



www.cnrs.fr

DOSSIER DE PRESSE

Les plateformes technologiques du LAM : des équipements de pointe, uniques en Europe, au service des grands instruments sol et spatiaux

Visite de presse

Mardi 13 janvier 2015



© CNRS Photothèque / LAM / FRESILLON Cyril

Laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM, CNRS/AMU)

Contacts

Presse CNRS | Véronique Etienne | T 01 44 96 51 37 / P 06 74 53 04 62 | veronique.etienne@cnrs-dir.fr
Loïc Bommersbach | T 01 44 96 41 86 / P 06 20 95 68 63 | loic.bommersbach@cnrs-dir.fr



www.cnrs.fr

SOMMAIRE

> Programme de la visite	3
> Les intervenants du LAM	5
> Les plateformes technologiques du LAM	8
- La plateforme SPATIAL	
o Le caisson ERIOS (<i>étalonnage, réglage et intégration pour l'optique spatiale</i>)	
o Les bancs MOEMS (<i>micro-opto-electro-mecanical-systems</i>)	
o Quelques exemples d'applications	
o Financements	
- La plateforme POLARIS (<i>polishing active and robotic integrated system</i>)	
o Fabrication optique : le nouvel outil de polissage	
o Métrologie optique	
o Quelques exemples d'applications	
o Financements	
- Dates et chiffres clés	
> Le LAM et son ouverture vers le monde industriel	13
- Une tradition de partenariats industriels	
- Le pôle de compétitivité Optitec, catalyseur de partenariats	
- Le technopôle de Château-Gombert, un environnement stimulant	
> Visuels disponibles (planche photos et films courts)	16

Photos disponibles sur demande auprès de la photothèque du CNRS, phototheque@cnrs.fr.
D'autres visuels sont disponibles : <http://bit.ly/1zcPE3g>.

Films disponibles sur demande auprès du bureau de presse du CNRS, presse@cnrs.fr.



www.cnrs.fr

PROGRAMME DE LA VISITE

Visite des plateformes technologiques du LAM : des équipements de pointe, uniques en Europe, au service des grands instruments sol et spatiaux

Visite de presse, le 13 janvier 2015, au Laboratoire d'astrophysique de Marseille (*Technopôle de Château-Gombert*).

Les plateformes technologiques du Laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM, CNRS/AMU) ont récemment été enrichies d'équipements de pointe, uniques en France et en Europe, que le CNRS vous invite à découvrir. Grâce à ces moyens, les scientifiques du LAM préparent et testent les composants des futures missions spatiales (*Euclid* de l'ESA) ou des très grands instruments au sol (l'E-ELT de l'ESO). Ces plateformes sont également tournées vers les collaborations avec d'autres laboratoires ou entreprises, œuvrant pleinement à une ouverture au monde économique et industriel. Quelques-uns des partenaires industriels du laboratoire seront d'ailleurs présents pour présenter leurs activités sur ces plateformes.

Départ à 8h37 de Paris Gare de Lyon – arrivée à Marseille Saint-Charles à 11h54

- **12h30 : présentation du laboratoire**

Marc Ferrari, directeur adjoint du LAM et responsable R&D, plateformes technologiques, relations industrielles.

13h00-14h15 : déjeuner en présence de chercheurs et d'industriels partenaires. Possibilités d'interviews dans une salle attenante.

- **14h15-15h15 (ou 15h15-16h15) : visite du centre SPATIAL AIT/AIV (assemblage intégration test/validation)**

La plateforme SPATIAL est constituée d'un ensemble de moyens de tests et de qualification en environnement spatial (cuves sous vide cryogénique, pot vibrant...). Dernier né parmi les équipements, le caisson ERIOS (étalonnage, réglage et intégration pour l'optique spatiale) permettra au LAM de mettre au point l'un des deux instruments d'*Euclid*, satellite de l'ESA dédié à l'étude de la matière et de l'énergie noires. Avec son volume utile de 45 m³ refroidi à -196°C, sous vide, et isolé des vibrations extérieures, ERIOS n'a pas d'équivalent en Europe.

Bruno Milliard (CNRS), responsable scientifique de la plateforme.

Christophe Fabron (CNRS), **Emmanuel Grassi** (CNRS) et **Michaël Carle**, ingénieurs.

Olivier Le Fèvre, astronome impliqué dans la mission *Euclid*.



© CNRS Photothèque/LAM - FRESILLON Cyril

- **15h15-16h15 (ou 14h15-15h15) : visite du centre de polissage robotisé POLARIS**



© CNRS Photothèque/LAM - FRESILLON Cyril

L'élément phare de la plateforme POLARIS (polishing active and robotic integrated system) est une machine de polissage de pièces optiques de grand diamètre (jusqu'à 2,5 mètres), avec une qualité de surface extrême (de l'ordre du millionième de millimètre). Elle est utilisée aujourd'hui pour mettre au point une méthode de fabrication pour les 1000 segments du miroir principal de l'E-ELT, le futur télescope géant européen, dont la construction vient de recevoir le feu vert du conseil de l'ESO. Mutualisé entre le laboratoire

et l'industrie, cet équipement combine le polissage robotisé et le polissage sous contrainte, une expertise propre au LAM, unique en France et en Europe.

Emmanuel Hugot (CNRS), responsable scientifique de la plateforme.

Johan Floriot et **Michel Marcos**, ingénieurs.

Marc Ferrari, directeur adjoint, responsable du programme SMP (*stress mirror polishing*) pour l'E-ELT.

16h15-17h00 : pause-café et questions. Possibilités d'interviews dans une salle attenante.

L'ensemble de la visite se fera en présence de **Philippe Godefroy** (PDG, Winlight Optic), **Didier Moraçais** (Responsable du département Science & Exploration, Airbus Defence & Space - Astrium), **Thierry Midavaine** (Direction Technique, Thales Optronics) et **Anthony Vieau** (Chef de projet ERIOS, SDMS).

Retour : départ à 18h06 de Marseille Saint-Charles – arrivée à 21h23 à Paris Gare de Lyon



www.cnrs.fr

LES INTERVENANTS DU LAM



Christophe Fabron est ingénieur de recherche au CNRS. Après avoir passé sept années en tant que responsable d'essais « vide/thermique » sur satellites dans la société Thales Alenia Space à Cannes, il a rejoint le LAM en 2002 en tant que chef du service Essais. La mission de ce service est de réaliser des essais d'environnement spatial sur des instruments d'observation embarqués sur satellites. Ces dix dernières années, des instruments comme la caméra OSIRIS-NAC de la sonde Rosetta ou encore le cryo-mécanisme de l'instrument Spire du satellite Herschel y ont été testés. Depuis 2012, il est responsable de l'assemblage, de l'intégration et des tests de l'instrument NISP de la mission *Euclid*. Sélectionné par le programme Cosmic Vision de l'ESA, cet instrument est dédié à la recherche sur la matière noire et l'énergie noire de l'Univers : tir prévu en 2020.

Contact : christophe.fabron@lam.fr - Tel : 04 91 05 59 61



Astronome, **Marc Ferrari** est titulaire d'un doctorat en instrumentation optique pour l'astrophysique, obtenu en 1994 à Aix-Marseille Université. Il a rejoint le LAM en 1999 après deux séjours post-doctoraux à l'Agence spatiale européenne (ESA) et à l'Observatoire européen austral (ESO). Responsable pendant huit ans de l'équipe scientifique « R&D Optique et Instrumentation », il est depuis 2012 directeur adjoint du LAM, en charge de la R&D, des plateformes technologiques et du partenariat industriel. Auteur ou co-auteur de plus de 160 publications ou actes de conférences, il est également co-inventeur de plusieurs brevets sur les techniques d'optique active et de fabrication optique. Ses travaux de recherche portent sur les développements technologiques indispensables à la réalisation des futurs très grands télescopes au sol et spatiaux et de leur instrumentation.

Contact : marc.ferrari@lam.fr - Tel : 04 95 04 41 91 / 06 07 53 76 07



Johan FLORIOT est ingénieur de recherche d'Aix-Marseille Université depuis 2010. Diplômé de l'Ecole nationale supérieure de physique de Marseille, il est titulaire d'une thèse de doctorat soutenue en 2004 portant sur des problématiques de filtrage spectral optique par dépôts de couches minces. Avant d'arriver au LAM, il a occupé différents postes d'ingénieur R&D en optique dans l'industrie notamment au sein d'entreprises spécialisées dans la métrologie de front d'onde, la caractérisation de surface et la profilométrie. Ses activités actuelles concernent des développements R&D en optique active et métrologie des surfaces. Ces recherches sont étroitement liées au projet international de télescope géant européen E-ELT dont la construction a été lancée par l'ESO.

Contact : johan.floriot@lam.fr - Tel : 04 91 05 59 35



www.cnrs.fr



Emmanuel Hugot est chargé de recherche CNRS au LAM. Ses activités de recherche et développement portent sur les ruptures technologiques et l'instrumentation innovante pour préparer les futurs télescopes géants au sol et dans l'espace. Depuis 2004, il mène des travaux de R&D pour l'imagerie directe de planètes extrasolaires, à haut contraste et haute résolution angulaire. Il coordonne divers projets dans le contexte national et international (ANR, H2020) visant à l'émergence de nouvelles technologies pour l'optique et la photonique. Ces travaux ont été récompensés en 2014 par le prix jeune chercheur de la société française d'astronomie et d'astrophysique.

Contact : emmanuel.hugot@lam.fr - Tel : 06 12 91 46 87



Astronome au laboratoire d'astrophysique de Marseille, **Olivier Le Fèvre** a été parmi les pionniers de l'étude de l'évolution des galaxies en conduisant le relevé Canada-France-Hawaii au début des années 1990. Responsable scientifique de la construction et de l'installation du spectrographe multi-objet VIMOS installé sur le télescope VLT de l'ESO, et en fonctionnement depuis 2003, il conduit de très grands relevés de galaxies, jusqu'à des époques très reculées dans la vie de l'Univers. Avec pour objectif de comprendre leur formation et leur évolution. Il est l'un des deux responsables nationaux de la mission spatiale de cosmologie *Euclid* de l'ESA visant à cerner l'origine de la mystérieuse « énergie noire ». Directeur du LAM de 2004 à fin 2011, il a piloté le financement et la construction des plateformes POLARIS et ERIOS. Co-auteur de plus de 300 publications, il a reçu plusieurs distinctions dont le prix Deslandres de l'Académie des Sciences en 2006.

Contact : olivier.lefevre@lam.fr - Tel : 04 91 05 59 85 / 06 08 90 50 43



David Le Mignant est ingénieur de recherche CNRS. Titulaire d'un doctorat en astrophysique et sciences spatiales de l'université Paris 7, obtenu en 1998, il a ensuite passé 10 ans au sein de l'Observatoire américain Keck, à Hawaï, en tant que manager et responsable scientifique de l'implémentation de l'ensemble des systèmes d'optique adaptative du télescope, des instruments d'imagerie ou spectrographes associés (NIRSPERC, NIRC2, OSIRIS, etc.). Il a rejoint le LAM en 2009 en tant que chef de projet sur les études de phase A des instruments EAGLE et DIORAMAS du futur très grand télescope européen E-ELT. Directeur technique du LAM depuis 2012, il s'occupe notamment du management de l'ensemble des projets instrumentaux, sol et spatiaux, du laboratoire. Il est également chef de projet au LAM pour la construction du Prime Focus Spectrograph SuMIRe destiné au télescope japonais Subaru à Hawaï.

Contact : david.lemignant@lam.fr - Tel : 04 91 05 69 47 / 06 89 94 19 92



www.cnrs.fr



Directeur de recherche CNRS, **Bruno Milliard** étudie l'histoire de l'accrétion du gaz et de la formation d'étoiles dans les galaxies, à partir de leur émission dans l'ultraviolet. A cette fin il a développé dans le cadre de collaborations européennes et avec les Etats-Unis, une série de programmes spatiaux qui ont fourni des relevés dans l'ultraviolet de plusieurs dizaines de millions de galaxies, étoiles et quasars. Utilisés dans de nombreuses thématiques d'astrophysique, les résultats ont permis d'établir sur une base statistique robuste la décroissance de la formation d'étoiles dans les galaxies depuis plus de 10 milliards d'années. Directeur adjoint du LAM de 2006 à 2012, chargé des activités spatiales, il a soutenu le développement des moyens spatiaux et contribué au positionnement du laboratoire dans les grands projets internationaux.

Contact : bruno.milliard@lam.fr - Tel : 04 91 05 59 42 / 06 86 42 50 62



www.cnrs.fr

LES PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES DU LAM

Les plateformes technologiques, inaugurées en septembre 2014 dans leur configuration actuelle, constituent un ensemble cohérent, dimensionné pour les instruments des prochaines décennies.

La mise en service de ces équipements place aujourd'hui le LAM au premier rang des laboratoires européens capables de réaliser, de tester et de qualifier des instruments pour les très grandes infrastructures de recherche en astrophysique au sol ou dans l'espace.

La plateforme SPATIAL

La plateforme SPATIAL est constituée d'un ensemble d'équipements d'une ampleur unique pour un laboratoire d'astrophysique en France, réparti sur 940 m² de salles propres. Elle comprend notamment des cuves reproduisant les conditions de l'environnement spatial pour tester en conditions réelles le fonctionnement des composants optiques et micro-optiques. S'y ajoute un pot vibrant, qui reproduit les vibrations du lancement (poussée de 35 kilonewtons, soit 3,5 tonnes) afin de tester la résistance des composants ou instruments à cette étape cruciale. Enfin, la plateforme comprend un hall d'intégration de 420 m², où sont assemblés les instruments.

Le caisson ERIOS

Dernier né de la plateforme, le grand caisson d'étalonnage, réglage et intégration pour l'optique spatiale (ERIOS) combine vide, température proche de -200°C et très haute stabilité, grâce à une masse de 100 tonnes qui isole les systèmes testés des vibrations de la cuve ou du bâtiment, générées notamment par la circulation.

D'un volume utile de 45 m³, le caisson devrait permettre de travailler sur des instruments, terrestres et orbitaux, visant quelques millièmes de secondes d'arc de résolution angulaire dans les domaines allant de l'ultraviolet à l'infrarouge proche (longueurs d'ondes 0,1 à 30 micromètres).

Jusqu'à l'arrivée d'ERIOS, ce créneau technique (résolution, volume et longueurs d'onde) n'était pas rempli en Europe, ni dans la recherche publique ni dans l'industrie. En particulier, il existait des caissons plus grands, mais incapables d'atteindre des températures et un vide aussi poussé, ou des caissons de taille similaire, mais non découplés des vibrations environnantes.

Quelques chiffres :

Volume total : 90 m³

Volume utile : 45 m³

Température : jusqu'à -196 °C

Pression : vide de 10⁻⁶ mbar

Stabilité : les vibrations ressenties sont inférieures à 10⁻⁷ fois la gravité

Propreté : ISO 5 à ISO 8 (30 à 30 000 particules de moins de 5 µm dans un volume d'un mètre cube)



www.cnrs.fr

Les bancs MOEMS

La plateforme inclut également un volet dédié à la caractérisation de composants MOEMS (*micro-opto-electro-mecanical-systems*). Ces composants optiques, fabriqués par les technologies de la micro-électronique, font déjà l'objet d'une utilisation « grand public », dans le domaine des télécommunications. Mais ils pourraient révolutionner l'instrumentation astronomique au cours de la prochaine décennie, en permettant de sélectionner facilement les objets à observer. En effet, ils sont rapidement reprogrammables à distance en fonction des observations souhaitées, et de par leur très petite taille, peuvent être facilement embarqués dans des satellites. Mais pour cela, il faudra d'abord les qualifier pour l'environnement spatial.

Le laboratoire dispose aujourd'hui, fait unique en Europe, de trois bancs de caractérisation permettant notamment de mesurer les performances opérationnelles de ces microsystèmes et de tester leur comportement et leurs performances dans des conditions spatiales, sous un vide de 10^{-6} mbar, et des températures cryogéniques. Ces tests sont réalisés dans des cuves similaires à ERIOS, mais d'un volume inférieur à 1 m^3 , et adaptées à ces mini ou microsystèmes très fragiles.

Quelques exemples d'applications

ERIOS a joué un rôle décisif dans l'attribution au LAM de la responsabilité du NISP (*near infrared spectrometer and photometer*), l'un des deux instruments de la mission *Euclid* de l'Agence spatiale européenne, destinée à étudier la matière et l'énergie noires à partir de la décennie 2020. Pendant deux ans, le caisson sera réservé à la préparation de cet instrument de 120 millions d'euros.

La cuve a été conçue avec un dimensionnement adapté aux programmes de classe M ou L de l'ESA¹, aux missions d'opportunité de la NASA² et aux instruments focaux des futurs télescopes géants (la génération des « *Extremely Large Telescopes* », d'un diamètre de 20 à 40 mètres³).

Au-delà de l'astronomie, de grands groupes industriels ont déjà exprimé leur intérêt pour tester dans cet équipement la troisième génération de satellites *Meteosat*.

Par le passé, la plateforme SPATIAL a servi à l'assemblage et aux tests de plusieurs instruments d'astronomie. Une partie de l'instrument SPHERE, « chasseur d'exoplanètes » installé en 2014 sur le très grand télescope de l'ESO (le VLT, au Chili), a été assemblée dans le hall d'intégration du LAM. La caméra NAC de l'instrument OSIRIS, à bord de Rosetta, et l'instrument SPIRE du satellite Herschel, tous deux conçus et réalisés au LAM, y ont été testés dans un caisson sous vide « prédécesseur » d'ERIOS.

¹ Les missions de classe M, comme *Euclid*, sont des missions de taille moyenne, entièrement réalisées par l'agence spatiale européenne, dont le coût est plafonné à 470 millions d'euros. Les missions de classe L, missions lourdes, peuvent être réalisées en collaboration, avec un coût plafonné à 900 millions d'euros pour l'ESA.

² Missions du programme Small Explorer ou SMEX (Explorateurs de petite taille).

³ La génération actuelle des grands télescopes a un diamètre de 8 à 10 mètres.



www.cnrs.fr

Financements

Le caisson ERIOS a bénéficié du soutien financier du CNES, de l'Union européenne (via les fonds FEDER), du CNRS, d'Aix-Marseille Université, et du Labex OCEVU, pour un montant total de 4 978 000 euros.

Les bancs MOEMS ont bénéficié du soutien financier du CNRS, de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, du Conseil général des Bouches-du-Rhône, et de contrats CNES et ESA, pour un montant total de 820 000 euros.

La plateforme POLARIS

Le Laboratoire d'astrophysique de Marseille a une expertise de longue date en polissage des miroirs de télescope. Depuis 40 ans, le LAM développe des technologies innovantes autour de la fabrication optique. Le laboratoire s'est spécialisé dans la réalisation d'optiques de formes complexes (paraboles, hyperboles), avec une qualité de surface extrême.

Récemment, pour répondre aux contraintes de la nouvelle génération de télescopes géants (dont l'E-ELT de l'ESO, *European Extremely Large Telescope*), la plateforme d'optique s'est enrichie d'une machine de polissage de pièces optiques jusqu'à 2,5 mètres de diamètre, avec une combinaison unique de deux technologies. Baptisé POLARIS (*polishing active and robotic integrated system*), ce nouvel outil a donné son nom à la plateforme.

Il est accompagné d'un ensemble de moyens de fabrication optique de plus petites dimensions, et d'équipements de métrologie permettant la caractérisation *in situ* des grandes optiques réalisées. L'association de ces équipements dédiés à la fabrication et à la caractérisation d'optiques constitue un ensemble technologique unique dans un laboratoire public en Europe.

Quelques chiffres :

Superficie de 350 m²

5 machines à polir

1 tunnel optique de 25 m

2 tours optiques de 15 m

Fabrication optique : le nouvel outil de polissage

L'élément principal de cette plateforme est une machine de surfacage optique de 2,5 mètres de diamètre, dédiée à la fabrication d'optiques asphériques (non strictement sphériques) de grand diamètre avec une qualité de surface extrême (quelques nanomètres). Ce moyen, mutualisé entre le laboratoire et l'industrie, combine deux techniques de pointe, l'optique active (polissage sous contrainte), une expertise du LAM, et



le polissage robotisé, savoir-faire maîtrisé par Thales-SESO. Cette combinaison unique en Europe a donné lieu à un brevet commun CNRS/AMU/Thales-SESO. Cet équipement est destiné à explorer, en lien avec le groupe de recherches en optique du LAM, de nouvelles techniques de fabrication pour les futurs grands projets instrumentaux au sol ou dans l'espace, notamment le prototypage à l'échelle 1.

Métrologie optique

Les équipements de métrologie optique associés (spectrophotomètre Vis/NIR, interféromètres Fizeau, microscope interférentiel, profilomètre/rugosimètre sans contact) permettent de vérifier la qualité des optiques fabriquées, en conditions ambiantes et spatiales (propreté ISO 5 à ISO 8 et vide thermique).

Quelques exemples d'applications

E-ELT

L'E-ELT, dont la première phase de construction vient de recevoir le feu vert du conseil de l'ESO, deviendra dans une dizaine d'années "l'œil le plus grand au monde tourné vers le ciel". Depuis le désert d'Atacama, au Chili, il devrait permettre l'observation directe des exoplanètes, et des premières galaxies formées, dans l'Univers lointain.

Le télescope combinera un miroir principal d'un diamètre de 39 mètres (constitué de près d'un millier de « segments ») et une technique d'optique adaptative, permettant de collecter la lumière des objets les plus faibles avec une qualité d'image exceptionnelle.

Dans le cadre d'un contrat ESO (2012-2015), le LAM développe actuellement, en collaboration avec Thales-SESO, une méthode de polissage pour fabriquer rapidement et à bas coût les segments du miroir principal. Le LAM est le seul laboratoire académique à proposer des prototypes de miroirs pour l'E-ELT (les autres compétiteurs, industriels, sont SAGEM-Reosc en France, Tinsley aux USA, et Optic Technium/Zeeko en Grande Bretagne).

Prestations pour des agences ou des industriels

Sur cette même machine de polissage, le LAM vient de réaliser des miroirs pour le banc de simulation du JWST (le *James Webb Space Telescope*, successeur de *Hubble*), installé au Space Telescope Science Institute (STScI) de la NASA. En simulant le fonctionnement du JWST, ces optiques permettront aux ingénieurs du projet d'apprendre à connaître les performances du télescope dans le mode « haut contraste » pour la détection d'exoplanètes.

Grâce à la plateforme POLARIS, le LAM a aussi réalisé pour l'industriel CILAS une prestation de métrologie optique sur des miroirs ultra performants pour le domaine spatial.



www.cnrs.fr

Financements

La plateforme POLARIS a bénéficié du soutien financier du CNRS, d'Aix-Marseille Université, de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, et de Thales-SESO, pour un montant total de 810 000 euros.

Dates et chiffres clés

2000 : fusion de l'Observatoire de Marseille et du Laboratoire d'astronomie spatiale. L'astronomie marseillaise est réunie au sein du Laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM).

2004-2005 : conception du nouveau bâtiment, prévu sur le technopôle de Château-Gombert. Afin de « monter en gamme » en termes d'équipements, une réflexion est menée sur la mise en place de partenariats industriels et de prestations, en organisant les équipements en plateformes techniques.

mai 2008 : installation du LAM sur le technopôle de Château-Gombert. L'ensemble des personnels et équipements est regroupé sur un site unique. Les plateformes commencent à être mises en place.

fin 2011 : mise en service de l'outil de polissage POLARIS.

mi 2014 : mise en service du caisson ERIOS.

septembre 2014 : les plateformes sont inaugurées dans leur configuration actuelle.

Superficie totale des plateformes : 1500 m²

Personnels dédiés : 17, en incluant les ingénieurs du service qualité chargés du suivi des prestations.

Nombre de contrats : 7 depuis la mise en service en 2012 (exemples : CNES, Airbus Defence and Space, Onera).



LE LAM ET SON OUVERTURE VERS LE MONDE INDUSTRIEL

Le LAM, laboratoire commun au CNRS et à Aix-Marseille Université, associe la recherche en astrophysique (cosmologie, formation et évolution des galaxies, étude du milieu interstellaire, formation des systèmes stellaires et planétaires, système solaire) et le développement d'instruments pour les futurs grands télescopes au sol et dans l'espace.

Ses équipes de recherche s'investissent dans des programmes internationaux combinant observation, analyse, modélisation et théorie. Elles sont adossées à un département instrumentation, des bureaux d'études optique et mécanique, et un centre de données astrophysiques (CeSAM), qui donnent au LAM la capacité de couvrir toutes les phases du développement instrumental, depuis la conception scientifique et technique des instruments jusqu'à leur exploitation scientifique en passant par leur réalisation, intégration et vérification, en partenariat avec les grandes agences de moyens (CNES, ESA, ESO, NASA).

Quelques chiffres :

200 personnes, dont 55 chercheurs, 55 doctorants et post-doctorants et 90 ingénieurs et techniciens.

Un budget annuel sur projets de 5 M€ à 7 M€, en fonction des phases de réalisations.

200 publications de rang A et autant de comptes rendus de conférences par an, 1 brevet par an, 1 jeune entreprise innovante créée en 2011 (1,5 M€ chiffre d'affaire annuel, 6 employés).

Un bâtiment de 10 000 m², dont 1 000 m² de salles classées ISO 5, 7 et 8.

50 téraoctets de données analysées et mises à disposition dans plus de 25 projets internationaux ; 380 millions d'objets répertoriés au Centre de données astrophysiques de Marseille (CeSAM).

Des partenariats industriels

Le LAM collabore avec les industriels suivants :

Airbus Defence & Space-Astrium : collaboration concernant la mission [Euclid](#).

CILAS : collaboration sur l'instrument [SPHERE](#), installé en 2014 sur le VLT (ESO).

SDMS : réalisation par SDMS de moyens d'essais, notamment du caisson ERIOS.

Thales-SESO :

- collaboration sur l'instrument [SPHERE](#), installé en 2014 sur le VLT (ESO) ;
- mutualisation de la plateforme POLARIS ;
- co-financement de thèses (R&D dans le domaine de la fabrication optique).

Thales Alenia Space :

- collaboration sur le satellite COROT (CNES) et la caméra NAC de l'instrument OSIRIS de Rosetta (ESA) ;
- co-financement de thèses (R&D dans le domaine des systèmes optiques pour le spatial).



Winlight Optics : collaboration sur l'instrument [PFS-SUMIRE](#), installé sur le télescope japonais Subaru, à Hawaï.

Et une trentaine de PME dans les domaines de l'optique, de l'électronique et de la mécanique.

Le pôle de compétitivité Optitec, catalyseur de partenariats

Le LAM héberge le pôle de compétitivité Optitec, créé en 2005, qui fédère les acteurs de la photonique et de l'imagerie dans les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon. Il regroupe des PME très innovantes, de grands groupes intégrateurs et des partenaires académiques de premier plan, qui offrent un éventail de compétences : depuis le micro-composant optique au traitement d'images, de la source de lumière au détecteur, de la transmission de données par fibres optiques aux lasers, de la lunetterie à l'instrumentation optique complexe, des télécommunications au spatial ou au médical.

<http://www.pole-optitec.com/>

Interview de Marc Ferrari, directeur adjoint du LAM, responsable R&D, plateformes technologiques, relations industrielles

Quelle est l'implication du LAM dans le pôle de compétitivité Optitec, dont le siège est hébergé dans vos locaux ?

En 2000, le LAM a été à l'initiative, avec d'autres laboratoires, de l'association POPSud, préfigurant le pôle de compétitivité, dont l'objectif était d'améliorer la collaboration entre le monde de la recherche et le monde industriel, d'initier des projets communs dans le domaine de l'optique et de la photonique. Cette association a reçu le label « pôle de compétitivité », en 2005.

Quel a été l'apport du pôle de compétitivité pour le LAM ?

Sans le pôle de compétitivité, les partenariats industriels auraient été plus limités. Par exemple, il a permis au LAM de se rapprocher de Thales Alenia Space. Nous avions auparavant des rapports essentiellement contractuels. Aujourd'hui, nous fonctionnons davantage sur le mode du partenariat. Ainsi, Thales Alenia Space finance de nombreuses thèses sur nos R&D très amont.

Et pour les plateformes en particulier ?

La « labellisation » des plateformes par le pôle de compétitivité a facilité leur co-financement par la région et les services de l'Etat. En effet, pour attribuer leurs financements, les instances étatiques et les régions s'appuient sur l'avis des pôles de compétitivité concernant la cohérence stratégique et scientifique d'un projet. Dans notre cas, le pôle de compétitivité a pu démontrer un réel intérêt des plateformes pour les industriels de la région.



www.cnrs.fr

Le technopôle de Château-Gombert, un environnement stimulant

Le LAM est implanté depuis 2008 au technopôle Château-Gombert, site dédié à l'innovation technologique dans les sciences pour l'ingénieur qui favorise les synergies entre l'enseignement supérieur, la recherche et les entreprises.

Sur 180 hectares et 300 000 m² construits à ce jour, le technopôle rassemble deux écoles d'ingénieurs, des laboratoires et des PME en mécanique, physique, informatique et mathématiques, ainsi que des pôles d'excellence de niveau international en optique, mécanique énergétique, microélectronique.

Pour le LAM, cette proximité facilite des échanges avec d'autres laboratoires d'excellence, notamment en mécanique, et l'accueil d'étudiants ingénieurs sur des projets autour de l'astronomie et du spatial.

www.technopole-marseille.com

SELECTION DE VISUELS DISPONIBLES

Photos



Référence : 2014N01433

Légende : Cuve ERIOS placée dans une salle propre ISO 8. Elle sert à la caractérisation, à l'étalonnage spectro-photométrique et au réglage optique d'instruments spatiaux à haute résolution angulaire (10 millièmes de seconde d'arc). Les tests sont effectués sous vide secondaire et à des températures pouvant descendre jusqu'à -200°C. Un marbre optique suspendu permet d'isoler la cuve des vibrations parasites venant de l'environnement. ERIOS est opérationnel depuis le début 2014. Il accueillera en début d'année 2015 le modèle de démonstration de l'instrument NISP en vue de réaliser sa balance thermique. Cela permettra de connaître le comportement thermique de l'instrument quand il est en conditions opérationnelles de vol spatial.

Taille max. numérique : 41 x 27 cm / 300 dpi / 46 Mo / RVB
Crédit : © CNRS Photothèque / LAM / FRESILLON Cyril

Référence : 2014N01435

Légende : Préparation d'un test de balance thermique dans la cuve à vide "NAC". Le test est effectué sur le système de détection de l'instrument NISP du télescope spatial *Euclid*. Cette cuve est placée dans une salle propre ISO 8. Le système de détection va être relié à des tresses en cuivre, elles-mêmes couplées à deux sources froides cryogéniques responsables du refroidissement global de l'expérience. Des thermocouples vont mesurer les températures de toute l'expérience sur une centaine de point de mesure. Le test permet d'étudier le comportement de l'instrument en environnement spatial : dans le vide et avec des températures proches de -200°C.

Taille max. numérique : 41 x 27 cm / 300 dpi / 47 Mo / RVB
Crédit : © CNRS Photothèque / LAM / FRESILLON Cyril



Référence : 2015N00004

Légende : Pot vibrant. Ce moyen de tests est utilisé pour les essais de vibrations nécessaires au développement, à la qualification et à la recette de sous-systèmes spatiaux. Ces essais reproduisent l'environnement vibratoire subi lors du lancement. L'installation de vibrations, de capacité de 35kN, est située en salle propre ISO 8 et permet d'effectuer des essais en sinus, en aléatoire et en choc.

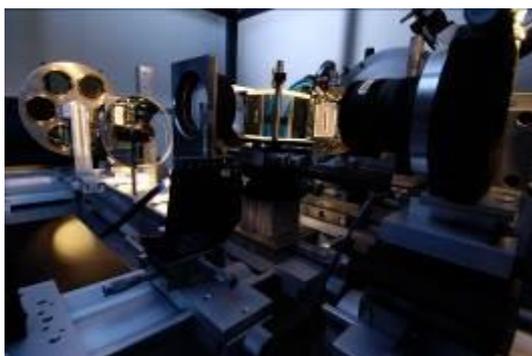
Taille max. numérique : 41 x 27 cm / 300 dpi / 7 Mo / RVB
Crédit : © LAM / ORIGNÉ Alain

Référence : 2014N00605

Légende : Installation de filtres dans la roue "Dual" de l'instrument SPHERE - IRDIS (Infrared dual imager and spectrograph). Cette roue contient une série de couples de filtres, montés côte à côte, qui permettent à IRDIS de produire deux images simultanément, dans des couleurs différentes. IRDIS est l'instrument principal de SPHERE. L'instrument SPHERE est installé au foyer Nasmyth d'un des télescopes de 8 m du VLT à l'observatoire de Paranal de l'ESO au Chili. Il permet la détection et l'étude par imagerie et spectroscopie directe des planètes autour d'étoiles, dans notre galaxie.

Taille max. numérique : 33 x 22 cm / 300 dpi / 29 Mo / RVB

Crédit : © CNRS Photothèque / DIDIER Mélody



Référence : 2007N01373

Légende : Banc de micro-optique pour la caractérisation de composants MOEMS (systèmes micro-opto-électro-mécaniques) pour l'astronomie au sol et dans l'espace. Ce banc permet la mesure des états de surface, des déformations, des déplacements, en régime statique et dynamique, avec une précision sub-nanométrique. Parmi les composants testés : micromiroirs déformables et fentes programmables pour des applications en optique adaptative et en spectroscopie multi-objets.

Taille max. numérique : 25,5 x 17 cm / 300 dpi / 17 Mo / RVB

Crédit : © CNRS Photothèque/INSU/LAM / PERRIN Emmanuel

Référence : 2014N01396

Légende : Inspection et nettoyage de l'un des segments (miroir) du futur télescope géant européen E-ELT. Cette opération est effectuée sur l'outil POLARIS. Il s'agit d'un équipement de grand diamètre (2,5 m), associant polissage robotique et optique active, dédié aux programmes de R&D et à la réalisation de grandes optiques asphériques (non strictement sphériques). Cette plateforme est opérée en collaboration avec un industriel optique.

Taille max. numérique : 41 x 27 cm / 300 dpi / 47 Mo / RVB

Crédit : © CNRS Photothèque/LAM / FRESILLON Cyril



Référence : 2007N01371

Légende : Polissage d'un miroir parabolique. La forme asphérique est obtenue par la technique d'optique active, pièce optique sous contraintes, qui permet de générer la forme parabolique à l'aide d'un outil de polissage sphérique dit "pleine taille", soit du même diamètre que la pièce optique. Lors du relâchement des contraintes, le miroir sphérique prend la forme asphérique désirée en conservant l'excellente qualité de surface due au polissage sphérique, point capital pour l'imagerie à haut contraste nécessaire à l'imagerie d'exoplanètes.

Taille max. numérique : 25,5 x 17 cm / 300 dpi / 17 Mo / RVB

Crédit : © CNRS Photothèque/INSU/LAM / PERRIN Emmanuel



www.cnrs.fr

Référence : 2007N01370

Légende : Prototype de miroir actif pour le spectrographe EAGLE du futur E-ELT. Ce miroir est déformé en quatre points à l'aide d'actionneurs piézoélectriques afin de générer un astigmatisme variable. Il est monté sur une plateforme de rotation. Les anneaux de la monture de type cardan sont ici visibles. La qualité de la déformation est contrôlée par analyse de front d'onde ou par mesure interférométrique. Optique active pour la prochaine génération d'instrumentation astronomique et en particulier le projet de télescope de 39 m de diamètre de l'ESO, l'E-ELT.

Taille max. numérique : 25,5 x 17 cm / 300 dpi / 17 Mo / RVB
Crédit : © CNRS Photothèque/INSU/LAM / PERRIN Emmanuel



Référence : 2014N01385

Légende : Tests interférométriques d'un miroir concave. Ces tests sont primordiaux pour permettre de converger vers les formes asphériques (non strictement sphérique) avec la qualité de surface souhaitée (erreurs de surface de quelques nanomètres), tout en garantissant une rugosité de surface faible (quelques angströms).

Taille max. numérique : 41,7 x 27,8 cm / 300 dpi / 46,2 Mo / RVB
Crédit : © CNRS Photothèque/LAM/FRESILLON Cyril

Vidéos

- **Présentation de POLARIS** (© Les nouveaux médias ; durée : 3'57")
- **Présentation du caisson ERIOS** (© Les nouveaux médias ; durée : 2'51")
- **Transfert du caisson ERIOS** (© Les nouveaux médias ; durée : 2'47")
- **Timelapse de l'installation d'ERIOS** (© Les nouveaux médias ; durée : 2'24")