



## Défi MASTODONS - Bilan 2014

### FICHE DE SYNTHÈSE

A déposer sur le site <https://sigap.cnrs.fr/sigap/web/connexion.php>

**Avant le 22 Décembre 2014**

**Acronyme et titre long du projet : COMOTEX**

**COM**mande temps réel de systèmes d'**O**ptique adaptative à très grand nombre de degrés de liberté pour les **T**élescopes **EX**trêmement grands

**Mots clefs du projet (maxi 5) :** optique adaptative, turbulence atmosphérique, télescope extrêmement grand, commande temps-réel, algorithme mathématique

**Site Web du projet (obligatoire) :** <http://projects.lam.fr/projects/comotex/>

Identification des équipes travaillant sur le projet :

Acronyme Equipe	Responsable Equipe	Laboratoire ou structure	Organisme (pour les équipes CNRS, indiquer l'institut principal du labo))
LOOM	Morgan Gray	LAM (UMR 7326)	OSU Pythéas-INSU
DOTA	Thierry Fusco	ONERA	DGA
CEREA	Marc Bocquet	Laboratoire Ecole des PontsParisTech-EDF-INRIA	OSU Université Paris-Est
NERSC	Laurent Bertino	Laboratoire de l'université	Université Bergen (Norvège)

Liste des permanents participant au projet (porteur en première ligne) :

Nom et prénom	Statut (DR, CR, PU, MCF, IT)	Laboratoire ou structure	Courrier électronique
Morgan Gray	IR	LAM (LOOM)	<a href="mailto:morgan.gray@lam.fr">morgan.gray@lam.fr</a>
Cyril Petit	IR	ONERA (DOTA)	<a href="mailto:cyril.petit@onera.fr">cyril.petit@onera.fr</a>
Marc Bocquet	DR	CEREA	<a href="mailto:marc.bocquet@cerea.enpc.fr">marc.bocquet@cerea.enpc.fr</a>
Laurent Bertino	DR	NERSC	<a href="mailto:laurent.bertino@nersc.no">laurent.bertino@nersc.no</a>

**Résultats 2014 :** Arial 11(max 20 lignes) – *Expliciter les résultats obtenus en indiquant essentiellement le nombre de publications communes (liste à donner dans le rapport scientifique), les plateformes développées, les co-encadrements de thèses, l'organisation de journées d'étude,... Préciser si ce projet a servi de levier pour un projet ANR ou européen.*

Le projet COMOTEX vise à résoudre les problèmes d'une commande optimale pour les systèmes d'Optique Adaptative (OA) à très grand nombre de degrés de liberté de la future génération des télescopes extrêmement grands (ELTs) à l'horizon 2020-2025. Il s'agit de faire sauter un verrou numérique et technologique en appliquant au domaine de l'OA des travaux initiés en Géophysique et basés sur les filtres de Kalman d'ensemble (plus particulièrement le 'Local ETKF'). A travers les collaborations, l'année 2014 a permis les réalisations suivantes:

1) Rédaction et publication d'un article dans une revue à comité de lecture américaine (Optics Express) présentant pour la première fois à la communauté de l'OA les aspects théoriques et les résultats de simulations faites avec notre approche originale et prometteuse (Local ETKF).

2) Participation et présentation des résultats à la conférence annuelle du SPIE « Astronomical Telescopes + Instrumentation » (Montréal, juin 2014).

3) Résolution du problème de piston différentiels et poursuite du travail de développement d'un code complexe de simulations numériques: atmosphère, télescope, système d'OA simplement conjuguée et nombreuses lois de commande pour le très grand nombre de degrés de liberté afin de permettre une meilleure comparaison des performances obtenues dans de nombreuses configurations instrumentales. Plusieurs déplacements de collaborateurs (à Marseille et à Paris) et des téléconférences régulières ont été effectués.

4) Organisation d'un atelier de travail de 2 jours à Marseille (novembre 2014) avec tous les participants de ce projet (plus 2 chercheurs extérieurs invités), pour faire le point sur les avancées réalisées, et surtout pour discuter des deux développements théoriques importants à réaliser par la suite : étude de la non-stationnarité et utilisation du Local ETKF à l'OA tomographique pour l'ELT (ce qui accroît encore considérablement la masse de données à traiter en temps réel).

5) Codage sur CPUs/GPUs du filtre de Kalman et du Local ETKF pour l'OA des ELTs dans le cadre de l'ANR COMPASS. La livraison finale du code sera faite en janvier 2015 au LESIA / Observatoire de Meudon pour la fin du contrat de l'ingénieur embauché par le LAM pour cette mission.

*Vos dépenses en 2014 (notez qu'il n'est plus demandé de bilan financier certifié comme en 2013, mais il faut donner les informations suivantes avec la plus grande précision possible)*

<i>Missions</i>	1736.77 €
<i>Colloques</i>	2314.16 €
<i>Petits Equipements (montant inférieur à 800 € HT)</i>	965.92 €
<i>Equipement amortissable (montant supérieur à 800 € HT)</i>	11358.26 €
<i>Autres Prestations</i>	2639.28 €
<i>Rémunérations de personnels lorsque ce type de dépense était autorisé</i>	0 €

*Objectifs 2015 : Si vous souhaitez une prolongation du projet, expliciter vos objectifs*

Les travaux théoriques, les résultats de simulation ainsi que la publication d'un article de référence ont permis, durant cette année 2014, de donner une véritable visibilité de nos travaux au sein de la communauté internationale. Notre approche permet de fournir une loi de commande optimale en OA pour les très grands nombres de degrés de liberté, avec un algorithme mathématique intrinsèquement parallèle, donc naturellement implantable sur des architectures distribuées. Après cette validation des premiers résultats, les 2 *objectifs principaux* pour l'année 2015 sont :

- la démonstration que notre algorithme a la capacité à gérer la non-stationnarité en temps réel,

- la formulation théorique et le développement de nouveaux outils de simulations numériques pour l'OA tomographique : en effet, le phénomène d'anisoplanétisme de l'atmosphère introduit une dégradation rapide de la qualité d'image lorsqu'on augmente le champ d'observation (nécessaire pour les observations astronomiques). Il s'agit donc de réfléchir à l'adaptation de nos outils de simulation afin de permettre d'observer un champ étendu grâce à l'utilisation d'étoiles naturelles ou

d'étoiles laser pour l'analyse dans différentes directions, et permettre ainsi une reconstruction tomographique de la turbulence atmosphérique sur plusieurs couches.

*Envisagez-vous de fusionner en 2015 ce projet avec un autre projet du défi Mastodons. Si oui, indiquez le projet et explicitez vos motivations*

A priori non, sauf si un des projets se rapproche, dans ses principes mathématiques ou dans sa problématique numérique, aux spécificités de notre loi de commande temps réel pour les ELTs.

*Envisagez-vous d'intégrer d'autres partenaires en 2015 ? Si oui indiquez vos motivations et listez ces partenaires.*

1) Notre collaboration avec l'ANR COMPASS, dont le principal intervenant est le LESIA (observatoire de Meudon), a permis de réaliser pendant toute l'année 2014 un travail sur le développement d'un code de simulation du Kalman et du Local ETKF sur CPUs et GPUs pour cette plateforme d'OA pour les ELTs. Le contrat était d'un an et a permis d'atteindre les objectifs fixés. Il est possible que dans le cadre d'une autre demande d'ANR (ILIOS), déposée avec des partenaires de l'ONERA, de l'observatoire de la Côte d'Azur et du Groupement d'Intérêt Spécifique PHASE, nos travaux soient intégrés dans la perspective de tests sur banc optique (démonstrateur) ou sur des systèmes réels d'observation en astronomie.

2) De nouvelles collaborations avec des chercheurs intéressés par notre algorithme de loi de commande pour le très grand nombre de degrés de liberté seront mises en place, avec l'arrivée en particulier au LAM, de Carlos Correia (en février 2015) sur un financement A\*MIDEX de l'université Aix-Marseille (AcadéMle D'EXcellence) : il s'agit d'une initiative d'excellence permettant de faire venir des chercheurs de très haut niveau international pour contribuer à l'émergence d'équipes de niveau mondial. Il permettra aussi le financement de nouveaux post-doctorants dans notre équipe, dont un sur notre thématique précise de la commande en OA pour les télescopes extrêmement grands.