

Présentation des projets financés au titre de l'édition 2009 du
 Programme «Chaires d'excellences»

ACRONYME et titre du projet	Page
AbstractCell : Abstraction formelle de sémantiques quantitatives pour les modèles de réseaux d'interactions entre protéines dans les cellules.	3
ACE : Information Theoretic and Statistical Approaches to Asynchronous Communication and Engineering Applications	5
ANCHCM : Evaluer la nature des hétérogénéités de composition dans le manteau convectif.	6
CMBSecond : Anisotropies du fond Diffus Cosmologique aux Deuxième Ordre	7
ESAPVI : Etablissement d'une plate-forme pour l'analyse de la parole avec visualisation	9
FOCEA : Excellence pour une synergie observation-modèle Et l'évaluation de l'état écologique de la Méditerranée Nord Occidentale	10
GENRE : Régionalisation et spécification de sous-types neuronaux du cerveau : aspects génétiques et développementaux	12
HRIAA : Interaction Homme-Robot pour des Applications d'Assistance	14
HSPQCD : Calculs de précision pour les processus durs en QCD	16
INNOV : Innovation et diffusion des connaissances : les brevets Sont-ils nécessaires ?	18
MIBRAIN : Migraine and the Brain : Conséquences, Causes and Vascular Interaction	20
NANO-SYN-ADAPT : Etudes des adaptations synaptiques en conditions pathologiques à l'échelle nanométrique par des approches corrélatives combinant la microscopie STED et électronique	22

PepKit : Développement de kits de détection de maladies auto-immunes basés sur des peptides.	24
PhysiGrafix : Modèle discret guidé par l'acquisition pour les objets déformables	26
RetroSynthBio : Rétrosynthèse pour la bioproduction de thérapeutiques	28

Titre du projet

AbstractCell : Abstraction formelle de sémantiques quantitatives pour les modèles de réseaux d'interactions entre protéines dans les cellules.

Résumé

Nous proposons de développer des approximations et des algorithmes pour évaluer les propriétés des réseaux d'interactions entre protéines. Le comportement d'une cellule est régi par des interactions entre protéines : en effet, les protéines établissent des liaisons covalentes et s'activent les unes les autres afin de capter, de propager, et d'intégrer des messages. Ces réseaux d'interactions contrôlent l'apoptose (mort de la cellule), la mitose (duplication de la cellule), la spécialisation et le transport de la cellule. Lorsque ces réseaux ne jouent plus leur rôle, le cycle cellulaire est perturbé, ce qui peut conduire au développement d'un cancer.

Il est très difficile de comprendre comment ces réseaux fonctionnent : d'une part, les concepteurs de modèles doivent contourner la complexité combinatoire de ces réseaux, qui est due au très grand nombre de complexes protéiques pouvant se former. D'autre part, la connaissance des interactions n'est pas figée. De nouvelles hypothèses sont émises tandis que d'anciennes hypothèses sont réfutées par de nouvelles expériences. Aussi n'est-t-il pas évident de savoir quelles hypothèses sont compatibles entre elles. Il est pourtant primordial de proposer des modèles précis de ces réseaux d'interactions. En effet, ces modèles sont nécessaires non seulement pour faire des progrès en biologie, mais aussi pour fournir à l'industrie pharmaceutique des outils qui vont lui permettre de prévoir en amont l'échec de nouvelles thérapies potentielles. De plus, ces modèles sont nécessaires pour raisonner sur des thérapies plus complexes, comme celles combinant plusieurs protéines.

Les modèles à base de règles de réécritures permettent de décrire très efficacement les réseaux d'interactions entre protéines. En effet, elles recueillent des règles formelles qui décrivent les contextes (partiellement spécifiés) dans lesquels des réactions peuvent avoir lieu. Ainsi il n'est pas nécessaire de décrire entièrement les espèces chimiques qui réagissent. Non seulement, on obtient une description très concise des réseaux d'interactions, mais en plus on peut facilement adapter le modèle à de nouvelles conditions expérimentales. Cependant, il faut pouvoir calculer les propriétés (i.e. les trajectoires) de nos modèles, ce qui est le but de notre projet. Les propriétés d'un modèle sont formalisées par une sémantique qui peut être stochastique ou différentielle. Cependant, ces sémantiques ne passent pas à l'échelle des réseaux d'interactions entre protéines, soit parce que les populations de protéines sont trop grandes (de l'ordre de 10^6 protéines par exemple), soit parce

que le nombre d'assemblages non isomorphes de protéines est trop important (de l'ordre 1030)

Nous proposons d'utiliser l'interprétation abstraite pour réduire la dimension de ces sémantiques. L'interprétation abstraite est une théorie unifiante des approximations entre sémantiques. Elle va nous permettre de concevoir des outils formels et automatiques pour construire des systèmes dynamiques avec un grain d'observation plus opportun : ces systèmes décrivent en effet la concentration de portions d'espèces chimiques, au lieu de suivre la concentration des espèces entières. Ainsi, la cohérence de notre approche est assurée, car par construction, les trajectoires des systèmes réduits sont des projections des trajectoires des systèmes initiaux.

Enfin, nous allons proposer des algorithmes pour intégrer les systèmes différentiels ainsi obtenus, ainsi que des simulateurs stochastiques.

L'originalité de notre approche repose sur l'utilisation des méthodes formelles. Celles-ci procurent un meilleur niveau de confiance (les approximations sont correctes par construction) et une meilleure compréhension des mécanismes d'approximation. Ceci permettra l'émergence d'outils de modélisation plus fiables et plus efficaces, qui sont nécessaires aux avancées futures en biologie systémique.

Partenaires	INRIA Paris-Rocquencourt, laboratoire informatique de l'ENS
Coordinateur	Jérôme FERET Jerome.Feret@inria.fr
Aide de l'ANR	337k€
Début et durée	Décembre 2009 - 48 mois
Référence	ANR-09-CEXC-001-01
Label pôle	

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet	ACE : Information Theoretic and Statistical Approaches to Asynchronous Communication and Engineering Applications
Résumé	<p>La théorie de la communication asynchrone sans fil est très peu explorée. Ceci a pour conséquences que les protocoles de communications utilisés en pratique opèrent de façon ad-hoc : en général synchronisation et transfert d'information se font séparément. L'optimalité (en termes de taux de transmission, énergie, probabilité d'erreur) de ce principe de séparation est une question de grande importance pratique.</p> <p>Un des deux buts de ce projet est d'établir des limites fondamentales en communication asynchrone sans fil et de proposer des schémas de communication pratiques qui atteignent ces limites. En particulier on s'intéressera à des questions telles que 'Est-il optimal de séparer la synchronisation du transfert d'information?', 'Quelle est la puissance supplémentaire à l'émetteur qui est nécessaire lorsque l'émetteur et le récepteur ne sont pas synchrones?', 'Comment coder sur un canal asynchrone?'. Cette étude a le potentiel de générer de nouveaux critères pour la construction de codes correcteurs d'erreur efficaces en mode asynchrone, et ainsi bénéficier d'un grand impacte.</p> <p>Des travaux récents qui adressent des problèmes de communication asynchrone sans fil ont aboutis à la formulation de modèles de décision génériques qui ont un grand nombre d'applications en ingénierie, tels qu'en surveillance et contrôle de qualité (sur chaîne de montage par exemple). Le deuxième but de ce projet est de développer ces modèles interdisciplinaires et d'établir des connections entre les domaines concernés.</p>
Partenaires	Telecom Paris Tech UMR 5141 ; Institut Télécom
Coordinateur	Aslan TCHAMKERTEN aslan.tchamkerten@telecom-paristech.fr
Aide de l'ANR	371k€
Début et durée	Décembre 2009 - 48 mois
Référence	ANR-09-CEXC-002-01
Label pôle	

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet	ANCHCM : Evaluer la nature des hétérogénéités de composition dans le manteau convectif.
Résumé	<p>La composition du manteau terrestre est hétérogène à différentes échelles spatiales que ce soit dans sa partie lithosphérique que dans la partie en convection. Il est largement admis que l'origine des hétérogénéités du manteau est en grande partie due à la subduction et au recyclage de lithosphère océanique dans le manteau profond. Ce composant mantellique diffère de façon significative du reste du manteau par sa composition, ses propriétés physiques et sa capacité à produire des magmas, ce qui affecte considérablement les processus géodynamiques globaux. Plus précisément, la forte productivité potentielle de magmas à partir de croûte océanique recyclée est sans doute la raison principale de l'excès de flux de magma associé aux panaches mantelliques, comme sur l'île d'Hawaii et dans les grandes provinces magmatiques. Pour comprendre le rôle de ce processus dans la création d'anomalies de composition du manteau, ainsi que pour en évaluer les conséquences pour la géodynamique globale, nous devons quantifier la quantité de croûte recyclée présente dans le manteau. C'est le but de ce projet qui se fera en collaboration avec les pétrologues, minéralogistes, géochimistes et géophysiciens du LGCA et du LGIT à l'Université Joseph Fourier. Nous mettrons au point une méthode quantitative basée sur la composition des olivines et des liquides magmatiques qui permettra d'estimer la proportion de matériaux recyclés et de péridotite mantellique dans les sources des basaltes océaniques. Nous proposons en outre d'utiliser cette méthode pour évaluer la composition chimique et minéralogique des hétérogénéités dans le manteau et déterminer leurs tailles, leurs âges, leurs positions et leurs origines. Cette collaboration réunira des scientifiques aux expertises différentes mais complémentaires pour comprendre les conséquences du recyclage de la croûte terrestre sur la tectonique des plaques qui fonctionne depuis des milliards d'années.</p>
Partenaires	Université Joseph Fourier ; Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines UMR 5025
Coordinateur	Alexander SOBOLEV
Aide de l'ANR	977k€
Début et durée	Décembre 2009 - 48 mois
Référence	ANR-09-CEXC-003-01
Label pôle	

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet

CMBSecond : Anisotropies du fond Diffus Cosmologique aux Deuxième Ordre

Résumé

L'objectif de ce projet est d'étudier les perturbations cosmologiques et les anisotropies dans le rayonnement cosmique diffus au deuxième ordre dans les perturbations. En particulier, l'objectif final est de mettre au point un code numérique pour résoudre l'évolution au deuxième ordre des équations de Boltzmann des fluides cosmiques. Cela nous permettra de prédire la fonction de corrélation à trois points intrinsèque générés par les processus non linéaires à la recombinaison et pendant la diffusion des photons du rayonnement diffus, dans l'univers tardif.

L'impact du projet proposé et l'utilité du code que nous voulons développer s'appuie sur un fait important. Il y a un nouvel outil, très puissant, pour tester les perturbations cosmologiques, qui est actuellement en cours de développement depuis une décennie. Il s'agit de la «non-Gaussianité», c'est-à-dire de l'étude de traces non-Gaussiennes dans les fonctions de corrélations des perturbations cosmologiques. Jusqu'à présent, nous avons étudié les spectres de puissance des fluctuations. Cependant, tout départ d'une distribution parfaitement Gaussienne, est une mine d'information que nous devons exploiter.

Au cours de la prochaine décennie, la non-Gaussianité jouera un rôle majeur pour dévoiler deux aspects importants de la cosmologie et l'astrophysique : la physique fondamentale de l'Univers primordial qui a généré les fluctuations cosmologiques, et la croissance des structures dans l'Univers plus tardif. En effet, la non-Gaussianité est sensible à l'interaction entre les champs actifs au début de l'Univers et contient donc des informations essentielles sur la physique fondamentale de ces premiers instants. En un sens, les non-Gaussianités doivent être comparées à des processus de diffusion dans un accélérateur de particules, bien que ce que l'on observe soit des amplitudes de diffusion dans le ciel.

Des fluctuations Gaussiennes deviennent non-Gaussiennes en présence de processus non linéaire. Ainsi, la non-Gaussianité est sensible à l'évolution des structures et à la nature intrinsèquement non-linéaire de la relativité générale dans l'Univers plus tardif. Les non-Gaussianités générés par ces processus sont extrêmement petites, au niveau des perturbations du deuxième ordre. Toutefois, les observations, en particulier celles du satellite Planck, atteindront une

sensibilité telle d'être capable de voir ce genre de signal. Notre projet porte donc sur la question de prédire ce qui doit être mesuré sans ambiguïté par Planck en l'absence de non-Gaussianités primordiales. Ainsi, il sera essentiel en deux aspects : tester les non-linéarités de la physique en acte au moment de la recombinaison jusqu'à aujourd'hui, et permettre de distinguer le signal primordial de celui généré dans l'Univers tardif.

Partenaires

CEA Saclay ; Institut de Physique Théorique URA 2306

Coordinateur

Filippo VERNIZZI
filippo.vernizzi@cea.fr

Aide de l'ANR

217k€

Début et durée

Décembre 2009 - 48 mois

Référence

ANR-09-CEXC-004-01

Label pôle

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet	ESAPVI : Etablissement d'une plate-forme pour l'analyse de la parole avec visualisation et instrumentation
Résumé	<p>Les progrès de la connaissance dans le domaine de la parole reposent désormais sur les nouvelles instrumentations. Les organes de la parole sont les suivants : les poumons, le larynx, et les organes supraglottiques, c'est à dire la langue, le voile du palais et les lèvres.</p> <p>Une plate-forme d'exploration multisenseurs est en cours de développement au LPP (contrat mi-lourd du CNRS obtenu en 2008). Le projet pour la chaire d'excellence est lié à plate-forme et il se centre autour du développement des instrumentations suivantes : investigation du larynx (visualisation des vibrations des plis vocaux par caméra haute vitesse introduite par un nasofibroscope (tâche 1, en interne) , d'une part, et la photoglottographie, une nouvelle technique non invasive (brevet obtenu en 2008) (tâche 2, en interne) ; investigation de l'ensemble des organes supraglottiques par MRI (tâche 3, en collaboration); par électromyographie de surface (non invasive) (tâche 4, en interne), avec formation de médecins français, membres de LPP, à cette technique ; raffinement d'un sononasographe (un prototype au LPP) (tâche 5) ; raffinement d'une masque pneumotachographique et des mesures du flux nasal et oral (tâche 6) ; et protocole et essai de l'utilisation d'un plethysmographe, instrument très onéreux et disponible à l'HEGP, encore jamais utilisé en France pour des recherches en parole (tâche 7, en collaboration). Il s'agit d'un projet de recherche fondamental, qui peut avoir des retombées industrielles, par le développement de nouvelles instrumentations.</p>
Partenaires	CNRS Délégation Paris A ; Laboratoire de Phonétique et Phonologie UMR 7018.
Coordinateur	Kyoshi HONDA kiyoshi.honda@univ-paris3.fr
Aide de l'ANR	271k€
Début et durée	Décembre 2009 - 24 mois
Référence	ANR-09-CEXC-005-01
Label pôle	

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet

FOCEA : Excellence pour une synergie observation-modèle et l'évaluation de l'état écologique de la Méditerranée Nord Occidentale

Résumé

L'humanité est confrontée à deux défis majeurs : le réchauffement de la planète et la diminution drastique de certaines ressources naturelles. Face à ces défis, l'océan joue un rôle central par sa capacité à séquestrer le carbone, un facteur clé du réchauffement de la planète, et pour ses ressources halieutiques confrontées à une réduction rapide des stocks de poissons commercialement importants. Au niveau régional de la Méditerranée Nord-Occidentale, la productivité halieutique est liée aux apports du Rhône, principale source d'éléments nutritifs et de particules d'origine terrestre, le reste étant apporté par les upwellings, les eaux de pluie et le mélange vertical. La valeur économique de la seule industrie de l'anchois français est de 10-12 millions € /an. Au niveau mondial, l'exportation de carbone dans l'océan Austral contribue à 20-50% du total mondial de la séquestration du carbone, et est limitée par la disponibilité naturelle en fer. Ce sujet est brûlant pour la communauté scientifique et pour l'industrie car on estime que tout accroissement potentiel d'exportation de carbone par une fertilisation industrielle en fer pourra piéger du CO₂ atmosphérique et permettra de proposer des crédits de carbone – une industrie de plusieurs milliards € - sans compter les effets sur la pêche.

Nos capacités de réponses à ces questions sont limitées par des verrous communs : 1) la complexité des processus physiques et biogéochimiques à méso-échelle et l'interdisciplinarité des études à engager, 2) la complexité des réseaux trophiques des autotrophes aux organismes des niveaux trophiques supérieurs, 3) les insuffisances des observations pour couvrir les échelles spatio-temporelles adéquates, et 4) le manque de fiabilité de nombreux paramètres induisant de fortes incertitudes dans les simulations de modèles.

Les capteurs et modèles que possèdent et/ou développent les équipes impliquées dans ce projet (Banyuls, Sète, Marseille, Toulon, Villefranche) sont du meilleur niveau mondial. Il s'agit (1) de capteurs remorqués et engins porteurs les plus récents : AUV, ADCPs, LOPC, UVP et cytométrie en flux, (2) des modèles de circulation, de flux biogéochimiques et de dynamiques de zooplancton et de poissons. De plus ces équipes mettent en place (3) des études multidisciplinaires, telles que des programmes de surveillance, des études de processus à méso-échelle et des modèles couplés physique-biogéochimie. Avec le présent projet, ces équipes proposent d'augmenter leurs

capacités en développant: 1) un service de données environnementales intégrées pour les scientifiques, les gestionnaires et le public, 2) l'intégration entre observations et modèles pour de meilleures calibrations et validations, 3) l'intégration des modèles flux trophiques des niveaux planctoniques aux poissons, et 4) l'intégration de différentes disciplines pour comprendre les couplages entre processus en combinant des méthodes de terrain aux mêmes échelles spatiales et temporelles. Tâche 1- Etablissement de l'Equipe FOCEA - Mise en place d'une équipe de classe mondiale sur la façade méditerranéenne ayant la capacité et les moyens de dépasser les limites scientifiques et technologiques en recherche marine, et de former la prochaine génération de scientifiques; Tâche 2- Mise en place de grappes de capteurs, de réseau de données intégrées, et développement d'une banque de données et d'un centre de service et d'analyse ; Tâche 3- Théories mathématiques et modèles. Théories et modèles pour construire des modèles intégrant les niveaux (pico, micro, meso et macro) planctoniques et les niveaux supérieurs (poissons) , Tâche 4-: Réseau de données intégrées et assimilation de ces données dans des modèles de prévision - Intégration des données des capteurs et système de prévision fusionnant assimilation et modélisation ; Tâche 5- Développement de projets -Conduire cette équipe à développer des projets portant sur des questions de gestion des ressources naturelles régionales, et de séquestration du carbone.

Partenaires

Université de la Méditerranée ; Centre d'Océanologie de Marseille UMR 6535

Coordinateur

Meng ZHOU
Meng.Zhou@umb.edu

Aide de l'ANR

968k€

Début et durée

Décembre 2009 - 48 mois

Référence

ANR-09-CEXC-006-01

Label pôle

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet

GENRE : Régionalisation et spécification de sous-types neuronaux du cerveau : aspects génétiques et développementaux

Résumé

La formation du cerveau est programmée génétiquement pendant le développement et peut être profondément altérée par modification de l'un des nombreux gènes qui contrôlent régionalisation, prolifération, différenciation et migrations cellulaires. Les données génétiques identifient des centres de signalisation créateurs de gradients de morphogènes, localisés dans le cerveau rostral aux périodes précoces du développement et qui sont impliqués dans la spécification régionale du télencéphale dorsal et ventral. Gradients et codes spécifiques de facteurs de transcription, régionaux et temporels, vont alors déterminer les phases du développement neuronal, mettant en place en fonction du temps les éléments propres à chaque région du cerveau. La détermination du programme de chaque cellule dépend d'une information positionnelle apportée aux progéniteurs neuronaux et les cellules de chaque type, en nombre déterminé, vont constituer les patrons spatiaux et temporels nécessaires à l'établissement des contacts fonctionnels. Nous nous intéressons aux fonctions propres à une famille de facteurs de transcription, COUP-TF, qui joue un rôle fondamental dans l'organisation régionale et la spécification des types cellulaires dans plusieurs systèmes biologiques. Nous et d'autres avons montré en particulier que COUP-TFI est essentiel pendant la régionalisation tangentielle et temporelle des aires fonctionnelles et dans la spécification cellulaire dans chacune de celles-ci. Les aspects moléculaires et cellulaires de ces processus sont encore largement à découvrir. La fonction bien claire de COUP-TFI dans l'organisation des aires fonctionnelles en fait un excellent modèle pour identifier les mécanismes de régionalisation du cerveau embryonnaire et détermination des propriétés caractéristiques des chacune des spécialisations fonctionnelles des types cellulaires constitutifs du cerveau adulte. Nous combinerons la caractérisation de souris mutantes à différentes étapes par l'usage, in vivo, de transfert de gènes par électroporation et, in vitro, de cultures organotypiques, pour établir dans un premier temps si la migration cellulaire radiale, élément essentiel du développement cérébral est aussi soumise à un contrôle régional. Nous avons établi que la molécule Rho-GTPase Rnd2 est exprimée selon un gradient opposé à celui de COUP-TFI fortement altéré chez le mutant COUP-TFI. Nous nous proposons de déterminer si la restauration de niveaux corrects d'expression de Rnd2 permettra la récupération de la spécification des couches et types cellulaires exigés pour la

formation des aires corticales. Nous étudierons l'implication de gènes COUP-TF dans la spécification d'une sous-population d'interneurones corticaux dérivés de la région la plus caudale du télencéphale ventral, l'éminence ganglionnaire caudale (CGE). Nous utiliserons une analyse génétique des dérivations cellulaires ainsi que des mutants conditionnels de COUP-TFI et OUP-TFII pour étudier le rôle des gènes dans la migration et spécification des interneurones dérivés de la CGE. Nous étudierons l'implication de gènes COUP-TF dans la spécification d'une sous-population d'interneurones corticaux dérivés de la région la plus caudale du télencéphale ventral, l'éminence ganglionnaire caudale (CGE). Nous utiliserons une analyse génétique des dérivations cellulaires ainsi que des mutants conditionnels de COUP-TFI et COUP-TFII pour étudier le rôle des gènes dans la migration et spécification des interneurones dérivés de la CGE. Enfin, nous déterminerons si COUP-TFI, également exprimé de manière régionalisée dans l'hippocampe, est requis pour la différenciation régionale et temporelle de cellules de l'hippocampe, en particulier des cellules granulaires du gyrus denté, une de deux niches principales de neurogenèse par les cellules souches adultes. Nous pensons par ces études contribuer à répondre à la question fondamentale de l'existence d'un mécanisme coordonné contrôlant la différenciation spatiale et temporelle des types neuronaux dans les différentes régions du cerveau. Il nous paraît très important d'identifier de nouveaux mécanismes du développement cérébral, tant au niveau fondamental de la compréhension d'un mécanisme complexe que du fait que les malformations cérébrales au cours du développement sont aujourd'hui reconnues comme la cause d'une fraction significative des pathologies cognitives et neurologiques.

Partenaires	INSERM PACA et Corse ; Laboratoire de génétique du développement normal et pathologique U636
Coordinateur	Michèle STUDER studer@tigem.it
Aide de l'ANR	898k€
Début et durée	Décembre 2009 - 48 mois
Référence	ANR-09-CEXC-007-01
Label pôle	

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet HRIAA : Interaction Homme-Robot pour des Applications d'Assistance

Résumé

La population mondiale vieillit, introduisant ainsi un large éventail de défis. Il est estimé qu'en 2040 il y aura trois fois plus de personnes de plus de 85 ans qu'il y a aujourd'hui. Nombreux sont ceux qui devraient avoir besoin d'une assistance physique et cognitive, en raison de changements physiques et / ou cognitifs liés au vieillissement, par exemple, Traumatisme Cranio-Cérébral (TCC), la maladie de Parkinson (PD), un accident vasculaire cérébral (par exemple, chaque année, plus de 730.000 personnes en Amérique et un million de personnes des 22 pays européens subissent un AVC, et près de 400.000 survivent avec une certaine forme de handicap neurologique plaçant un fardeau énorme sur les secteurs privés et publics de la santé de la nation concernée) et la maladie d'Alzheimer (les dernières estimations sont de 26,6 millions de personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer dans le monde en 2006, et ce chiffre passera à 100 millions en 2050 - 1 personne sur 85 de la population totale). La seule technologie comparable est l'interaction homme-machine qui pourrait fournir des soins personnalisés, mais sans l'incarnation physique d'un robot. Le travail de recherche qui est proposé dans ce projet définit un nouveau créneau de l'interaction homme-robot pour les demandes d'assistance. Il comprend un robot autonome offrant la surveillance, l'assistance et les encouragements, tout en étant capable de fournir des rapports détaillés sur les progrès des utilisateurs pour les médecins, thérapeutes, et les aides-soignants. Un des principaux avantages de l'approche proposée est de fournir un plus grand période de temps pour la supervision d'un exercice ou d'une activité personnalisée accompagnée d'encouragements tout en économisant le temps du thérapeute ou de l'aide-soignant. En revanche, les systèmes de télésurveillance nécessitent du temps et une surveillance de la part du thérapeute tandis que les journaux de bord ne parviennent pas à fournir des soins personnalisés et adaptés et une interaction avec le patient. Le cadre proposé est basé sur le principe de l'assistance sociale, qui consiste en l'utilisation de capteurs physiologiques non-encombrants et des agents de robotique intelligente pour suivre l'activité en temps réel et de la détermination de l'état utilisateur. La combinaison de ces éléments constitue un outil thérapeutique personnalisé qui s'adapte à la personnalité de l'utilisateur, à ses préférences, à son profil, à son état interne, et à son handicap cognitif/physique afin de continuer à l'encourager à rester engagé dans une activité. Ainsi, l'objectif de ce travail de recherche est d'améliorer la qualité de vie des

utilisateurs, ce qui est fait par l'utilisation d'un agent robotique qui surveille, encourage, et engage les utilisateurs lorsqu'ils effectuent des tâches telles que la réadaptation physique et de stimulation cognitive.

Partenaires

Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées ; Paris Tech

Coordinateur

Adriana TAPUS
adriana.tapus@ieee.org

Aide de l'ANR

484k€

Début et durée

Décembre 2009 - 48 mois

Référence

ANR-09-CEXC-008-01

Label pôle

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet HSPQCD : Calculs de précision pour les processus durs en QCD

Résumé

Les amplitudes de diffusion ont une simplicité qui n'est pas encore comprise directement à partir de la théorie quantique. Cette simplicité inexplicée suggère une symétrie cachée. Des travaux récents lèvent le voile sur cette symétrie. Les nouvelles symétries et structures trouvent des applications immédiates avec le démarrage imminent du collisionneur LHC au CERN. Le LHC cherchera de nouvelles particules, qui pourront être observées pour la première fois à l'énergie de 14 TeV, jamais atteinte jusqu'ici. En particulier, on cherchera le boson de Higgs, la seule particule qui reste à découvrir dans le modèle standard de la physique des particules ; mais aussi des particules supersymétriques ou composant la matière noire de l'univers. La nouvelle physique révélée par ces particules hypothétiques nous apprendra beaucoup sur la constitution de notre univers. Afin de découvrir cette nouvelle physique, nous devons être prêts à calculer tous les produits possibles d'une collision de protons au LHC. Les symétries de la théorie ont été découvertes au moment où elles peuvent être utilisées. Pour les applications à la physique des collisionneurs, il est crucial de calculer des amplitudes de diffusion au moins à l'ordre sous-dominant en théorie des perturbations. Cependant, de nombreuses amplitudes requises pour le LHC ne sont pas encore calculées. La raison est que la méthode de calcul traditionnel, par somme de diagrammes de Feynman, a deux inconvénients sérieux. Le premier est qu'il est très difficile, d'un point de vue calculatoire, de gérer le grand nombre de diagrammes de Feynman, qui augmente factoriellement avec le nombre de particules dans l'état initial et final. Dans le cas des amplitudes à une boucle (corrections quantiques), l'intégrale sur l'impulsion de la boucle dans chacun des diagrammes demande un effort significatif. Le second inconvénient est qu'une jauge particulière doit être choisie pour faire le calcul. Le choix de jauge introduit de nombreux termes supplémentaires qui s'annulent dans le résultat final. J'ai inventé de nouvelles méthodes pour calculer les amplitudes en théorie de jauge, telles que toutes les quantités intermédiaires sont sur couche de masse et donc invariantes de jauge. Ces nouvelles techniques se généralisent, au-delà des théories de jauge, à d'autres théories des champs telles que la gravité pure. Elles donnent les amplitudes directement sous leur forme la plus élégante.

Mon travail récent donne un moyen systématique et efficace de calculer les amplitudes à une boucle en QCD. Dans une série de travaux, j'ai introduit de nouvelles techniques pour construire ces amplitudes au moyen d'un petit nombre de contributions

invariantes de jauge. Le nouveau thème de ma recherche est de penser en termes de propriétés géométriques de ces amplitudes, vues comme des fonctions mathématiques.

Nos idées nous ont permis de calculer plusieurs amplitudes qui n'étaient pas connues sous des formes très compactes. De plus, les calculs de ces amplitudes avec nos méthodes ont été beaucoup moins difficiles que ne le sont les calculs d'amplitudes, même plus simples, avec les méthodes traditionnelles. Des résultats analytiques sont attendus qui permettront de généraliser aux corrections multi-jets, et d'engendrer de nouveaux concepts. L'adaptation de certaines de ces nouvelles idées à des calculs numériques a déjà produit des résultats impressionnants sur les processus de diffusion à plusieurs partons. En me basant sur les idées et l'expérience acquise lors de mes travaux précédents, j'ai l'intention de développer de nouveaux outils de calcul qui pourront être utilisés par les expérimentateurs pour analyser les collisions observées. Une partie de mon effort de recherche sera dédiée à des problèmes plus fondamentaux de théorie quantique des champs, et à la généralisation de nos progrès

Partenaires

CEA Institut de Physique Théorique, URA 2306

Coordinateur

Ruth BRITTO
ruth.britto@cea.fr

Aide de l'ANR

173k€

Début et durée

Décembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-CEXC-009-01

Label pôle

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet	INNOV : Innovation et diffusion des connaissances : les brevets sont-ils nécessaires ?
Résumé	<p>L'innovation est l'un des moteurs essentiels de la croissance. Les économistes ont par ailleurs souvent considéré que les brevets sont indispensables pour encourager les investissements dans la recherche et pour faciliter la diffusion des résultats. Cependant, récemment, certains se sont prononcés en faveur d'une réforme du système des brevets. Dans un même temps le secteur informatique a été témoin d'une croissance rapide du mouvement de code source libre (open source) qui se fonde sur l'idée qu'un monde sans protection de la propriété intellectuelle est plus propice à l'innovation. Le projet que je propose a pour but d'étudier les sources de profits des innovateurs en l'absence de brevets et d'examiner les inefficacités dans la diffusion des technologies quand ceux-ci existent. La première partie du projet tentera de déterminer si la possibilité de vendre des licences peut procurer de larges profits aux innovateurs même en l'absence de brevets. Des résultats préliminaires suggèrent en effet que les profits pourraient être proches de ceux d'un monopole. L'intuition est la suivante : la compétition sur le marché des licences fait chuter le prix de l'entrée pour les imitateurs qui entrent tard. Les imitateurs attendent donc avant d'imiter et l'innovateur accumule des profits. Si les résultats se confirment ceci serait une remise en cause fondamentale du système des brevets. La seconde partie se concentre sur un autre mécanisme qui génère des profits pour les innovateurs en l'absence de protection. Cette idée se fonde sur l'observation détaillée du mouvement de code source libre dans l'industrie informatique. Il semble que les imitateurs, bien qu'ils puissent légalement copier, limitent leur activité d'imitation pour préserver les incitations de l'innovateur à améliorer son produit. Cette interaction entre innovateur et imitateur ressemble à celle d'un parasite qui choisit de préserver la santé de sa proie. Le but sera de confirmer cette intuition dans un modèle théorique. Enfin, la dernière partie étudie la diffusion de technologies. Cette partie sera théorique et empirique. L'objectif est de démontrer que même quand des brevets existent, le transfert peut avoir lieu inefficacement tard en raison d'asymétries d'information entre l'innovateur et l'acheteur potentiel. Les résultats seront testés sur des données provenant de l'industrie pharmaceutique.</p>
Partenaires	Fondation Nationale des Sciences Politiques ; Groupe d'économie Mondiale
Coordinateur	Emeric HENRY

Aide de l'ANR

eHenry@london.edu
203k€

Début et durée

Décembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-CEXC-010-01

Label pôle

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet

MIBRAIN : Migraine and the Brain: Consequences, Causes, and Vascular Interaction

Résumé

La migraine est une pathologie se traduisant par des céphalées invalidantes et évoluant par crises. On a longtemps pensé que la migraine n'avait aucune conséquence à long terme mais durant ces dernières années de nombreuses études ont montré qu'elle était associée à une augmentation du risque d'infarctus cérébral. D'autre part, des études récentes suggèrent que la migraine est également associée à des changements structuraux visibles sur l'IRM cérébrale, même en l'absence d'infarctus cérébral clinique. Ces données ont conduit à formuler l'hypothèse que la migraine pourrait être une pathologie chronique cérébrale et pourrait donc avoir des conséquences à long terme non négligeables sur les fonctions cérébrales, en particulier les fonctions cognitives. Cette hypothèse est étayée par les preuves récentes et concordantes de la forte association entre migraine et risque coronarien et, d'une façon plus globale, entre migraine et système vasculaire. Dans ce contexte, une atteinte vasculaire cérébrale à bas bruit due à la migraine est plausible. Cependant, cette théorie ne repose pour l'instant que sur de rares études et des preuves fragmentaires et peu étayées. Comme la migraine est une pathologie très fréquente – elle touche entre 15 à 20% de la population française – une atteinte cérébrale et cognitive pourrait avoir des conséquences majeures non seulement pour les individus mais également en terme de santé populationnelle.

Le projet que nous présentons a pour but d'étudier cette relation triangulaire entre migraine, vaisseaux et cerveau. Plus particulièrement, nous souhaitons investiguer : 1) La relation entre migraine et lésions visibles sur l'IRM cérébrale dans une cohorte de sujets âgés ; 2) La relation les différents types de migraine et les lésions sur l'IRM cérébrale chez des patients consultant pour leur migraine ; 3) La relation entre migraine et performances cognitives en dehors des crises ; 4) Le rôle des facteurs vasculaires sur la relation entre migraine et lésions visibles sur l'IRM cérébrale. Ces questions seront abordées grâce à l'analyse de deux cohortes : une cohorte de population chez les personnes âgées, l'étude 3C, et une cohorte de patients migraineux qui sera mise en place à l'hôpital Lariboisière. Ces travaux seront coordonnés à partir de l'Unité 708 de l'Inserm dans laquelle est établi le demandeur. Les chercheurs de cette unité coordonnent l'étude 3C et ont des relations de travail anciennes et fructueuses avec le service de neurologie de l'hôpital Lariboisière dont l'expertise dans le domaine de la migraine est internationalement reconnue. Ils

ont d'autre part été à l'origine de plusieurs études sur les liens entre migraine et pathologies vasculaires. Si elle était obtenue, cette Chaire d'Excellence permettrait au Dr Tobias Kurth qui est Professeur Assistant de médecine et d'épidémiologie à Harvard, de mettre en place une équipe de recherche sur cette thématique au sein de l'U708. Les travaux envisagés sont dans la prolongation directe de ceux réalisés ces dernières années par le Dr Kurth sur les relations entre migraine, risque vasculaire et pathologies coronariennes dans des populations âgées. Il est un des experts reconnus de ce domaine et a publié plusieurs articles dans des journaux à fort impact. Cette chaire d'excellence serait donc l'opportunité unique de créer, autour d'un chercheur de haut niveau, une équipe s'insérant naturellement dans une structure disposant de données déjà acquises et d'une expertise reconnue dans le champ de l'analyse de données IRM et cognitives.

Partenaires

INSERM ADR Paris 6 ; Hôpital La Salpêtrière UMR_708

Coordinateur

Tobias KURTH
tobias.kurth@upmc.fr

Aide de l'ANR

470k€

Début et durée

Décembre 2009 - 48 mois

Référence

ANR-09-CEXC-011-01

Label pôle

Titre du projet

NANO-SYN-ADAPT : Etudes des adaptations synaptiques en conditions pathologiques à l'échelle nanométrique par des approches corrélatives combinant la microscopie STED et électronique

Résumé

Les synapses sont des structures complexes et dynamiques qui jouent un rôle clé dans le fonctionnement du système nerveux et son adaptabilité. Elles sont en outre impliquées dans de nombreuses maladies neurologiques. La plasticité structurale des connexions synaptiques est un mécanisme fondamental de leurs capacités d'adaptation. Il demeure cependant extrêmement délicat d'étudier cette adaptabilité en raison, notamment, de leur regroupement en amas compacts dans le cerveau, et de la taille très réduite de ces synapses, à la limite du pouvoir de résolution de la microscopie optique. L'absence d'une caractérisation précise limite notre compréhension du mécanisme de la dynamique et de la plasticité de ces synapses. Leur taille et leur morphologie semblent jouer un rôle majeur dans leurs fonctions normales et pathologiques et la description directe de leurs dimensions, au sein d'un réseau de neurones vivants, reste un enjeu essentiel de leur étude.

Nous exploiterons une nouvelle technique de microscopie de fluorescence, la microscopie STED, en association avec la microscopie électronique (ME), pour préciser notre compréhension des fonctions synaptiques en conditions normales et pathologiques. La ME offre une résolution optimale pour la visualisation et l'étude des complexes macromoléculaires à l'échelle nanométrique. Elle reste donc un outil essentiel pour l'analyse ultra structurale des processus biologiques. L'imagerie STED permet de combler l'écart de résolution entre la ME et la microscopie photonique conventionnelle. La microscopie STED permet de briser la barrière de diffraction. L'approche STED offre ainsi l'opportunité d'étudier les processus biologiques sur cellules vivantes à une échelle entièrement nouvelle. Sa mise en jeu bénéficiera en outre de son association avec la cryo-ME qui améliore la préservation ultra structurale des tissus. En appliquant ces techniques innovantes, nous apporterons des informations nouvelles sur la dynamique et la plasticité structurale des synapses dans deux régions et deux types de désordres neurologiques : l'hippocampe et l'épilepsie, la moelle épinière et les douleurs chroniques. La microscopie STED permettra d'étudier les synapses vivantes à l'échelle nanométrique, tandis que la ME décrira l'ultra structure fine des synapses imagées en STED. Des reconstructions tridimensionnelles, en microscopie photonique et électronique, préciseront encore plus avant les interrelations entre les

différentes structures synaptiques. Cette nouvelle combinaison de méthodes ultra résolutive conduira à une vision nouvelle des bases structurales des fonctions synaptiques et de leurs anomalies. De plus, nos approches de microscopies corrélatives représentent une avancée technologique majeure qui ouvrira la voie à de nouvelles approches expérimentales combinant l'analyse de structures vivantes et l'étude de leur organisation morphologique au niveau macromoléculaire.

D'une manière générale, nos résultats modifieront notre compréhension fondamentale du fonctionnement des synapses, et de leur plasticité en conditions normales et pathologiques. Cette approche ouvrira de nouveaux champs pour les études moléculaires et physiologiques à des échelles inexplorées jusqu'à présent. La caractérisation de synapses vivantes à l'échelle nanoscopique nous permettra de mesurer leur forme et la taille réelles et d'envisager leur caractère stable ou dynamique. Nous ferons état des observations directes de changements dépendants de l'activité qui affectent tant les compartiments pré- que post-synaptiques et qui n'ont pu qu'échapper aux précédentes analyses microscopiques. Enfin, nos expériences généreront des données nouvelles susceptibles d'éclairer l'étiologie de deux désordres neurologiques majeurs (l'épilepsie du lobe temporal et les douleurs chroniques) en décrivant les altérations de la morphologie synaptique à différentes échelles d'observation.

Partenaires	INSERM ADR Aquitaine Poitou-Charentes Physiopathologie de la plasticité neuronale Neurocentre Magendie U 862
Coordinateur	Valentin NAGERL valentin.nagerl@u-bordeaux2.fr
Aide de l'ANR	489k€
Début et durée	Décembre 2009 - 36 mois
Référence	ANR-09-CEXC-012-01
Label pôle	ALPHA – Route des Lasers

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet	PepKit : Développement de kits de détection de maladies auto-immunes basés sur des peptides.
Résumé	<p>L'objectif du candidat est de créer au sein de l'unité de recherche SOSCO de l'Université de Cergy-Pontoise un laboratoire multidisciplinaire à l'interface chimie, physique et sciences de la vie axé sur le diagnostique moléculaire. L'unité de recherche SOSCO a une expertise en glycochimie et en synthèse des acides aminés modifiés intéressante pour la réalisation des objectifs du candidat, objectifs qui sont partie prenante du projet européen d'Infrastructure MoDLS (Molecular Diagnostic for Life Sciences). Ce projet coordonné par le candidat, est composé de 5 consortiums regroupant pour chacun d'entre eux des laboratoires européens (France, Italie, Allemagne, Pays-Bas, Hongrie, Espagne, Belgique, Grèce). il a récemment reçu un soutien financier de la région Ile de France en ce qui concerne son montage. L'Université de Cergy-Pontoise s'est engagée à en assurer le management. Le nouveau laboratoire sera impliqué dans le développement de méthodologies ciblées à l'obtention de sondes moléculaires (glycopeptides et glycoprotéines spécifiquement glycosylées) visant à l'identification et à la caractérisation des auto anticorps comme bio-marqueurs pour le développement de diagnostics et le suivi des maladies auto-immunes. Le nouveau laboratoire garantira la préparation des acides aminés modifiés suivant des stratégies stéréosélectives efficaces ainsi que leur introduction (parmi différentes stratégies en solution et sur support solide) dans des séquences peptidiques établies (sondes moléculaires), la purification et la caractérisation analytique des sondes et leur validation immunologique sur des échantillons de sérums de patients qui seront obtenus grâce aux collaborations de la candidate avec de nombreux cliniciens. Des tests classiques (ELISA), mais surtout des nouvelles technologies biophysiques basées sur des biocapteurs optiques ou électrochimiques seront validées en utilisant les sondes moléculaires développées au sein du nouveau laboratoire multidisciplinaire. Un tel projet est validé par les précédentes expériences de la candidate qui a récemment montré que grâce à l'approche qu'elle nomme «Chimique Inverse» il est possible d'identifier des glycopeptides synthétiques comme sondes pour la caractérisation de biomarqueurs de la sclérose en plaques. La candidate a récemment démontré que son équipe de Florence a été capable de gérer d'une manière multidisciplinaire une telle recherche. Le groupe a réalisé un glycopeptide permettant de mesurer les auto-anticorps dans le sérum de 30% de patients affectés par la sclérose en plaques, ainsi que la mise au point et la validation d'un simple test clinique, basé sur cette sonde,</p>

permettant le suivi des patients. Le projet actuel aura une retombée au niveau de la recherche fondamentale à la frontière chimie et physique du vivant, ainsi que dans le développement de nouvelles méthodologies synthétiques pour la préparation de glycoamino acides, glycopeptides, glycoprotéines semi-synthétiques, dans le développement de nouveaux biocapteurs d'affinité et dans l'étude des mécanismes moléculaires de l'autoimmunité (sclérose en plaques, arthrite rhumatoïde, maladie céliaque...), permettant de comprendre le sens physiopathologique des biomarqueurs identifiés. Au niveau valorisation, les résultats obtenus pourront être transférés vers des nouvelles start-up de biotechnologies pour le développement de diagnostics et « theranostics » basés sur des sondes moléculaires et des systèmes de détection classiques (ELISA) ou innovateurs (biocapteurs électrochimiques).

Partenaires

Université de Cergy-Pontoise ; Synthèse organique sélective et chimie organométallique UMR 8023

Coordinateur

Anna-Maria PAPINI
annamaria.papini@unifi.it

Aide de l'ANR

999k€

Début et durée

Octobre 2009 - 48 mois

Référence

ANR-09-CEXC-013-01

Label pôle

Titre du projet **PhysiGrafix** : Modèle discret guidé par l'acquisition pour les objets déformables

Résumé

Les objets déformables sont présents à toutes les échelles dans la nature. Simuler leur comportement de façon précise est un défi important pour de nombreuses disciplines allant de l'ingénierie jusqu'aux effets spéciaux réalisés pour le cinéma. Malgré des avancées importantes dans ce domaine, la simulation physique reste limitée par de longs cycles de conception qui requièrent de l'intuition et une grande expertise technique. De plus, ne pouvant tenir compte de toutes les propriétés des matériaux, de chaque interaction et de chaque environnement, le passage à l'échelle des techniques existantes est un défi de plus à surmonter. Les travaux de recherche que je propose d'aborder ont pour but de surmonter ces difficultés en développant de nouveaux modèles mathématiques discrets capables de rendre compte des déformations observées par acquisition automatique (vision par caméra). Ces modèles seront développés à partir de la géométrie différentielle, des théories mécaniques et des éléments finis. L'approche usuelle se fonde sur des hypothèses (décrites sous forme d'équations) sur le comportement physique des matériaux. Ces équations sont ensuite discrétisées par projection sur une base de fonction choisie a priori (telles que les bases polynomiales dans les méthodes par éléments finis). Le choix des bases de fonction a un impact très important sur la résolution du problème. En effet, il détermine l'erreur due à la projection et peut engendrer les principales difficultés rencontrées en simulations tels que la présence de fausses énergies, des blocages et des effets de sabliers. Notre objectif est de développer de nouveaux modèles de déformation, dans lesquels les bases de fonctions pourront être apprises par l'acquisition du phénomène, et par conséquent hériteront d'un comportement physique en parfaite adéquation avec la réalité. De plus, cette approche évite les problèmes de discrétisations décrit précédemment dans l'approche usuelle. Pour atteindre cet objectif, je propose le projet PhysiGrafix qui comporte les 3 modules suivants : (1) suivi et reconstruction automatique d'une représentation grossière des objets à partir d'un ensemble de camera (2) réduction du problème en encodant les modes de déformations significatifs des objets et en éliminant les paramètres superflus tels que les déformations rigides. (3) utilisation du modèle physique appris pour éditer de nouvelles animations ou le transposer à des modèles similaires. Cette recherche est motivée par des applications réelles, présentes dans un vaste panel de disciplines telles que la

chirurgie virtuelle, la conception d'objets industriels, ou encore la réalisation d'effets spéciaux pour le cinéma.

Partenaires

INRIA Nancy Grand-Est ; LORIA

Coordinateur

Rhaleb ZAYER
Rhaleb.Zayer@loria.fr

Aide de l'ANR

261k€

Début et durée

Décembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-CEXC-014-01

Label pôle

Programme « Chaires d'excellence »

Edition 2009

Titre du projet	RetroSynthBio : Rétrosynthèse pour la bioproduction de thérapeutiques
Résumé	<p>La production métabolique de composés thérapeutiques est aujourd'hui basée sur des procédures ad-hoc (essai-erreur expérimental, connaissance d'experts) pour sélectionner les voies métaboliques exogènes qui doivent être introduites dans un micro-organisme hôtes (i.e., un châssis). Ces procédures coûteuses en temps ne peuvent être appliquées que pour un nombre limité de composés. Le génie métaboliques et la biologie synthétique sont des domaines qui progressent rapidement, à titre d'exemple l'introduction de gènes dans les chromosomes et les plasmides ce pratique de plus en plus couramment, il y a donc un besoin émergent d'automatiser les procédures actuelles. Le but de ce projet est de développer une approche systématique pour rechercher, optimiser et synthétiser des enzymes et des voies exogènes qui une fois introduits dans un châssis peuvent produire un composé cible. L'idée principale du projet est d'utiliser des techniques de rétrosynthèse pour identifier les transformations biologiques qui conduisent à la production de composés thérapeutiques. Pour chaque composé, un graphe de rétrosynthèse sera construit. Les voies métaboliques dans ce graphe seront énumérées et ordonnées par ordre de difficulté croissante de synthèse. Les voies les plus prometteuses seront synthétisées dans E. coli, les flux métaboliques seront mesurés, et la régulation des gènes sera ajustée pour amplifier les flux vers les composés cibles. Nous proposons d'utiliser cette méthode de rétrosynthèse pour des produits thérapeutiques commercialisés et produits en voie de commercialisation. Dans le cas où la rétrosynthèse d'un produit thérapeutique s'avèrerai impossible ou trop coûteuse, notre méthode déterminera les composés précurseur de ce produits et la façon de biosynthétiser ces précurseurs.</p>
Partenaires	Université d'Evry Val d'Essonne ; Programme Epigénomique UPS_3201
Coordinateur	Jean-Loup FAULON jean-loup.faulon@epigenomique.genopole.fr
Aide de l'ANR	484k€
Début et durée	Décembre 2009 - 48 mois
Référence	ANR-09-CEXC-015-01
Label pôle	