème "états électroniques et magnétiques émergents", notamment concernant les oxydes (bulk, surface), systèmes en forte interaction, sont soutenus par le DIM "Oxymore" de la région IdF. Soutien également de quelques projets d'information quantique par le DIM Nano-K.

Positionnement du Pôle 2 « Matière diluée, neutre ou ionisée : de l'atome et la molécule aux plasmas »

L'ensemble des équipes du Pôle représente un potentiel de recherche sur un même site sans équivalent en France dans le domaine, aussi bien en terme qualitatif (excellence scientifique) que quantitatif: 132 ETP (pondéré) soit une masse critique permettant toutes les synergies ; une large palette de recherche du très

fondamental vers l'appliqué, une forte intrication expérience/théorie, utilisation importante de plusieurs plateformes structurantes de taille moyenne jusqu'aux TGIR de classe internationale. L'ensemble de ces caractéristiques nous semble sans équivalent en Europe.

Participation massive à plusieurs GDR existants (EMIE, SPECMO, CHIRAFUN) ou en cours de structuration (UP). Implication forte dans des programmes nationaux type PCMI, PNP (avec l'INSU) et Réseau Plasmas Froids. Pour les plasmas l'autre grand pôle est regroupé autour du Labex parisien Plas@par. Notre communauté s'insère largement dans les thématiques de l'INP du CNRS (Section 4) et de l'INC (Section 13). En termes de financement, du fait du caractère fondamental de beaucoup de nos travaux, qui sont autant de forces de recherche amont pour des états plus structurés de la matière, nous émargeons largement aux appels à projet blancs type ANR (avec plusieurs dizaines de contrats ANR blanc en tant que coordinateur ou partenaire sur la période 2010-2013). Quelques contrats ANR aussi dans le programme P2N et énergie. Au niveau régional, implication dans des DIM (ex-Nano-K) et réseau C'Nano pour les nanosciences. Aussi quelques contrats ASTRE notamment autour des lasers ultra-courts.

Participation active sur la scène Européenne avec des implications dans des réseaux ITN (notamment dynamique moléculaire et propulsion plasmas) et des bourses individuelles Marie-Curie. Actions EU type BONSAI et SAPHIR (nanoparticules/nanoaérosols). Globalement nos activités ont une forte visibilité internationale (comité scientifique de conférences majeures) associée à un large réseau de collaborations internationales soutenues souvent par des contrats bilatéraux.

Positionnement du Pôle 3 « Matière et systèmes complexes »

Le Pôle 3 est majoritairement constitué de petites équipes (entre 1 et 30 permanents, 11 en moyenne) distribuées dans des laboratoires plus importants (parfois 10 fois plus gros). De nombreuses ANR passées ou en cours témoignent de l'attractivité de nos laboratoires au sein de consortiums nationaux où sont présentes des entités complémentaires aussi bien à Paris Centre (ESPCI, ENS Paris, UPMC, U. P. Diderot) qu'en province (Strasbourg, Marseille, Montpellier, Bordeaux, Rennes). Dans nos laboratoires sont présents des étudiants en thèse formés aussi bien à Paris Centre, en province ou à l'étranger. Appartenance à de nombreux réseaux européens.

Le rassemblement de chercheurs à l'échelle de MSC sur des thématiques couvrant l'ensemble de la Matière et Systèmes Complexes ne se compare, à notre connaissance, à aucun autre ensemble international. Ceux-ci sont plutôt organisés à une échelle plus petite (groupe centré autour d'un professeur aux USA, d'un petit nombre de permanents au MPI en Allemagne sur une thématique plus restreinte). Par exemple le Department of Physics and Complex Systems au Weizmann Institute (Rehovot, Israël) compte 20 permanents, 50 PhD et 10 post-docs, un équilibre très différent de MSC.

Le Pôle 3 bénéficiera du regroupement des forces en nanochimie de l'IRAMIS, très corrélées au Département de Chimie, dans un bâtiment unique du Centre de Saclay. La stratégie du CNRS de regrouper les forces de nanofabrication au C2N constitue également un aspect qui va dans le sens de l'importance accrue de la microfluidique et autres nanostructures d'intérêt notamment pour l'analyse du vivant en MSC.

Positionnement du Pôle 4 « Lumière extrême »

Le contour scientifique du pôle 4 est unique à l'échelle internationale, à plusieurs titres :

- Il rassemble le plus grand éventail de développement de sources lumineuses extrêmes. Il comprend beaucoup d'équipes leaders dans le domaine de la physique fondamentale de l'interaction lumière extrême-matière.
- Il interagit avec un réservoir presque inépuisable d'acteurs scientifiques du plateau motivés par l'exploitation des sources secondaires.
- Le programme Extreme Light Infrastructure (ELI) finance le développement pour 750 M€ environ de 3 infrastructures laser en République Tchèque, Hongrie et Roumanie. Les équipes du Pôle 4 sont

fortement investies dans la conception des différents équipements qui composeront ces futures infrastructures, souvent au bénéfice de groupements industriels nationaux. Dans ce cadre international très compétitif, les équipes du Campus positionnent leurs équipements comme briques du continuum d'infrastructures nécessaire pour exploiter au mieux les installations phares d'Europe centrale. Si l'accès à ces grandes infrastructures apparaît comme une fantastique opportunité scientifique, l'analyse force et faiblesse souligne également qu'il faut veiller à maintenir, dans l'aide à leur conception, un niveau d'investissement humain qui soit compatible avec les besoins de nos propres projets nationaux, Cilex /Apollon en particulier.

Par rapport aux stratégies nationales et européennes, l'activité du pôle 4 se concentre très majoritairement dans les volets "excellence scientifique" et "progrès de la connaissance" des appels à projets. Elle ne se retrouve que marginalement, et le plus souvent très en amont, dans la liste des programmes d'action de la Stratégie Nationale de la Recherche, ou dans celle des défis sociétaux identifiés dans H2020. Si les ressources contractuelles et/ou récurrentes devaient diminuer au profit d'appels plus ciblés, le maintien de l'activité et l'entretien des plateformes seraient conditionnés à une inscription plus visible dans des défis sociétaux. La piste la plus prometteuse consisterait sans doute à exploiter davantage les possibilités d'usage des sources secondaires pour l'imagerie médicale ou la thérapie. Cet aspect est présenté comme une menace dans l'analyse SWOT. Par ailleurs si le soutien de l'Europe apporté aux infrastructures laser dans le cadre du Programme Infrastructures de Recherche (contrat Laserlab-Europe) est capital, il est loin de couvrir le coût de leur fonctionnement qui doit être financé par d'autres moyens.

Positionnements du Pôle 5 « Nanophysique »

L'Université Paris-Saclay apparaît clairement comme un des pôles nationaux majeurs en Nanophysique et déploie des forces d'envergure dans ce domaine scientifique à l'échelle internationale. Le pôle Nanophysique bénéficie d'une communauté déjà bien établie et identifiée, notamment grâce à l'action du C'nano IdF (devenu DIM NanoK) à l'échelle régionale et au Labex NanoSaclay sur le Campus de Saclay. De plus, le Triangle de la Physique, le Labex PALM localement et l'ANR au niveau national ont favorisé de longue date les synergies entre les équipes de Paris-Saclay. En regard des deux centrales nationales de nanofabrication de premier cercle qui vont fusionner dans le C2N, la présence de la source nationale SOLEIL, particulièrement adaptée à l'étude des propriétés électroniques aux plus petites échelles, renforce notablement un potentiel expérimental déjà important (e.g. microscopie électronique, sources optiques ultrarapides etc.) embrassant le tétraptique fabriquer/mesurer/comprendre/contrôler. Paris-Saclay bénéficie aussi de la richesse scientifique de ses membres répartis sur de nombreux organismes, laboratoires et équipes ce qui favorise des recherches de premier plan au niveau international, au mieux à répondre aux enjeux sociétaux actuels.

En ce qui concerne les trois grandes branches d'activité de la Nanophysique :

- la physique des surfaces est en force depuis l'origine, avec le LURE, puis SOLEIL, les instruments lourds UHV dans les équipes etc.;
- la nano-optique/photonique concentre des forces extrêmement importantes avec le C2N et ses partenaires locaux académiques et industriels, couvrant toute la chaîne du fondamental à l'appliqué;
- le nanomagnétisme - électronique de spin est particulièrement reconnu au plan international avec le prix Nobel de physique 2007 d'Albert Fert et une forte co-publication entre équipes de Paris-Saclay.

Ces trois sous-communautés ne doivent toutefois pas être perçues comme disjointes, les équipes se positionnant sur un continuum entre ces trois branches.

Intrinsèquement la Nanophysique est de nature très fortement interdisciplinaire : le pôle Nanophysique représente une communauté issue de nombreux laboratoires, équipes voire individus impliqués également dans d'autres départements que PhOM, comme EOE et Chimie. Cela explique d'ailleurs les chiffres hors-normes rapportés pour le pôle Nanophysique, avec par exemple le plus grand nombre de chercheurs, notamment jeunes, ou encore avec plus de 3000 publications et brevets etc. Ces chiffres sont la signature de l'interdisciplinarité des Nanosciences et Nanotechnologies et de l'impossibilité de séparer nanophysique, nanomatériaux, science fondamentale et applications. Pour intégrer à la bonne échelle l'ensemble de ces

liens et renforcer la position privilégiée en nanosciences de l'université à l'échelle internationale, il est proposé de créer un Institut des Nanosciences transverse entre plusieurs départements de l'Université Paris-Saclay.

Positionnement du Pôle 6 « Optique »

Réflexion menée en commun avec le GT5 de EOE (optronique, optoélectronique et photonique)

Si, avec la Commission internationale d'Optique (IUPAP/ICSU), l'on définit l'optique comme « la branche de la science et de l'ingénierie qui traite des phénomènes physiques et des technologies relatifs à l'émission, la transmission, la manipulation, la détection et l'utilisation de la lumière, couvrant autour du spectre visible tous les domaines où les mêmes concepts sont pertinents », l'optique intervient pratiquement dans tous les aspects de la physique expérimentale et aussi très largement en chimie et en biologie. Elle sous-tend des activités économiques essentielles pour le domaine ophtalmique, la formation d'image, les technologies de l'information, et aujourd'hui les industries manufacturières grâce au laser, ainsi que de nombreux domaines de la santé. Pour l'Université Paris-Saclay, les départements PhOM et EOE y interviennent au même titre et toute distinction entre sciences de base et applications de la science y est arbitraire et néfaste. Dans PhOM, il est donc normal de retrouver des travaux d'optique en position centrale dans plusieurs pôles (notamment P1 et P4).

Centrale dans de nombreux projets du Triangle de la Physique, des Labex PALM et NanoSaclay, l'optique est aussi une compétence essentielle pour les collaborations avec le milieu industriel (pôles de compétitivité, Thales, Safran, Essilor, Alcatel Lucent, ...) et bénéficie d'un « cluster » renommé, Optics Valley. Elle est également largement représentée dans l'enseignement et dans l'entrepreneuriat étudiant du territoire.

Positionnement du Pôle 7 « Matériaux » :

Réflexion menée en commun avec le GT1 de EOE

L'ensemble des 56 équipes, issues de 26 laboratoires, impliquées dans les activités du pôle 7 de PhOM et du GT1 de EOE constitue un potentiel de recherche de 350 ETP, ce qui en fait le premier au niveau national et parmi les plus importants au niveau mondial. A cela s'ajoute le potentiel matériau important des départements voisins MEP et Chimie.

Cela se traduit par une très grande variété des activités matériaux menées au sein de PhOM+EOE au niveau

- des systèmes matériaux étudiés : plus d'une cinquantaine d'études matériaux sont menées au sein de EOE+PHOM et utilisent la plupart des méthodes d'élaboration connues.
- des techniques de caractérisation mises en œuvre, plus d'une centaine, dont certaines mises en œuvre au sein de Très Grands Instruments.
- des méthodes de modélisation, plus d'une vingtaine, mises en œuvre au sein d'une vingtaine de laboratoires.
- des moyens de mise en forme qui comptent, entre autre, 2 centrales de technologies nationales présentes sur le plateau.

Toutes ces activités sont très fragmentées et réparties sur la plupart des sites des établissements de l'UPSaclay. On notera que des personnels CNRS sont présents dans la plupart des laboratoires concernés.

Les activités matériaux sont au cœur de la plupart des enjeux mis en avant dans la Stratégie Nationale de Recherche et les objectifs H2020, comme on peut voir dans le tableau 1 en Section 1.1.

2. Définition d'une stratégie partagée recherche

2.1 Objectifs

2.1.1 Objectifs généraux

La stratégie de PhOM s'articule autour de trois objectifs principaux à long terme:

OPhOM 1. Coordonner et structurer la communauté

Coordonner les moyens techniques pour une meilleure utilisation des ressources

Structurer la communauté pour améliorer sa visibilité et son potentiel de mobilisation sur les appels d'offres

OPhOM 2. Renforcer et promouvoir l'excellence

Tirer le meilleur parti des investissements réalisés dans le cadre des équipements d'excellence, qui sont nombreux dans le périmètre de PhOM

Maintenir les domaines d'excellence au meilleur niveau international et en élargir les champs thématiques

OPhOM 3. Favoriser l'émergence d'idées et d'actions novatrices

Favoriser la diversité des sujets abordés, promouvoir l'apparition et le développement de nouveaux thèmes scientifiques sur des sujets à risque fort.

Favoriser l'émergence de la valorisation en amont du processus. Développer les relations avec les industriels en lien avec les autres niveaux d'intervention (dont en particulier les Etablissements et la DIRE de l'UPSaclay).

2.1.2 Déclinaison des objectifs sur les thématiques

Pôle 1 CCQ : Faire avancer les connaissances dans les 3 axes où des perspectives prometteuses ont été identifiées

- Axe P1.1 : Cohérence quantique à l'échelle mésoscopique. Les systèmes hybrides, les circuits quantiques, les effets quantiques aux échelles méso- et macroscopiques, les transferts entre domaines différents de la physique mésoscopique, la simulation quantique ;
- Axe P1.2 : Ingénierie quantique. Les outils pour l'information, le calcul et la logique quantique ; les amplificateurs à la limite quantique ; la mesure à la limite quantique ;
- Axe P1.3 Etats électroniques et magnétiques émergents. La supraconductivité non conventionnelle, les états émergents à 2d et 3d, la matière de Dirac et la matière topologique, les états corrélés en spin

Pôle 2 MDNI : Mettre en œuvre 3 axes tactiques, par la création de « pools » de doctorants et post-doctorants travaillant en inter-équipes dans chacun de ces 3 axes

- Axe P2.1 : Structure des édifices moléculaires faiblement liés. Renforcer l'excellence scientifique par des moyens humains sur cette thématique qui a de fortes interfaces (systèmes-modèles) avec SPU, SDV et Chimie. A mettre en place dès 2016 pour 3 ans, avec essentiellement des moyens apportés par PhOM.
- Axe P2.2 : Dynamique ultra-rapide en phase diluée. Renforcer les équipes utilisatrices des plateformes de pointe telles que ATTOLAB/OPT2X. Convaincre le Labex PALM (thème 3) de soutenir fortement cet objectif jusqu'en 2019, avec un relais à prendre par PhOM ensuite.
- Axe P2.3 : Des processus élémentaires aux systèmes réactif hors-équilibre. Désenclaver les plasmas et les nanosciences grâce à un axe de nature fondamentale autour de la physico-chimie / réactivité très transverse au Pôle 2 et à effet structurant (politique de site); développer des nouvelles synergies, fondamentales et méthodologiques; disséminer le potentiel de valorisation plasma/nano. En fort recouvrement avec l'axe 2 du GT Physique des décharges de EOE, **doit donner lieu à une action commune PhOM-EOE**, permettant de mieux structurer la thématique des plasmas froids, qui pourrait être un « Institut fédératif ».

Pôle 3 MCo : Développer 4 grands axes stratégiques

- P3.1 Physique d'objets biologiques, auto-organisation et matière vivante
Le défi principal de ce champ thématique concerne la modélisation théorique et expérimentale des systèmes multi-échelles à l'œuvre dans le monde vivant à des fins de compréhension du fonctionnement d'objets biologiques (biofilms, organes,...) ou à des fins d'action sur le vivant (actions mécaniques, introduction de médicaments,..). Pour atteindre ces objectifs, il faut mettre en réseau les chercheurs pour mieux structurer la communauté « physique et vivant », dynamiser les interactions avec les départements SdV, Chimie et EOE et les Labex Lermite et Nanosaclay, et mieux intégrer des consortiums sur des appels d'offre « Santé » à l'ANR, à l'INSERM ou à l'Europe.
- P3.2 Matériaux multi-échelles et adaptatifs
Au sein de cette action, le but est contrôler l'assemblage et l'organisation des matériaux sur plusieurs échelles, de la brique élémentaire jusqu'à des microstructures aux propriétés spécifiques. Il s'agit à terme d'optimiser les propriétés de ces systèmes dans leur conditions d'usage (souvent hors-équilibre en présence de contraintes externes – mécanique, chimie, irradiation, etc.). Dans ce but il faut assurer la pérennité de l'excellence du parc actuel d'appareils mutualisés pour une meilleure réactivité des équipes et accroître la visibilité vis-à-vis des industriels désireux de caractérisations de pointe (création d'une plateforme délocalisée d'instruments).
- P3.3 Risques et environnement : prédictibilité et variabilité d'évènements extrêmes
La gestion des risques et la prévention des catastrophes nécessite très souvent d'être en mesure de prévoir les écarts, les « fluctuations », dominées par un faible nombre d'évènements extrêmes, par rapport à la réponse typique moyenne. Il importe d'élargir la portée de ces actions en définissant des problématiques d'intérêt commun en lien avec SPU et MEP
- P3.4 Dynamiques hors équilibre, thermodynamique stochastique
Il s'agit d'un défi qui vise à développer la thermodynamique stochastique et hors d'équilibre pour étudier l'efficacité des machines hors d'équilibre, et la généralisation de concepts tels que la température et les relations de fluctuation-dissipation dans des systèmes hors d'équilibre. Le développement d'actions d'envergure dans cette discipline passe par une synergie avec PALM

Pôle 4 LEx : Assurer le succès des programmes scientifique phares qui porteront la communauté dans les années à venir, avec 3 défis majeurs identifiés

- P4.1 Assurer la construction puis l'exploitation scientifique des installations en développement (5-10 ans) : Développer des synergies avec les grands projets, faciliter la mobilité des chercheurs, pérenniser l'offre des plateformes, équiper la communauté en moyens d'élaboration et de caractérisation des cibles
- P4.2 Promouvoir les applications des nouvelles sources de lumière et de particules (5 ans 10 ans) : Fiabiliser les sources, explorer de nouveaux axes de recherche,
- P4.3 Explorer de nouveaux champs théoriques aux frontières (5 ans) : Former une communauté à une nouvelle discipline théorique à la frontière entre physique de l'interaction laser-matière, des plasmas et la physique des hautes énergies

Pôle 5 NPh : S'attaquer aux défis de la nanophysique dans toutes ses dimensions

- P5.1 Fabriquer : nanoMatériaux/Objets/Structures - Croissance et nanostructuration 2D/hétérostructures, 1D, nanoparticules 0D - Hybrides (orga/non-orga, métal/diélectrique) - Auto-organisation, auto-assemblage, supracristaux, nouvelles méthodes de croissance - Nouveaux matériaux : isolants topologiques, carbonés, à fort dopage, etc.
- P5.2 Mesurer : Instrumentations aux limites - Nanoscopies hyperspectrales (xy, w), ultrarapides (xy, t), in vivo et/ou in operando - Outils in situ multi-techniques - Théorie/modélisation/simulation : ab-initio, atomistiques, moléculaires

- P5.3 Comprendre : Concepts/paradigmes émergents - Nanothermique - Nano-optique quantique - Dynamique des ondes (phonon, magnon, plasmon) et excitations élémentaires - Interactions induites dans les hybrides
- P5.4 Contrôler : nanoXonique - X = phot, electr, phon, therm, plasm, polarit, spintr, magn - Hybrides : Nano-opto-mécanique, plasmons/organique, spin/organique, spin/charge, magnétoplasmonique, valléetronique - Non-linéarités à petit nombre de particules

Pôle 6 Optique : Mener des actions coordonnées avec le GT5 d'EOE pour

- Maintenir, renforcer, faire connaître les interactions entre tous les porteurs des compétences en optique dans le territoire Paris-Saclay et favoriser les projets innovants.
- Développer des projets structurants autour de l'imagerie pour la biologie pour rendre ce domaine plus visible
- Jouer un rôle de premier plan pour l'innovation

Pôle 7 Matériaux : Mener des actions thématiques et structurantes en commun avec le GT1 de EOE

concernant différents systèmes de matériaux: matériaux hybrides, multifonctionnels, nanomatériaux, nanoparticules, matériaux à fortes corrélations électroniques, topologiques, matériaux et (nano)technologies vertes, matériaux pour les énergies renouvelables.

- Elaborer : (1) Elaboration grande surface (scaling-up), (2) Elaboration basse température, (3) Cristallogenèse, (4) Physico-chimie et caractérisation in-situ des premiers stades de la croissance, (5) Utilisation de nouveaux procédés ou nouvelles combinaisons de méthodes: Atomic Layer deposition (ALD), Atomic Layer Epitaxy (ALE).
- Caractériser : (1) Développement de nouvelles méthodes de caractérisation des matériaux, (2) Méthodes de caractérisation in situ et in operando.
- Modéliser : (1) Calculs des domaines de stabilité thermodynamique d'un matériau (pur, composé, comportant des impuretés, ordonné, désordonné), (2) Prédiction des propriétés physiques (optiques, électroniques, électriques, magnétiques, mécaniques) d'un matériau, (3) Modélisation des mécanismes impliqués dans la croissance/la synthèse des matériaux, (4) Modélisation des mécanismes impliqués dans la mise en forme des matériaux, (5) Modélisation du comportement des matériaux sous sollicitation externe (pression, température, irradiation).
- Développer des systèmes : (1) Nouvelles fonctionnalités et enjeux de nouveaux matériaux pour les composants, (2) Problématique de l'intégration de nouveaux matériaux dans les dispositifs, (3) Nouvelles filières dans les plateformes de micro & nano-technologies.
- Contribuer à la structuration des plateformes de caractérisation et de technologie.
- Animer et soutenir l'activité scientifique : (1) Organisation d'ateliers thématiques et de séminaires réguliers sur des sujets matériaux, (2) Lieu central pour les séminaires, (3) Organisation d'écoles, (4) Financement d'actions conjointes élaboration/caractérisation/modélisation.
- Développer les liens avec l'enseignement : (1) Participer à la mise en place de formations en sciences des matériaux, (2) Proposer des formations doctorales sur les outils (caractérisation et technologie) des gros labos, (3) Financement de stages de M2 matériaux, (3) Financement de thèses interdisciplinaires/en cotutelle.

AT Valorisation et Relations avec les industriels :

- Reprendre à l'échelle de PhOM les démarches initiées par le Triangle de la Physique et les Labex PALM et NanoSaclay. Faire émerger de nombreux projets de valorisation qui passeront ensuite en pré-maturation, en coordination avec la DIRE et la SATT
- Accompagner, former
- Participer activement à l'établissement de la vitrine de PhOM pour les industriels, favoriser l'accès, faciliter les liens des étudiants, contribuer à la mise en place de clubs d'industriels au niveau du Campus

AT Formation :

- Organiser la concertation avec les « Schools » et les écoles doctorales, assurer suivi, réflexion, propositions d'enseignement
- Développer des contacts des étudiants avec les laboratoires
- Concevoir une véritable politique d'attractivité du doctorat vers les étudiants des écoles d'ingénieur
- Améliorer globalement le taux d'encadrement des HDR

AT Physique théorique, numérique et modélisation :

- Promouvoir les échanges d'un bout à l'autre du continuum allant des recherches théoriques/numériques en contact avec direct les expériences, jusqu'à celles qui sont le plus en "amont"
- Dynamiser et moderniser l'environnement scientifique, en donnant notamment une place accrue aux jeunes et aux femmes.

2.2 Proposition de moyens et actions

Nous indiquons ci-dessous comment nous proposons que les objectifs identifiés soient réalisés, par une série d'actions utilisant des moyens déjà identifiés (comme ceux des Labex par exemple), ou déjà mobilisés et à réorienter, ou à mettre en œuvre par l'Idex, les Etablissements et d'éventuelles autres sources.

2.2.1 Actions correspondant aux moyens des Labex

Jusqu'en 2019, les Labex Palm et NanoSaclay permettent de satisfaire une partie des besoins de la communauté :

- **Le Labex PALM** est organisé en 3 axes prioritaires. Le thème 1, intitulé « systèmes quantiques élémentaires et corrélés », concerne de près le Pôle 1 CCQ de PHOM. Dans la phase 2 du Labex (2016-2019), ce thème va évoluer, de manière à renforcer les liens entre optique quantique et physique de la matière condensée, avec un changement de nom : « Matière quantique : des systèmes élémentaires aux systèmes fortement corrélés ». Le thème 2 de PALM porte sur les « dynamiques lentes et émergentes dans les systèmes hors équilibre », et est très proche du Pôle 3 MSCo de PHOM. Ce thème va également évoluer dans la période 2016-2019, pour s'intéresser plus aux objets biologiques, ainsi qu'aux systèmes quantiques hors équilibre. Le changement de nom du thème 2 précise bien cette évolution : « Systèmes complexes : des systèmes hors équilibre à la matière biologique ». Le thème 3 de PALM « Dynamique ultrarapide : des sources de rayonnement aux applications multi-échelles » présente un fort recouvrement avec le Pôle 4 LEx de PHOM et une partie du Pôle 2 MDNI, en terme de thématiques et de la communauté des chercheurs. L'action de PALM est souvent celle d'un « accélérateur de recherche », qui permet d'amorcer des nouveaux projets qui peuvent après leur lancement chercher de financements complémentaires ailleurs. PALM a surtout la vocation de financer des projets structurants autour d'équipements, des chaires (junior et senior), des bourses de thèse et postdoc, etc. Le thème 4 de PALM « Emergence » veille à financer des sujets innovants.
- **Le Labex NanoSaclay** couvre le domaine scientifique du Pôle 5 NPh, et les « défis de phase 2 » qu'il vient de définir correspondent bien aux différents thèmes identifiés (en particulier les défis 2-nanocomposants multifonctionnels, 3-hétérostructures d'oxydes fonctionnels, 4- nano-photonique et information quantique, 5-nanostructures et photonique et 7-matériaux hybrides). Le défi « Nanomédecine » recouvre également des collaborations avec des équipes du pôle 3.

2.2.2 Propositions d'actions générales permettant à PhOM de réaliser ses objectifs

Pour que le Département puisse réaliser les objectifs exposés en Section 2.1.1, il devra disposer d'une dotation financière autonome, pour des actions en propre et pour agir par effet de levier (de l'ordre d'au moins 1 M€/an, dès maintenant, et nettement plus au-delà de 2019 pour l'après-Labex).

Les actions résumées ci-dessous résultent d'une analyse générale des besoins des communautés ; elles ont vocation à être réparties dans le temps. Quelques actions plus spécifiques sont indiquées dans le tableau de la section 2.2.3. Les **fiches-projets (FP)** sont éventuellement mentionnées (voir Annexe 5).

En relation avec l'objectif PhOM1, coordonner des structures ou actions

- Créer un passeport Paris-Saclay: faciliter l'accès aux différents Etablissements pour les chercheurs et les étudiants, mise en commun de matériel pour des expériences communes, etc.
- Contribuer à l'accès, au fonctionnement et à la mise en valeur des structures transverses de PhOM : on entend ici par « structures transverses » des installations ouvertes, avec assistance technique, dont les coûts de fonctionnement impliquent une certaine mutualisation. Par exemple : plateformes technologiques, de cryogénie, équipements mutualisés, installations lasers, de production de rayonnement, etc.
 - Afficher l'offre d'accès aux structures transverses du Campus, par exemple au moyen d'un site Web (FP AT-P-1)
 - Favoriser les relations entre les plateformes : création de conseils communs, mise en relation sur des questions techniques ou logistiques. Mutualisation de compétences et d'équipements sur l'imagerie pour la biologie (possible « Institute for life science imaging » mentionné dans le document EOE, GT5).
 - Soutien au fonctionnement des structures transverses par le financement de journées d'accueil (75 k€/an, puis 150k€/an à partir de 2019, voir FP AT-P-2 pour le cas des installations laser, de l'ordre de 50-100 k€/an pour les autres installations, typiquement de la taille d'un EQUIPEX, voir FP AT-P-4)
 - Création d'un fonds de soutien pour assurer le fonctionnement, la jouvence et l'entretien d'appareils mi-lourds mutualisés de caractérisation dans les thématiques du Pôle 3 MSCo (microscopes, diffractomètres, rhéomètres...) (200k€/an en 2016 et en 2017, renouvelables ensuite), pour assurer la pérennité de l'excellence du parc avec une bonne visibilité vis-à-vis des industriels (FP P3-2).
 - Dans les thématiques Matériaux, Matière et Systèmes Complexes, et Nanophysique, soutien aux plateformes (éventuellement délocalisées) de caractérisation et de technologie, financement d'actions conjointes élaboration/caractérisation/modélisation.
- Créer des « Instituts » pour préserver la structuration des communautés thématiques au-delà des Labex, qui paraît souhaitable pour plusieurs sujets transdisciplinaires :
 - Institut des Matériaux délocalisé dans le cadre de la prospective réalisée au sein de l'Initiative transverse Matériaux menée par les départements Chimie, EOE, MEP, PhOM et SdV.
 - Institut des Nanosciences, dans le prolongement du Labex NanoSaclay, offrant un cadre à différentes actions dont l'Institut de Nanoélectronique proposé par le GT4 d'EOE. Le Département Chimie sera aussi impliqué (FP P5-1).
 - Institut Fédératif des Plasmas Froids (IFPF) : dans le domaine de la Physique des décharges et plasmas froids, Paris-Saclay rassemble la plus grande communauté de chercheurs en France. Cet institut permettra d'assurer une visibilité mondiale aux recherches menées au sein de l'UPSAclay. L'IFPF sera transverse à plusieurs départements, en particulier EOE, PHOM, MEP.
- Organiser la formation :
 - Cours, écoles, etc...., pour la diffusion de l'état de l'art, en particulier sur les sujets transverses, par exemple méthodes théoriques et numériques, rencontres jeunes chercheurs à partir de

2017 (FP AT-PTNM-2) ou conférences thématiques (avec le CECAM, voir FP AT-PTNM-4), création de cours sur Internet type « MOOC ».

- L'université Paris Saclay pourrait jouer un rôle moteur dans la formation de personnels qualifiés à la conduite de grands instruments et à leur exploitation scientifique, notamment par un renforcement de la formation de doctorants en co-tutelle internationale.

En relation avec l'objectif PhOM2, renforcer et promouvoir l'excellence

- Construire et exploiter les installations en développement (dont par exemple les Equipex). Un nouveau projet concerne la mise en place d'un pôle de croissance de monocristaux, d'intérêt aussi pour Chimie et EOE (voir document du Pôle 1 dans l'Annexe 1).
- Renforcer l'attractivité des installations accueillant des utilisateurs, au niveau national et international : promotion, soutien à l'accueil
- Renforcer l'excellence scientifique par des moyens humains :
 - Attirer de nouveaux chercheurs sur des thématiques exploratoires à fort potentiel
 - Constituer des ensembles de chercheurs capables de répondre aux appels nationaux ou internationaux (voir par exemple FP P2-1 à P2-3, FP P2-4)
 - Attirer et/ou favoriser le recrutement d'ingénieurs de recherche de haut niveau, en lien avec les projets scientifiques structurants de l'Université Paris-Saclay.
 - Une réflexion est en cours dans le Pôle 6 Optique sur des propositions de chaires (senior ou junior) accompagnées de moyens.
- Développer une réflexion sur l'avenir de la neutronique à Paris-Saclay, et sur le devenir de la source nationale Orphée (LLB). Voir FP ATP-3.
- Faire du Campus de Paris-Saclay un pôle de classe mondiale pour la physique numérique : réunir les meilleures conditions possibles pour le développement de codes de calcul performants et innovants (collaborations avec la Maison de la Simulation, avec le CECAM, recrutement de jeunes sur les activités théoriques/numériques, voir FP AT-PTNM-3 à 5). L'objectif est ici d'intensifier les échanges scientifiques et le partage de compétences entre les différents laboratoires, et de contribuer à une visibilité internationale accrue de communautés dont les activités sont déjà de premier plan.

En relation avec l'objectif PhOM3, favoriser l'émergence d'idées et d'actions novatrices

- Soutenir des sujets émergents :
 - financer les jeunes chercheurs dans les sujets identifiés comme prometteurs : voir par exemple les 3 axes du Pôle 1 identifiés ci-dessus (Section 2.1.2), et fiches-projets P4-3 et AT-PTNM-3 (Annexe 5)
 - encourager des projets collaboratifs théorie ↔ expérience (FP AT-PTNM-6)
- Soutenir en commun PhOM-EOE la structure d'émergence de la valorisation initiée par le Triangle de la Physique, et financée actuellement par les Labex PALM et NanoSaclay jusqu'en 2019 avec des budgets de l'ordre de 500 k€ par an.
- Favoriser la diversité de la population des chercheurs, notamment en ce qui concerne la proportion de femmes ; améliorer la place des jeunes dans les laboratoires (voir par exemple FP AT-P2-1 à 3, AT P4-4, AT-PTNM-3).

2.2.3 Proposition de projets spécifiques

Le tableau 6 liste des projets spécifiques, avec en 1ère colonne les Pôles et Actions Transverses (AT) concernés. Les fiches-projets correspondantes (FP) sont éventuellement mentionnées. La 2^{ème} colonne indique les structures autres que PhOM lui-même qui sont concernées et dont la contribution est attendue. Le montant total du budget nécessaire (toutes contributions confondues) et la contribution attendue du Département PhOM pour la réalisation de chaque projet sont indiqués séparément sur la durée totale du projet.

Tableau 6

Pôles / AT PhOM	Autres structures	Intitulé ou action	Date début	Durée (ans)	Montant total k€	Dont contribution PhOM	Résultats attendus
AT-P,1,3,7	SdV, Chimie	Etudier la faisabilité (coût, performances, communauté visée) d'une « petite » source de neutrons par exemple à spallation sur le Campus (FP AT-P-3)	2016	3	30	20	Définition d'un projet de source locale de neutrons, permettant au Campus de continuer à bénéficier d'une complémentarité locale x-neutrons et de pérenniser les compétences en diffusion neutronique
2	SPU, SdV, Chimie	Financer thésards et postdocs sur des sujets de recherche structurants de l'axe " Structure des édifices moléculaires faiblement liés " (FP P2-1)	2016	3	300	200	Renforcement de l'excellence (voir objectif P2.1)
2	PALM jusqu'en 2019	Financer thésards et postdocs sur des sujets de recherche structurants de l'axe " Dynamique ultra-rapide en phase diluée " (FP P2-2)	2016	3	300	0	Moyens expérimentaux de haut niveau opérationnels pour l'utilisation des sources ultra-courtes (objectif P2.2)
2	EOE	Financer thésards et postdocs sur des sujets de recherche structurants de l'axe " Des processus élémentaires aux systèmes réactifs hors équilibre " (FP P2-3)	2016	3	300	150	Désenclavement des unités plasma et nanoparticules, essaimage du potentiel de valorisation (objectif P2.3)
3, 6	EOE, Chimie, SdV; Palm, Nanosclay, Lermity	Amorcer des projets interdépartements et interlabex sur le thème " Physique d'objets biologiques, auto-organisation et matière vivante "; mutualiser les ressources de traitement d'images (FP P3-1)	2016	2	1000	200	Mise en réseau des chercheurs pour une meilleure organisation de l'interface physique/vivant avec SdV et mieux répondre aux appels des défis "Santé" (ANR, Europe)
3, 7	EOE, Chimie, MEP, Tempos, Digiscope, Matmeca	Aider au montage de projets européens pour structurer la communauté dans le domaine des matériaux multiéchelles (FP P3-2)	2016	2	100	20	Créer des ensembles de chercheurs capables de répondre aux appels H2020.
4	PALM, OPT2X	Promouvoir les applications des sources de lumière en finançant une chaire junior sur le développement et la	2016	3	390	200	Développement de sources UVX et de nouveaux moyens de caractérisation pour stimuler les applications à l'ensemble

		caractérisation de sources pour application à la dynamique ultra-rapide (FP P4-1)					de la communauté du Campus, embauche d'un candidat.
4	PALM	Equiper la communauté en moyens d'élaboration et de caractérisation de cibles laser (FP P4-2)	2016	2	365	180	Moyens d'élaboration et de caractérisation de cibles disponibles localement pour la communauté
4	PALM, Maison simulation P2I	Explorer de nouveaux champs théoriques aux frontières : financer 3 thèses sur des sujets en lien avec les expériences sur Apollon (FP P4-3)	2016	5	300	100	Modélisation permettant la comparaison avec les résultats expérimentaux à venir et leur interprétation.
AT-PTNM	Institut Pascal, autres Dépts	Trimestres thématiques à l' Institut Pascal (1 par an pendant 3 ans) (FP AT-PTNM-1)	2018	3	900	300	- Visibilité internationale de l'UPSaclay - Nouvelles collaborations et projets au sein de PhOM et des départements voisins
AT-ValorI	PALM et NanoSaclay jusqu'en 2019 ; EOE	Sélectionner et soutenir les projets de valorisation en émergence Proposer et réaliser des journées de formation en valorisation dédiées aux chercheurs de PhOM et EOE	2019	3	900	450	Avancées scientifiques et techniques dans les concepts de valorisation proposés dans les projets, faisabilité et preuve de concept démontrées pour passer en phase de pré-maturation soutenue par la DIRE Sensibilisation des chercheurs à la valorisation