



Campus Paris - Saclay

Note de présentation de la dynamique scientifique associée aux projets d'établissement proposés pour un financement au titre du plan campus.

Sommaire

Le projet campus Paris-Saclay	3
Un projet cohérent et phasé	5
Structuration de quatre domaines	7
1. Alimentation – Agriculture – Environnement	7
1.1 Enjeux scientifiques	7
1.2 La formation : une composante essentielle du dispositif	10
1.3 Un fort potentiel d’innovation	12
1.4 Impact sur l’organisation	13
1.5 Description rapide de l’opération	14
2. Biologie-santé	16
2.1 Enjeux scientifiques	16
2.2 Volet pédagogique	20
2.3 Impact sur l’organisation	21
2.4 Description l’opération pour le pôle Biologie – Santé UPS-11	23
3. Economie – Gestion	24
3.1 Enjeux scientifiques	24
3.2 Des projets ambitieux	26
4. Sciences de l’ingénierie et des systèmes	32
4.1 Le potentiel présent	32
4.2 Les projets scientifiques	32
4.3 L’enseignement	36
4.4 L’innovation	37
4.5 L’impact sur l’organisation	38
4.6 Le déménagement de l’Ecole Centrale Paris	38
4.7 Description de l’Opération	39
Les mathématiques	40
La fondation mathématique de Paris-Saclay portée par la FCS	40
Un projet pour les mathématiques du campus de Paris-Saclay	42
Un projet transformant	46
Une Gouvernance en cours de transformation	46
Des Ressources humaines au service des projets communs	47
Conclusion	49

Le projet campus Paris-Saclay

Le projet de campus Paris-Saclay est né d'une volonté politique visant à réorganiser et moderniser le paysage universitaire français et doter notre pays d'un grand campus de renommée internationale. Approuvé le 26 février 2009 par madame Valérie Pécresse, Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche. Il s'inscrit pleinement dans le cadre de l'opération campus annoncée en janvier 2008. Opération phare du projet d'aménagement du grand Paris, le campus Paris-Saclay est à la fois un projet novateur dans ses dimensions scientifiques et académiques, mais c'est également un projet stratégique qui a pour ambition de contribuer à l'émergence d'une économie nouvelle, plus respectueuse de son environnement, créatrice d'emploi et de croissance, capable de répondre aux grandes questions de société.

L'enjeu est de permettre aux générations futures de maîtriser les technologies de demain et de contribuer à répondre aux attentes de la société : le développement durable, la santé et le bien-être, la compétitivité de l'industrie. Un certain nombre de constats peuvent être faits :

- **L'attractivité du territoire** devient un enjeu capital. Qu'il s'agisse d'attirer les meilleurs cerveaux pour viser une recherche et un enseignement au meilleur niveau, de favoriser l'implantation d'acteurs industriels. Cette attractivité résulte de facteurs variés comme le volume recherche/enseignement sur place, la notoriété de la science, la qualité de vie,
- **La nécessité de disposer de compétences variées.** C'est ainsi qu'il faut intégrer des disciplines liées à la connaissance de la nature (sciences du vivant et de l'environnement), des sciences dures (physique, chimie, mathématiques), des sciences de l'ingénierie, des sciences économiques, des sciences humaines et sociales. Ce point concerne au même niveau la capacité d'équipes de recherches d'horizons variés à se mobiliser que la capacité de créer des cursus pédagogiques adaptés.
- Quel que soit le domaine concerné, **des solutions seront implémentées par le secteur privé** (énergie nouvelles, thérapies, nouveaux produits). Une démarche qui vise à l'efficacité doit intégrer très en amont ces acteurs qui déploieront les solutions et former les jeunes talents qui participeront à ce futur déploiement.
- Presque partout, **l'importance de la recherche fondamentale est reconnue**, à cause de l'effet d'entraînement qu'elle induit, de son poids dans la formation et la visibilité des lieux de recherche. Il existe d'innombrables exemples historiques qui démontrent les ruptures apportées par l'accroissement des connaissances. De même, le recul par rapport à la technique apporté par l'intervention des sciences humaines est perçu comme incontournable.

Treize responsables d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche et dix responsables d'organisme de recherche, de pôle de compétitivité, de PRES ou de fondation de coopération scientifique se sont engagés à unir leurs efforts et mutualiser une grande partie de leurs moyens pour contribuer à développer le campus Paris Saclay autour du triangle de la connaissance : Recherche, enseignement supérieur, innovation. Le projet Campus peut se résumer ainsi :

- Il s'agit rassembler 13 établissements d'enseignement supérieur et de recherche, 6 organismes de recherche, un pôle de compétitivité, deux pôles de recherche et d'enseignement supérieur, une fondation de coopération scientifique **autour d'une structure de gouvernance commune** afin de préparer le campus du 21^{ème} siècle.

- Le but est de **créer de pôles de compétences autour de 12 domaines d'excellence scientifique**¹. L'ensemble est articulé dans une approche matricielle pour traiter les grandes questions sociétales qui se déclinent à travers une stratégie nationale². Celle-ci prévoit trois priorités : 1) santé, bien être, alimentation et biotechnologies, 2) l'urgence environnementale et les écotecnologies, 3) information, communication et nanotechnologies, trois domaines sur lesquels le Campus est très présent avec, à chaque fois, plusieurs milliers de chercheurs impliqués. L'approche est globale prenant en compte les aspects pédagogiques, recherche et innovation.
- L'un des objectifs du nouveau campus est d'amener l'innovation et la valorisation au niveau d'excellence de la Recherche et de l'enseignement supérieur. A terme, il s'agit que le plateau de Saclay, déjà immergé dans un tissu dense d'entreprises innovantes fasse **croître un écosystème d'entreprises** : de jeunes pousses issues de la recherche (on vise la création de 40 start up technologiques par an), des PME attirées par le haut niveau technologique et le potentiel de croissance qu'il peut induire (en termes de R&D et d'étudiants qualifiés). Il peut s'agir de PME en faisant du « soft landing » de start-up (étrangères) mais aussi des centres de R&D d'entreprises, à l'instar de Thalès, Danone, Horiba, EDF, Total.
- C'est un ensemble d'opérations immobilières visant à créer une masse critique de niveau mondial en termes d'enseignement et de recherche. Il s'agit de **placer l'université de Paris-Sud 11 au cœur du dispositif**, d'installer sur le campus **sept nouveaux**³ **établissements d'enseignement supérieur et de recherche et le Centre INRIA Saclay Ile de France**. Il s'agit en particulier d'installer les laboratoires publics et industriels au plus près des établissements d'enseignement supérieur afin d'appuyer les cursus pédagogiques sur une recherche performante. Une partie des projets concerne **des laboratoires ou instituts communs**⁴ transverses aux établissements. Ces premiers projets tracent la voie pour d'autres projets communs parfois de grande ampleur. Le campus vise à renforcer cet ensemble et fera des propositions en ce sens dans le cadre du grand emprunt.
- C'est également un projet d'**amélioration de la vie de Campus** avec une amélioration significative des transports, de l'offre de logements aux étudiants (on planifie environ dix mille logements complémentaires), de la restauration et des services.

Une première vague est constituée par les chantiers en cours : ENSTA, DIGITEO 1, PCRI, NANO-INNOV pour un montant de travaux estimé à 250 M€, concrétisant ainsi les projets antérieurs au plan campus.

¹ *Biologie et santé - Chimie-Climat et environnement - Economie, finance et gestion - Energie à bas carbone – Mathématiques - Nanosciences et nanotechnologies - Sciences et ingénierie du vivant pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - Sciences humaines et sociales - Sciences physiques - Sciences et Technologies de l'information et de la communication- Sciences de l'ingénierie et des systèmes*

² http://media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/SNRI/69/8/Rapport_general_de_la_SNRI_-_version_finale_65698.pdf

³ *AgroParisTech, Ecole Centrale Paris, ENS Cachan, ENSAE ParisTech, ENSTA Paristech, Institut Telecom, Mines ParisTech.*

⁴ *ECLIPSE (projet climat et environnement impliquant CEA, CNRS et Université de saint Quentin), L'IPVCM (Institut Solaire Photovoltaïque Couche Mince avec EDF et TOTAL, le CNRS, l'Ecole polytechnique et Chimie ParisTech, Nanosciences & Nano-Innov (CEA, CNRS, Paris-Sud 11, auxquelles s'ajouteront des personnels de l'École Polytechnique, de l'École Normale Supérieure de Cachan, de l'École Centrale Paris et de l'Institut TELECOM), Digiteo (CEA, CNRS, Ecole Centrale, Ecole Polytechnique, ENS Cachan, Ecole Supérieure d'Electricité, INRIA, Institut Telecom, Université Paris 11, Université Versailles St Quentin)*

Un projet cohérent et phasé

Une partie significative des financements pour le Campus Paris Saclay ayant été obtenue, le consortium est en mesure de proposer une deuxième vague qui pourrait être lancée dès mi 2010, financée par la dotation en capital attribuée dans le plan campus (850 millions d'euros non consommables autorisant un investissement de l'ordre de 425 millions d'euros dans les conditions actuelles). Cette deuxième vague, permettrait d'amorcer la concrétisation, dès 2012, d'un sous-ensemble représentatif du futur campus tel qu'il est dessiné dans le projet avec :

- les différents types d'enseignement : académique universitaire ou école d'ingénieur,
- les différents types de recherche : cognitive ou finalisée,
- les éléments nécessaires pour la vie de campus (restauration collective, installations sportives, learning center, lieux de cours mutualisés).

Elle aurait un fort effet d'entraînement et de démonstration de la mobilisation collective. Elle doit en particulier préparer l'accueil des autres membres du consortium et améliorer le quotidien de ceux qui sont déjà présents.

En comptabilisant l'ensemble des cofinancements, cette « vague plan campus » correspond à un montant conséquent de travaux, de l'ordre d'un **milliard d'euros**. Il s'agit de :

1. **Lancer une première phase du pôle biologie pharmacie santé de Paris-Sud 11** sur la zone Moulon (environ 50% de l'investissement du plan campus), étant entendu que le complément issu du grand emprunt devrait être affecté en 2010. C'est le projet phare, impactant de nombreux étudiants et personnels scientifiques, et s'insérant dans les toutes premières priorités du campus,
2. **Lancer les déménagements des trois grandes écoles (parmi six)** dont les projets (avancement, financement) sont les plus aboutis :
 - L'Ecole Centrale Paris, autre projet phare de relocalisation.
 - L'ENSAE Paristech, représentant l'économie, la statistique et la finance et initiant les synergies entre SHS et autres disciplines du campus, dont le dossier est très avancé,
 - AgroParisTech/INRA, projet très avancé ne nécessitant que l'accord final budgétaire
3. **Accompagner par une partie « vie de campus »**. Sur les deux pôles Moulon et Polytechnique, lancer les opérations complémentaires pour que l'accueil des étudiants soit optimum : centres de documentation, terrains de sport, restauration (4200 repas à Palaiseau⁵ et 7500 au Moulon), lieux de cours mutualisés comme la graduate school, quelques rénovations ou réaménagements de laboratoires.
4. Après la création des deux RTRA triangle de la physique et DIGITEO, **conforter la place des mathématiques dans le campus** en les dotant d'un dispositif du même type, en avance de phase sur les laboratoires d'excellence.

L'arrivée de quatre établissements permet dès aujourd'hui de consolider certaines recherches phares du campus dans le cadre d'un dispositif plus large développé par les établissements déjà

⁵ Pour nouveaux arrivants plus IOGS et Digiteo

présents. Le chapitre suivant détaille l'apport de ces déménagements du point de vue scientifique. L'avant dernier chapitre détaille une proposition liée au développement des mathématiques sur le campus.

Cette vague, financée par le plan campus permettrait de donner une impulsion forte au projet avec notamment l'arrivée de 3 nouveaux établissements d'enseignement supérieur et le déménagement de la faculté de pharmacie.

Elle doit être suivie par d'autres impliquant :

- la suite du déménagement de Paris-Sud 11,
- l'arrivée de trois établissements supplémentaire d'enseignement supérieur et de recherche,
- l'implantation de l'INRIA
- de nombreux laboratoires et installations communes.

Structuration de quatre domaines

1. Alimentation – Agriculture – Environnement

L'enjeu et les défis de la sécurité alimentaire mondiale - nourrir 9 milliards d'hommes en 2050 - imposent une amplification mondiale des efforts de recherche, de construction des compétences et d'innovations, dans un contexte de changements globaux : croissance démographique et transitions alimentaires ; raréfaction et dégradation des ressources naturelles dont l'énergie, l'eau, les sols et la biodiversité ; changement climatique... Le projet « Alimentation - Agriculture - Environnement » du campus Paris - Saclay vise à relever ces défis, en privilégiant la **conception et les modalités de gestion de systèmes alimentaires sains, adaptatifs et durables**. Or les exigences de durabilité et de santé publique - dans leurs dimensions sociale, économique et environnementale - et les nécessaires stratégies d'adaptation au changement climatique ou d'atténuation de ses effets rendent désormais plus flagrante l'interdépendance entre les différentes composantes de ces systèmes : la production de matières premières et de services écosystémiques, la transformation des matériaux issus du vivant, leurs modes de distribution et de consommation ainsi que leurs impacts sur la santé humaine. Elles réclament des scientifiques la mise en perspective constante des travaux spécifiques à l'une ou l'autre dans l'ensemble du système et l'identification de leurs interrelations pour appréhender la complexité de ces objets. Il s'agit en particulier de lever les verrous sur un certain nombre de « fronts de science » et de changer progressivement de posture pour aborder de plain-pied la complexité de ces systèmes : approches intégratives multi-échelles ; démarche éco-systémique ; synergies entre approches disciplinaires et inter-disciplinaires mobilisant sciences de la nature et sciences sociales ; rôle renforcé de la modélisation et de son couplage systématique avec l'expérimentation.

1.1 Enjeux scientifiques

Trois axes prioritaires structurent le projet « Alimentation - Agriculture - Environnement » du Campus Paris-Saclay en termes de recherche, formation et innovation. Ils mobilisent des chercheurs en sciences de la vie et des milieux, en mathématiques et en sciences économiques et sociales, rompus au dialogue interdisciplinaire : la modélisation et la représentation des connaissances mais aussi les interactions dynamiques entre sciences de la nature et sciences sociales sont au cœur du dispositif. C'est de cette mobilisation et de la capacité à articuler ces trois axes que naîtront les avancées majeures pour la conception de systèmes alimentaires durables.

❖ Premier axe : productions, filières et territoires

Les récents rapports ou prospectives sur l'agriculture⁶ soulignent l'importance d'une meilleure prise en compte des spécificités locales (écosystèmes, organisations sociales) pour relever le défi alimentaire mondial. Le territoire devient alors une échelle incontournable et, au sein de celui-ci, la place des acteurs et leur diversité de points de vue par rapport aux usages, à la gestion et à la

⁶ Banque mondiale, 2008; IAASTD (*International Assessment for Agricultural Science and Technology for Development*), 2009 ; Agrimonde, 2008.

préservation des espaces, des ressources et des milieux, est centrale : il s'agit d'abord de produire plus pour être moteur en termes de sécurité alimentaire, mais aussi de produire mieux et d'autres choses (services écosystémiques, produits bio-sourcés non alimentaires). La conception de systèmes agronomiques innovants, prenant en compte l'ensemble des composantes des systèmes alimentaires telles qu'évoquées ci-dessus et l'analyse des conditions de leur mise en œuvre, posent à la recherche des questions totalement nouvelles. Pour ne citer que trois exemples :

- **L'émergence de l'agro-écologie.** La mise au point de nouveaux systèmes techniques de production va bien au-delà d'un simple perfectionnement des pratiques agricoles actuelles (techniques culturales, variétés, équipements,...). Une voie prometteuse consiste à s'appuyer sur les possibilités offertes par les fonctions que remplissent les différentes communautés biologiques dans ces systèmes, par exemple le renforcement du contrôle biologique des bioagresseurs en valorisant l'action d'auxiliaires. Ces modes d'intervention s'appuient sur des interactions engendrant des dynamiques non linéaires: les comprendre et les prévoir constitue également un enjeu majeur. Enfin, la prise en compte de ces connaissances à l'échelle de l'exploitation mais aussi du territoire et de ses usagers constitue un niveau supérieur de complexité pour lequel le champ des connaissances est quasi inexistant.
- **Changement climatique et territoires.** Les modèles de climat travaillent généralement sur des mailles très larges (50 km de côté). Toutefois, le fait de considérer explicitement le territoire comme un niveau intermédiaire où s'organise la réponse aux changements globaux, à partir des niveaux inférieurs (parcelle, exploitation) sera déterminant pour construire des scénarios réalistes et efficaces de gestion. Cette approche permettra également de faire jouer à plein les synergies potentielles entre différentes fonctions et activités du territoire (recyclage de l'eau et des déchets, production d'énergie renouvelable), en tenant compte des pratiques et modes d'organisation des acteurs associés.
- **Conflits d'usage et valeurs.** Dans un contexte où l'agriculture est interpellée pour répondre à une multitude de fonctions, tantôt productives y compris énergies renouvelables, parfois d'entretien comme pour la biodiversité et les valeurs sociales de paysage, il existe une intense concurrence pour l'occupation de sols et l'appropriation de services environnementaux. Ceci génère un besoin de plus en plus reconnu pour le développement de pratiques et d'outils de négociation et d'aide à la décision afin de situer les pratiques agricoles dans leur contextes spécifiques territoriaux, caractériser les avantages, inconvénients et incertitudes (autant financières qu'environnementales) qui peuvent peser sur la viabilité économique et l'acceptabilité sociale des régimes alternatifs de culture et permettre un arbitrage fondé sur une gamme élargie de critères de performance pour une agriculture durable.

❖ Deuxième axe : Alimentation, nutrition, santé

L'alimentation - depuis la conception/transformation des aliments jusqu'à leur assimilation par l'homme et ses répercussions sur son métabolisme - représente un enjeu majeur de société dont l'impact sur la santé et le bien-être des populations est indéniable. Sur le plan physiologique, il s'agit de protection ou de risque vis-à-vis de pathologies fréquentes, coûteuses et causes de nombreux décès (obésité, maladies cardio-vasculaires, diabète, divers cancers) ou de sécurité sanitaire. De par

leurs compétences, les chercheurs regroupés dans le campus Saclay sont particulièrement bien placés pour s'attaquer à deux verrous majeurs :

Conception raisonnée des aliments : vers une ingénierie réverse. L'objectif est de produire des aliments ayant des propriétés désirables, dont la production prend en compte tous les critères de la durabilité, notamment la maîtrise de l'énergie et l'eau, facteurs clés des procédés. Il s'agit donc de créer une véritable ingénierie réverse des aliments et des procédés. Les efforts de recherche portent sur : (i) les mécanismes d'élaboration de la structure physico-chimique des aliments et leurs contributions à la définition de leurs caractéristiques nutritionnelles, organoleptiques et sanitaires, (ii) les mécanismes de transports, transferts et réactions lors de la déconstruction des aliments au niveau du tube digestif ; (iii) la bio-préservation des aliments et ses conséquences sanitaires.

Exploration fonctionnelle des interactions entre l'homme et son microbiote. Il s'agit ici d'aborder dans une perspective radicalement nouvelle la compréhension de la nutrition et de ses physiopathologies. Fondée sur la métagénomique – une approche de rupture pour caractériser les écosystèmes complexes – l'exploration fonctionnelle du microbiote digestif doit permettre de mieux appréhender le rôle de ce dernier dans l'ensemble des mécanismes de la nutrition humaine et de ses potentialités en matière de santé. L'étude des systèmes faisant interagir aliments – flore intestinale – physiologie humaine – consommation représente un défi majeur pour la santé et le bien-être des populations.

Compte tenu de la dimension anthropologique majeure de l'alimentation, ces approches sont indissociables d'avancées concernant la caractérisation des dimensions sociales des risques associés, mais aussi l'analyse des facteurs socio-économiques, psychologiques, culturels et symboliques qui peuvent alimenter des controverses et influencer l'acceptation des nouveaux produits et des nouvelles techniques.

❖ Troisième axe : biologie intégrative et ingénierie et du vivant

Un des défis majeurs pour la biologie moderne est de développer une véritable recherche interdisciplinaire et les outils mathématiques et informatiques nécessaires pour fournir une vision intégrée du développement et de la physiologie des organismes. Cette biologie intégrative doit prendre en compte non seulement les processus moléculaires et cellulaires, en passant par les tissus et les organes, jusqu'aux individus, mais aussi les interactions avec l'environnement à tous les niveaux d'organisation, jusqu'aux aspects évolutifs et écologiques. Il s'agit également maintenant de développer des approches plus prédictives et quantitatives, c'est-à-dire des approches permettant de prévoir le comportement ou le fonctionnement d'organismes vivants ou d'écosystèmes soit à partir de connaissances acquises sur leurs éléments constitutifs et sur leurs mécanismes élémentaires, soit à partir d'approches phénoménologiques faisant le plus souvent appel à des méthodes statistiques.

Le succès de telles approches dépendra non seulement d'un développement important des interactions entre biologistes, mathématiciens, physiciens et informaticiens mais aussi de la capacité à transposer et transférer dans les sciences du vivant les outils de l'ingénierie des systèmes. Tout cela concourra à l'émergence de nouveaux concepts, de nouvelles méthodes et de nouveaux outils

permettant de traiter la complexité des systèmes vivants de la cellule à l'écosystème. La nécessité de développer de nouvelles approches de méta-analyses (de données et des connaissances), de modélisation quantitative et multi-échelles et de validation des modèles est d'ores et déjà établie. La capacité à quantifier les observations et à appréhender leur dimension dynamique et spatiale (par exemple la dynamique et l'évolution des réseaux de gènes, des réseaux métaboliques et des voies de signalisation, ou des écosystèmes) doit faire l'objet d'efforts spécifiques autant du point de vue des dispositifs expérimentaux que des développements des méthodes. Enfin, les études simultanées sur une diversité d'organismes (animaux, végétaux, microorganismes) devraient, au-delà des spécificités propres aux modèles, être source d'approches plus génériques du fonctionnement des systèmes biologiques.

Le rapprochement de l'INRA et d'AgroParisTech et leur insertion au sein de la communauté multidisciplinaire scientifique du Campus, devraient permettre de devenir un des tous premiers acteurs internationaux dans ce domaine. Il :

- *fera du campus un lieu d'expertises variées permettant le traitement de questions complexes.*
 - *Par le renforcement de la dimension écologique d'un dispositif initialement porteur de la composante agronomique, notamment avec l'université Paris Sud 11 à travers le domaine biologie -santé.*
 - *De même il y aura changement de dimension en matière de génie des procédés, en microbiologie, en chimie.*
 - *Enfin, par l'opportunité de situer les analyses de système dans un cadre de réflexion nourri des sciences sociales et des humanités, concernant les dimensions éthiques, juridiques, culturelles et économiques de ces nouvelles phases de l'ingénierie du vivant.*
- *rassemblera une palette de compétences unique pour mieux appréhender ces questions de biologie intégrative et de biologie systémique et y faire jouer pleinement l'interdisciplinarité (biologie, mathématiques, bioinformatique, physique et chimie).*
- *insérera le campus dans des dispositifs d'envergure européenne ou mondiale*
 - *Avec le pôle Climat, Energie, Environnement, elle conduira à forger une communauté de tout premier plan pour appréhender le changement climatique aux échelles pertinentes et coupler les modèles développés pour chacune de ces échelles. La KIC Climat dans laquelle Saclay est très présent est un premier exemple.*
 - *Le Campus offre également la possibilité de structurer de grandes communautés disciplinaires en sciences du vivant et d'organiser, en son sein et avec son environnement proche (Evry, Fontenay-aux-Roses, Paris intra-muros, ...), les allers-retours entre démarches réductionnistes et holistiques, fondamentales et finalisées, à l'instar de ce qui existe déjà pour la biologie végétale au sein du réseau PlantNet Paris. Celui-ci constitue un ensemble de tout premier plan au niveau international et pouvant rivaliser avec les plus grands centres du domaine (JIC à Norwich, PRI à Wageningen, ou MPI à Cologne).*

1.2 La formation : une composante essentielle du dispositif

AgroParisTech et l'INRA apportent une contribution originale et spécifique à l'offre de formation du campus, avec le portage d'une Ecole graduée complète et d'un programme de formation tout au long de la vie. Elle se caractérise par deux spécificités :

- Le centrage sur les sciences et technologies du vivant et de l'environnement et leur mise en contexte par rapport aux enjeux de conception et de gestion des systèmes alimentaires, sains, adaptatifs et durables.
- Le renforcement de l'intégration entre formation et recherche mais aussi dans son lien aux mondes économiques et institutionnels apportée par l'expérience pédagogique de la grande école. Cet ensemble vertueux « recherche-formation-développement » nourrit en permanence le renouvellement des questions de recherche et des savoirs à transmettre. Il permet d'ouvrir sur une palette de métiers allant de l'expert scientifique jusqu'au manager et est un élément fort d'attractivité internationale.

L'offre de formation a été totalement renouvelée au cours des deux dernières années. Au sein de l'école graduée, elle propose désormais :

- a) un cursus d'ingénieur « AgroParisTech » de haut niveau en 3 ans permettant un approfondissement dans quatre domaines. Ce cursus est mis en œuvre par une voie classique et par l'apprentissage ;
- b) un cursus master de deux ans (master STVE), structuré en quatre mentions dont trois adossées aux champs thématiques précédents et comportant une vingtaine de spécialités en Ile de France ;
- c) une école doctorale pluridisciplinaire (ABIES) couvrant l'ensemble des champs précédents et l'association ou la participation à d'autres écoles doctorales plus disciplinaires et pertinentes par rapport aux champs couverts (Sciences du végétal/P11, GGC/P11, GAO/UEVE et UVSQ) ;
- d) une offre de formation tout au long de la vie diplômante (mastères spécialisés, certificat) ou non (formations courtes). L'ensemble de cette offre et son adossement à une recherche d'excellence « contextualisée » est pleinement valorisée dans la formation des fonctionnaires de l'Etat, en formation initiale (IPEF) et continue.

De par sa spécificité et du fait de sa cohérence en tant qu'Ecole graduée, le dispositif sera un élément fort de visibilité au sein du campus Paris - Saclay.

Une partie de l'offre M/D déjà mutualisée avec différents acteurs du campus : (i) plusieurs spécialités de M2 sont cohabitées avec certains d'entre eux, notamment dans les domaines de la biologie (sciences du végétal, microbiologie), de l'écologie et des méthodes quantitatives appliquées au vivant et à l'environnement ; (ii) la construction du volet « formation » du nœud français de la KIC Climat est portée par ParisTech et l'UVSQ; (iii) certaines écoles doctorales mutualisent une partie de leurs formations.

Au-delà, la richesse et la diversité de compétences offertes par le campus devrait permettre de contribuer à des enseignements de tout premier plan dans quelques autres disciplines, tout en les mettant en perspective des champs thématiques précédents : génie des procédés à travers ses applications en sciences du vivant (biotechnologies, ingénierie cellulaire...) ; chimie analytique via ses applications en toxicologie alimentaire ou environnementale et en écotoxicologie ; génie écologique notamment pour la gestion des agro-systèmes ; *etc.*

Les compétences réunies au sein du Campus, aussi bien dans le champ de la biologie que dans ceux des mathématiques, de l'informatique et de la physique, constituent une configuration exceptionnelle, très favorable au développement de travaux de tout premier plan pour le développement de la biologie des systèmes. Néanmoins, de façon paradoxale, le faible nombre d'ingénieurs maîtrisant aujourd'hui à la fois les techniques de la modélisation mathématique et informatique et des compétences en sciences de la vie constitue un facteur limitant. Or, une part significative des étudiants présents à terme sur le Campus, notamment ceux des Grandes écoles d'ingénieurs, sont en situation de recevoir une formation qui leur donne les compétences recherchées. C'est pourquoi un des objectifs prioritaires du Campus sera la construction d'une filière de formation attractive – ouverte sur des débouchés aussi bien industriels qu'académiques –, permettant de combler progressivement le déficit de compétences constaté.

1.3 Un fort potentiel d'innovation

Pour concevoir des systèmes alimentaires durables, l'innovation revêt des formes particulières : elle ne porte pas, en général, sur un objet précis mais sur un agglomérat d'améliorations qui concernent la production durable des ressources, les procédés, les politiques nutritionnelles et l'organisation. En outre les connaissances très diverses accumulées doivent se traduire en termes de durabilité par des modes de gestion et de production, concrètement bénéfiques aux usagers. La mise en œuvre du processus d'innovation exige la participation de l'ensemble des parties prenantes selon des formes de partenariat extrêmement variées. Les outils de politique publique et de conseil jouent un rôle majeur et sont aussi fortement associés à l'activité de recherche.

Le partenariat sectoriel avec les instituts techniques des filières animales et végétales et avec le monde des industries agro – alimentaires se manifeste par une activité contractuelle intense des équipes de l'INRA et d'AgroParisTech concernées par le Projet. Il se traduit de plus en plus par une forte implication dans des dispositifs pérennes, comme les unités mixtes technologiques ou les réseaux mixtes technologiques – dispositifs spécifiques du MAAP⁷ –, les chaires d'entreprise, l'encadrement de plusieurs dizaines d'allocataires dont le doctorat est directement lié à des enjeux industriels (CIFRE, ...), la contribution aux travaux de plusieurs pôles de compétitivité : Industries et Agro-Ressources, Medicen, Vitagora, Mais, parce que les acteurs économiques et les usagers prennent aussi conscience du caractère systémique et holistique de l'alimentation, les centres d'intérêt s'élargissent à la gestion des territoires, à l'empreinte écologique des processus de production et de transport, aux liens entre alimentation et santé. Les industries des services environnementaux (Véolia, Suez, Vinci, ...) et de la santé (bioMérieux, Sanofi, ...) font évoluer le cercle du partenariat sectoriel. Un nouveau dispositif, 3BCar⁸, est mis en place pour mobiliser des approches multi-disciplinaires, de la plante aux propriétés fonctionnelles dans une démarche d'éco-conception et d'éco-innovation et de contribuer à l'émergence d'une économie verte dans les entreprises en développant l'usage des ressources renouvelables dans les domaines de l'énergie, de la chimie et des matériaux.

⁷ Ministère de l'Alimentation, l'Agriculture et la Pêche

⁸ Bioénergies, Biomolécules et Biomatériaux du CARbone Renouvelable : Innover avec le carbone renouvelable

Le potentiel d'innovation des équipes d'AgroParisTech et de l'INRA profitera de rapprochements thématiques et des rapprochements géographiques induits par le PCPS (présence des centres de recherche de deux grandes entreprises agroalimentaires, Danone et Kraft Food, souhait d'implantation du CETIOM, ...). Mais l'atout majeur de son amplification réside dans les opportunités de mutualisation offertes par ce projet de grand cluster scientifique et technologique. L'existence de ce cluster favorisera par exemple l'accroissement du nombre de chaires d'entreprises, ou encore l'installation d'une halle technologique dotée d'équipements pilotes originaux et instrumentés, dédiés aux transformations biologiques et physiques des aliments. La multiplicité des compétences rassemblées sur le campus, incluant des chercheurs en sciences économiques et sociales spécialisés dans les approches sectorielles concernant l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, représente aussi un atout essentiel. Les deux établissements s'impliquent fortement dans les projets de l'IEED, de l'IRT *SystemX – Concevoir les systèmes numériques du futur* ou de la SATT, par ce qu'ils y voient des instruments coopératifs de nature à accroître considérablement l'efficacité du processus d'innovation pour l'ensemble des acteurs du Campus au bénéfice d'objectifs tel que la réduction des gaz à effets de serre pour l'IEED, ou les développements technologiques issus de l'essor de la biologie des systèmes pour l'IRT.

1.4 Impact sur l'organisation

Le premier impact de la composante immobilière du projet commun à AgroParisTech et à l'INRA sur le site de Palaiseau s'exprime en termes de **regroupements**. Il s'agit du regroupement d'une part de l'ensemble des activités d'enseignement et de formation d'AgroParisTech⁹ aujourd'hui répartis sur 4 sites écartelés entre Paris intra-muros et la Grande Couronne, d'autre part de plusieurs laboratoires dispersés sur des sites de l'un ou l'autre des deux établissements en Ile-de-France. De ce second point de vue, l'opération permettra, soit directement à Palaiseau, soit par réarrangements afférents sur les sites INRA avoisinants, de constituer dans un même lieu des masses critiques de compétences et des concentrations d'équipements scientifiques, dotés d'une gouvernance forte. Ainsi à Palaiseau, la fédération de laboratoires *Environnement et Gestion de l'Espace Régional* rassemblera environ 350 personnes, dont 130 chercheurs et enseignants-chercheurs titulaires ; une autre fédération consacrée aux *Sciences de l'aliment et à la Nutrition* se regroupera 250 personnes, dont 120 chercheurs et enseignants-chercheurs titulaires ; 2 laboratoires d'*Economie* fusionneront pour créer une unité de 100 personnes, dont 50 chercheurs et enseignants-chercheurs titulaires. Simultanément, à Jouy-en-Josas d'une part, l'*Institut de microbiologie de l'alimentation au service de l'alimentation humaine* rassemblera 300 personnes dont 120 chercheurs et enseignants-chercheurs titulaires et près de 400 personnes (180 chercheurs et enseignants-chercheurs titulaires) en *Sciences de l'animal* seront réparties en 3 unités, à Versailles d'autre part, l'*Institut Jean-Pierre Bourgin*, un des principaux nœuds du réseau PlantNet Paris, regroupera 200 personnes, dont 80 chercheurs et enseignants-chercheurs titulaires.

La communauté concernée, qui comprend également des forces en informatique et mathématiques appliquées, nutrition humaine, sciences sociales, est de loin l'acteur majoritaire des recherches dans les champs considérés en Ile-de-France. A partir de travaux bibliométriques, on peut mettre en évidence que cette communauté a une production importante en quantité, avec un bon ou très bon

⁹ Grand Etablissement créé le 1er janvier 2007 par fusion de 3 Grandes Ecoles : ENGREF, ENSIA et INA-P.G.

niveau de visibilité internationale pour les disciplines *Agriculture, Dairy & Animal Science ; Agronomy ; Biotechnology & Applied Microbiology ; Food Science & Technology ; Horticulture ; Microbiology ; Plant sciences*. Cette communauté est donc un acteur très actif et très visible en biologie, que l'on considère les microorganismes, les plantes ou les animaux. Si son niveau quantitatif de production dans le champ de l'environnement est incontestablement plus faible, du fait notamment d'un nombre de chercheurs plus réduit, sa visibilité dans plusieurs disciplines de ces domaines est très bonne et sa place en Ile-de-France significative pour quelques unes d'entre elles.

La variété des champs disciplinaires pris en charge et la production académique des acteurs rendent crédible l'ambition du projet partagé par AgroParisTech et l'INRA au sein du Campus Paris - Saclay. Une insertion de ce type se rencontre dans quelques très grandes universités américaines (California Davis, Cornell, Georgia, ...) qui se situent aux tous premiers rangs des acteurs mondiaux du domaine, notamment en termes de production scientifique. En Europe, ce projet est le seul qui allie à la fois une masse critique sur le sujet et l'insertion dans un Campus généraliste (les campus tels qu'ETH Zürich ou la Wageningen University and Research, aux Pays-Bas n'ont que l'une de ces caractéristiques).

Le deuxième impact s'exprime en termes de **rapprochement** avec les autres Ecoles de ParisTech membres de la FCS, sur le site de Palaiseau. Il conduira à renforcer la composante *Ingénierie du vivant* de ParisTech et en retour renforcera les capacités en sciences et ingénierie appliquées au vivant. Ce rapprochement facilitera aussi la mutualisation de certaines formations et la création de formations innovantes en sciences et ingénierie.

Le troisième impact sera dans le **développement de projets de recherche ambitieux** et visibles avec bon nombre d'autres acteurs de la FCS, sur la base des points forts identifiés pour chacun des thèmes précédents, au premier rang desquels ceux impliqués dans le projet Biologie-Santé et ceux contribuant au PCEE.

1.5 Description rapide de l'opération

L'opération immobilière proprement dite consiste à réaliser un unique programme commun à l'INRA et à AgroParisTech, associant locaux d'enseignement et de recherche d'une surface SHON de 68 400 m² sur une parcelle de 8 à 10 ha située dans la zone dite « Quartier Ouest de Polytechnique ». Ce dispositif accueillera une communauté de travail de 3 500 personnes : 1 900 étudiants, 550 doctorants ; 650 chercheurs et enseignants-chercheurs ; 400 ingénieurs et techniciens. Le coût de cette opération est évalué à 227,8 millions d'euros (M€) – hors coûts d'aménagement et d'acquisition du foncier – financés par un apport de l'INRA en crédits d'investissements (20 M€), la réorientation de crédits inscrits au CPER 2007 – 2013 (8 à 10 M€), un apport de crédits du Plan Campus (17 M€) et le produit de cession des immeubles actuellement occupés par AgroParisTech sur ses 4 sites franciliens (106 à 125 M€).

Le montage financier passerait par la création d'une société de réalisation (SR) avec pour actionnaires AgroParisTech (51%), l'INRA (30%) et la CDC (19%). Deux conventions de mise à disposition seraient établies entre la SR et les deux occupants. Le solde à financer est inférieur aux coûts de mise en sécurité, de mise aux normes énergétiques et de mise aux normes pour l'accessibilité des personnes à mobilité réduite des 4 sites franciliens actuels. Dans la cadre d'un tel

montage, le coût du loyer brut annuel inclut le fonctionnement, la maintenance, l'entretien lourd, ainsi que l'amortissement des investissements initiaux durant 30 années. Le loyer brut annuel à garantir par l'Etat serait de l'ordre de 16,4 M€. Le surcoût budgétaire annuel net pour l'Etat, compte tenu des transferts de charges, serait inférieur à 10 M€, à compter de la date de réalisation (automne 2015).

Ce dispositif est complété par l'accès de la communauté de travail concernée à des équipements mutualisés : halle technologique, *Graduate School – learning center*, sport, restauration dont le financement sera assuré par le plan campus voire par le grand emprunt.

Dès que les arbitrages seront connus, les études de pré programmation et de montage de la société de réalisation (SR) seront lancées (juin 2010 à fin 2011). Le choix du prestataire par la SR, la conduite des études de maîtrise d'œuvre et la consultation des entreprises seront effectués de janvier 2012 à mi 2013, pour une réalisation des travaux de mi 2013 à fin 2015.

2. Biologie-santé

L'existence sur le plateau de Saclay d'un **pôle de recherche d'envergure internationale** orienté vers la biologie dans ses aspects fondamentaux, la santé, l'alimentation et les biotechnologies se justifie pleinement par le nombre et l'excellence des équipes déjà présentes sur le site (3600 permanents), ainsi que par celles devant le rejoindre. De nombreuses équipes de recherche fondamentale abordent des domaines à **fort potentiel d'application comme les maladies neurodégénératives, l'infectiologie, l'oncologie**. Une grande expérience de valorisation existe (Taxotère, dépistage du prion, ciblage des médicaments) et la présence du pôle de compétitivité mondial Medicen et de grandes sociétés sur le site (Danone, Kraft) ou à proximité immédiate (Ipsen, GSK) constitue un avantage certain, pour capitaliser l'effort de valorisation et les retombées socioéconomiques.

2.1 Enjeux scientifiques

Une meilleure appréhension des enjeux sociétaux des pôles Biologie-Santé et Alimentation requiert une connaissance approfondie des mécanismes biologiques mis en jeu. **Le rapprochement des activités implantées sur les trois zones Gif/Orsay/Saclay** en partenariat de plus en plus étroit dans le futur avec le pôle bio-médicale de l'UVSQ sur St Quentin en Yvelines¹⁰, est une occasion unique de réorganiser le socle de recherche fondamentale sur les bases moléculaires et cellulaires du vivant pour accroître les synergies, la masse critique et l'attractivité des instituts du futur campus. Il doit aussi être l'occasion de faire un véritable saut en matière de changements d'échelle, du moléculaire aux individus et communautés au sein de l'écosystème. **Des opérations importantes de restructuration ont été mises en œuvre qui ont fait apparaître les axes de recherche suivants :**

❖ Biologie fonctionnelle et structurale

Exploration fonctionnelle du vivant : La détermination des grandes fonctions cellulaires et leur étude évolutive comparée constituent un enjeu majeur pour la compréhension du vivant et pour aborder les problèmes de santé. L'exploration fonctionnelle du vivant fait appel à l'intégration d'une variété d'approches, telles que la génétique moléculaire, la biologie intégrative, la biologie cellulaire, la biochimie auxquelles viennent s'ajouter de nouvelles technologies en pleine évolution. C'est le cas en particulier du séquençage à très haut débit qui permet des approches novatrices notamment en génomique fonctionnelle et bioinformatique. La compréhension du vivant nécessite également la caractérisation des processus biologiques et l'identification du mode d'action des machineries moléculaires et subcellulaires. Outre les approches qui permettent d'identifier les acteurs de ces processus et de caractériser l'architecture des complexes, le développement de nouvelles méthodologies telles que l'imagerie de molécules uniques permet de révéler leur dynamique d'assemblage et leur fonctionnement dans le contexte cellulaire. Ces différentes approches seront menées sur des problématiques à la fois fondamentales et finalisées ; on peut notamment citer l'expression des gènes au sens large, les circuits de régulation, la dynamique et la

¹⁰ dont la construction des nouveaux bâtiments commencera en 2010 avec des financements assurés par ailleurs.

stabilité des génomes, le contrôle de programmes cellulaires, le trafic et la signalisation cellulaires, la coordination de voies métaboliques, la dynamique évolutive de réseaux, les limites de la vie en conditions extrêmes. Ces recherches ont des implications dans la compréhension de pathologies diverses, notamment cancer, infections virales et bactériennes ou maladies du vieillissement. Elles ont également un fort potentiel d'applications, notamment en biotechnologies ou pour la recherche de nouvelles cibles thérapeutiques.

Biologie structurale : Le défi majeur de la biologie structurale moderne est de construire des modèles biologiquement pertinents des assemblages complexes qui régissent les grandes fonctions cellulaires. Cette démarche nécessite l'intégration d'informations globales décrivant la forme et la structure des macromolécules biologiques à haute (cristallographie, RMN) et moyenne/basse (microscopie électronique, SAXS, AFM...) résolution, couplées à des informations à très haute résolution issues des spectroscopies structurales (RPE, Raman, infrarouge). L'ensemble de ces données, combinées à des mesures dynamiques, biochimiques et thermodynamiques, et incorporant des informations issues des méthodes émergentes de l'imagerie optique à super-résolution, de la spectrométrie de masse et des développements récents de la bioinformatique structurale et de la modélisation moléculaire, permettra de décrire et comprendre les mécanismes du vivant, depuis l'échelle des sites actifs jusqu'à celle de la cellule. Ce pôle de biologie structurale intégrative, au-delà de ses thématiques scientifiques propres (bioénergétique, stress, signalisation, assemblages macromoléculaires...) aura vocation à interagir étroitement avec les équipes du synchrotron soleil et le pôle d'exploration fonctionnelle du vivant, et constituera une plate-forme unique pour l'exploration structurale du vivant d'abord pour les équipes du campus mais aussi aux niveaux régional et national.

❖ Diversité et évolution du vivant

La biodiversité est devenue une préoccupation sociétale majeure dans la mesure où sa dégradation aura des impacts dans les domaines de l'environnement, de la santé, ou de l'agriculture *via* notamment les modifications des aires de répartitions des espèces, la modification des assemblages d'espèces et leur recomposition, les migrations, les invasions biologiques, l'émergence de virus auxquels les espèces n'ont jamais été confrontés, et plus généralement la perturbation ou la réduction des services écologiques qu'elle assure... La biodiversité ne se limite pas à sa dimension spécifique, mais doit intégrer les niveaux allant de la molécule à l'écosystème. Il est donc essentiel de mieux comprendre les origines de la diversité du vivant à travers le processus d'évolution, le rôle de la diversité du vivant dans le fonctionnement des écosystèmes, enfin la dynamique de la biodiversité, notamment sous la pression des changements globaux.

À partir des compétences rassemblées autour de l'Université Paris Sud 11, du CNRS de Gif/Yvette, de l'IRD, et des institutions partenaires (INRA, AgroParisTech...), il existe une opportunité unique de construire un ensemble qui puisse aborder la biodiversité dans toutes ces dimensions de la séquences à l'écosystème, et ceci dans tous les domaines du vivant, ce qu'aucun partenaire n'est en mesure de proposer seul.

❖ Biologie végétale

L'un des enjeux majeurs des recherches en biologie végétale, en amont d'objectifs plus finalisés dans les domaines de l'agronomie et de l'alimentation, est d'offrir une vision intégrée du développement et de la physiologie des plantes, qui prenne en compte non seulement les processus moléculaires et cellulaires, jusqu'aux organes et à la plante entière, mais aussi les interactions avec l'environnement à tous les niveaux d'organisation, jusqu'aux aspects adaptatifs et évolutifs. Le réseau PLANTnet PARIS regroupe la plupart des acteurs franciliens de recherche et d'enseignement supérieur en biologie végétale. Le projet scientifique fédérateur est centré sur les interrelations complexes entre développement, physiologie et adaptation au milieu dans le fonctionnement des plantes supérieures. Les activités de recherche s'organisent autour de cinq axes thématiques : Plasticité et régulation des génomes végétaux, Développement, évolution et biologie cellulaire, Physiologie végétale et métabolisme, Adaptation des plantes aux facteurs de l'environnement biotique et abiotique, Biotechnologies végétales et productions agricoles durables. Les objectifs du réseau PLANTnet PARIS sont de favoriser les approches pluridisciplinaires et intégratives, d'optimiser le dispositif de recherche et d'enseignement, d'ouvrir les partenariats socio-économiques, et d'œuvrer pour une meilleure lisibilité du site à l'échelle française et européenne. La richesse du réseau repose sur la variété des compétences et des disciplines mises en œuvre (de la biologie moléculaire et cellulaire à l'écologie, en passant par la génétique et l'agronomie), le va-et-vient entre plantes modèles et plantes d'intérêt agronomique, et la richesse des infrastructures mutualisées (imagerie, génomique structurale et fonctionnelle, chimie du végétal, installations de phénotypage).

❖ Neurosciences

Comprendre le fonctionnement du cerveau, les fondements de l'intelligence, les bases neurales des grandes fonctions cognitives, des comportements et des pathologies connexes, et soigner les maladies du cerveau représentent un des grands défis de la science du 21^e siècle, du point de vue de la connaissance, de la technologie, de l'éducation et de la santé. Les neurosciences constituent un pôle fort de recherche en Biologie/Santé menées par des équipes reconnues internationalement. Les recherches possèdent une forte originalité et sont organisées selon trois projets principaux :

- **Les neurosciences cognitives et computationnelles** appliquées à l'étude du code neural, à la modélisation des fonctions neurales et à l'implémentation de bases de données neuroinformatiques.
- **Les neurosciences intégratives**, comprenant la biologie cellulaire du neurone, la physiologie des réseaux neuronaux, la neuropharmacologie, la plasticité cérébrale et le décryptage des bases neurales des grandes fonctions cérébrales et des comportements individuels et sociaux.
- **La neurobiologie du développement** incluant la morphogénèse, la régionalisation et la différenciation du système nerveux, son évolution, sa régénération, la biologie des cellules souches neurales.

Ces recherches ont naturellement des applications nombreuses à la physiopathologie des maladies neurodégénératives neurologiques et psychiatriques (maladie d'Alzheimer, de Parkinson, Chorée de Huntington, accidents vasculaires cérébraux, épilepsie, troubles du développement, retard mentaux, autisme, schizophrénie, etc.), à la neuroprothétique et dans le développement de recherches à visée thérapeutique. Il s'agit de relever le défi d'appliquer simultanément les méthodes d'analyses expérimentales et théoriques à différentes échelles d'organisation et de complexité du cerveau.

❖ **Innovation thérapeutique : médicaments et physiopathologie humaine**

Relever les défis de santé du futur identifiés dans la SNRI implique une continuité étroite des recherches fondamentale et clinique associée avec une forte compétence en innovation thérapeutique. Comprendre les mécanismes moléculaires responsables des pathologies (cancers, maladies infectieuses, physiologiques...) constitue ainsi un axe pérenne dans ce domaine. Induire une encore plus grande spécificité aux nouveaux médicaments permettant de combattre ces pathologies nécessite désormais d'associer la très grande diversité moléculaire des substances naturelles aux chimies de synthèse et pharmaceutique et à la modélisation des interactions ligand-cible. Ces approches rejoignent certaines de celles de la biologie structurale. La prédiction *in silico* des propriétés physico-chimiques des molécules pour anticiper leurs comportements pharmacocinétiques et toxicologiques est clairement un enjeu majeur dans ce cadre. Enfin, le ciblage précis de ces composés passe souvent maintenant par la conception de suspensions nanoparticulaires. Ces nanomédicaments permettent alors d'accroître fortement l'efficacité thérapeutique de nombreux composés. La conception de nanovecteurs originaux de médicaments des équipes du plateau de Saclay bénéficiera de compétences dans les domaines de la physique et de la physico-chimie pour la caractérisation des objets à l'échelle moléculaire et supra-moléculaire (relations avec SOLEIL et Nano-Innov), et la chimie pour la synthèse de nouveaux biomatériaux. Enfin, le domaine des biothérapies est en progression rapide. Il repose sur l'administration de « cellules-médicaments », comme les cellules souches ou les lymphocytes anti-tumoraux, et de macromolécules issues du vivant. Les vaccinations et le remplacement de tissus ou d'organes y sont associés. Ces recherches intègrent un secteur de transfert vers le milieu hospitalier avec lequel les équipes de recherche du périmètre sont fortement associées (Bicêtre, Villejuif, Clamart).

❖ **Axe transversaux**

Biologie cellulaire

La Biologie cellulaire (et les méthodologies d'imagerie qui lui sont associées) représente une composante essentielle de la recherche dans le grand domaine biologie-santé. Elle permet d'appréhender les éléments de construction intervenant dans la forme, la structure et la composition de la matière vivante, et leurs altérations lors de processus pathologiques. Les défis actuels sont de corrélérer et d'intégrer différents niveaux d'observation et de résolution pour aboutir à la reconstruction spatiale et temporelle des dynamiques du vivant, de la molécule unique à l'organisme entier. Les approches de biologie cellulaire et les thématiques de recherche associées ont des applications dans tous les domaines du vivant, du biomédical (cancer ou maladies dégénératives, pathologies du système immunitaire) à l'agroalimentaire, en passant par l'industrie du médicament ou des cosmétiques.

Bioinformatique

La bioinformatique est une discipline qui traverse et traversera durablement toutes les disciplines de la biologie. La recherche médicale et pharmaceutique repose de façon de plus en plus lourde sur les données de biologie à haut débit. C'est le cas des recherches sur le cancer, les maladies infectieuses, l'obésité, le vieillissement, les multi-résistances aux antibiotiques, les cibles médicamenteuses, etc. C'est également vrai pour la recherche agronomique et pour toutes les recherches fondamentales en sciences de la vie. Comprendre les assemblages de gènes, de protéines, d'espèces et leur fonctionnement nécessite le traitement de masse de données et la mise en place de grappes de base de données afin de réellement pouvoir aborder la biologie des systèmes et une biologie de synthèse basée ou inspirée du vivant.

Biologie des systèmes et biologie synthétique

Les grands enjeux de ce siècle relevant des sciences du vivant exigent une compréhension et une maîtrise de systèmes très complexes, où les interactions entre d'innombrables composants jouent un rôle essentiel à tous les niveaux d'organisation du vivant. La compréhension du fonctionnement de tous ces systèmes impose une approche pluridisciplinaire, rassemblant des compétences allant de la biologie aux mathématiques. Les équipes des établissements plateau de Saclay par leur excellence dans les sciences « dures », son large éventail de laboratoires et de plateformes, est idéalement placée pour structurer une recherche transversale sur les systèmes biologiques à toutes les échelles, apportant ainsi aux sciences biologiques du Grand Campus une très forte plus-value.

2.2 Volet pédagogique

❖ Pertinence de la formation

L'évolution des Masters et des Écoles doctorales de l'Université Paris-Sud 11 rattachés au pôle Biologie-Santé doit s'inscrire dans une politique pédagogique de niveau national et international. La complémentarité de l'offre de formation déjà réalisée au sein des Master Biologie-Santé et Médicaments-Santé avec l'ENS Cachan, l'École Polytechnique, AgroParisTech, l'INSTN, l'UVSQ .., et des Écoles doctorales, doit se poursuivre par la mise en place d'une véritable synergie entre les partenaires, y compris les organismes de recherche. Les formations concernées par cette évolution regroupent à ce jour respectivement 950 étudiants en M1, 600 en M2 et 900 en thèse.

❖ Originalité de la formation et adossement à la recherche

L'offre proposée s'attachera à pérenniser les liens entre le fondamental et l'appliqué (médical, agriculture, environnement), sur la base d'un adossement à une recherche de pointe. Cette continuité de la formation, associée à un savoir-faire et une volonté d'innovation, rendra cette structuration particulièrement efficace pour l'insertion des étudiants dans les centres de recherches et des grands groupes de l'industrie. Outre une concentration exceptionnelle de biologistes, mais aussi chimistes, physiciens, informaticiens, mathématiciens..., un des atouts majeur de la formation transdisciplinaire proposée sera de disposer d'un environnement unique (Soleil, Neurospin...) et de plates-formes de très haute technologie permettant un apprentissage théorique et méthodologique pluridisciplinaire au plus haut niveau. Cet ensemble, unique en France, proposera donc des formations académiques et appliquées, constamment liées aux évolutions les plus récentes des laboratoires de recherche associés.

❖ Architecture pédagogique de la formation

L'enseignement de Biologie s'articulera autour d'une mention de Master *Biologie-Médicament-Santé* comprenant une vingtaine de spécialités. Le M1 demeurera généraliste, constitué d'un socle commun d'UE transversales recouvrant les divers domaines de la biologie (*i.e.* des systèmes biologiques de l'information génétique à la structuration du vivant), et du médicament et de la santé (*i.e.* Innovation thérapeutique : médicaments et physiopathologie humaine). La spécialisation se fera en M2 dans les domaines définis par les grands axes de recherche. Ce Master inclura des spécialités «recherche» et «professionnelle» avec de nombreuses possibilités de stages permettant de renforcer des liens étroits avec les très nombreux laboratoires de l'université et extérieurs à l'université, et les centres industriels franciliens. La finalisation de la formation à la recherche par la recherche, s'effectuera au sein des Ecoles Doctorales thématiques ou transversales très directement adossées aux activités des unités de recherche du campus d'Orsay, de Châtenay et de la faculté de Médecine, ainsi qu'à celles du CNRS de Gif/Yvette, du CEA de Saclay, de l'INRA de Jouy-en-Josas et de Versailles, de la faculté bio-médicale PIFO de l'UVSQ.

❖ Positionnement de cette formation dans le cadre régional, national et international

La structuration du pôle sud francilien du campus Saclay, incluant les UFR des Sciences, de pharmacie et de Médecine, permettra de positionner la recherche académique dans les domaines *Biologie-Médicament-Santé* au plus haut niveau français et européen, à proximité du secteur industriel. Le renforcement et le développement de programmes d'échanges internationaux déjà existants [Erasmus Mundus, Marie Curie 7^e PCRD, *Thematic Network for Advanced Research in Neurosciences*, Master délocalisé au Vietnam, voire la mise en place d'un Master Européen), permettra l'émergence de nouvelles relations avec les Universités étrangères et la genèse de réseaux d'excellence.

❖ Articulation avec d'autres formations

Des articulations avec d'autres masters existent déjà et/ou doivent être développées et renforcées. Il s'agit en particulier du master de Bioinformatique et de Biostatistiques qui forme des étudiants ayant de grandes compétences dans des domaines liés à l'acquisition, la gestion et l'analyse des données de séquençage haut débit, mais également dans le domaine de la modélisation et de la biologie des systèmes. D'autres interfaces importantes existent et doivent être développées : nous pensons en particulier à l'interface physique-biologie ainsi qu'à celle relative à l'environnement. Les liens avec la chimie, la pharmacie, le droit seront à renforcer.

2.3 Impact sur l'organisation

L'ensemble des forces présentées dans le volet scientifique doivent conduire à des regroupements qui peuvent prétendre à devenir des laboratoires d'excellence. Les **cinq regroupements** envisagés doivent conduire à la création de grandes structures fédératives. Tout d'abord, un **Institut de Biologie fonctionnelle et structurale** regroupera les thèmes *Exploration fonctionnelle du vivant* et *Biologie structurale* fédérant 800 personnes (statutaires ou non) issues de P11, Gif/Yvette et du CEA. Un deuxième pôle regroupant environ 350 personnes sera constitué par un **Institut des**

neurosciences. Un **Institut de recherche sur le Médicament et l'Innovation Thérapeutique (IRMIT)**, élaboré en collaboration entre Châtenay-Malabry, l'ENS Cachan et le CEA regroupera environ 800 personnes. L'écologie et l'évolution du vivant déjà rassemblés au sein d'une fédération de recherche de 270 personnes (**IDEV**) sera un pôle unique en région parisienne. Enfin, la biologie végétale, à travers le **réseau PLANTnet PARIS** est également un domaine qui ne peut être développé que dans le sud francilien en raison du regroupement de toutes les équipes d'excellence dans ce domaine, à savoir environ 700 personnes au sein du périmètre du plan campus, À ces 5 structures fédératives, il faut ajouter **3 axes transversaux** : la biologie cellulaire, la bioinformatique et la biologie systémique et synthétique.

Pour répondre avec efficacité aux exigences d'une recherche compétitive alliant tous les domaines de la biologie et valorisant leurs interfaces avec les autres disciplines, il s'agira de **consolider et de développer les pôles d'expertises méthodologiques** existants dans les domaines majeurs de l'étude du vivant pour donner aux équipes académiques et industrielles du site l'accès à un vaste ensemble de méthodologies avancées. Parmi les dispositifs existants sur le site Gif-Orsay, on peut citer trois exemples : i) la plate-forme intégrée IMAGIF (Imageries du vivant, de la molécule à l'organisme, www.imagif.cnrs.fr), reconnue comme l'une des infrastructures du Campus du plateau de Saclay, qui regroupe autour d'un guichet unique 17 plates-formes de biologie cellulaire, de génomique fonctionnelle, de biologie structurale, de protéomique et de chimie-pharmacologie, ii) la plate-forme "Analyse des protéines et des macromolécules" qui met à la disposition des chercheurs et des industriels un ensemble d'outils pour l'identification et l'analyse des protéines, et iii) la plate-forme Métabolisme–Métabolome qui offre des compétences dans le domaine de l'analyse métabolique par des méthodes métabolomiques ou isotopiques. Des regroupements de plates-formes d'imagerie, de protéomique, de génomique fonctionnelle, de chimie métabolique et de phénotypage existent également sur le site de Châtenay et sur les sites INRA de Jouy et de Versailles. L'amélioration de moyens de confinement répondant aux besoins de la recherche (animaleries, serres et moyens de culture des plantes, production de microorganismes pathogènes) devra être partie intégrante du projet. Enfin, des plates-formes de bioinformatique, à l'image d'« eBIO » à Orsay, permettront de répondre de manière intégrée et ambitieuse à l'ensemble des besoins générés par le développement des méthodologies à haut débit (séquençage, transcriptomique, imagerie 4D).

Ce dispositif, au-delà de la création de synergie, permettra également de mieux valoriser les acquis de la recherche. Si ce savoir-faire existe déjà, le regroupement au sein des 5 grands pôles renforcera le transfert de connaissance. Actuellement, les différents partenaires ont déjà ce savoir-faire à travers de contrats avec l'industrie nationale et internationale (Groupe Biomérieux, SAGEP, EDF, ADEME, GEOMAR, SOREDAB, CEERAM, Luminex Corporation, ...), des projets de start-up dans le domaine de l'infectiologie. Les activités et les innovations technologiques développées dans les différents pôles permettront également de fournir des prestations de la plus haute qualité dans les domaines du médicament, de la biotechnologie « verte », du diagnostics des maladies. Plusieurs laboratoires (CEA, Châtenay) ont déjà permis de faire des avancées significatives.

En conclusion, la construction proposée est une architecture unique, qui est bien plus qu'une simple addition de compétences. Elle correspond à une recomposition complète du paysage de la biologie dans le sud francilien, non seulement par une structuration *trans-tutelles* mais également

trans-disciplinaires, ce qu'aucun partenaire n'est en mesure de proposer seul. La concentration de scientifiques, d'équipements lourds (Synchrotron Soleil, Neurospin) et de plates-formes de haute technologie permettant l'étude du fonctionnement du monde vivant par des méthodologies pluridisciplinaires feront du plateau de Saclay un site attractif unique en France sur le plan de la recherche académique et ouvert au monde industriel. La proximité du site d'Evry est, pour les questions liées à la génomique, un atout complémentaire.

2.4 Description l'opération pour le pôle Biologie – Santé UPS-11

Dans le cadre de l'opération campus, l'Université Paris-Sud 11 a la maîtrise d'ouvrage de la construction d'un ensemble sur le plateau de Saclay, lisible au niveau international, dans le domaine « Biologie-Santé ». La surface SHON associée au projet est de 110 000 mètre carrés (voir tableau ci-dessous) et le coût total de l'opération est de 368 millions d'€¹¹. La réalisation du projet immobilier se fera naturellement autour des 5 axes structurants définis dans la partie scientifique en intégrant les plateformes relocalisées dans ce pôle.

Le calendrier est le suivant : mai 2010 signature des marchés d'assistance à personne publique, fin du dialogue compétitif en avril 2012, début des travaux fin 2012.

Cet ensemble regroupera près de 1500 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents. L'Université Paris-Sud 11 bénéficie d'une position exceptionnelle pour développer les synergies transdisciplinaires entre le domaine biologie-santé et ses autres disciplines scientifiques. L'autre atout majeur de l'Université Paris-Sud est le continuum entre recherche fondamentale, recherche translationnelle, recherche clinique et recherche en santé publique, permettant d'adosser le pôle biologie-santé de Saclay à ses structures hospitalo-universitaires reconnues et associées à des unités INSERM de très haut niveau (Kremlin-Bicêtre, Paul Brousse, Institut Gustave Roussy, Antoine Béclère, Marie Lannelongue), ou à celles de l'UVSQ (Ambroise Paré, Raymond Poincaré).

Surfaces et effectifs

Recherche	67 000 m ²
Enseignement	28 000 m ²
Administration, locaux techniques, bibliothèque	15 000 m ²
Total	110 000 m²

Enseignants chercheurs	1534
Doctorants, stagiaires, post-doc	480
Etudiants	3524
Personnel administratif	180
Effectif total	5718

¹¹ La première vague de travaux financée sur le plan campus représente une capacité d'investissement de 212 M€.

3. Economie – Gestion

L'arrivée sur le plateau de Saclay du CREST et de l'ENSAE¹² donnera un nouvel élan à la dynamique scientifique du campus dans de nombreux champs : économie, sociologie, finance, assurance, sciences de gestion, statistique et analyse de l'information. Elle s'inscrit dans un projet scientifique original, intégrateur et ouvert à l'ensemble des acteurs du plateau. Ce projet combine l'expertise de l'ENSAE en matière d'économie, de statistique, et de sociologie quantitative, et celle des autres acteurs en sociologie et économie-gestion, (notamment l'école Polytechnique, HEC Paris, l'ENS Cachan, L'université Paris-Sud 11, l'université Versailles Saint Quentin), mathématiques et la demande de secteurs variés (énergie, environnement, agroalimentaire, biologie santé etc.). Le projet comportera une plateforme d'analyse quantitative, avec notamment un centre d'accès aux données pour la communauté scientifique internationale, physiquement localisé sur le plateau. Il devrait également se traduire par la soumission, à l'automne, de projets de laboratoires d'excellence dans le domaine des sciences de la décision et dans celui des sciences sociales. Des discussions approfondies ont lieu pour renforcer les nombreuses coopérations existantes (en créant par exemple une école doctorale en économie commune avec l'École polytechnique) et initier de nouvelles collaborations dans les domaines de la sociologie (notamment avec le laboratoire PRINTEMPS de l'UVSQ,) , de la statistique, de la finance et du marketing. Les acteurs souhaitent ainsi construire ensemble le premier **centre d'économie et de sciences sociales quantitatives de France**.

3.1 Enjeux scientifiques

Dans chacune des disciplines de l'ENSAE, de nombreuses collaborations existent déjà avec les acteurs présents sur le campus. Les liens sont particulièrement anciens et étroits avec l'École polytechnique, HEC et d'autres établissements du plateau. Ainsi HEC, le CNRS, l'X et l'ENSAE ont créé en 2007 le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) « Sciences de la décision ». Ce GIS a financé de nombreux séminaires, thèses, conférences, bourses postdoctorales, que ce soit en finance, en statistique ou en théorie des jeux. HEC et l'ENSAE ont aussi créé un double diplôme qui permet à leurs étudiants d'allier des compétences statistiques et managériales.

❖ Économie, finance et assurance, gestion

L'évaluation des politiques publiques est un sujet qui connaît un fort développement, en particulier de la part des pouvoirs publics. Une demande d'évaluation similaire apparaît également du côté des entreprises, en matière de gestion et de ressources humaines. L'arrivée du pôle « évaluation » de l'ENSAE permettra de renforcer les liens entre les économistes du campus (ceux de l'ENSAE, qui ont

¹² *Le Centre de Recherche en Économie et Statistique (CREST) et l'École Nationale de la Statistique et de l'Administration Économique (ENSAE ParisTech) sont deux unités fortement imbriquées. Les deux entités sont désignées ci-après par le seul sigle « ENSAE ParisTech », ou simplement « ENSAE ».*

déjà des liens privilégiés, et de nouvelles équipes) et les administrations publiques¹³. De même des synergies fortes sont attendues avec les équipes du campus (AgroParisTech, ENS Cachan, ENSAE, HEC, Paris-Sud 11 ...). Pour ne citer qu'un exemple, le regroupement de ces établissements permettra des interactions fertiles entre les sciences de la décision appliquées et les sciences de la décision théoriques (notamment théorie des jeux et des choix collectifs), domaines dans lesquels l'ENSAE, l'École polytechnique et HEC ont des chercheurs du plus haut niveau mondial.

Un autre domaine de prédilection est celui de la **politique de concurrence** et des **politiques publiques sectorielles**, qu'il s'agisse d'environnement, d'agro alimentaire, d'énergie, de télécommunications, de transports, etc. Ces thèmes sont au cœur des préoccupations de nombreux établissements (École Polytechnique, HEC, CEA, INRA, AgroParisTech, ENSAE) et des collaborations existent déjà¹⁴. Dans tous ces domaines, les enseignants-chercheurs de l'ENSAE apporteront une expertise et une approche complémentaire de celles des acteurs présents ou à venir sur le plateau.

La venue de l'ENSAE permettra également de renforcer des liens avec HEC et de développer en particulier des recherches en **marketing quantitatif**, discipline qui allie marketing et outils économétriques. C'est un thème qui intéresse de nombreuses entreprises qui cherchent à exploiter au mieux les nombreuses données qu'elles collectent (mesure des élasticités-prix, impact des campagnes de publicité, exploitation des données-clients etc.) et qui devient de plus en plus important outre Atlantique.

Enfin, l'équipe de **finance** et d'**actuariat** de l'ENSAE, qui dispose d'une expertise unique pour l'évaluation du risque, aura de multiples possibilités d'interactions avec les chercheurs du campus. Aux confluent des probabilités appliquées, de la statistique et de l'économie, la recherche en finance/actuariat de l'ENSAE se retrouvera en effet au cœur d'un réseau dense d'interlocuteurs. Les interlocuteurs naturels seront les spécialistes de finance mathématique de l'École polytechnique, les chercheurs d'HEC et de l'École polytechnique spécialistes de risque, d'assurance, et de finance d'entreprise, ainsi que les statisticiens de tous horizons.

❖ Sociologie

S'agissant de **sociologie** et de **sciences sociales**, on entrevoit des synergies importantes dans le couplage quantitatif-qualitatif. Si les techniques quantitatives apportent beaucoup en sociologie, leur usage exclusif est insuffisant à la connaissance du monde social. Leurs résultats doivent être confrontés à ceux d'analyses qualitatives. Ces dernières sont nécessaires pour préciser la véritable signification des chiffres. Elles montrent aussi comment ce qui a pu être quantifié s'insère dans une réalité sociale ou humaine plus vaste.

Ainsi, un dialogue entre les sociologues qualitatifs et les sociologues de la quantification présents sur le plateau enrichira la critique des mesures et des analyses statistiques par des analyses complémentaires qualitatives et permettra à ces dernières de produire des résultats qui ne soient pas entachés d'artefacts liés aux choix méthodologiques. Un centre de sociologie de la quantification pourrait animer cette réflexion sur le plateau de Saclay. Une réflexion identique sur cette synergie

¹³ C'est aussi une demande forte de l'INSEE, de la Direction générale du Trésor et des Services Statistiques Ministériels de conserver un contact étroit avec la recherche en évaluation.

¹⁴ Par exemple des chercheurs du laboratoire INRA ALISS sont impliqués dans l'organisation du séminaire d'économie industrielle avec l'ENSAE et l'École polytechnique.

entre approches quantitatives et qualitatives prévaut dans la recherche en gestion telle que HEC la conçoit.

❖ Statistique

Les collaborations existantes seront renforcées, de nouvelles se feront jour¹⁵. Dans tous les domaines au cœur du projet de l'ENSAE (sciences économiques et sociales, finance et assurance, marketing), mais aussi dans d'autres champs qui intéressent les acteurs du plateau (biostatistique, bioinformatique, vision et apprentissage, etc.), l'analyse statistique de données de grande dimension représente un enjeu crucial. L'expertise développée par l'ENSAE dans ce domaine sera un apport majeur et une source d'échanges importants avec de nombreux partenaires dans des domaines variés¹⁶. Le nombre élevé d'étudiants issus des établissements du campus qui suivent d'ores et déjà les cours de niveau avancé organisés par l'ENSAE démontre que la demande d'expertise en matière de techniques statistiques numériques est forte sur le plateau. *La présence sur le plateau d'économètres et de statisticiens de très haut niveau permettra d'asseoir la position forte de l'ENSAE en statistique-économétrie (2^{ème} en Europe continentale au classement Baltagi dans *Econometric Theory*¹⁷).*

3.2 Des projets ambitieux

❖ Plateforme d'analyse quantitative

Il s'agit de faciliter l'accès de l'ensemble des chercheurs en SHS, en économie, finance et gestion, aux diverses méthodes et techniques d'analyse quantitative. Les développements scientifiques et technologiques actuels multiplient les possibilités dans ce domaine, mais risquent aussi d'aboutir à une segmentation dommageable. Nombre de chercheurs renoncent, faute de les maîtriser, à l'emploi des méthodes quantitatives qui seraient adaptées à leur objet de recherche. Il y a un risque symétrique de voir mener des travaux se signalant plus par leur virtuosité technique que par l'adéquation des méthodes à l'objet.

La plateforme vise à rassembler une large part des outils et des connaissances en analyse quantitative pour permettre au plus grand nombre de chercheurs de choisir et d'appliquer les méthodes les plus pertinentes. Certaines de ses composantes sont déjà opérationnelles, et ont vocation à se développer, alors que d'autres sont à l'état de projet. Dans tous les cas, les projets seront menés en harmonie scientifique et en dialogue avec les instances et partenaires concernés (Réseau Quételet, Comité de concertation pour les données en sciences humaines et sociales, etc.).

¹⁵ Les interactions existantes et potentielles de l'équipe de statistiques de l'ENSAE avec les acteurs du plateau sont nombreuses : présence actuelle ou passée dans les équipes d'enseignement de l'École polytechnique, lien fort avec le CMAP, y compris le séminaire commun prévu dans le cadre de la chaire junior du GIS de P. Alquier, collaborations avec l'équipe de statistique de l'Université d'Orsay, l'INRIA Futurs, l'INRA de Jouy, l'ENS Cachan, le département d'économétrie de HEC, le département signal de Supélec, et, lors de leur installation le département signal-image de Telecom ParisTech et le département de statistique d'Agro.

¹⁶ Exemples de problématiques faisant intervenir des bases de données de grande dimension. En marketing: prévision des comportements des clients, systèmes de recommandation ou de notation. En finance: répliation de portefeuilles. En bioinformatique: traitement statistique des données d'expression de gènes.

¹⁷ Baltagi, Badi H., « Worldwide Econometrics Rankings: 1989-2005 » *Econometric Theory*, 2007, Vol. 23 (October), pp. 952-1012

La mutualisation de la plateforme entre les SHS et l'économie-finance-gestion facilitera les transferts de connaissances et de technologies entre disciplines.

❖ **Le centre d'accès sécurisé distant (CASD)**

L'accès des chercheurs en sciences sociales à des données statistiques détaillées est un enjeu scientifique majeur. C'est particulièrement vrai pour les données produites par le système statistique public. De nombreuses publications récentes de chercheurs français dans les journaux les plus prestigieux s'appuient sur ce type de données. Les chercheurs ont besoin d'accéder à des données les plus fines possibles, souvent au niveau des individus ou des ménages, et de pouvoir appairer des données issues de sources différentes.

Pour garantir la qualité de l'information recueillie, les données sont protégées et ne peuvent pas être largement diffusées, en particulier lorsqu'elles permettent d'identifier les individus concernés. Ce principe de protection des données entre en conflit avec leur utilisation par le plus grand nombre de chercheurs. Pour résoudre ce problème, certains pays ont mis en place des centres d'accès sécurisé sous forme de locaux isolés où les chercheurs se rendent physiquement. Pour protéger la confidentialité des données, les chercheurs ne peuvent récupérer, après vérification par des opérateurs, que des tableaux suffisamment agrégés respectant le secret statistique.

Grâce aux technologies de la communication, le même principe a récemment été mis en œuvre de manière dématérialisée. Il s'agit de permettre au chercheur de travailler à distance sur les données avec un haut niveau de confort scientifique et technique tout en garantissant qu'aucune donnée ne puisse être récupérée sans avoir été vérifiée par un opérateur. C'est ainsi que l'ENSAE et l'INSEE ont créé en 2010 un **centre d'accès sécurisé distant (CASD)** qui permet, grâce à une solution technologique originale, d'ouvrir à la communauté scientifique l'accès le plus large possible à des données détaillées et confidentielles, de manière totalement sécurisée. Le CASD assure également la documentation des données, une formation des chercheurs à l'environnement juridique, et une restitution aux producteurs des données des travaux des chercheurs leur permettant *in fine* d'améliorer la qualité de la collecte. Surtout, il propose un environnement informatique de haut niveau en termes de puissance de calcul, de logiciels disponibles et de sécurité.

Le projet est aujourd'hui dans sa phase de montée en charge. Le CASD ne peut accueillir pour l'instant qu'une trentaine de projets de recherche, menés en France (Amiens, Lyon, Marseille, Dijon, Paris, etc.) et à l'étranger (Londres).¹⁸ Cependant, la demande d'accès aux données du système statistique public est bien supérieure à ce que le CASD, dans son dimensionnement actuel, peut offrir. Accroître de 30 à 200 le nombre de projets de recherche accueillis par le CASD porterait le coût de gestion 200k€ à 1M€ par an. A ce jour, les solutions pérennes de financement du CASD ne sont pas arrêtées.

Ainsi, l'arrivée de l'ENSAE ParisTech sur le campus de Saclay s'accompagnera de celle d'un équipement stratégique pour l'économie, le marketing et les sciences sociales. Elle devra permettre le développement de cet équipement au bénéfice de la communauté scientifique dans son ensemble.

¹⁸ Les moyens alloués au centre consistent en un statisticien et un informaticien à mi-temps, en plus d'un chef de projet statisticien et chercheur qui consacre un jour par semaine à ce projet. Le coût de gestion des trente projets a été estimé à environ 300K€par an.

Enfin, le caractère dématérialisé de ce projet ne doit pas occulter les fortes synergies pour les chercheurs liées à la proximité physique avec les producteurs des données (personnels de l'INSEE en poste sur le plateau). Cette proximité facilite la connaissance intime des sources disponibles et le développement d'une « culture des données », qui rend possible des travaux empiriques innovants. Ainsi, la présence physique des données sera un atout pour la communauté des chercheurs en sciences humaines et sociales du campus de Saclay.

❖ **Un centre d'enquêtes**

En dépit des progrès dans l'accès aux sources administratives et dans leur traitement, l'enquête directe reste un outil clé dans nombre de domaines des SHS, soit parce que les phénomènes étudiés ne sont pas enregistrés dans les fichiers d'administration ou de gestion, soit parce qu'ils le sont sous une forme non pertinente pour une exploitation scientifique. Le service statistique public a de moins en moins les moyens d'aborder de nouveaux domaines, ce qui confère au monde académique une nouvelle responsabilité. Or les universitaires ont rarement les moyens et la compétence pour réaliser des enquêtes et les services des instituts de sondages privés sont à la fois chers et qualitativement mal adaptés aux besoins de la recherche.

Le **centre d'enquêtes** sera dédié à la réalisation d'enquêtes par questionnaire auprès des personnes, des entreprises et des institutions. L'outil d'interrogation privilégié sera le téléphone, avec complément en vis-à-vis¹⁹. Le centre d'enquêtes proposera ses services à l'ensemble de la communauté scientifique (y compris des chercheurs étrangers ayant la France comme objet d'étude).

En complémentarité avec d'autres projets²⁰, il permettra de réaliser des enquêtes innovantes de petite ou moyenne dimension, représentatives. La gestion de l'anonymat devrait permettre, dans le cadre du CASD, la fusion des données recueillies avec des données issues de fichiers administratifs ou de gestion, démultipliant ainsi les usages possibles.

Le campus Paris-Sud rassemble des chercheurs capables de piloter et de gérer le centre et d'en faire un outil de recherche efficace, ainsi qu'un outil pédagogique exceptionnel pour les étudiants qui, au cours de leur cursus, pourront participer à toutes les phases de réalisation d'une enquête.

❖ **Laboratoire d'expérimentation**

Utilisées avec succès en psychologie et en économie comportementale, les méthodes expérimentales sont encore peu utilisées dans les sciences sociales. Pourtant des recherches pionnières, auxquelles participent plusieurs économistes de HEC et de Polytechnique, en montrent les potentialités. Les chercheurs en sociologie pourront bénéficier de l'expérience des économistes, psychologues, spécialistes de la décision et du marketing. Inversement, les sociologues peuvent aider à préciser les conditions permettant de transposer au monde réel les résultats obtenus en laboratoire. Les expériences comportementales se révèlent aussi d'utiles outils pédagogiques.

19 *Des partenariats avec des universités de province seront développés à cet effet.*

20 *Les projets PROGEDO, WebSHS et le centre d'enquête de Grenoble diffèrent du projet de centre d'enquête de Saclay par les champs couverts ou par les méthodologies choisies. (Avec WebSHS, il existe des perspectives de proposer un projet unifié.)*

Dans une configuration classique, un laboratoire d'économie expérimentale nécessite, pour l'essentiel, des compétences informatiques et une structure légère de gestion des pools de participants potentiels. Dans le cadre de la plateforme d'analyse quantitative, nous souhaitons mettre à la disposition de l'ensemble des chercheurs les données comportementales recueillies en laboratoire. La même structure sera en position d'héberger l'ensemble des observations faites dans les divers laboratoires français qui accepteront de rendre ainsi leurs résultats disponibles à tous, en toute sécurité²¹. La continuité avec les neurosciences et l'imagerie médicale, scientifiquement séduisante, pourra être assurée grâce à l'équipement NeuroSpin du CEA.

❖ Centre d'appui à l'analyse statistique

Les équipes de l'ENSAE viendront renforcer les chercheurs du campus qui pratiquent les méthodes avancées pour les SHS : analyse de réseaux, méthodes d'appariement optimal, méthodes d'imputation causale, analyse factorielle avancée, etc. Ces compétences sont complétées par celles des économètres, dont beaucoup d'avancées sont transférables en SHS.

Le centre d'appui permettra, à travers des conférences, des séminaires et surtout des projets en coopération, de diffuser ces connaissances sous une forme orientée vers leur application.

❖ Centre de calcul

L'évolution récente des disciplines concernées au premier chef par l'arrivée de l'ENSAE (SHS, économie, statistique, marketing) se caractérise par une explosion de la taille des données, et donc des besoins accrus en capacités de calcul. C'est en particulier le cas des analyses de réseaux sociaux, du suivi de cohortes en analyse multi-échelles ou de certaines techniques économétriques permettant une modélisation plus réaliste, mais ne se prêtant pas à des techniques d'estimation simples. C'est d'une manière générale le cas des recherches orientés vers l'analyse et la modélisation des systèmes complexes développés particulièrement au CREA de l'Ecole polytechnique, notamment par des méthodes de simulation. De tels systèmes complexes se rencontrent non seulement dans l'analyse des sociétés, mais aussi dans les sciences du vivant et de l'environnement, ce qui peut conduire à envisager l'installation d'une très forte puissance de calcul et sa mutualisation. Ceci faciliterait d'ailleurs certaines interactions, notamment entre sciences de l'environnement et sciences de la société.

La localisation exacte des moyens de calcul est à préciser. L'arrivée de l'ENSAE permettra, quelle que soit la localisation choisie, d'utiliser pleinement ces moyens.

3.3 Des projets innovants en matière d'enseignement

En 2009, les économistes de la Faculté Jean Monnet de Paris-Sud 11, de l'AgroParisTech, de l'ENSAE et l'Ecole Polytechnique ont signé un appel commun en faveur de la création commune d'une « école graduée » en économie sur le plateau, dans lequel ils affirmaient : « *La somme des forces de recherche déjà présentes sur le plateau et de celles qui sont amenées à s'y installer offre un potentiel considérable. Ce potentiel de recherche, combiné à la qualité des étudiants, permettra de constituer sur le plateau de Saclay un pôle en économie clairement identifié par une approche scientifique fondée, entre autres, sur les méthodes quantitatives. A côté de lieux existants en Ile de France (école d'économie de Paris) ou en cours de constitution (Aubervilliers), Saclay se positionnera ainsi comme*

²¹ Les contacts préliminaires auprès des principaux laboratoires français d'économie expérimentale sont positifs.

un lieu de référence dans le domaine de l'économie appliquée et de l'approche quantitative en sciences sociales »

❖ **De nouveaux cursus d'enseignement sur le plateau**

L'intégration de l'ENSAE ParisTech et du département d'économie de l'École polytechnique est déjà concrètement à l'œuvre, notamment au travers de l'information mutuelle et de la coordination des recrutements d'enseignants-chercheurs. Les deux institutions organisent en commun des séminaires réguliers, comme celui d'économie industrielle. Elles coopèrent également au travers de chaires et de fondations, comme la Fondation du risque²².

La réunion des départements d'enseignement de l'ENSAE et de l'École polytechnique permettra de parvenir, à court terme, à une **intégration complète des cursus d'enseignement** des deux institutions. A plus long terme, il n'est pas interdit d'envisager que l'offre d'enseignement en économie, proposée à partir du nouveau bâtiment de l'ENSAE et de l'école Polytechnique (cf. infra) soit ouverte à d'autres partenaires que HEC et Paris -Sud 11, notamment à des écoles d'application de l'École polytechnique, y compris en dernière année de licence. Elle permettra d'accroître le nombre d'étudiants français comme étrangers au sein du cursus classique de grande école de l'ENSAE, mais aussi de développer en synergie le niveau gradué (master et doctorat).

❖ **Ecole graduée:**

Les masters déjà mis en place en commun, *Quantitative Economics and Finance* (QEF) et *Economics and Public Policy*, seront renforcés, et **une école doctorale commune**, fondée sur le master QEF, sera créée. L'ambition est d'accueillir, dans ce programme commun à l'ENSAE, Polytechnique et HEC, des étudiants venus d'horizons divers (grandes écoles, universités françaises et étrangères) pour les amener en cinq ans d'études graduées, à la frontière de la recherche en économie et en finance. La création d'un programme gradué commun pourrait également concerner les économistes de l'Université Paris 11 (laboratoire ADIS de la Faculté Jean Monnet de Sceaux), avec lesquels des discussions sont en cours. Leurs spécialités (économie du développement, économie géographique, économie des réseaux) enrichiraient l'offre proposée aux étudiants.

Le pôle d'évaluation des politiques publiques aura vocation à accueillir de jeunes chercheurs de l'école doctorale, durant ou à l'issue de leur thèse, pour organiser des évaluations contrôlées. L'école doctorale permettra au pôle de ne pas dépendre d'autres centres de recherche pour attirer de futurs chercheurs. En retour, il fournira des débouchés intéressants à certains docteurs.

En finance et en assurance, les acteurs présents sur le campus proposeront une offre complète d'enseignement au niveau master, couvrant en particulier le triptyque « Finance mathématique », « Finance d'entreprise », « Économétrie et Statistique de la finance ». L'ENSAE apportera son expertise en économétrie de la finance et en actuariat, au croisement des statistiques et de l'assurance, alors que l'École polytechnique et HEC sont reconnues internationalement pour l'assurance, la finance mathématique et la finance d'entreprise.

²² L'ENSAE et l'X sont partenaires de deux chaires créées dans le cadre de la Fondation du Risque en 2007 : « *Assurance et Risques Majeurs* », « *Santé, Risque, Assurance* ».

S'agissant enfin de la **sociologie**, l'ENS Cachan et l'ENSAE développeront un master incluant une forte composante d'analyse quantitative²³. Le master disposera d'un vivier d'étudiants au profil adapté sur le site Saclay : élèves de l'ENS Cachan spécialisés en sciences sociales, possédant un niveau élevé en sociologie et des connaissances ainsi qu'un fort potentiel d'apprentissage en statistique ; élèves de l'ENSAE aux caractéristiques symétriques ; élèves d'écoles d'ingénieurs ayant une forte culture mathématique et de modélisation et dont un pourcentage faible mais significatif sont fortement motivés par l'apprentissage des sciences sociales ; ainsi bien sûr que les meilleurs étudiants des universités. Cette base d'excellents étudiants justifie la construction d'un projet de master ambitieux, faisant appel aux enseignants-chercheurs de Saclay, mais aussi aux meilleurs spécialistes extérieurs, notamment étrangers et susceptible au niveau international d'attirer d'excellents étudiants vers une approche de la sociologie exigeante, mais aux larges débouchés à l'intérieur comme à l'extérieur du monde académique.

S'agissant des moyens humains nécessaires, il faut noter que des recrutements d'enseignants-chercheurs se font déjà en commun avec l'Ecole polytechnique. Cette politique de recrutement mutualisé va se poursuivre et s'amplifier dès maintenant. Par ailleurs, l'ENSAE a demandé, dans le cadre de son plan budgétaire triennal, des postes budgétaires supplémentaires, de l'ordre d'une trentaine d'enseignants-chercheurs. Ce chiffre correspond aux analyses qui ont été menées ces deux dernières années pour évaluer les domaines de l'économie et des sciences sociales sur lesquelles les forces conjointes de l'ENSAE, l'Ecole polytechnique et HEC ne permettent pas de répondre aux ambitions présentées dans cette note.

3.4 Description rapide de l'opération

L'ENSAE et le département d'économie de l'École polytechnique prévoient de s'installer sur le plateau de Saclay à la rentrée scolaire 2014-2015 dans un bâtiment de 16 000m² SHON (2300m² pour l'environnement administratif, 5900m² pour le pôle enseignement recherche et le centre d'accès sécurisé, 5600m² réservés aux enseignements auquel sera associé une bibliothèque de 1000m² et 1200 m² pour la vie extrascolaire des étudiants de l'école).

Le bâtiment à l'étude est prévu pour accueillir à terme 725 étudiants du niveau L3 au niveau M2, 125 doctorants engagés dans la rédaction d'une thèse, 130 enseignants-chercheurs responsables des enseignements, de la recherche et de l'encadrement des doctorants, 7 agents chargés du pilotage du centre d'accès sécurisé et 88 personnels administratifs. Le budget envisagé pour la construction du bâtiment a été évalué par les services compétents du Ministère de l'Économie à 55M€ (valeur avril 2010). Cet ouvrage répondra alors aux exigences « Bâtiments Basse Consommation » et à une démarche « Haute Qualité Environnementale ».

Le dimensionnement du bâtiment permettra de mettre à disposition des bureaux d'accueil pour des chercheurs issus de toutes les institutions partenaires, notamment des statisticiens, des économistes et des sociologues de l'Université Paris 11, d'HEC, d'AgroParisTech, et de l'ENS Cachan. Ce bâtiment sera ainsi un lieu ouvert qui contribuera à l'animation de la vie scientifique du campus dans ces différents domaines.

²³ Ce projet impliquera, dans toute la mesure du possible, le pôle Jourdan (ENS Ulm et CMH).

4. Sciences de l'ingénierie et des systèmes

4.1 Le potentiel présent

Les Sciences de l'ingénierie et des systèmes (SIS) sont fortement présentes dans la plupart des établissements d'enseignement, de recherche et organismes de recherche du plateau. Avec en effet près de 6000 diplômés à terme et dès à présent plus de 1250 chercheurs (1000 dans les établissements d'enseignement supérieur, auxquels il faut ajouter des chercheurs notamment du CEA, de l'INRIA et de l'ONERA Chatillon), elles situeront le plateau dès la première phase au-delà du premier européen (l'EPFL) et après l'achèvement du projet, au-delà du premier mondial (le MIT) au sens du classement de Shanghai Engineering (nombre de citations cumulées sur 10 ans).

Le large spectre couvert par les réseaux thématiques existants (Digiteo, NanoInnov - Centre de Nanosciences,...) ainsi que par les différents établissements permet de dégager une cohérence d'ensemble qui se traduit dans un projet de Laboratoire d'excellence « SIS ». Ce domaine est étroitement lié à celui des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication. En particulier les SIS sont un élément du projet d'institut de recherche technologique en Ingénierie numérique des systèmes du futur (System X), au titre du Grand Emprunt d'investissement pour l'avenir.

4.2 Les projets scientifiques

Face à une complexité multiforme (couplage massif de technologies et de phénomènes hétérogènes, sensibilité croissante aux aléas, passage de la hiérarchie au réseau, de l'opérateur à l'organisation, de l'efficacité marchande à la responsabilité sociétale, d'une attention croissante à l'impact environnemental...), les différentes disciplines scientifiques s'interpénètrent de plus en plus, conduisant les sciences de l'ingénieur à développer des modèles d'intégration avec une dimension « système » et avec une place croissante de l'ingénierie numérique. C'est en particulier le cas des grands systèmes qu'ils soient

- de type réseau d'infrastructures (électricité, télécommunication, transport ...), les points-clé étant l'adaptation, l'exploitation optimale et l'acceptabilité mais aussi la prise en compte de la mobilité, de la sécurité et de la virtualisation;
- grands produits et programmes industriels (aéronautique, espace, transport, chimie, électronique, défense ...) où la prise en compte de l'ensemble du cycle de vie de la conception au recyclage final sont essentiels et où la gestion de programme s'est complexifiée avec le développement du travail collaboratif entre des équipes multi-localisées notamment;
- des grands systèmes sociétaux et environnementaux (mobilité durable, ressources naturelles, système de santé, multimédia...) qui vont transformer radicalement nos modes de vie.

Comprendre ces grands systèmes, les concevoir, les vérifier, les opérer et les optimiser réclame une forte synergie entre sciences de l'ingénieur et sciences des systèmes impliquant simultanément:

- l'art de la modélisation basé sur la formulation mathématique du réel et les disciplines de base, fondements des sciences de l'ingénieur (physique, informatique, mathématiques et traitement de l'information, biologie, économie) ;
- l'approche véritablement « système » qui appréhende la complexité au plan théorique (architecture et méthodes formelles, automatique, éconophysique et multi-agents, ...) comme au plan de « l'état d'esprit » (processus systèmes dans les projets, la conception, les réseaux organisationnels ...) au-delà de l'approche analytique des problèmes / sous-systèmes ... ;
- un socle technologique composé des domaines de l'information et la communication, de l'énergie, de la mécanique, des procédés, des systèmes embarqués, du calcul à haute performance, de l'interaction homme-machine etc.

Dans la dynamique du plateau de Saclay, de nombreuses "briques" se sont développées récemment sur ces enjeux « systèmes, ingénierie et STIC ». Ceci est la réalité au plan académique (méthodes de modélisation, vérification et validation formelle, conception numérique multi-échelles, modélisation des risques, visualisation avancée, ...), comme dans les projets collaboratifs de R&D et d'innovation technologique au sein du Pôle System@tic. Un exemple emblématique est celui du grand projet CSDL (Complex System Design Lab) lancé fin 2009 rassemble une vingtaine de partenaires franciliens académiques et industriels autour des sciences et technologies de passage à l'échelle et de visualisation décisionnelle pour la conception dans le multidisciplinaire, l'incertain et le collaboratif. Ce projet va donner lieu à la création d'un laboratoire commun aux acteurs concernés qui devra s'installer au sein de la technopole Ter@tec. Située au sud du plateau de Saclay à Bruyères le Chatel. Cette technopole unique en Europe a vocation à regrouper des moyens de calcul parmi les plus puissants du monde, de nombreux laboratoires de R&D partenariale consacrés au calcul à haute performance, dont le laboratoire commun à Intel, l'UVSQ, le CEA et GENCI ainsi qu'un master dédié au calcul intensif et commun à l'UVSQ, l'ENS Cachan et l'ECP ».

C'est toute l'avant-garde numérique qu'il faut savoir mobiliser pour outiller la décision sur des systèmes performants, compétitifs, créatifs et responsables, qui sont adossés à des socles technologiques dans les domaines suivants :

❖ **La Mécanique des structures, des fluides et des matériaux**

Les laboratoires de l'Île de France sud, souvent associés à des Ecoles (Cachan, Centrale Paris, Mines Paristech, ENSTA ParisTech, Orsay, X) et des EPIC (CEA, ONERA,) ont développé de longue date de nombreux et forts partenariats scientifiques et industriels dans les domaines de l'aérospatial, de l'automobile, du nucléaire, du génie civil, du transport ...

L'objectif de développer les approches numériques fortement couplées (solides, fluides, acoustique, chimie, transferts, rayonnements) et de développer des moyens d'observation 3D associés et des moyens d'essais multiaxiaux à toutes les échelles associés à des mesures de champs (déformation, température, ...) conduit à mutualiser les plates formes d'élaboration et d'expérimentation, et les moyens de calcul (réseau de mésocentres, maison de la simulation).

Par ailleurs, un centre de compétences et de ressources d'envergure sera installé sur le plateau de Versailles-Satory, impliquant industriels et académiques autour des questions de sécurité automobile. Ce centre bénéficiera de l'appui de la fondation Mov'eotec initiée par l'UVSQ. Un laboratoire d'excellence (UVSQ, CNRS, INRETS, Valeo...) sur le plateau de Satory est proposé sur la thématique de la fiabilité des composants pour l'industrie mécatronique, tourné vers les nouvelles technologies des véhicules décarbonés qui abordera les questions sur les matériaux, sur la mobilité ... Une plateforme technologique sera intégrée à ce laboratoire pour étudier, en conditions réelle d'utilisation, les nouveaux composants et d'identifier les causes de leur défaillance. Ce laboratoire d'excellence, situé dans la partie Yvelines du Campus Paris Saclay, travaillera en étroite collaboration avec les autres établissements du Campus, concernés comme l'ENS- Cachan. Ce laboratoire d'excellence sera fortement ancré sur la formation Ingénieur du plateau de Satory avec l'arrivée prévue de l'ESIGELEC, de l'ESTACA qui travaillent en étroite collaboration avec l'UVSQ.

La collaboration au sein du pôle a été initiée il y a 10 ans par le réseau d'enseignement et de recherche constitué par la composante Paris-Sud de la Fédération Francilienne en Matériaux Structures Procédés qui restera le garant du maintien de fortes collaborations entre les futurs acteurs de Saclay (Cachan, Centrale Paris, Mines Paristech, ENSTA Paristech, Orsay, X) et les différents campus d'île de France, en particulier avec Paris Centre (Paris-6, ENSAM) et Paris-Est (UMIV, ENPC).

❖ Les interactions avec la thématique de l'Énergie

Les disciplines « classiques » sont déjà présentes, l'énergétique et surtout le génie électrique dans l'initiative SPEE Labs née de la volonté de quatre laboratoires de recherche en génie électrique de l'île de France Sud, de travailler désormais ensemble sur de grands projets de recherche, aux niveaux régional, national et européen, dans le domaine des systèmes d'énergie électrique. Ces quatre laboratoires sont SATIE (ENS Cachan/CNAM/CNRS), le LTN (INRETS), le LGEP (Supélec/Universités de Paris 6 et 11/CNRS), et le Département Energie de Supélec.

Le plateau a l'avantage d'un spectre extrêmement large, qui s'étend des matériaux pour le photovoltaïque (CEA, CNRS, Supélec-LGEP, Paris Orsay, X, UVSQ, Paris-Sud 11) jusqu'aux études technico-économiques des grands réseaux en environnement dérégulé (Institut de technico-économie des systèmes énergétiques, I-tésé), en passant par les sciences et techniques du nucléaire, les autres énergies décarbonées, (Mines ParisTech), l'optimisation de la combustion (Centrale Paris), les procédés, l'utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments et dans les installations industrielles (groupement ECLEER entre les Mines, EDF et l'EPFL), les procédés (Mines Paristech, ENSTA Paristech doivent créer un centre commun « énergie et procédés » par le regroupement de l'équipe « Unité chimie et procédés » d'ENSTA ParisTech, et du centre « énergétique et procédés » de Mines ParisTech).

L'ensemble des partenaires de l'Institut International de l'Energie seront installés, à terme, sur le plateau de Saclay, formant ainsi un potentiel exceptionnel dans ce domaine, avec le CEA, l'ONERA, Centrale, Supélec, Mines Paristech, Polytechnique, ENSTA ParisTech, et Paris 11. Cet Institut International de l'énergie regroupe une demi-douzaine de chaires financées par EDF, Areva, GDF-Suez, pour mettre en place des formations et des programmes de recherche sur le thème de l'énergie nucléaire. Dans le domaine de la formation, le projet phare est le master international de l'énergie, ouvert en septembre 2009, qui doit former à terme 200 étudiants français et étrangers, avec la participation des institutions ci-dessus.

Un autre atout extrêmement important est la capacité à établir des ponts entre disciplines. Par exemple, l'initiative Electreo, déjà lancée entre PCEE et Digiteo, réunit des acteurs des réseaux, des automaticiens, des spécialistes des systèmes distribués, des électrotechniciens, des spécialistes des télécommunications sur des sujets aussi sensibles que les « smart grids » (qui permettront l'insertion des énergies nouvelles) ou encore la voiture électrique (infrastructures de charge, modèles économiques).

Les liens entre la production d'énergie et le climat seront éclairés par le KIC Climat auquel participent plusieurs acteurs du plateau (CEA, Paristech, Université Versailles-Saint-Quentin..).

❖ La Bio-ingénierie

Le campus Saclay possède déjà des compétences importantes en matière d'imagerie biomédicale (Orsay, Cachan, Palaiseau) Elles seront développées dans le sens des approches multimodales qui permettent, par le couplage de différentes techniques, de nouvelles approches fonctionnelles et thérapeutiques. Il existe déjà des travaux significatifs dans de nombreux laboratoires en biomécanique, ingénierie tissulaire, bio-procédés ...pour prendre en compte les spécificités du vivant (adaptativité et réactivité des bactéries, cellules, tissus, organes..), en lien étroit avec les biologistes, les médecins et les pharmaciens (Orsay, Saclay, Paris-Sud-Orsay, Kremlin-Bicêtre-Châtenay). Les collaborations existent déjà entre génie des procédés (Centrale) et Pharmacie (Chatenay), génie des procédés et microbiologie (chaires coordonnées Centrale et AgroParisTech en biotechnologie blanches), ingénierie tissulaire (Centrale) et imagerie (Orsay). Le développement du plateau permettra le rapprochement et la mise en synergie de ces équipes, et d'atteindre ainsi les tailles critiques nécessaires au développement d'un axe fort à l'interface ingénierie –biologie. Enfin la proximité de fortes compétences en sciences de l'ingénierie et des systèmes et en médecine permettra de développer l'assistance aux handicaps (visuel, moteur, ...), domaine très prometteur et trop peu développé.

❖ Les interactions avec les Nanosciences

Des interactions fortes entre Sciences de l'Ingénieur et Nanosciences sont à développer aussi bien en vue d'insérer les nano-objets dans les systèmes que pour exploiter les nouvelles fonctionnalités et les nouveaux procédés issus des nanotechnologies.

L'intégration des micro-capteurs et micro-actionneurs, qui sont en passe d'envahir tous les domaines applicatifs, dans les systèmes nécessite notamment le développement d'outils de modélisation et de conception, multi-physique et multi-échelle. Par exemple, en bio-ingénierie, la conception et réalisation de microcapteurs diagnostics nécessitent ainsi non seulement de prendre en compte la complexité des systèmes vivants à l'échelle du nanomètre, mais aussi de faire coexister des systèmes microfluidiques avec des systèmes de traitement numérique et électronique pour simuler et optimiser le fonctionnement de ces futurs capteurs.

Un autre champ important d'interactions est le développement et la caractérisation (mécanique, entre autres) de nouveaux matériaux à base de nanostructures.

Au plan formation, on mentionnera le master nanosciences (Paris-Sud 11, ENS-cachan, UVSQ, IOGS, Ecole polytechnique, Supelec, Ecole, Centrale Paris) qui se met en place dès l'année 2010-11 dans les domaines de la chimie, de la physique, des dispositifs avec un parcours international.

❖ Les interactions avec les sciences de l'Information et de la Communication

Dans le paysage du Plateau les structures clés sont existantes et à la base des évolutions futures : depuis 2005, le pôle de compétitivité System@tic et le RTRA Digiteo, qui regroupent CEA, Centrale Paris, CNRS, ENS Cachan, INRIA, Institut Télécom, Université Paris-Sud 11, Supélec, UVSQ, X.

Les mots-clés sont la conception, la validation des grands systèmes numériques (logiciel), la modélisation numérique, le calcul haute performance, les interactions matériel-logiciel (avec un accent important sur les systèmes embarqués temps réel), les interfaces (interfaces homme-machine, robotique, automatique, traitements des informations brutes, évaluation non destructive...), les communications du futur (en particulier les réseaux sans fil, mobiles, auto organisés et les réseaux de capteurs, mais aussi l'internet du futur, celui des objets, la gestion de la sécurité et de la protection de la vie privée...).

4.3 L'enseignement

L'ensemble des formations en SIS présente un continuum d'enseignement exceptionnel, en qualité et diversité, alliant licence, DUT, diplômes d'ingénieurs, masters, mastères spécialisés, doctorat et formation continue. Les universités et les écoles offrent des formations caractérisées par les approches systémiques, les pratiques de modélisation, l'intégration transverse des problématiques, les approches pluridisciplinaire/multi-échelle et les réalisations concrètes. Les besoins en recherche et en formations pointues dans le domaine des sciences de l'ingénieur, exprimés par les établissements, les organismes et les entreprises, font clairement apparaître la nécessité de développer les doctorats. Plusieurs actions sont déjà entreprises dès 2010 pour préparer les établissements et les étudiants aux bénéfices de l'effet géographique du cluster:

- des passerelles croisées d'accès entre les formations universitaires et les écoles d'ingénieur, pour permettre aux étudiants et élèves ingénieurs de profiter réciproquement de la très large palette des formations offertes en un même lieu à chaque étape de formation (accords de double-diplômes de Polytechnique et de Centrale/Supélec avec l'Université Paris-Sud 11) ;
- des masters cohabilités entre les établissements préfigurent l'amélioration de la visibilité internationale et l'accroissement des mutualisations en formation comme les nouveaux masters en nanosciences, en énergie nucléaire (MIEN), en énergie hybrides (EPA, PIE), ou en systèmes informatiques complexes (CoMaSic, master commun à de nombreux établissements présents ou futurs du campus Paris Saclay²⁴), ... ;
- des options communes en dernière année entre des écoles d'ingénieur (Centrale-Supelec ou Télécom ParisTech/Ecole Polytechnique qui ont bâti une dernière année sur le master ComaSic) et la mutualisation de leur offre de formation continue.

Les établissements poursuivront ces actions pour améliorer encore la lisibilité de l'offre en mettant en œuvre concrètement des mutualisations plus importantes:

²⁴ Un excellent exemple de telles formations est le Master MIHPS (Master Informatique Haute Performance et Simulation) cohabilité ECP, ENS Cachan et UVSQ ouvrant en Septembre 2010 ».

- mutualisation de modules de formation pour les doctorants préfigurant le rapprochement des écoles doctorales (CSIS, ParisTech) ;
- convergence de spécialités de Master proches mais encore distinctes actuellement pour contribuer à l'émergence de master globaux par grande thématique (ex : GT énergie) ;
- rapprochement physique et regroupement structurel de certaines écoles d'ingénieur déjà proches thématiquement (ex : Centrale-Supelec, les écoles d'agronomie, écoles de ParisTech couvrant le domaine : X-Mines ParisTech-Télécom Paristech -ENSTA Paristech) ;
- internationalisation et labellisation de formations existant par ailleurs en français pour attirer de brillants étudiants non francophones (ex : ingénierie système).

4.4 L'innovation

L'intensité des relations entre les laboratoires de recherche en SIS et les entreprises témoignent de l'adéquation naturelle des axes de recherche développés avec les besoins des partenaires. La part contractuelle des activités de recherche représente ainsi de 30% à 50% du budget de recherche des écoles. La forme la plus aboutie de ces coopérations est la création de chaires d'entreprises, plus d'une cinquantaine actuellement et en nombre croissant : de plus en plus de chaires sont communes à plusieurs établissements du Plateau (ex : chaire Eco-Innovation d'UniverSud, chaire sur les risques énergétiques EDF-Centrale-Supélec, chaire Thales-Polytechnique sur les systèmes complexes, chaires ParisTech sur le nucléaire et sur l'éco-conception des bâtiments).

Ces relations entre établissements se structurent notamment au sein :

- des 5 Instituts Carnot du Plateau, qui ont décidé début 2010 de se coordonner,
- des pôles de compétitivité présents sur le plateau (System@tic) et/ou en région francilienne (ASTech, Mov'eo, Advancity,...).

Un nouveau pas sera franchi avec les projets d'institut de recherche technologique en Ingénierie numérique des systèmes du futur (System X), d'un laboratoire d'excellence sur les STIC dans le cadre de Digiteo et de Laboratoire d'excellence SIS en préparation au titre du Grand Emprunt d'investissement pour l'avenir.

Les SIS sont particulièrement propices à l'émergence de start-up innovantes au sein de pépinières proches des laboratoires de recherche et contribueront donc fortement à la création d'entreprises sur le Plateau. Ainsi, dans l'incubateur IncubAlliance, la majorité des projets viennent dès à présent du domaine des SIS, des STIC et de la bioingénierie.

Les incubateurs des écoles d'ingénieur, très dynamiques, sont plus tournés vers la création d'entreprise par les étudiants. Ils mettront à disposition des idées neuves issues de la recherche des jeunes créateurs d'entreprise de très haut niveau.

4.5 L'impact sur l'organisation

La quasi-totalité des établissements du futur Plateau sont actifs dans le domaine des SIS. Les arrivées vont donc consolider les coopérations déjà établies et en développer de nouvelles au sein des structures existantes ou à venir, en bénéficiant à plein des rapprochements géographiques : il s'agit principalement du CSIS et de ParisTech, se rapprochant respectivement dans les zones « Moulon » et « QOX », mais aussi des projets de l'IRT « System-X », d'un laboratoire d'excellence sur les STIC dans le cadre de Digiteo et d'un Laboratoire d'excellence SIS en réponse aux appels d'offre du Grand Emprunt., dont les rôles fédérateurs seront très forts. Ces rapprochements géographiques vont aussi contribuer et favoriser

- des rapprochements d'établissements, comme celui de Centrale et Supélec et ceux des écoles de Paristech (Polytechnique, Mines ParisTech, Télécom ParisTech, ENSTA ParisTech et AgroParisTech) ;
- des rapprochements de laboratoires, mis en commun ou occupant les mêmes locaux (ex : LMT/Cachan et MSSMat/Centrale Paris en Mécanique, Institut des sciences du risque et de l'incertain Centrale Paris/Supélec, Centre énergie et procédés de Mines ParisTech et ENSTA ParisTech, Centre mécanique et matériaux de Mines Paristech et Polytechnique, GENIAL/AgroParistech et LGPM/Centrale en biotechnologies blanches ou la création du LAMSID EDF/CEA/CNRS).

Ils favoriseront enfin :

- la mise en commun des moyens expérimentaux lourds et un accès privilégié aux installations phares déjà présentes sur le site (ex : Synchrotron Soleil, plateforme sismique 6-axes CEA, Centre IDRIS, les moyens disponibles sur la technopole Ter@tec...),
- l'accès à des halles technologiques (ex : AgroParisTech/Ecole Centrale Paris en biotechnologies et transformation des aliments, et école Normale Supérieure de Cachan, école Centrale Paris, Mines Paristech et ENSTA Paristech en mécanique et procédés), et à de nouveaux moyens de calcul (ex : réseaux de mésocentres, Maison de la simulation du CEA)
- la mutualisation des achats de matériels expérimentaux et de calcul.

4.6 Le déménagement de l'Ecole Centrale Paris

L'essentiel des activités de l'Ecole Centrale Paris concerne les Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes. L'Ecole a choisi de centrer sa recherche sur le développement des modèles et simulations numériques de systèmes complexes en s'appuyant sur un nombre limité d'expériences originales. Au-delà de l'approche transversale et pluridisciplinaire qu'elle partage avec ses partenaires stratégiques et qui se trouvera ainsi renforcée sur le Plateau, elle apporte des compétences spécifiques dans des domaines clés :

- les mathématiques et l'informatique appliquées aux systèmes et le génie industriel
- la mécanique, l'énergétique, les matériaux, et le génie des procédés, avec des moyens et plateformes expérimentales originales.

L'arrivée de l'Ecole sur le Plateau permettra de plus de:

- consolider l'alliance avec Supélec et donner corps au Collège des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes, en particulier en accroissant les synergies par rapprochement de laboratoires et d'équipes de recherche complémentaires, préparant ainsi de nouveaux regroupements ;
- développer les coopérations avec les autres Pôles, et notamment Nanosciences, Climat-Environnement-Energie, et Agriculture-Alimentation.

Par ailleurs, l'Ecole, qui donnera accès à ses enseignements aux étudiants du Plateau, apportera son dynamisme et ses compétences reconnues en matière :

- d'insertion professionnelle, y compris à l'international,
- de relations avec les entreprises (plus de 100 partenariats en enseignement et en recherche, plus récemment 6 créations de chaires),
- d'ouverture internationale (réseau TIME, plus de 100 universités partenaires),
- de formation à l'entrepreneuriat et d'incubation de start-up (une quinzaine en permanence) portées par ses élèves ou ses jeunes diplômés,
- de formation professionnalisante au sein de son Ecole Doctorale.

4.7 Description de l'Opération

L'Ecole Centrale Paris a fait le choix :

- de quitter complètement le Campus de Châtenay-Malabry pour se réinstaller en totalité sur la zone de la ferme du Moulon ;
- de jouer au maximum la carte de la mutualisation dans la zone du Moulon, en particulier avec son allié stratégique Supélec.

Les surfaces à construire sont de 58 000 m² SHON, incluant les parties mutualisées avec les autres acteurs de la zone du Moulon. La livraison des bâtiments est prévue en avril 2015 pour une première rentrée en septembre 2015. A cette date, les effectifs de l'Ecole seront d'environ 3.850 personnes, dont 3.000 étudiants. Le coût de l'opération est estimé à 221 M€ (ce qui inclut l'école elle-même et les salles de cours mutualisées prévues sur la zone du Moulon).

Les mathématiques

La Fédération de Coopération Scientifique Paris-Saclay (FCS) est déterminée à œuvrer pour mettre en avant et développer l'exceptionnel potentiel mathématique du campus de Paris-Saclay, dans le respect de la diversité et des atouts spécifiques des acteurs, afin de **construire un pôle de référence au niveau mondial pour la recherche, la formation et l'innovation dans un vaste domaine allant des mathématiques fondamentales aux sciences de l'ingénieur.**

Les mathématiciens du *campus de Paris-Saclay* ont élaboré un projet collaboratif ambitieux comprenant deux volets : la **fondation mathématique de Paris-Saclay et l'Institut Lagrange pour les mathématiques et leurs interfaces**. Juridiquement, la fondation de mathématique Paris-Saclay serait un fonds dédié rattaché à la FCS mais, par commodité, on l'appellera dans ce qui suit « fondation mathématique de Paris-Saclay ».

Positionnée au confluent amont-aval entre les pôles universitaires et d'ingénierie, la **fondation mathématique de Paris-Saclay** est un outil **sans mur** d'élaboration et de structuration des politiques scientifiques globales des établissements en ce qui concerne les mathématiques ; elle **doit garantir un financement pérenne à des actions structurantes du campus de Paris-Saclay.**

Le projet **d'Institut Lagrange pour les mathématiques et leurs interactions** visera, quant à lui, à fédérer les équipes de recherche présentes sur le *quartier Palaiseau*, sera matérialisé par un bâtiment ouvert hébergeant notamment des projets finalisés interdisciplinaires (temporaires) et des laboratoires ou équipes (pérennes).

De par son caractère transverse et fédérateur, la fondation mathématique de Paris-Saclay est la première brique à mettre en œuvre dans la construction du dispositif. Elle sera donc l'objet de la suite du texte.

La fondation mathématique de Paris-Saclay portée par la FCS

Son **objet** est de garantir un financement pérenne à des actions structurantes pour les laboratoires du sud parisien : financements de thèses dès le master dans une optique de *graduate school* résolument tournée vers l'international, invitations de chercheurs et post-doctorants, financements de semestres thématiques, de rencontres multi-disciplinaires et/ou avec des partenaires industriels... Elle contribuera aussi à rationaliser les politiques postdoctorales et d'invitation de chacun des partenaires, et développera un portail commun aux acteurs, notamment en ce qui concerne l'offre de formation et l'activité de recherche. La fondation capitalisera les savoir-faire de ses membres en termes de relations avec le monde industriel pour encourager les liens, en collaboration avec le GDR Maths-Industrie²⁵, avec le tissu socio-économique (grâce à des rencontres dans la ligne des « *European Study Groups with Industry* », des thèses cofinancées...). Elle est donc un outil clef pour augmenter le pouvoir d'**attraction à l'international** des signataires, notamment au niveau gradué, et

²⁵ Dirigé par B. Maury (Paris-Sud). Elle soutiendra dès sa création le projet plus large d'agence Math-Entreprises qui pourrait rapidement voir le jour, hébergé par l'Institut Lagrange (sur le modèle des KTN du Royaume-Uni ou des MITACS canadiens).

leur **visibilité**, indispensable à la compétition internationale et également pour augmenter les **liens avec le monde économique** ce qui constitue un **retour sur investissement** considérable.

Les fondateurs sont des établissements d'enseignement supérieur et/ou de recherche ayant une activité mathématique reconnue et structurée de premier plan, qui apportent des moyens humains et financiers au dispositif, principalement au travers de leur engagement dans les laboratoires, mais aussi en termes de soutien logistique. **À cette date, les fondateurs potentiels sont le CNRS via l'INSMI, l'ENS Cachan, l'École polytechnique, l'Université Paris-Sud et l'IHÉS. Ils ont apporté formellement leur soutien de principe à cette initiative dans une déclaration d'intention signée le 8 avril dernier.**

Les membres associés sont des établissements d'enseignement supérieur et/ou de recherche qui ont un fort engagement pour les mathématiques, ils soutiennent la fondation et y contribuent.

La question de l'association à la fondation d'**Écoles de ParisTech, de l'Université Versailles-Saint-Quentin, et de l'INRIA** et d'autres établissements sera discutée dans les plus brefs délais. L'INRIA, ParisTech et l'Université Versailles-Sain-Quentin en Yvelines ont apporté leur soutien de principe, sur la base de la déclaration d'intention du 8 avril précitée.

L'ébauche de la **gouvernance** décrite plus loin est fondée sur **un fonctionnement s'appuyant sur une base contractuelle d'objectifs quadriennaux engageant les fondateurs et l'équipe scientifique**. Ce fonctionnement doit allier clarté, souplesse, simplicité, et efficacité tout en distinguant les rôles de chacun. Elle doit permettre une très grande réactivité, notamment dans l'attribution des bourses, afin d'être fonctionnellement à la hauteur de la compétition internationale. Son conseil scientifique joue un rôle clef dans la définition de la politique de la fondation. Le fonctionnement de la fondation a vocation à être évalué.

Dans cette optique de cohérence, les porteurs de projet ont élaboré comme ils s'y étaient engagés un document descriptif complet²⁶, **précisant les engagements prévisionnels réciproques entre partenaires et Fondation**, en cohérence notamment avec les contrats quadriennaux. Ce document est en cours de validation auprès des directions concernées. **Il décrit les actions scientifiques prioritaires** que les mathématiciens des laboratoires impliqués souhaitent mener dès la première année d'existence de la fondation et les objectifs qu'ils se fixent dans la première période quadriennale.

Le statut juridique de la fondation (fonds dédié de type RTRA rattaché à la FCS) sera ultérieurement précisé. La FCS, gestionnaire du fonds, mettra à disposition les intérêts collectés dans des conditions financières qui seront précisées contractuellement.

Demande de moyens pour la fondation mathématiques Paris-Saclay : 40 Meuros de capital non consommable et 1 Meuros d'amorçage consommable (État), un gestionnaire catégorie A, ½ poste pour le soutien mutualisé aux étudiants étrangers et la communication, et 5 supports moniteur pour la maintenance informatique et le tutorat/accueil/suivi (fondateurs).

²⁶ <http://www.math.polytechnique.fr/FondationMathSaclay.pdf>

Un projet pour les mathématiques du campus de Paris-Saclay

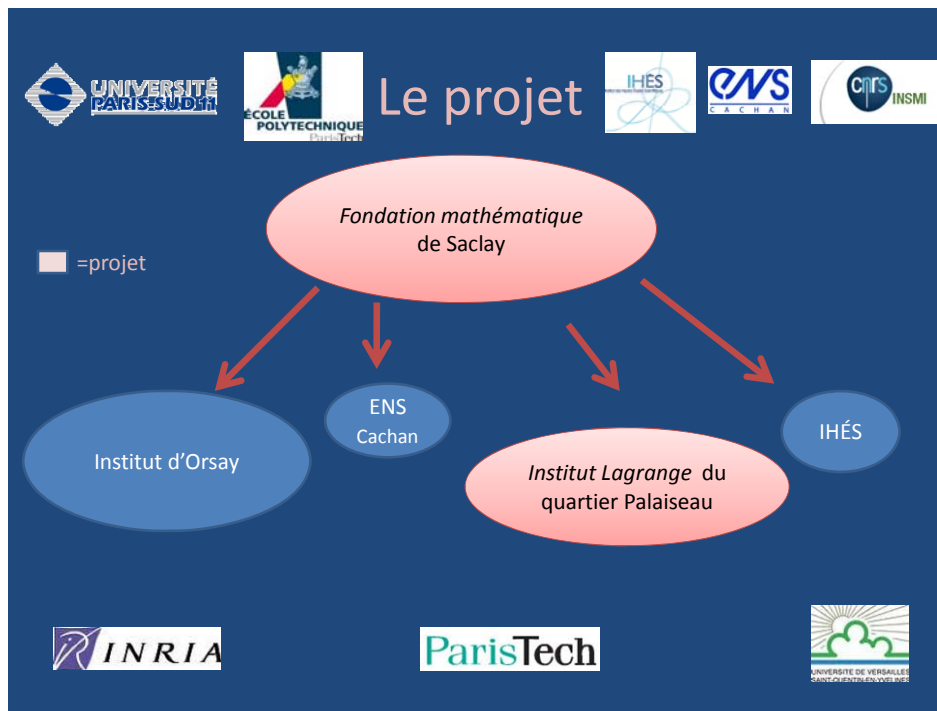
Dans dix ans, le campus de Paris-Saclay, de l'Université Paris-Sud 11 aux Écoles de ParisTech en passant par l'ENS Cachan (dont la venue est probable) et l'IHÉS réunira plus de 600 mathématiciens (doctorants, chercheurs et enseignants-chercheurs) au meilleur niveau mondial. En s'appuyant sur un *vivier exceptionnel d'étudiants sélectionnés à fort potentiel mathématique*, il s'impose de saisir l'occasion de rassembler les chercheurs des établissements du plateau autour d'un projet fédérateur qui ferait de l'ensemble une **référence au niveau mondial pour la recherche et la formation, allant des mathématiques fondamentales aux sciences de l'ingénieur**.

La réussite de ce projet fédérateur trans-établissements demande audace et ambition traduites par des *moyens aux standards mondiaux* : **la fondation mathématique de Paris-Saclay**. Elle sera capable de garantir un financement pérenne à des actions structurantes pour les laboratoires du sud parisien : financements de thèses dès le master dans une optique de *graduate school* résolument tournée vers l'international, invitations de chercheurs et post-doctorants, financements de semestres thématiques...

En fédérant des recherches mathématiques d'excellence il devient possible d'atteindre les objectifs des acteurs, notamment :

- une amélioration notable de la **formation mathématique des ingénieurs**, amélioration indispensable pour répondre aux défis sociétaux et industriels ;
- un fort pouvoir d'**attraction à l'international**, notamment au niveau gradué ;
- la **structuration permettant une coopération équilibrée et fructueuse** entre acteurs venant des écoles et des universités, entre le campus de Paris-Saclay et les autres acteurs français ou mondiaux ;
- les **moyens de transcender l'éparpillement** des mathématiques du plateau ;
- la **visibilité** indispensable à la compétition internationale
- pour les **entreprises**, un portail d'entrée mathématique, et un lieu de construction de projets coopératifs répondant à leurs besoins scientifiques, technologiques ou de modélisation ;
- une **mutualisation** des fonctions supports (bibliothèque, calcul, centre de conférences, recrutement des étudiants et communication internationale...).

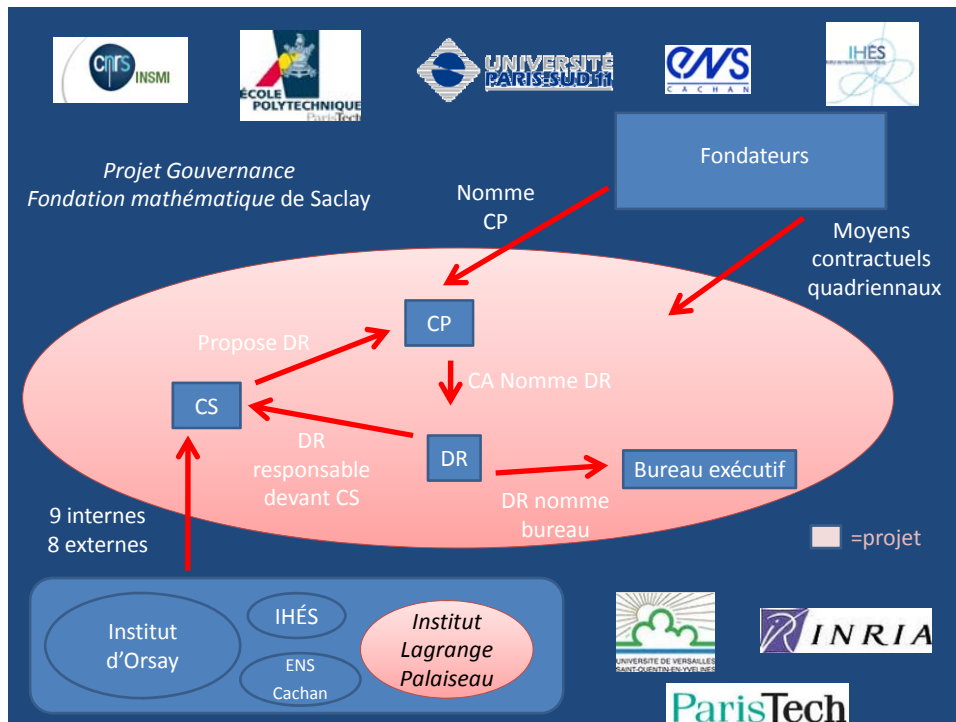
Pour atteindre ces objectifs, les mathématiciens du quartier Palaiseau ont développé le projet d'**Institut Lagrange pour les mathématiques et leurs interactions** fédérant les équipes de recherches présentes sur le *quartier Palaiseau*, matérialisé par un bâtiment ouvert hébergeant dans une perspective d'excellence des projets finalisés interdisciplinaires en coopération avec des partenaires académiques ou industriels (temporaires), des laboratoires et équipes qui le souhaitent (pérennes), des services mutualisés (bibliothèques, salles de cours et séminaires).



Un schéma alliant efficacité, transparence et pluralisme de gouvernance de la fondation est le suivant :

- un conseil de pilotage resserré regroupant notamment les membres fondateurs est chargé de superviser la bonne gestion financière des fonds, la conformité de leur utilisation aux statuts de la fondation, l'allocation des moyens de fonctionnement, notamment venant des fondateurs, sur une base contractuelle quadriennale ;
- un conseil scientifique largement composé de membres extérieurs²⁷, ce qui a l'avantage de la transparence et de garantir le pluralisme, chargé de la supervision de la politique scientifique ; son effectif sera limité pour garantir son efficacité ;
- un directeur de la fondation (nommé par le conseil d'administration sur proposition du conseil scientifique) nomme un bureau exécutif restreint ; il prend en charge la direction exécutive de la fondation (4 ans renouvelable une fois) ;
- chaque année, il rend compte de son action devant le conseil scientifique. Le bureau et le directeur sont responsables devant le conseil scientifique (censure avec une majorité par exemple des 3/5) ;
- les membres associés participeront aux instances selon des modalités à définir en fonction de leur investissement en mathématiques dans le campus et la Fondation mathématique Paris-Saclay.

²⁷ une solution raisonnable pourrait être 9=1+1+3+4 internes aux 4 instituts (Cachan, IHÉS, Lagrange et Orsay), 2 externes nommés par l'INSMI, les 11 cooptant 6 externes supplémentaires dont 2 industriels.



Champ couvert

Le champ disciplinaire couvert est *exceptionnel, voire unique, au monde*, tant en terme

- de **qualité** : si, sur les 5 Nobel scientifiques français en activité, Saclay en accueille 1, les laboratoires du campus accueillent 4 médailles Fields français, les 6 médailles Fields françaises en comptant les départements d'enseignement-recherche, Orsay est au 6^{ème} rang du classement de Shanghai pour les mathématiques (2^{ème} en Europe), les deux laboratoires de l'École polytechnique apparaissent dans la tranche 50-75 (à la 20^{ème} place en Europe), les laboratoires fondateurs sont classés A+ par l'AERES... Les laboratoires des membres associés potentiels sont au moins classés A par l'AERES, sans parler de plus de 600 publications annuelles dans des revues à comité de lecture, des nombreuses distinctions, contrats (3 Meuros en 2009 pour les contrats et chaires)...
- que de la **diversité** des thématiques activement représentées dans les équipes de recherche

- analyse réelle et complexe
- équations aux dérivées partielles linéaires et non linéaires
- applications en physique, mécanique et sciences de l'ingénieur
- simulation numérique et calcul scientifique
- optimisation, optimisation combinatoire, recherche opérationnelle
- contrôle optimal, automatique
- traitement du signal, d'image, problèmes inverses
- algèbre, géométrie algébrique et arithmétique
- théorie des nombres
- mathématiques discrètes, cryptographie
- géométrie et topologie
- systèmes dynamiques
- probabilités, modélisation stochastique

- statistique, méthodes d'apprentissage, géostatistique, biostatistique
- méthodes mathématiques pour l'économie, la finance et l'assurance
- mathématiques pour la biologie et les sciences du vivant, modélisation multi-échelle et dynamique moléculaire
- ...

Pour illustrer les **synergies et le potentiel**, ébauchons **six EXEMPLES**²⁸ couvrant des domaines importants et **transverses** :

- **EDP, modélisation, calcul scientifique et systèmes complexes** : couplage d'EDP, systèmes dynamiques et probabilités avec de la modélisation, de la simulation numérique et de l'analyse multi-échelles, applications au comportement en grand temps d'EDP par exemple en optique non linéaire ou en hydrodynamique, en automatique, en physique mathématique, mécanique, environnement, biologie, sciences sociales (ENS Cachan, ENSTA, IHÉS, INRIA, Mines, Paris-Sud 11,, UVSQ, X)...
- **géométrie et physique mathématique** : unification, relativité générale (IHÉS, P11), systèmes intégrables (P11, X), analyse semi-classique (Paris-Sud 11, , X)...
- **groupes, géométrie algébrique, analyse harmonique, théorie des nombres et physique théorique** : la « révolution Langlands » qui va des idées de Kontsevich liant physique mathématique et géométrie algébrique (IHÉS, X), à la géométrie algébrique (IHÉS, Paris-Sud 11, UVSQ, X), aux groupes quantiques (X), à la théorie des nombres (IHÉS, P11, X) ; géométrie des groupes (Paris-Sud 11,, UVSQ, X)...
- **probabilités** : étude des transitions de phase (percolation, modèle d'Ising..., P11), modèles biologiques (X), finance (ENSAE, UVSQ, X),...
- **statistiques** : analyse des données à haut-débit, biologie, développement durable (AgroParisTech, ENSAE, INRA, INRIA, Paris-Sud 11, Télécom ParisTech, X)...
- - **signal et image : traitement d'image** (ENS Cachan, X), **du signal** (ENS Cachan, INRA, INRIA, Télécom ParisTech, X)...

sans oublier des partenaires établissements de recherche et industriels CEA, CNES ou industriels correspondants importants : EADS, EDF, Saint-Gobain, Thalès, Total.

²⁸ *Vu la richesse de l'activité, bien d'autres exemples auraient pu être choisis.*

Un projet transformant

Une Gouvernance en cours de transformation

La mise en œuvre de cet objectif politique implique une gouvernance clairement définie dont la légitimité scientifique et pédagogique, mais également administrative est reconnue en interne comme en externe. Elle implique également une vision claire de l'évolution du campus qui doit faire l'objet d'un plan stratégique validé au plus haut niveau et décliné par chacun des établissements. Enfin elle implique que soient précisées les règles de subsidiarité entre l'autorité commune qui incarne le campus et les directeurs d'établissements ou leurs regroupements d'établissements qui doivent préserver leurs cultures propres.

❖ Un partenariat fondation – établissement public Paris-Saclay

Tout d'abord, **la coordination doit rester parfaite entre la gouvernance académique du campus et l'Établissement public Paris-Saclay**. A cette fin, il est proposé :

- la participation croisée de responsables de la fondation et de responsables de l'établissement public dans les instances de gouvernance des deux entités doit être institutionnalisée ;
- de formaliser cette coordination à travers **un comité de coordination** de l'ensemble du projet d'aménagement du campus associant des représentants des deux institutions, FCS et Etablissement Public.

❖ A très court terme, une fondation rénovée

La première urgence est de réviser les statuts de la Fondation afin de l'ouvrir à sa nouvelle mission²⁹. Ainsi, les missions de la FCS seraient redéfinies en élargissant son champ de compétence à toutes les questions stratégiques intéressant les activités de recherche, de formation et d'innovation conduites en commun au sein du campus. En outre, les rapprochements physiques d'établissements ou des dynamiques générées au sein des deux PRES, déboucheront à moyen terme sur des regroupements institutionnels propres à simplifier la gouvernance d'ensemble.

Le conseil d'administration de la FCS nouvelle pourrait comprendre l'ensemble des chefs d'établissements parties prenante au campus et le président-directeur général de l'Etablissement public. A l'instar de l'actuel bureau du consortium qui assure le pilotage opérationnel du projet campus, la FCS nouvelle désignerait un **bureau**. Celui du consortium est aujourd'hui constitué de 8 personnes. Équilibré dans le respect des différents types d'institutions représentées (université, grandes écoles, instituts de recherche, pôles de compétitivité), il a fonctionné dans un climat de grande confiance mutuelle et a permis d'élaborer le projet de campus, et de démarrer les premiers travaux. Actuellement chacun des membres a une responsabilité spécifique : Gouvernance et stratégie (Paul Vialle et Alain Bravo), Recherche (Bertrand Girard), Formation (Xavier Michel et Guy

²⁹ Pour des raisons de rapidité de mise en place des moyens relatifs à la mission campus, les statuts ont été modifiés a minima en juillet 2009. Actuellement, les membres de la Fondation sont les membres initialement concernés historiquement par les deux RTRA. La Fondation et les autres partenaires sont liés par un accord de consortium

Couarraze), communication (Yves Caristan), Valorisation/Innovation (Dominique Vernay), vie de campus (Remi Toussain). Le bureau de la FCS nouvelle, élargi au **délégué** ministériel chargé du plateau de Saclay (Pierre Veltz), comme membre à part entière, serait destiné à devenir l'organe de direction du projet campus.

A plus long terme, pour répondre à l'objectif fixé par le Président de la République, la réflexion s'inscrit dans le cadre des initiatives d'excellence. Un premier séminaire a permis de dégager les valeurs communes qui rassemblent les acteurs du projet, **un second séminaire programmé le 16 juin permettra de définir une plate-forme commune de gouvernance avec une vision partagée sur son évolution à moyen et long terme.**

❖ **Une gouvernance scientifique transverse**

Du point de vue de la gouvernance scientifique, les conséquences de l'argumentation développée ci-dessus, sont une organisation des activités de recherche et d'enseignement sous forme matricielle.

- Une partie des activités de recherche, enseignement et innovation serait structurée autour de **programmes transverses construits** autour d'enjeux de société :
 - Ces programmes ne correspondent pas à un découpage institutionnel, et seront communs à des établissements et animés par un coordonnateur en tant qu'action transverse, avec des moyens propres d'incitation ;
 - Pour la mise en œuvre de ces programmes, la FCS s'appuiera sur cinq à six équipes d'animation, sous la forme d'une organisation en mode projet qui permet une dynamique opérationnelle adaptative et pragmatique.
 - Il sera proposé également de mettre en place des mécanismes de concertation permettant une association étroite des industriels présents sur le site, ou partenaires actifs du campus, et des pôles de compétitivité proches des thématiques des programmes.
- La reconnaissance de l'existence d'un « **cœur de disciplines** », soit associées à de la recherche fondamentale (sciences dures, sociales, humaines), soit plus proches de l'industrie (sciences et technologies de l'information et de la communication, sciences de l'ingénierie). Leur animation doit privilégier la souplesse.

Un Conseil de stratégie scientifique serait chargé d'assister la Fondation dans la définition et la mise en œuvre de sa stratégie de développement. Il comprendrait une vingtaine de personnalités scientifiques éminentes du plateau et des grands campus ou instituts internationaux de recherche.

Des Ressources humaines au service des projets communs

La gouvernance campus est le seul lieu en capacité d'identifier à l'échelle du campus les priorités scientifiques, partenariales et pédagogiques. Les orientations dégagées devront trouver leur expression, leur déclinaison et leur appui dans la gestion des ressources humaines. Celle-ci concernera ainsi l'arbitrage :

- en opportunité (développement d'une nouvelle problématique, discipline, méthodologie, enseignement)
- en priorité (basée sur l'excellence : appui aux projets les plus lisibles évalués selon des critères d'excellence, réponse à des demandes sociétales) afin de créer des effets de masse et de ne pas saupoudrer,
- en bénéfice collectif (programme qui sert à toutes les parties prenantes et permet soit un développement comparatif, soit des économies d'échelle).
- en qualité s'agissant des enseignants chercheurs étrangers. Seule une approche concertée permettra de mobiliser des moyens financiers susceptibles d'attirer les meilleurs chercheurs.

Cet arbitrage complexe s'appuiera sur les principes suivant :

- Une approche partagée sur la gestion d'une partie des nouveaux postes de chercheur qui existe déjà sur un plan bilatéral (par exemple dans les UMR). L'objectif est de dépasser ce stade en passant à une approche multilatérale au niveau campus, qui accroîtrait les capacités de traitement. Ainsi, des problématiques communes bénéficieraient immédiatement d'un investissement plus massif, d'une flexibilité plus grande en raison des décloisonnements ; des travaux à la lisière de plusieurs disciplines et/ou institutions pourraient émerger plus facilement ; les agents du campus se verraient offrir des possibilités bien supérieures en terme de flexibilité et mobilité, sous réserve d'organiser la transparence de l'information et la réflexion sur les parcours et les formations, éventuellement de façon collective.
- Un taux significatif de ressources partagées afin d'avoir un effet de levier significatif sur la stratégie scientifique. Le taux de 15 % des recrutements annuels sur le campus fait consensus ; toutefois, il sera pris en compte sur une vision quadriennale afin d'inscrire cette nouvelle approche en cohérence avec les plans quadriennaux entre les organismes de recherche et les établissements d'enseignement et de recherche et pour mieux prendre en compte les contraintes propres aux grands organismes de recherches qui s'inscrivent dans le cadre d'une politique nationale des ressources humaines
- La question des ressources humaines sera traitée de façon concomitante avec celle des ressources financières ; Ainsi, tout recrutement au service d'un projet collectif sera effectué après analyse, voire arbitrage, de l'environnement qui lui est associé en personnel, équipement et moyens financiers,
- La contribution à certains programmes de formation afin de permettre aux agents du campus de se mobiliser sur un projet collectif stratégique; ceci peut prendre la forme de stages et d'accueil dans d'autres établissements ou d'autres disciplines disponibles sur le campus ;
- L'accueil d'enseignants chercheurs, de chercheurs étrangers, de post-doctorants bénéficiant de conditions d'accueil négociées et compétitives sur le plan international ,
- La gouvernance du campus sera responsable de la défense du collectif auprès des donneurs d'ordres et porter auprès d'eux les sujets multilatéraux pour lesquels aucune autre instance n'est légitime,
- Au-delà des recrutements sur profils, du personnel pourrait être géré en commun sur des projets spécifiques en prolongeant l'expérience réussie des RTRA.

Conclusion

Quatre établissements, accompagnés de leur environnement logistique adapté (installations mutualisées,...) seraient lancés dès cet arbitrage, avant celui répartissant le premier milliard d'euros du grand emprunt. En avance de phase sur l'appel « laboratoires d'excellence » un fonds dédié aux mathématiques serait lancé.

Le but de cette note est de montrer l'effet très important de cette première vague sur la structuration de l'activité du Campus Paris-Saclay dans cinq domaines scientifiques :

- Alimentation – Agriculture – Environnement
- Biologie-santé
- Economie – Gestion
- Sciences de l'ingénierie et des systèmes
- Mathématiques

L'arbitrage présenté correspond à coût total de travaux de près de un milliard d'euros. En prenant en compte les deux premières vagues, plus de 1,2 milliards d'euros seraient d'ores et déjà arbitrés et mobilisés pour le lancement très rapproché de phases opérationnelles sur le plan campus. Ces opérations seront accompagnées par le lancement de la programmation **d'une tranche de logement** pour accueillir de l'ordre de 7500 étudiants³⁰, dans un dispositif économique à définir et relevant du secteur privé. L'investissement par le secteur privé serait de l'ordre de 750 millions d'euros, à compléter par des financements relevant du logement social.

³⁰ 2500 étudiants Ecole Centrale Paris / 550 étudiants ENSAE ParisTech / 1850 étudiants AgroParistech / 5000 étudiants Paris-Sud 11.

