



MI
Mission pour l'Interdisciplinarité

Défi interdisciplinaire - Appels à projets 2016

Imag'In

Les enjeux

L'imagerie ou plutôt les imageries sont les méthodes d'acquisition, d'analyse et de représentation de scènes réelles sous forme de signaux 2D (images), 2D + t (série temporelle d'images), 3D (volume, par exemple IRM) et 3D + t (séquence d'images volumiques), multi- et hyper-spectrales (d'une dizaine de fréquences à quelques centaines par point imagé, voire plusieurs milliers pour les plus récents spectro-imageurs astronomiques). Il existe, bien sûr, d'autres méthodes fort nombreuses pour explorer la matière : l'imagerie THz, l'imagerie neutronique ou l'imagerie fondée sur la diffraction X, entre autres.

Ces méthodes sont très largement utilisées dans de très nombreux domaines, par exemple en biologie, en médecine et en anthropologie physique, en sciences de la Terre et de l'Univers, en géographie, en archéologie, en physique, en chimie, en contrôle industriel, pour ne citer que quelques domaines. Fréquemment, ces méthodes impliquent un utilisateur humain dont le système visuel est un maillon de la chaîne de traitement ou de transmission de l'information et dont il faut tenir compte. On parle alors d'approches supervisées. Devant la diversité des domaines concernés, la complexité grandissante des méthodes à mettre en œuvre, l'hétérogénéité croissante des données et l'exigence constante de performances, les besoins nouveaux en principes et technologies de visualisation, des méthodes nouvelles et efficaces doivent être conçues et développées en étroite collaboration entre des spécialistes de traitement de l'information, des spécialistes des capteurs et des systèmes d'imagerie complexes, et des experts du domaine d'application.

Les verrous

Les besoins exprimés dans les différents domaines applicatifs engendrent souvent des questions méthodologiques complexes. Par ailleurs, les progrès de la technologie proposent des dispositifs de capture à très haute résolution et à grande cadence d'acquisition, souvent obtenus par mélange intime entre matériel et logiciel. Enfin, de nouveaux capteurs d'images sont de plus en plus disponibles simultanément et une tendance est d'observer un même objet à l'aide de plusieurs senseurs de types différents, donnant accès à des observations hétérogènes, en particulier à des caractéristiques et des échelles différentes.

- **Imagerie MULTI**

Le caractère "MULTI" de l'imagerie apparaît au travers de la multi-dimensionnalité des données, de leur multi-modalité, et de leur caractère multi-temporel. Il ouvre certes des perspectives intéressantes mais demande aussi de résoudre plusieurs défis méthodologiques :

- L'imagerie **multimodale** (plusieurs capteurs) nécessite la fusion d'information, avec des applications dans de très nombreux domaines, mais dont les méthodes sont encore très *ad hoc* et pour lesquelles il manque un cadre structurant plus général. En astronomie par exemple, la définition de descripteurs de données a permis l'émergence des méthodes de type Observatoire Virtuel.
- Les imageries **multi-** et **hyper-spectrales** demandent évidemment une modélisation fine de la physique de spectromètres. Mais chaque application, en sciences de l'univers, en environnement, ou en dermatologie par exemple, requiert de prendre en compte la spécificité des objets illuminés : les modèles de réflexion et de diffusion de la lumière ne sont pas les mêmes sur le sol ou sur un tissu biologique.

- L'imagerie **multi**-temporelle pour l'analyse de systèmes et de processus (détection et classification de changements, suivi adaptatif et apport de la diversité temporelle pour la séparation de sources).

- **Big Images**

Cette foison de données et de mesures entraîne aussi d'autres questions complexes liées aux problématiques du *Big Data*, avec autant de défis méthodologiques et technologiques.

Des éléments de solution pourraient être fondés sur :

- L'approfondissement de modèles géométriques 3D et 4D, des modèles à base de graphes, leur optimisation et leur apprentissage;
- L'étude de méthodes statistiques avancées fondées sur l'inférence bayésienne pour la détection de signature d'objet d'intérêt rares, de nature ponctuelle ou étendue, spatialement et spectralement résolus ;
- La généralisation du principe de l'acquisition compressée (*compressive sensing*) à l'acquisition rapide d'images à hautes résolutions spatiale et temporelle, par exemple en imagerie multi- et hyper-spectrale ou en imagerie cérébrale (IRM, TEP, etc.) ;
- La conception de nouveaux et de meilleurs imageurs à partir d'une conception conjointe (co-conception) capteurs/circuits d'acquisition/algorithmes de traitement, afin de proposer des imageurs à très hautes résolutions spatiale et temporelle ;
- La co-conception d'algorithme/processeur permettant des traitements rapides, malgré le fait que les mémoires et les processeurs cassent la structure naturellement 2D, 3D, etc. des images ;
- La mise en œuvre de dispositifs capables de traiter des masses d'images en temps réel (ou quasi temps réel) est aussi indispensable dans certains domaines comme l'imagerie médicale pour l'aide opératoire ou l'aide à la photo-interprétation en télédétection;
- La propriété des données et leur sécurité (par exemple le dossier médical), la certification des algorithmes de traitements d'image (par exemple les programmes de reconnaissance appliqués aux caméras de surveillance) ;
- L'obtention de méthodes encore plus efficaces d'indexation et de fouille d'images et vidéos par le contenu dans de très grandes bases de données (comme le web par exemple), et de méthodes de reconnaissance.

Enfin, dans de nombreux cas, le système visuel de l'utilisateur fait partie de la chaîne de traitement. Il est donc indispensable de considérer les propriétés de la vision humaine et de lui permettre une visualisation adaptée ainsi qu'une navigation simplifiée dans ces données. Par ailleurs, se pose le problème de la validation des méthodes sur des données complexes, hétérogènes et massives.

Périmètre de l'appel

Pour l'appel de 2016, l'accent sera mis sur les trois axes suivants :

- **Interdisciplinarité.**

L'accent doit être mis sur des projets fortement interdisciplinaires associant, à titre indicatif, la conception du matériel, le traitement de signal et des images, la conception de logiciels adaptés et rapides et les utilisateurs. Peuvent ainsi être envisagées des thématiques (liste non exhaustive) autour de la sécurité et de la confidentialité, de la visualisation des propriétés 3D des molécules, de la fusion de données dans le domaine du transport, de l'imagerie non conventionnelle.

- **Multi-modalité et fusion de données.**

La multi-modalité est omniprésente, mais on ne sait pas prédire le gain obtenu en exploitant plusieurs modalités, les approches de traitement sont souvent *ad hoc* et pas toujours optimales : globalement, le

traitement d'images multi-modales est encore insuffisamment maîtrisé. L'interdisciplinarité est attendue dans le mélange de données de caractéristiques physiques différentes, en vue d'un domaine d'application spécifique.

- **Modèles et traitement avancées.**

Les approches statistiques, les modèles géométriques et les graphes sont de plus en plus utilisés pour représenter et analyser des images complexes. La mise en œuvre de ces modèles pose d'abord des problèmes de modélisation (e.g. problème direct puis résolution du problème inverse), d'optimisation (convexe ou non convexe), et ensuite de développement logiciel, qui sont actuellement considérés indépendamment.

Domaines d'application et caractère interdisciplinaire de l'appel

Les domaines d'application potentiels sont très variés. Citons par exemple la biologie, la santé et l'anthropologie physique, les sciences de la Terre et de l'univers, les sciences de l'environnement (suivi des dynamiques environnementales et éco-paysagères, télédétection terrestre, aéroportée et satellitaire), la physique et la chimie (représentation de turbulences, de molécules géantes, etc.), les sciences humaines et sociales (domaine encore peu exploré, mais où se posent par exemple des questions comme l'utilisation de l'image dans les réseaux sociaux), jusqu'à la réalité augmentée. Les projets devront donc faire état d'une collaboration effective préexistante entre disciplines visées, et d'une bonne expérience de l'interdisciplinaire.

Ces méthodes s'appliquent aussi à la Visualisation/Analyse/Interprétation de données de simulation numérique.

Ce défi concerne toutes les disciplines. La complexité des questions et la diversité des applications requièrent une approche interdisciplinaire reposant sur des spécialistes des méthodes et des experts du domaine d'application concerné.

Modalités de sélection des projets

Les projets devront associer des chercheurs-ses, enseignants-chercheurs et ingénieurs issus de différentes communautés scientifiques géographiquement réparties, souhaitant développer une interaction scientifique ne bénéficiant pas (ou trop peu) de financement en cours. Au-delà de la pluridisciplinarité, l'interdisciplinarité sera privilégiée et la prise de risque sera considérée comme un élément très favorable. Le réseau peut être local ou national, mais la notion de travail en réseau multi-compétences, multi-disciplines est primordiale. Des collaborations entre des équipes de différentes disciplines n'ayant aucune publication commune sera privilégié.

Ces différents points seront pris en considération dans le processus de sélection. Dans le cadre du projet proposé, la nature de la demande peut être très variable (structuration en réseau ou collaboration, mise en place d'ateliers thématiques par exemple).

Un comité de pilotage issu des différentes communautés, sélectionnera les projets et pourra, proposer des regroupements et réaménagements de partenariats, compléter des consortia, élargir à une interface non prévue par le projet initial.

Les projets retenus permettront à un ensemble d'équipes de disciplines différentes, mis en réseau, de **produire sur une durée de 3 ans, des réponses aux défis formulés**. Les projets sélectionnés en 2016 recevront un financement initial d'un an, octroyé pour l'année civile 2016, qui pourra être renouvelé si **l'évaluation scientifique annuelle du projet** est positive et si les contraintes budgétaires le permettent.

Les porteurs des projets devront fournir un rapport scientifique annuel permettant l'évaluation du travail réalisé ainsi qu'un rapport financier des dépenses. Les porteurs devront également participer aux actions

d'animation et d'échanges qui seront organisées dans le cadre du défi (en particulier colloque annuel du défi organisé au premier semestre de l'année civile suivant la notification).

La demande budgétaire ne peut concerner que des dépenses de fonctionnement et d'équipement. Aucun CDD, salaires doctorants, post doctorants ne pourront être financés sur les crédits alloués en 2016. A titre exceptionnel, une gratification de stage (sur une base de 3 à 6 mois) par projet pourra être accordée aux seules structures CNRS (UMR, UPR etc.). Aucune autre dérogation ne sera acceptée. Cette demande de stage devra être explicitement motivée. La convention de stage sera établie par la délégation régionale sur les crédits correspondants notifiés.

Le formulaire de candidature est disponible à l'URL : <http://www.cnrs.fr/mi/spip.php?article841>

Le dossier complet ne doit pas dépasser 6 pages et être en format pdf ou word.

Le formulaire complété doit être obligatoirement **déposé par le porteur du projet sur l'application SIGAP**: <https://sigap.cnrs.fr/sigap/web/connexion.php>

Date limite de dépôt des projets : 1^{er} février 2016 à minuit.

Plus d'informations :

Christophe Collet (c.collet@unistra.fr) (coordinateur scientifique du défi) et la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS (mi.contact@cnrs.fr).