



Jeudi 4 février 2016  
Inauguration du Laboratoire de mécanique et  
d'acoustique (LMA) – DOSSIER DE PRESSE



L'installation du LMA sur le site de Château-Gombert .....	2
Une opération structurante.....	2
Le bâtiment .....	3
La recherche au LMA : les trois équipes .....	6
Equipe Matériaux et Structures .....	6
Equipe Ondes et Imagerie.....	7
Equipe Sons.....	8
Les plateformes du LMA .....	11
Plateforme « Composites » .....	11
Plateforme « Mécanique expérimentale » .....	12
Mini-plateforme « Impression 3D » .....	13
Plateforme « Ultrasons ».....	14
Plateforme « Contrôle non-destructif (CND) » NDTValor .....	16
Plateforme « Vibro-acoustique » .....	17
Les partenaires .....	19

## L'installation du LMA sur le site de Château-Gombert

### Une opération structurante

La construction d'un bâtiment pour l'installation du LMA sur le site de Château-Gombert s'inscrit dans la dynamique actuelle de recomposition du paysage régional en recherche et formation, avec la répartition des potentiels scientifiques sur des sites bien identifiés.

En juillet 2010, une fédération de Mécanique-Energétique (*actuellement Fédération Fabri de Peiresc FR 3515*) associant recherche, formation et valorisation a été mise en place sur le pôle de l'Etoile par le CNRS, Aix-Marseille Université (AMU) et l'Ecole Centrale Marseille (CM).

Elle est constituée de quatre laboratoires :

- Institut de recherche sur les phénomènes hors équilibre – IRPHE (AMU/CNRS/CM)
- Institut universitaire des systèmes thermiques industriels – IUSTI (AMU/CNRS)
- Laboratoire de mécanique et d'acoustique – LMA (CNRS/AMU/CM)
- Laboratoire de mécanique, modélisation et procédés propres – M2P2 (AMU/CNRS/CM)

La mise en synergie de ces laboratoires a comme objectifs de :

- renforcer les collaborations sur des actions de recherche, de valorisation et de transfert de technologie,
- donner une visibilité européenne et internationale à ce pôle avec ses 275 permanents et 136 doctorants, qui affichera des compétences exceptionnelles en sciences de l'ingénierie notamment en mécanique, acoustique, énergétique, combustion, physique, chimie, nanotechnologies, optique et géophysique,

- profiter pleinement de la dynamique de création d'entreprises du Technopôle (Hôtel Technologique, Pépinière d'Entreprises, Parc Technologique),
- rationaliser l'efficacité de l'accompagnement de la recherche en coordonnant et mutualisant certains moyens et en mettant en place des réseaux de compétences (documentation, informatique, ateliers mécaniques, infrastructures).

La concrétisation de cette fédération a été accompagnée d'un financement au titre du CPER 2007-2013 intitulé « Pôle de Mécanique-Energétique » permettant l'installation du LMA à Château-Gombert, et ainsi le regroupement des quatre laboratoires sur un même site.

Le LMA est une unité du CNRS conventionnée avec Aix-Marseille Université et Centrale Marseille qui accueille environ 150 personnes. Ses domaines principaux de compétence sont la mécanique des solides (comportement des structures et des matériaux) et l'acoustique (acoustique physique et acoustique perceptive). Créé en 1941, le LMA est le premier laboratoire CNRS créé en province. Il s'installe en 1964 sur le campus Joseph-Aiguier du CNRS à Marseille.

Le LMA est bien implanté dans l'environnement régional : outre les actions communes avec les laboratoires et les écoles d'ingénieurs implantés sur le Technopôle de Château-Gombert (Centrale Marseille, Polytech), les collaborations sont régulières avec le CEA, l'IRSN, Airbus Helicopters, la DGA ainsi qu'avec des acteurs du secteur Santé. La majeure partie de son activité d'enseignement est liée à Château-Gombert. Il émerge également à différentes structures liées aux investissements d'avenir (A\*MIDEX, LabeX MEC « Mécanique et Complexité », EquipeX Meso-Centre, Institut Carnot Star 2, SATT Sud-Est) et est partenaire de plusieurs pôles de compétitivité (SAFE, Pôle Mer Méditerranée, Capénergie) et plateformes technologiques (INOVSYS avec Henri Fabre, CERIMED).

D'une surface de construction de 9 232 m<sup>2</sup> SHON, ce projet est la plus importante opération du volet « Recherche » du contrat de plan Etat-Région PACA 2007-2013.

La maîtrise d'ouvrage a été assurée par le CNRS et la maîtrise d'œuvre par l'agence Groupe-6.

### Financement

- Etat-CNRS	4.359 M€
- Etat-Rectorat	2 M€
- Département des Bouches-du-Rhône	9 M€
- Région PACA	5 M€
- Ville de Marseille	1 M€
- UE-Feder	3.724 M€
<b>Coût total</b>	<b>25.083 M€</b>

### **Le bâtiment**

Affirmant son architecture blanche, cubiste, percée de patios et surmontée d'une ombrière, le LMA accueille plateformes et bureaux dans un écrin sobre et chaleureux.

Le bâtiment du LMA s'implante de manière franche dans le site, ancré sur une place haute, un parvis. Cohérent et lisible, il se compose de trois éléments principaux :

#### SON ENTREE FORME UNE ACCROCHE, UN SIGNAL

Évoquant les dièdres des chambres anéchoïques, le volume d'entrée, identifiable, s'avance sur le parvis, au-devant des visiteurs. Abrisant la salle du conseil, il offre une ambiance singulière et muséale. Valorisant

l'institution par ses dimensions généreuses et sa double hauteur, le hall d'entrée met en relation rez-de-chaussée et rez-de-jardin, salle du conseil, amphithéâtre, salle d'exposition, plateformes et bureaux.



### LES PLATEFORMES SE DEVELOPPENT EN REZ-DE-JARDIN

Isolés pour des raisons acoustiques et vibratoires, les plateformes et chambres anéchoïques prennent place dans plusieurs cubes de béton blanc. Aveugles, les chambres anéchoïques et semi-anéchoïques sont réalisées avec une double enveloppe en béton armé (boîte dans la boîte).

Tirant parti de cette massivité et de cette géométrie, une trame de patios rythme et ordonne ces volumes blancs. Plantés d'oliviers et de cyprès, les patios amènent lumière et échappées visuelles aux plateformes. Avec les toitures végétalisées, ces patios apportent une fraîcheur appréciable aux plateformes et aux bureaux des étages supérieurs, par phénomène d'évapotranspiration. Adaptée au climat, cette disposition tramée permet de grandes ouvertures protégées de la lumière directe.



### LES BUREAUX S'INSTALLENT DANS UNE OMBRIERE

Déployés du RDC aux deux niveaux supérieurs, les bureaux des chercheurs et de l'administration, à majorité individuels, s'organisent de manière linéaire, pour de meilleures lisibilité et souplesse d'évolution. Cette linéarité

est scandée par des échappées visuelles sur le paysage lointain, qui laissent entrer la lumière (larges ouvertures des escaliers et ascenseurs panoramiques, des salles de réunions, et des terrasses).

Orienté nord-sud, le bâtiment se dote d'une ombrière climatique composée d'un tissage inox tendu, déporté de la façade, qui filtre le soleil en ménageant des vues. Ce dispositif, simple d'usage et d'entretien, permet la protection solaire, et un accès technique à la façade aisé et sûr. Ainsi protégés, les bureaux embrassent le paysage par de larges châssis fixes. Des ouvrants pleins permettent une ventilation naturelle aisée et choisie.



## La recherche au LMA : les trois équipes

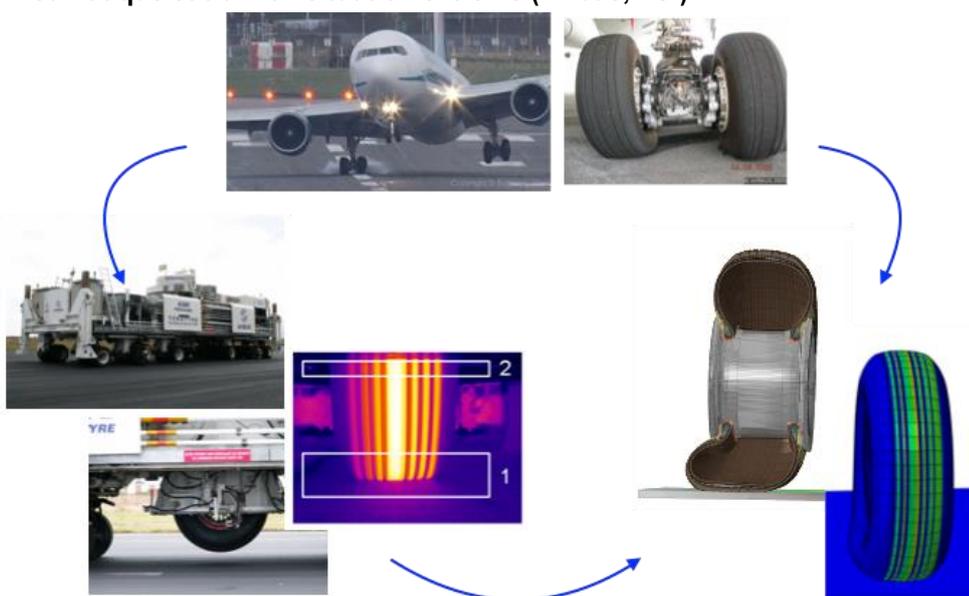
Laboratoire pluridisciplinaire, le LMA est structuré en trois équipes de recherche ayant une approche systémique commune qui associe modélisations phénoménologiques avancées, modélisations analytiques et/ou simulations numériques, et expérimentations de pointe dans le cadre d'une activité de recherche contractuelle et académique équilibrée donnant lieu à de nombreux partenariats avec les industriels et les grands organismes, ainsi qu'à de nombreuses collaborations internationales.

### Equipe Matériaux et Structures

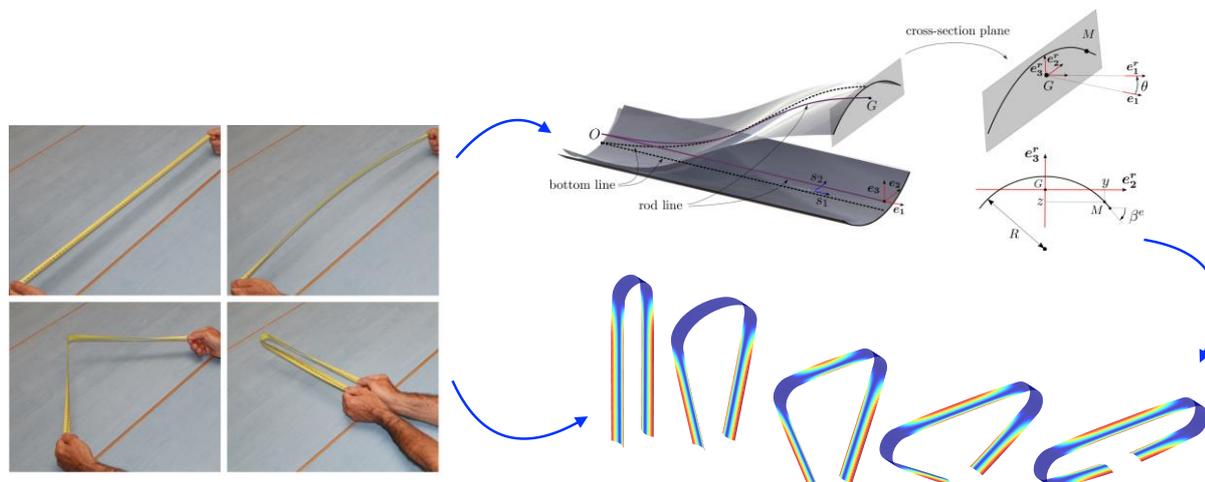
- **Effectif** : 30 Chercheurs / Enseignants Chercheurs, 6 Ingénieurs et Technicien CNRS, 15 doctorants, 6 Post Doc/CDD
- **Financements** : CNRS, CEA, CNES, Région PACA, Airbus Hélicoptère, AMU, EDF, ANR, UE, IRSN, Thales Alenia Space, COMEX, CSC.
- **Domaines principaux d'application** : Nucléaire, Aéronautique et Spatial, Transport terrestre, Génie Civil. Sport et Santé.
- **Valorisation** : Centre de ressource MecaExp, Logiciel libre (CRAFT, FEMJAVA, MANLAB, HOMTOOLS)
- **Mots clés** : Méthodes d'homogénéisation / Endommagement et rupture de composites / Microstructure des matériaux / Couplage multiphysiques / Phénomènes adhésifs / Dynamique avec impact et frottement / Loi d'interfaces / Vibrations non-linéaires des Structures / Structures flexibles déployables / Structures à base d'élastomère / Structures incertaines / Méthodes numériques et Approches logiciels.

L'équipe Matériaux & Structures fédère l'ensemble des activités du laboratoire concernant la mécanique des solides. On y développe des recherches fondamentales et ambitieuses, mais aussi des recherches appliquées innovantes, visant à répondre à des préoccupations immédiates de la société ou de partenaires industriels.

### Pneumatique et train en situation extrême (Airbus, FUI)



## Modélisation de structures flexibles déployables (Thalès Aliéna Space)



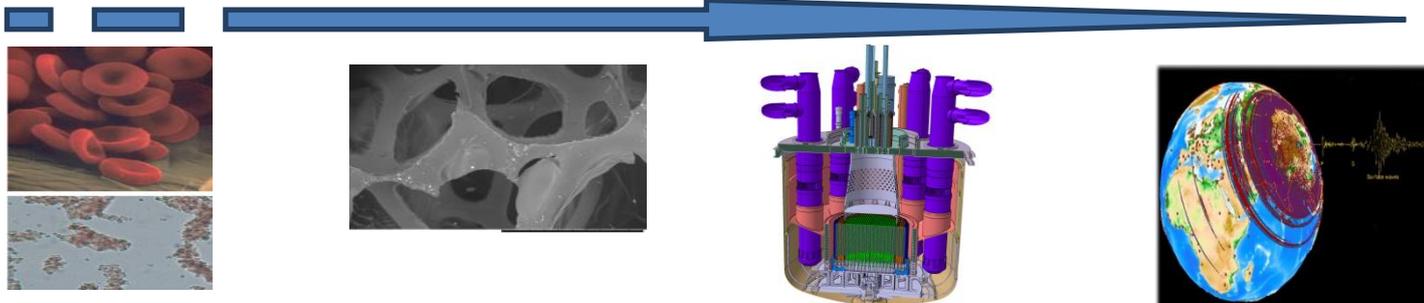
## Comportement des composites (AMU)



## Equipe Ondes et Imagerie

- **Effectif** : 19 Chercheurs / Enseignants Chercheurs, 6 ITA CNRS, 1 IR Protisvalor, 15 doctorants, 4 Post Doc/CDD
- **Collaborations** : Internationales sur les 5 continents : USA, Canada, Norvège, Algérie, Kenya, Tunisie, Italie, Espagne, Russie, Suisse, Chine, Danemark, Pologne, Allemagne, Colombie...
- **Financements** : CNRS, AMU, ANR, UE, IC-Star, DGA, EDF, CEA...
- **Valorisation** : Plateforme NDTValor, Centre de ressource US, Brevets
- **Mots clés** : Imagerie médicale, sismique et sous-marine / simulation et modélisation des milieux complexes (hétérogènes, poreux, non linéaires, anisotropes, fractals...) / interaction ondes matière (défauts, diffusion, endommagement) / caractérisation et suivi ultrasonore (santé, génie civil, aéronautique, énergie) / calcul haute performance.

L'équipe Ondes et Imagerie est spécialisée dans la propagation des ondes mécaniques dans les milieux fluides et solides complexes. La stratégie de l'équipe est centrée sur la modélisation des ondes au sens large (simulation numérique, physique, mathématique, calcul haute performance) qui trouve des applications au sein des thématiques plus appliquées : ultrasons médicaux, contrôle non-destructif, acoustique sous-marine, sismique, sismologie. Dans ce cadre, l'équipe développe des recherches pour imager, caractériser, contrôler les milieux naturels, biologiques ou manufacturés, de façon non-invasive en utilisant des ondes.



## Equipe Sons

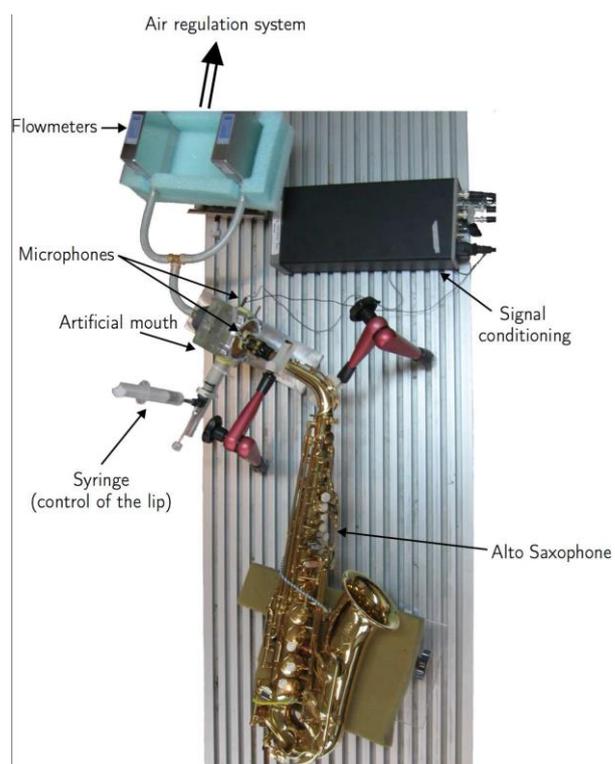
- **Effectif** : 18 chercheurs / enseignants-chercheurs, 8 ingénieurs / techniciens, 15 doctorants, 3 post-doc/CDD
- **Collaborations Internationales** : Angleterre, Belgique, Espagne, Irlande du Nord, Norvège, Suède, Suisse, Tchéquie, Chine, Brésil, Canada, USA
- **Financements** : CNRS, AMU, ANR, UE, IC-Star, DGA, EDF, CEA, SNCF, RATP, PCA, Total, St Gobain, Genesis, Thales, Orange,...
- **Valorisation** : Centre de ressources Vibro-Acoustique, Logiciels, Brevets
- **Mots clés** : Propagation / rayonnement / contrôle et synthèse de champ (champ sonore 3D, champ proche, temps réel) / réduction bruit et vibrations (passif, non linéaire, actif) / instruments de musique (facture instrumentale, production du son, contrôle par les musiciens) / perception (sonie et localisation) / audition (implants cochléaires) / interaction son, image et mouvement / analyse-synthèse et transformation des sons (métaphore sonore)

L'équipe Sons est spécialisée dans l'étude des vibrations dans le domaine des fréquences audibles qui se propagent pour être finalement perçues par un être humain. La démarche est largement fondée sur l'observation et le contrôle du réel, dans laquelle les champs physiques sont reliés à des représentations : modélisation (physique, mathématique, numérique), codage de signaux, représentations mentales, etc. Les domaines d'application vont de l'industrie à la culture, en passant par la santé. Les actions en cours concernent par exemple la compréhension des phénomènes d'émission et réduction du bruit (transports, bâtiment), l'audition, la perception, les instruments de musique (de la facture au jeu), la réalité virtuelle et augmentée (simulateurs, cinéma 3D interactif), l'influence du son sur le comportement humain (guidage, apprentissage, remédiation).

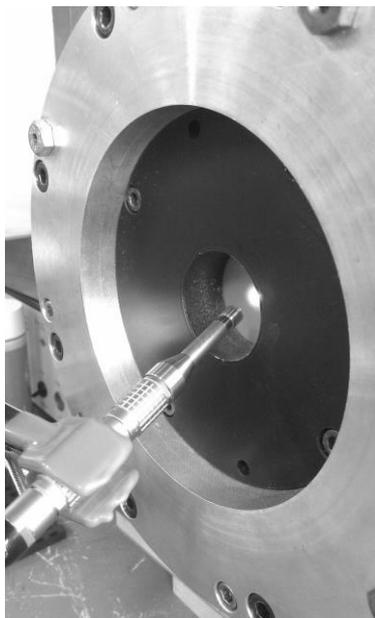
## Source acoustique sphérique et mesure de sa directivité



Bouche artificielle permettant d'étudier les sons multiphoniques au saxophone alto, qui peuvent être recherchés ou identifiés comme des défauts de l'instrument selon le style de musique



### Membrane circulaire tendue pour la réduction du bruit par pompage énergétique



### Système de restitution sonore 3D



### Mesure de geste musical



## Moyen d'essais d'endurance en fatigue acoustique pour satellite avant lancement



### Les plateformes du LMA

#### La plateforme « Composites »

De par leur capacité à permettre une réduction des temps de cycles, les matériaux composites à matrice thermoplastique sont de plus en plus utilisés dans le domaine du transport et particulièrement l'aéronautique. Ils offrent aussi une bonne tenue à l'impact et à la compression après impact (CAI). Enfin, des développements commencent à apparaître pour utiliser ceux-ci dans de nouveaux domaines comme les implants chirurgicaux par exemple.

Leur utilisation reste néanmoins encore « marginale » par manque d'une caractérisation fine, particulièrement en fatigue, domaine dans lequel AMU et le LMA ont développé conjointement un savoir-faire reconnu à l'échelle nationale et internationale dans les composites à matrice thermodurcissable.

La force de la plateforme vient aussi de son intégration parfaite dans le paysage recherche-enseignement car Aix-Marseille Université (AMU) assure des formations de niveau licence et masters (pro et recherche) autour de ces thématiques depuis plusieurs années avec le placement régulier de ses étudiants dans des entreprises de la région PACA et Corse (Rivoire, CCA, ...).

L'ouverture à ces matériaux est donc une suite logique qui renforcera l'attrait des formations proposées, la valeur des étudiants formés, le positionnement amont des équipes de recherche sur une thématique de pointe et l'aide aux industriels régionaux tant sur le plan des connaissances fondamentales que celui du processus.

Dans le cadre du développement des projets de ballons portés par le pôle Pégase, le développement de membranes thermoplastiques multifonctionnelles et renforcées par des fibres est l'un des verrous identifiés.

Le projet proposé est la phase 1 d'un projet ambitieux intitulé « Atelier Pilote de Développement, Caractérisation et Optimisation de Structures à Matrices Thermoplastiques et Renforts Structurels). Il consiste à doter le LMA des premiers moyens de travail tant sur le plan process que sur le plan caractérisation autour de cette thématique à savoir.

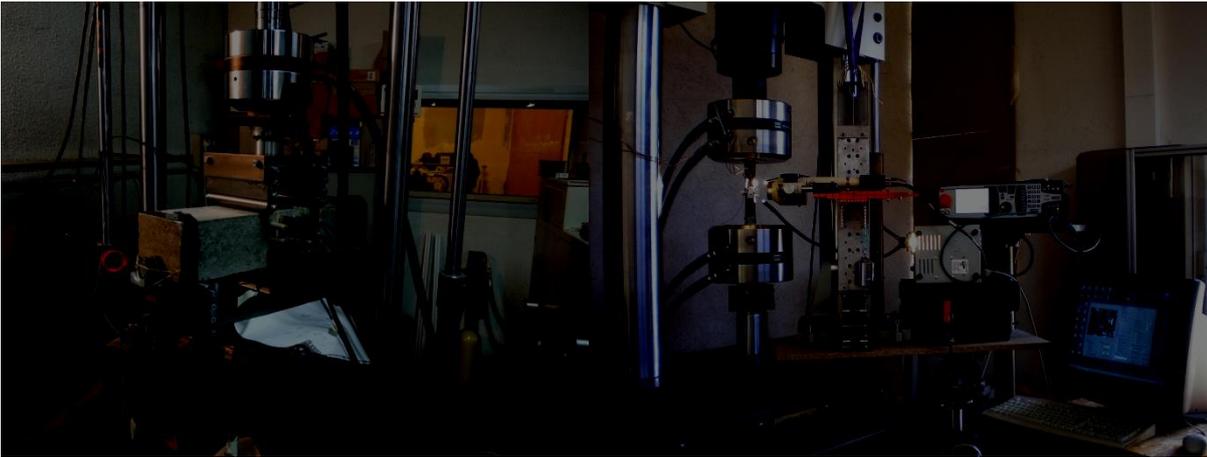


- Un autoclave adapté à la mise en œuvre de ces matériaux donc capable d'atteindre des pressions et des températures plus hautes que pour les thermodurs (20 bars / 450 °C contre 7 bars / 200°C). Cet autoclave devra être muni d'accessoires permettant d'accroître la valeur des travaux de recherche.
- Une presse à plateaux chauffants de 0.7 m x 0.7 m pour thermoplastiques PEEK/Carbone.
- Une machine de RTM (Resin Transfert Moulding) qui constitue une autre voie pour la mise en œuvre de tels composites.
- Une machine de traction 100 KN.
- Un environnement de travail permettant de satisfaire les règles les plus récentes en matière d'hygiène et sécurité (table aspirante, filtres, ...).
- Un anémomètre laser permettant de déterminer les vitesses d'écoulement autour d'une structure tout particulièrement quand celle-ci présente une certaine souplesse et que la connaissance du couplage fluide structure est un enjeu scientifique et technique ce qui est souvent le cas dans les structures composites (aéronautique, naval, ...).

Le LMA possède maintenant des moyens de haut niveau pour la mise en œuvre et la caractérisation de pièces en matériaux composites hautes températures.

### **Plateforme « Mécanique expérimentale »**

La plateforme a pour mission principale d'accompagner étroitement les équipes de recherche dans leur démarche expérimentale de caractérisation des matériaux ou des structures sous sollicitations statiques, quasi statique et en fatigue sur tous types de matériaux.



Elle comprend un certain nombre d'équipements spécifiques :

- Centrale hydraulique Schenck de 80 l/mn sous 210 bars
- Machine hydraulique MTS Traction/Compression 100 kN
- Machine hydraulique MTS Traction/Compression/Torsion 250 kN 2200 Nm
- Machine électro-mécanique Instron Traction/Compression 100 kN
- Machine électro-magnétique Bose Traction/compression 450 N
- Enceinte chaud/froid CTS/Dicometal - 55 + 150 ° C
- Étuve Memmert 300° C
- Matériel de mesure de température, de déformation avec ou sans contact
- Matériel d'imagerie, camera ccd 15 fps et 100 fps
- Système d'imagerie 3D GOM +Aramis déplacement et déformation

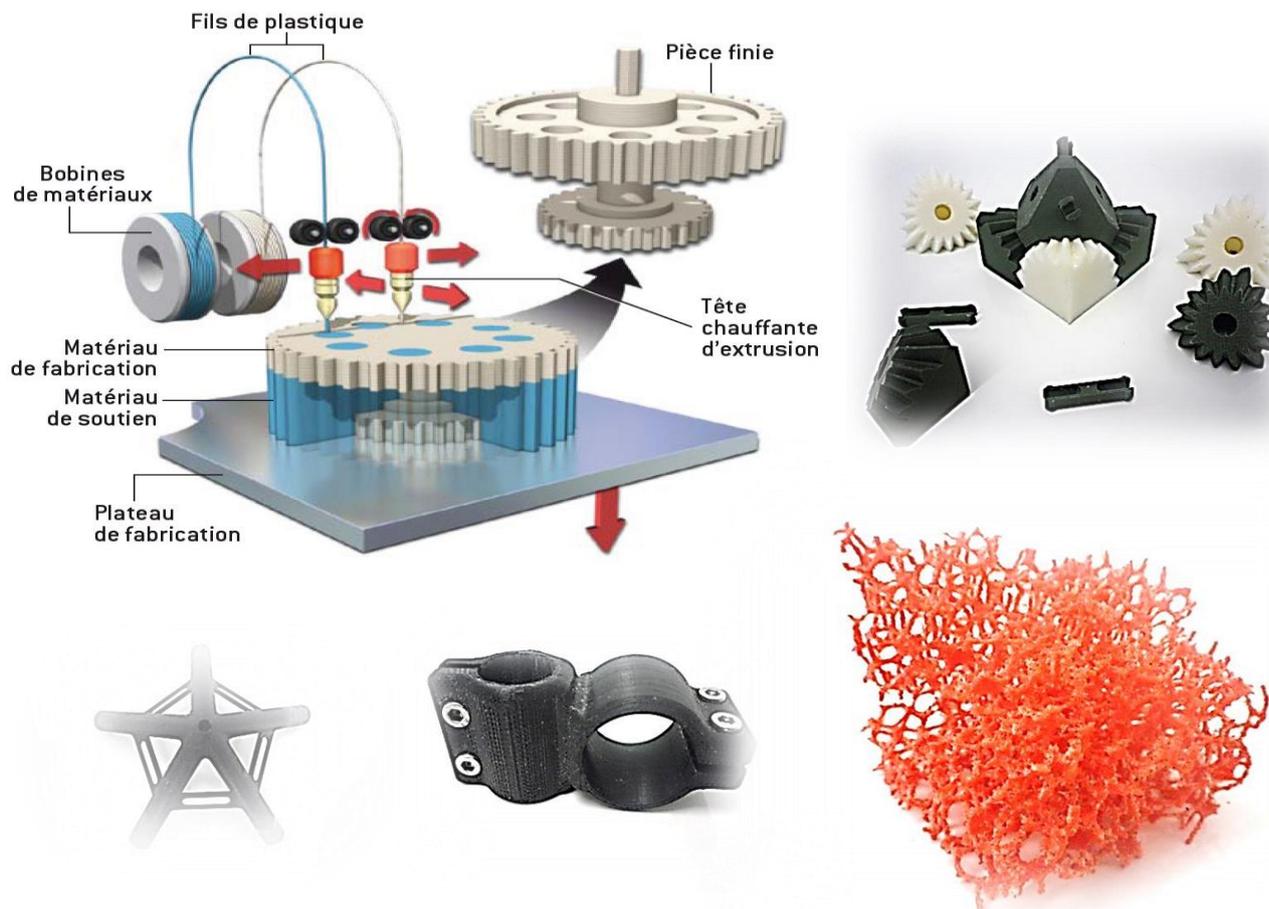
Ces derniers permettent la validation et la valorisation d'une réelle expertise scientifique concernant le comportement des matériaux (composites thermo-durs & thermoplastiques, élastomères, polymères), les essais sur structures (vélo, train d'atterrissage,...), le collage (adhésion moléculaire, initiation, propagation,...), le frottement (pneu d'avion,...).

### Mini-plateforme « Impression 3D »

La plateforme Impression 3D a pour objectif de concevoir et réaliser des pièces ou ensemble de pièces par le procédé de l'impression en 3 dimensions afin de répondre aux besoins des utilisateurs du laboratoire. Celle-ci est située au sein du **S**ervice d'**E**tude et de **R**éalisation **M**écanique (SERM) du LMA et sera bientôt en mesure de proposer son savoir-faire à des organismes extérieurs : autres laboratoires, universités, professionnels ou particuliers.

La plateforme Impression 3D est dotée d'une DIMENSION ELITE fonctionnant par dépôt de filament fondu. Un fil d'ABS passe dans un dispositif de galet pousseur commandé numériquement et qui alimente une tête d'extrusion. Ce fil, aminci en un filament de 0.17mm, se dépose sur un support et se solidifie. Le balayage horizontal (X Y) de la tête d'extrusion permet de former avec précision une couche de l'objet à fabriquer. On passe aux couches suivantes grâce à un déplacement vers le bas (Z) du plateau de fabrication. Un second matériau « support » est déposé simultanément pendant la fabrication afin d'assurer le soutien des pièces de formes complexes. Ce « support » se dissout après la fabrication dans un bain chaud. Cette plateforme nous

permet de réaliser des pièces mécaniques complexes telles que des brides de transducteurs, supports de haut-parleurs ou encore des modèles issus de simulations numériques comme les modèles types spongieux ou corail marin.



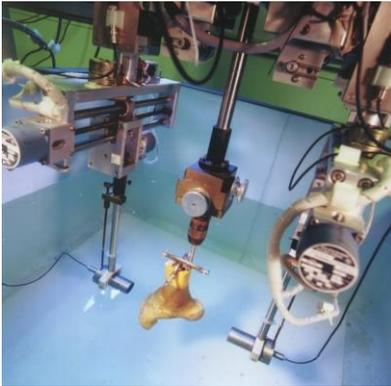
### Plateforme « Ultrasons »

Le LMA propose un centre de ressources "Ultrasons" aux personnels du laboratoire, de la Fédération Fabri de Peiresec, et plus largement à tous les acteurs institutionnels ou industriels de la région.

Les champs thématiques du centre concernent tant la géophysique, la sismique ou l'acoustique sous-marine que le contrôle industriel et les applications médicales. De la caractérisation des matériaux et de la matière, jusqu'à l'imagerie des sols, des pièces industrielles ou des tissus biologiques et naturels, nous proposons une véritable plateforme technique regroupant de grands scanners électromécaniques à plusieurs degrés de liberté, et de plus petites installations en espace contrôlés (zone ISO 7/3, laser-ultrasons, échographie du petit animal, ...) ou portatives.

Ainsi l'équipe de cette plateforme peut définir les besoins de ses partenaires, concevoir, développer, et tester de nouvelles méthodes et appareillages spécifiques, assurer leurs développements, leur maintenance, et leur pérennisation, voire leur mutualisation tout en assurant un contrôle Qualité (ISO 14644).

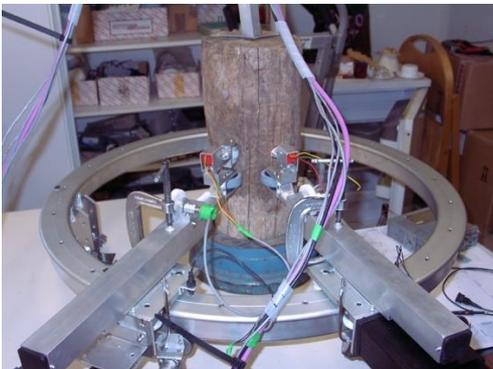
### Scanner à ultrasons pour l'imagerie et le contrôle des matériaux



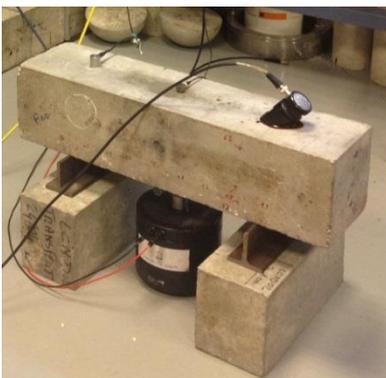
### Contrôle par imagerie ultrasonore de milieux sous pression ou en environnement hyperbare



### Tomographie acoustique des arbres et des milieux naturels



### Contrôle non destructif en génie civil et nucléaire



## Contrôle acoustique des œuvres d'art (statut romaine du 2<sup>ième</sup> siècle)

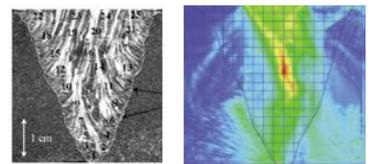
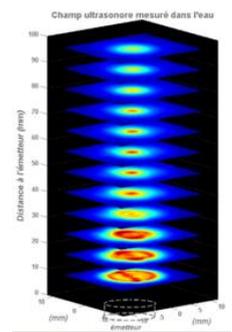


### Plateforme « Contrôle non-destructif (CND) » NDTValor

NDTValor est une plateforme de CND multiservices et centre de compétence en Recherche et Développement (faisabilité théorique, technologique...) assurant Prestation, Conseil, Expertise et Formation.

NDTValor est la mise en synergie de savoir-faire et de compétences de trois laboratoires de recherche MATEIS et CREATIS de l'INSA de Lyon et l'ex-LCND, intégré au LMA de Marseille, avec le Centre de formation END et métrologie d'INSAVALOR.

La mise en commun de ressources, moyens et compétences répond à plusieurs objectifs. Le premier est d'être capable de satisfaire aux nouveaux enjeux de R&D que représentent les besoins des industriels en moyens d'Essais Non Destructifs (END). Ainsi, l'élargissement de l'application des END à des domaines où ils étaient peu utilisés nécessite une adaptation de mise en œuvre des méthodes traditionnelles. L'évolution des matériaux employés dans les industries, comme l'aéronautique, le nucléaire... ne permet plus d'envisager une approche traditionnelle basée sur des modèles simples de phénomènes linéaires, mais au contraire implique de reconsidérer la mise en œuvre des END dans une orientation favorisant la modélisation, la simulation, l'expérimentation, et éventuellement l'utilisation en parallèle de plusieurs méthodes associées à la fusion de données.



De même, les exigences de performance imposent d'améliorer la qualité de l'imagerie et de la métrologie associée aux essais. La collaboration de plusieurs entités complémentaires permet une approche pluridisciplinaire de résolution des problèmes que posent les nouveaux champs et contraintes de mise en œuvre des END.

Le second objectif est de proposer une offre intégrée de services en END allant d'une expertise matériaux à la mise œuvre d'instrumentation existante ou conçue en fonction du besoin jusqu'au traitement de l'information et des données.

La nature des prestations offertes englobe la R&D, les essais et



mesures, le conseil mais aussi la formation et la qualification des professionnels des END.

### Plateforme « Vibro-acoustique »

L'objectif de l'équipe Sons du LMA est le contrôle des sons, par et pour l'humain ; les phénomènes étudiés s'étendent de l'émission des sons à leur perception par l'être humain et incluent les vibrations et la gamme des fréquences audibles. Les travaux réalisés concernent en particulier le contrôle et la réduction du bruit (transports, bâtiment), la réalité virtuelle et augmentée (postes de conduite, multimédia), la communication (codage audio, perception), l'audition, le design sonore, la physique des instruments de musique. Les domaines d'application sont très variés ; les problématiques étudiées concernent aussi bien le monde de l'industrie, que celui de la santé et celui de la culture.

Pour mener à bien ces travaux, l'équipe utilise des équipements d'envergure (et pour certains d'entre eux, les conçoit) comme : des salles anéchoïques (sans échos), des salles ou cabines pour la restitution sonore et les études perceptives, des salles dédiées à la musique ou aux études associant perception et cognition. Le projet phare est la conception et réalisation d'une **salle anéchoïque de grandes dimensions associant contrôle actif et passif de bruit**. Cette réalisation est possible à Marseille grâce à la construction de nouvelles chambres anéchoïques dans le cadre de l'implantation du laboratoire sur le site de Château Gombert mais aussi et surtout grâce aux compétences particulières et à l'expertise du laboratoire en matière de contrôle actif depuis plus de trente ans. Des équipements et aménagements scientifiques de pointe sont des éléments majeurs de la recherche concernant les deux axes principaux : analyse et synthèse des sons et vibrations.

## 1 - Analyse et Synthèse des Sons

La plate-forme comprend les moyens d'essais dédiés à la perception auditive et à l'étude des signaux sonores et musicaux. Elle inclut :

- une **salle d'écoute normalisée ou "neuroacoustique"** ; elle sera utilisée, d'une part, pour des tests d'écoute (la normalisation est nécessaire entre autres pour l'établissement ou le partage de bases de données de référence) et, d'autre part, pour poursuivre un thème novateur qui associe neurosciences et acoustique, basé sur le couplage de mesures comportementales et de mesures d'imagerie cérébrale permettant de confronter les réponses conscientes de sujets avec leur activité cérébrale ;
- une **cabine de synthèse de champs sonores** ; sa finalité est la reproduction précise de champs acoustiques dans toute leur spatialité, en vue de caractérisations perceptives ; en effet, un enjeu majeur est d'identifier et de hiérarchiser les phénomènes physiques à l'origine de la gêne sonore, afin d'optimiser les solutions à mettre en œuvre, particulièrement coûteuses aux basses fréquences. La conception et réalisation de cette salle font l'objet d'un programme de recherche en cours sur la représentation de champs acoustiques en particulier en basses fréquences ; un premier exemple de cabine a été réalisé très récemment pour la société Thalès Alenia Space ; il s'agit d'une cabine réverbérante active pour tests de résistance de satellites de télécommunications aux environnements sonores ;
- un **centre pour l'expérimentation audio**, entre autres pour les études de spatialisation du son, dans le cadre de la reproduction musicale et pour **l'expérimentation physique**, pour les études sur les instruments à vent dont le LMA est un spécialiste reconnu ; ce thème qui fait l'objet de collaborations avec des luthiers (Buffet-Crampon) a conduit à la réalisation d'un démonstrateur unique pour instrument à vent, d'une bouche artificielle asservie en pression ;

- deux **cabines audiométriques**, moyens classiques mais indispensables pour réaliser des tests auditifs et perceptifs sur des cohortes de sujets.

## 2 - Vibroacoustique

Les équipements concernant la **Vibroacoustique** comprennent un ensemble de salles anéchoïques et des halls de mesures pour l'acoustique et les vibrations :

- une **salle anéchoïque** dédiée à la **perception auditive**, pour des applications allant des aspects médicaux aux aspects environnementaux ; il s'agit d'effectuer en environnement très contrôlé des expérimentations de grande taille (avec antennes, réseaux de haut-parleurs, etc) et de long terme, par exemple sur la localisation de sources ou l'évaluation de la sonie. La sonie représente une mesure subjective d'intensité sonore et permet, contrairement au décibel, de prendre en compte la perception par l'individu ; en matière de nuisances sonores, elle commence à faire son entrée sur le terrain des normes (des entreprises comme la SNCF l'inclut dans ses travaux). Le LMA est depuis de nombreuses années un spécialiste de la sonie (modélisation en régime transitoire, expérimentation, etc.).
- un ensemble de **deux salles anéchoïque/semi-anéchoïque** dédié à la **vibroacoustique** et couplé à une cabine d'excitation pour traiter des problèmes de contrôle de bruit. L'originalité de cet ensemble repose entre autres sur le traitement spécifique des réflexions par les parois aux basses fréquences (particulièrement difficiles à maîtriser) et sur la capacité à générer des champs acoustiques choisis (par exemple champs de pression pariétale) à l'aide d'une cabine d'excitation située en sous-sol de la chambre anéchoïque. L'ensemble s'inscrit pleinement dans les thèmes de recherche du LMA sur la représentation et l'identification de champs en basses fréquences. Il va permettre de développer un projet très ambitieux de **salle anéchoïque active**, qui consiste à concevoir et installer un traitement couplé passif/actif des parois de la salle anéchoïque pour étendre l'efficacité du dispositif en basses fréquences. C'est un projet préparé par le LMA depuis de nombreuses années, avec des verrous scientifiques et technologiques importants, mais qu'il a la capacité de réussir en raison de sa longue expérience en contrôle et expérimentation à l'échelle 1.
- deux **halls acoustique et vibroacoustique** destinés à des expérimentations de taille réduite, à plus courte durée de vie (quelques semaines à quelques mois). Un des thèmes actuels est par exemple le pompage énergétique en acoustique et en vibrations, thème sur lequel le LMA a pris une avance certaine au niveau international et pour lequel il a développé des applications automobiles avec la société PSA.



## **Une opération de recherche soutenue par le CPER et le FEDRER**

Avec un soutien de 6,6 M€ pour l'Etat et de 4M€ FEDER, le Laboratoire de Mécanique et Acoustique (LMA) est une des opérations de recherche les plus importantes et structurantes financées par du CPER\* et FEDER 2007-2013 dans le domaine de la recherche en région PACA.

Le LMA a pour objectif d'assurer le continuum Recherche fondamentale-Ingénierie-Technologie-Innovation dans ses domaines d'expertise : l'acoustique et la mécanique des solides, des fluides et des matériaux, en particulier les composites.

Cette opération qui porte à la fois sur de l'immobilier et des équipements (salle de mesure anéchoïque, équipements de vibro-acoustique, outils d'essais mécaniques classiques, centre d'acoustique musicale...), sera poursuivie dans la nouvelle génération de CPER 2015-2020 (projet CEMEA porté par l'Ecole Centrale de Marseille).

*\*Les Contrats de Plan État-Région (CPER) sont des outils de politique publique de l'égalité des territoires. Ce sont des moteurs de l'investissement amenés à développer positivement le niveau d'équipement du territoire afin de préparer l'avenir.*

## **L'Etat appuie le développement des pôles de recherche**

Afin d'améliorer la visibilité du pôle mécanique et de faciliter les synergies entre les différents acteurs, l'Etat et les Collectivités ont ainsi décidé, en cohérence avec la stratégie du CNRS et d'Aix Marseille Université, de constituer sur le site de Château Gombert un regroupement des meilleurs laboratoires dans le domaine de la mécanique-énergétique : IUSTI, IRPHE, M2P2 et LMA.

Le projet du LMA illustre en cela les objectifs poursuivis par l'Etat et la Région pour la recherche dans le cadre du CPER 2007-2013 : le développement de pôles de recherche cohérents et de premier plan et la mise en œuvre des plates-formes mutualisées et partenariales

## **Accompagner le développement du leader à l'échelle européenne dans le domaine de la mécanique-énergétique**

Cette opération constitue un des éléments majeurs du pôle de recherche mécanique-énergétique du site de Château Gombert qui est ainsi achevé en cohérence avec le projet « LABEX MEC » soutenu par le programme des investissements d'avenir mis en place par le gouvernement.

Cette implantation est le premier pas du développement du LMA et contribue à la mise en cohérence de la politique de site sur Marseille (proximité avec l'Ecole Centrale, structures de valorisation-transfert...) sur une thématique importante pour la région. La filière mécanique est ainsi en lien direct avec des acteurs comme ceux du projet « Henri Fabre » basé à Marignane.

## Une Provence à la pointe de la recherche

Les grands projets scientifiques et technologiques sont innovants, structurants et créateurs d'emplois. Ils participent à la renommée de la Provence.

En rejoignant les équipements de pointe du technopôle de Château-Gombert, le nouveau laboratoire de mécanique et d'acoustique renforce le potentiel scientifique du département autour de pôles d'excellence. À l'instar des derniers projets d'envergure technologique soutenus par le Département comme Henri Fabre et French Tech, il constitue un enjeu essentiel au développement et encourage la rencontre des scientifiques et du monde économique autour de projets à la pointe de la recherche.

Avec une participation financière de 9 millions d'euros pour ce nouvel équipement, le Conseil départemental des Bouches-du-Rhône se positionne comme le plus gros contributeur de cette opération. Ce soutien est à la hauteur de son engagement pour les projets à forte valeur ajoutée pour le rayonnement du territoire.

Contact presse : Nathalie Lambert - 04 13 31 28 64 / 07 86 41 12 31 - [nathalie.lambert@cg13.fr](mailto:nathalie.lambert@cg13.fr)

## Marseille fait le pari de la connaissance

Avec 52 000 étudiants, 2600 chercheurs, et 130 laboratoires, Marseille s'affirme comme la première ville universitaire et scientifique de la région et le 2<sup>ème</sup> pôle de recherche en France.

La ville de Marseille abrite la plupart des grands organismes publics de recherche : l'Institut de Recherche pour le développement, l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux, l'Institut National de la Recherche Agronomique ainsi que les sièges régionaux du Centre National de la Recherche Scientifique et de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale.

Marseille est aussi une ville reconnue pour son potentiel scientifique dans de nombreux domaines : 2<sup>ème</sup> pôle de recherche en sciences du vivant et neurosciences et 1<sup>ère</sup> en Mécanique-Energétique de France, avec la plus forte concentration sur un même lieu de forces scientifiques en ces domaines.

Marseille abrite par ailleurs les équipes de Sciences d'Economie Publique qui ont porté le projet de « Aix Marseille School of Economics », labellisé « laboratoire d'excellence » (LABEX).

Deux grandes écoles d'ingénieurs généralistes (École Centrale Marseille et Polytech Marseille) et quatre écoles supérieures de spécialité (Kedge pour le commerce, École nationale supérieure d'architecture, École d'art et de design Marseille Méditerranée, École nationale supérieure maritime) complètent ce panorama qui couvre la quasi-totalité des champs de l'enseignement supérieur.

Afin d'accroître leur dynamisme, les équipes de recherche marseillaises se sont enrichies de compétences extérieures dans un contexte de collaboration, mais aussi de compétition scientifique internationale avec l'accueil de 65 nouveaux chercheurs qualifiés.

En fusionnant les trois établissements de Marseille et d'Aix-en-Provence en 2012, Aix-Marseille Université est devenue la première université française avec ses 19 composantes (facultés ou instituts) qui regroupent 74 000 étudiants (dont 4000 doctorants), 7500 personnels (dont 4500 enseignants-chercheurs) et plus de 130 unités de recherche.

Aix-Marseille Université figure parmi les huit sites d'excellence français à visibilité internationale, reconnus dans le cadre du programme d'Investissements d'Avenir, avec la Fondation A\*Midex.

En soutenant l'enseignement supérieur et la recherche, Marseille fait émerger les pôles d'excellence que sont le Centre européen d'imagerie médicale sur le campus de la Timone, le pôle de mécanique-énergétique de Château-Gombert, le centre d'immunophénomique de Luminy ou le pôle de neurosciences de la Timone.

Vecteur essentiel au développement et au rayonnement d'une grande métropole européenne, l'économie de la connaissance s'appuie sur une université forte, des laboratoires réputés, des pôles de compétitivité et un tissu d'entreprises de haute technologie.

**Contact presse :**

Karim HADDOUCHE – 04 91 14 64 76



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE



L'académie d'Aix-Marseille scolarise plus de 540 000 élèves dans les écoles, collèges et lycées de son territoire. Elle comprend également près de 105 000 étudiants dans les universités, écoles et cursus post bac en Lycée.

Attentif au rayonnement et au développement de la recherche de l'ensemble des acteurs de son territoire, dans le cadre de la politique de site, le rectorat de l'académie d'Aix-Marseille soutient les projets portés par les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, en particulier par le financement, dans le cadre du Contrat de Plan Etat Région, de projets immobiliers de laboratoires de recherche des universités et grandes écoles de l'académie.

La réalisation de projets structurants bénéficiant à un grand nombre d'équipes de recherche qui favorisent l'émergence ou l'ancrage de pôles d'excellence pluripartenariaux constitue ainsi l'une des priorités du rectorat sur ce site.

La mise en place d'une Fédération Recherche, Formation et Valorisation intitulée « Mécanique-Energétique » sur le Pôle de l'Etoile à Marseille Nord s'inscrit ainsi pleinement dans cette politique de site portée par le ministère et relayée par le rectorat.

La concrétisation de cette Fédération, constituée de 4 unités de recherche réparties sur le territoire marseillais avec 3 unités présentes sur le Technopôle de Château Gombert et 1 sur le site Joseph Aiguier du CNRS, nécessitait le regroupement de ces entités sur un site unique à Château Gombert.

En lien avec ses partenaires, le rectorat a ainsi validé la sélection du projet de construction du Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, dans le CPER 2007-2013, puis a participé à l'élaboration du pré-programme, validé l'expertise permettant l'engagement de tous les partenaires, organisé la cession du foncier propriété du Conseil Général et soutenu à hauteur de 2 M€ la réalisation de ce projet.



**Le Centre national de la recherche scientifique est le principal organisme public de recherche en France et en Europe. Il produit du savoir et met ce savoir au service de la société. Avec près de 33 000 personnes, un budget pour 2014 de 3,3 milliards d'euros dont 701 million d'euros de ressources propres, et une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1100 laboratoires. Avec 20 lauréats du prix Nobel et 12 de la Médaille Fields, le CNRS a une longue tradition d'excellence. Le CNRS mène des recherches dans l'ensemble des domaines scientifiques, technologiques et sociétaux : mathématiques, physique, sciences et technologies de l'information et de la communication, physique nucléaire et des hautes énergies, sciences de la planète et de l'Univers, chimie, sciences du vivant, sciences humaines et sociales, environnement et ingénierie.**

### **Le potentiel scientifique**

La délégation régionale Provence et Corse couvre **2 régions administratives** dont **6 départements**.

Les unités du CNRS en Provence et Corse sont principalement implantées dans les Bouches-du-Rhône sur les **sites universitaires** et **hospitaliers**. Le CNRS dispose d'un **campus propre** à Marseille - le campus Joseph Aiguier - où sont hébergés des laboratoires ainsi que les services administratifs de la délégation.

La quasi-totalité des unités est mixte, c'est à dire en responsabilité partagée avec les établissements d'enseignement supérieur et de recherche partenaires.

Dans la région, les laboratoires du CNRS bâtissent des savoirs dans tous les domaines de la recherche, de la chimie aux sciences humaines et sociales en passant par la physique, les sciences biologiques ou les mathématiques. Tous les instituts du CNRS sont représentés. Deux disciplines prédominent toutefois : les **sciences humaines et sociales** et les **sciences biologiques**.

Le territoire bénéficie de grands équipements et de très grandes infrastructures de recherche : le télescope sous-marin *Antares*, le spectromètre de masse par accélérateur *Aster*, *Adonis* pour assurer l'accès et la préservation des données numériques produites par les sciences humaines et sociales...

### **Le paysage de la recherche en Provence et Corse**

Le CNRS contribue à la structuration territoriale de la recherche en s'impliquant au côté des **universités**, des **grandes écoles** et des autres **organismes de recherche**.

La délégation travaille étroitement avec **l'Etat** en région et les **collectivités territoriales**.

L'organisme fonde sa stratégie de développement sur des partenariats actifs, notamment **industriels** avec des PME et de grands groupes.

Il est impliqué dans **9 pôles de compétitivités** ainsi que dans des structures diverses. 39 projets à participation du CNRS déposés dans le cadre des **investissements d'avenir** ont été retenus pour un montant total de 10 M€. Le potentiel régional est valorisé avec notamment 19 laboratoires d'excellence, 10 équipements d'excellence, 4 infrastructures. Le CNRS est membre fondateur du projet d'initiative d'excellence A\*MIDEX doté de 7,5 Mds € qui vise à faire émerger à moyen terme une université à visibilité mondiale tant au niveau de ses activités de recherche et de formation que par ses modalités d'organisation et procédures de décision stratégiques et opérationnelles.

Il est également actionnaire de la **société d'accélération du transfert de technologie Sud-Est**. Il est aussi membre fondateur de **Méditerranée Infection**, le seul institut hospitalo-universitaire dédié spécifiquement à la recherche en maladies infectieuses et tropicales et à la microbiologie clinique en France.

### **Contact presse**

Karine Baligand | 06 82 99 41 25 | karine.baligand@dr12.cnrs.fr

**Une université ancrée dans son territoire à l'ambition internationale**

AMU est aujourd'hui la plus grande université francophone. Elle rassemble 74 000 étudiant-e-s, dont 10 000 internationaux, en formation initiale et continue et 8 000 personnels. Tous les champs disciplinaires de la connaissance y sont enseignés : arts, lettres, langues et sciences humaines ; droit et sciences politiques ; économie et gestion ; santé ; sciences et technologies ; pluridisciplinaire (ESPE et IUT). Des diplômes de niveau licence, master et doctorat y sont délivrés mais également des diplômes universitaires technologiques, des diplômes d'ingénieur, des diplômes de santé, ainsi que des diplômes universitaires.



Aix-Marseille Université apporte une large contribution à l'économie de la connaissance et à la diffusion du savoir. Elle rassemble 130 structures de recherche, le plus souvent en partenariat avec les plus grands organismes de recherche nationaux. Cinq grands domaines sont principalement investis : l'énergie ; les sciences de l'environnement et de l'univers ; les sciences de la vie et de la santé ; les sciences et technologies avancées ; les sciences humaines et sociales. AMU vise à favoriser l'innovation et la prise de risque en matière de recherche fondamentale et finalisée. Un des enjeux majeur est de faciliter les interactions et les échanges entre disciplines, facteurs essentiel de progrès en matière de recherche, et de mettre au service de la recherche les moyens nécessaires pour placer le potentiel de l'université aux plus hauts niveaux national et international.

La convention de financement d'A\*Midex (Initiative d'Excellence d'Aix-Marseille) a été entérinée par l'État le 5 avril 2012. Ce résultat place AMU parmi les 8 sites d'excellence français reconnus par un jury international. La fondation A\*Midex est née en mai 2012 au sein d'AMU. Elle fonctionne principalement par appels à projets (AAP) ou appels à candidatures (AAC) qui sont au nombre de 6 : Etoiles montantes, Académie d'excellence, Emergence et Innovation, Interdisciplinarité, International, Transfert.

La transdisciplinarité et la valorisation de la connaissance sont les axes majeurs de développement d'AMU, université à l'ambition internationale et ancrée dans son territoire.

**ESPRIT D'INNOVATION  
& SENS DES RESPONSABILITÉS****Une École Centrale à Marseille**

Centrale Marseille est membre du Groupe des Écoles Centrales, aux côtés de CentraleSupélec et des Écoles Centrales de Lille, Lyon et Nantes. Créée en 2003, labellisée École Centrale en 2006, elle est la seule école d'ingénieurs dont le siège est en Région Provence-Alpes Côte d'Azur avec le statut d'Établissement Public à Caractère Scientifique, Culturel et Professionnel. Centrale Marseille recrute ses élèves-ingénieurs à bac + 2 après les classes préparatoires, ou à bac + 3 après une licence scientifique.

**Une École généraliste  
de haut niveau**

L'école forme des ingénieurs généralistes, dotés de solides compétences scientifiques et techniques, capables d'intégration et de synthèse, de créativité et d'innovation, possédant les qualités nécessaires pour entreprendre et diriger, partager, communiquer et piloter. Pour ce faire, elle dispense une formation pluridisciplinaire de très haut niveau, organise une mobilité internationale d'au moins un semestre pour chaque élève, et cultive des liens très étroits avec les entreprises. Le cursus centralien, caractérisé également par une forte culture managériale, conduit à développer et valoriser les aspects humains, sociaux et environnementaux du métier d'ingénieur d'aujourd'hui, préparant chaque élève à affronter les défis du monde de demain.

**Une École en forte croissance**

Outre le diplôme d'ingénieur centralien, l'école délivre dorénavant les diplômes de Master, de Mastère Spécialisé et de doctorat, et s'est engagée dans des actions expérimentales auprès de jeunes collégiens, lycéens et adultes socialement défavorisés. L'école a également créé, en lien avec les entreprises du territoire, un parcours d'ingénieur par alternance qui rencontre un succès grandissant. Inscrite sur une trajectoire de forte croissance depuis plusieurs années, Centrale Marseille compte désormais près d'un millier d'étudiants, d'apprentis et de stagiaires de la formation professionnelle. Cette dynamique générale se traduit par une insertion professionnelle remarquable, avec un temps de recherche d'emploi des jeunes diplômés inférieur à deux mois pour un salaire annuel moyen brut de première embauche de 39 200 euros (primes incluses).

**Une École au service de la recherche**

Associée au LMA et désormais voisine de ce Laboratoire, Centrale Marseille est par ailleurs co-tutelle de 6 unités mixte de recherche aux côtés d'Aix-Marseille Université et du CNRS. L'école est accréditée pour la délivrance du titre de docteur pour 4 écoles doctorales (mathématiques & informatique, chimie, physique & sciences de la matière, sciences pour l'ingénieur) et associée à deux autres (sciences de l'environnement, sciences économiques et de gestion). Pour favoriser le développement de la recherche, et encourager la poursuite des études en doctorat, l'école sensibilise les élèves ingénieurs tout au long du cursus, avec l'appui des laboratoires. Un aménagement de la scolarité permet notamment aux élèves ingénieurs une inscription complémentaire dans un Master Recherche. Pour compléter ce dispositif déjà riche, un « parcours recherche » vient d'être créé, qui permet dorénavant aux élèves de participer intensivement tout au long de leur cursus à une véritable formation à et par la recherche. Si Centrale Marseille est positionnée depuis son origine sur des activités de recherche fondamentale à un niveau d'excellence internationale, la recherche contractuelle en partenariat avec les entreprises s'est largement développée, notamment en lien avec sa filiale de valorisation Centrale Innovation.

