

EXTRAIT DU REGISTRE DES DÉLIBÉRATIONS
DU CONSEIL DE LA COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DE L'ALBIGEOIS
SÉANCE DU 8 DÉCEMBRE 2009 À 20 HEURES 30

PUBLIE LE

- 9 DEC. 2009

N° 5 - 139 / 2009 : CONVENTION D'OPÉRATION RELATIVE AUX PLATEFORMES MOMA ET
SURDYN - CPER 2007-2013

L'An Deux Mille Neuf, le 8 Décembre 2009

Le Conseil de la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois s'est réuni en Mairie d'Albi le
Mardi 8 Décembre à 20 Heures 30 en séance publique, sur convocation de
Monsieur Philippe BONNECARRÈRE, Président de la Communauté d'Agglomération de
l'Albigeois.

Présidait la séance : Monsieur Philippe BONNECARRÈRE

Secrétaire : Madame Christine DEVOISINS

Membres présents :

Membres titulaires : Mesdames, Messieurs, Philippe BONNECARRÈRE, Stéphanie GUIRAUD-
CHAUMEIL, Christine DEVOISINS, Jean-Michel BOUAT, Geneviève PARMENTIER, Louis
BARRET, Stephen JACKSON, Laurence PUJOL, Michel FOURNIALS, Michel FRANQUES, Pierre
DOAT, Sarah LAURENS, Thierry GINESTET, Robert GAUTHIER, Jean-Claude De LAPANOUSE,
Dominique SANCHEZ, William NION, Claude JULIEN, Thierry ASTOULS, Gérard POUJADE,
Anne-Marie ROSÉ, Thierry DUFOUR, Michel TRÉBOSC, Jacques LASSERRE, Maryse BERTRAND,
Robert BOUDES, Viviane COMBES, Michel DELPOUX, Serge NEAU, Jean-Philippe ROQUES.

Membres suppléants votants : Mesdames, Messieurs, Gisèle DEDIEU, Christelle
GUILLAUMOT, Daniel GAUDEFROY, Pierre COSTES, Pierre-Yves LAMBOLEZ, Jean-Marie
COUDERC, Robert PAGGI, Noël RAMON, Thierry MALLÉ, Jean-Charles BORGOMANO.

Membres suppléants présents non votants : Mesdames, Messieurs, Bernard GILABERT,
Françoise LESCURE, Gérard FABRE, Pascal LAMESLE, Marie-Claude DURAND, Alain GRIMAL,
Alain LONG, Patrice MANGIONE, Blandine THUEL, Eliane CARLES.

Membres excusés :

Membres titulaires : Mesdames, Messieurs, Olivier BRAULT, Monique HUBERT, Patrick
GARNIER, Michèle BARRAU-SARTRES, Dominique BILLET, Paul JUAREZ, Christian CHAMAYOU,
Félix TORRÈS, Bruno LADOUCETTE, Philippe HEIM.

Membres suppléants : Mesdames, Messieurs, Naïma MARENGO, Laure SUDRE, Jean
ESQUERRE, Frédéric ESQUEVIN, Marie-Louise AT, Marie-France DE TRUCHIS, Claude
DEUTSCHMEYER, Michel ALBARÈDE, Christian MALGOUYRES, Michel ANDRAL, Francine ALARY,
Claude COSTES, Jean-Marc WISNIEWSKI, Benoît DELERIS, Monique MILHAU, David
KOWALCZYK, Marc DE GUALY, Dominique BALOUP, Emmanuelle VIEILLEDENT, Jean MAURIÈS.

Présents (titulaires, suppléants votants et suppléants non votants) : 50

Votants (titulaires, suppléants votants) : 40

CONSEIL COMMUNAUTAIRE DU MARDI 8 DÉCEMBRE 2009

N° 5 - 139 / 2009 : CONVENTION D'OPÉRATION RELATIVE AUX PLATEFORMES MOMA ET SURDYN - CPER 2007-2013

Pilote : Développement Économique

Autre service concerné : Finances et Budget

Madame Stéphanie GUIRAUD-CHAUMEIL, rapporteur,

Dans le cadre du CPER (Contrat de Projet Etat-Région) 2007-2013 ont été définies deux plateformes scientifiques et technologiques, MOMA et SurDyn, qui concernent respectivement :

- La mise en forme des matériaux, notamment composites et métalliques ;
- La surveillance dynamique des procédés et des structures.

Ces plateformes contribueront, pour l'aéronautique et d'autres filières, comme celle du bâtiment par exemple, à la mise au point de matériaux durables ou éco-matériaux.

Elles rassemblent en un même lieu des équipements spécifiques et des compétences avancées et auront un rôle diffusant vers les PME innovantes pour la mise en œuvre des matériaux et en mécanique. En particulier, les pilotes procédés ont été dimensionnés pour réaliser des pièces prototypes et des démonstrations de faisabilité pour les PME-PMI.

Ces plateformes ont été reconnues comme plateformes structurantes de l'Institut Clément Ader (qui regroupe toutes les structures de Génie Mécanique de Midi-Pyrénées). Elles ont été également labellisées par le pôle de compétitivité mondial AESE (Aéronautique Espace et Systèmes Embarqués).

Par les prestations de recherche partenariale et de transfert de technologies qu'elles proposeront aux grandes entreprises et au profit des PME-PMI, ces plateformes sont susceptibles :

- d'attirer de grandes entreprises sur le Grand Albigeois ;
- de dynamiser l'activité économique des PME-PMI du Grand Albigeois et, plus largement, de la Région Midi-Pyrénées.

Le dossier des plateformes MOMA-SurDyn a fait l'objet d'une instruction par les services de la Région et de l'Etat qui ont établi, avec la contribution des services de l'EMAC et de la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois, une convention d'opération entre les financeurs de cette plateforme (Etat-EMAC, Région Midi-Pyrénées, Communauté d'Agglomération de l'Albigeois).

Le schéma de financement de l'opération prévoit une participation identique des trois financeurs.

L'Etat et la Région ont accepté de prendre en charge financièrement, le financement de 2 780 k€ d'équipements scientifiques.

La Communauté d'Agglomération de l'Albigeois apporte sa contribution au financement de l'opération en mettant à disposition de ces plateformes, via un bail emphytéotique, une surface bâtie de 600 m² qui sera construite sur le Parc Technopolitain Albi-InnoProd. Ceci correspond à un investissement qui couvre la contribution requise au titre du CPER et qui s'élève à 1390 k€.

Ce projet de convention d'opération a été présenté au Comité de Gestion et de Coordination des Projets 1 et 2 du CPER du jeudi 29 octobre, et sera soumis à l'approbation de la prochaine Commission Permanente de la Région Midi-Pyrénées.

C'est pourquoi, je vous demande :

- d'approuver le projet de convention d'opération relative à la plateforme MOMA-SurDyn, ci-annexé, dans le cadre du projet technopolitain du Grand Albigeois.
- d'autoriser Monsieur le Président à procéder à la signature de cette convention et de tout acte y afférent.

Le Conseil de la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois

VU

- le Code Général des Collectivités Territoriales
- l'avis favorable du Bureau communautaire,

CONSIDÉRANT l'intérêt pour le territoire de la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois de disposer d'une telle plateforme au sein de sa Technopole, notamment pour dynamiser l'activité économique des entreprises innovant dans le domaine des matériaux.

ENTENDU LE PRÉSENT EXPOSÉ,

APRÈS EN AVOIR DÉLIBÉRÉ, À L'UNANIMITÉ,

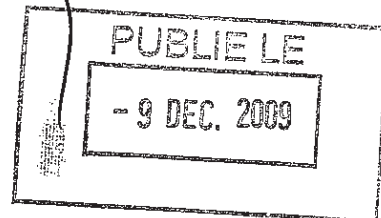
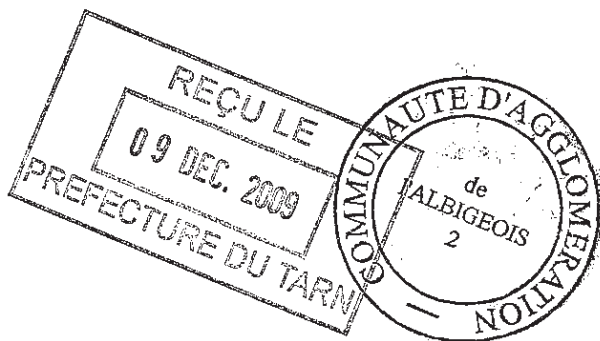
✚ **APPROUVE** le projet de convention d'opération, ci annexé, dans le cadre du projet technopolitain du Grand Albigeois.

✚ **AUTORISE** Monsieur le Président à procéder à la signature de cette convention et de tout acte y afférent.

Pour extrait conforme,
Fait le 8 Décembre 2009

Le Président,

Philippe BONNEGARRÈRE



**CONTRAT DE PROJETS ETAT-REGION 2007-2013
MIDI-PYRENEES**

**ARTICLE 1.1 DU PROJET 1 :
« SOUTIEN DE LA COMPETITIVITE ECONOMIQUE REGIONALE : LE POLE DE
COMPETITIVITE AEROSPACE VALLEY »**

**CONVENTION D'OPERATION
Plateformes MOMA & SurDyn**

Entre :

L'Etat, représenté par le Préfet de la Région Midi-Pyrénées, Monsieur Dominique BUR,

La Région Midi-Pyrénées, représentée par son Président, Monsieur Martin MALVY,

La Communauté d'Agglomération de l'Albigeois, représentée par son Président, Monsieur Philippe BONNECARRERE, habilité par délibération en date du 8 décembre 2009

Et

L'Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, représentée par son directeur, Monsieur Bruno VERLON

Vu le Contrat de projet Etat-Région signé le 8 mars 2007,

Vu la délibération de la Commission permanente du Conseil Régional n° 09/07/12 en date du 2 juillet 2009,

Vu la convention cadre pour la mise en œuvre du projet 1 signée le 2 août 2007,

Vu la convention d'application relative à la mise en œuvre de l'article 1.1 du projet 1,

Il est arrêté et convenu ce qui suit,

ARTICLE 1 - OBJECTIF DE L'OPÉRATION

L'opération concerne l'équipement des plateformes de recherche et d'innovation MOMA et SurDyn, qui concernent respectivement la « Mise en Oeuvre des Matériaux Aéronautiques » et la « Surveillance Dynamique des procédés et des structures ». Ces plateformes seront installées sur le terrain de la Technopôle InnoProd qui jouxte le campus de l'Ecole des Mines d'Albi-Carmaux.

Les deux plates-formes MOMA & SurDyn feront partie intégrante des installations de recherche de l'Institut Clément Ader et seront accessibles à l'ensemble des personnels de cet institut.

Les plates-formes auront un rôle diffusant vers les PME innovantes en mise en œuvre des matériaux et en mécanique. En particulier les pilotes procédés sont prévus et définis avec des tailles capables d'être utilisées pour réaliser des pièces prototypes et des démonstrations de faisabilité au profit des PME.

ARTICLE 2 - MAITRISE D'OUVRAGE ET FINANCEMENT DE L'OPÉRATION

Maîtrise d'ouvrage :

Ecole des Mines d'Albi-Carmaux (ENSTIMAC)

Laboratoire pilote :

Le Centre de Recherche Outillages, Matériaux et Procédés, Institut Clément ADER (CROMeP-ICA)

Responsables scientifiques du projet :

Monsieur René DAVID, Directeur de la Recherche de l'ENSTIMAC

Monsieur Gérard BERNHART, Directeur du CROMeP, directeur-adjoint de l'ICA

Laboratoires bénéficiaires du projet :

Le CROMeP, membre de l'Institut Clément ADER

Données financières :

Montant total retenu pour le projet : 2 780 k€ TTC d'équipements scientifiques.
Le financement de l'opération est réparti comme suit (montants en k€) :

	Coût des équipements TTC
ETAT	1 390
REGION	1 390
Total	2 780

Echéancier prévisionnel des dépenses (montants en k€) :

	2010	2011	2012	2013
Equipements TTC	1 040	700	470	570
TOTAL	2 780			

ARTICLE 3 - AUTRES VALORISATIONS

Les équipements seront installés dans une halle technologique construite par la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois sur le parc technopolitain Albi InnoProd qui jouxte l'Ecole des Mines d'Albi-Carmaux. Les locaux seront gracieusement mis à disposition de l'ENSTIMAC au moyen d'un bail emphytéotique.

Les locaux de la Technopôle InnoProd sont mis à disposition gratuitement par la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois qui prendra en charge la construction d'une surface bâtie de 600 m². Cet investissement constitue la contribution de la communauté d'agglomération de l'Albigeois au Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013 pour la présente opération. Il sera supérieur à la contribution requise au titre du CPER.

ARTICLE 4 - DURÉE, RÉSILIATION, DÉSENGAGEMENT D'OFFICE

La présente convention est valable pour la durée du CPER 2007-2013. Elle ne pourra être résiliée par l'un des partenaires que pour force majeure ou incapacité du maître d'ouvrage à réaliser les opérations prévues. Cette résiliation devra s'effectuer sous forme de lettre recommandée à l'ensemble des parties au contrat avec un préavis de trois mois.

Pour garantir une affectation optimale des crédits prévus par le Contrat de Projets, les principes de gestion tels que décrits dans l'article 35 du Contrat de Projets seront mis en œuvre. Ainsi, dans l'éventualité où le montant engagé pour la présente opération serait inférieur à 10% de la programmation prévue de crédits sur les 18 derniers mois, il pourra être proposé le retrait de l'opération et/ou son remplacement.

ARTICLE 5 – CONTROLE ET REVERSEMENT

Les co-financeurs se réservent le droit de procéder à toute forme de contrôle après le versement de l'aide et de se faire remettre tout document nécessaire à la réalisation d'audit financier portant sur l'opération « Plateformes MOMA & SurDyn ».

Les subventions peuvent faire l'objet d'un contrôle sur pièce ou sur place dans un délai de trois ans suivant le paiement du solde. A cette occasion, le bénéficiaire devra fournir toute pièce justificative des dépenses et tout autre document financier dont la production serait jugée utile. Concernant les fonds FEDER la période de contrôle financier court jusqu'en 2020.

Les Collectivités Territoriales et la Commission Européenne pourront demander, par émission d'un titre de perception, le reversement des sommes indûment mandatées :

- en cas d'emploi de la subvention non conforme à son objet,
- en cas d'inexécution partielle ou totale des conditions liées à l'octroi de la subvention,
- en cas de non-respect des dispositions de l'article 7 relatif à la publicité.

ARTICLE 6 – SUIVI DE L'OPERATION :

Dans le cadre du soutien financier qu'ils apportent, au titre du CPER 2007-2013, dans la mise en place au sein de l'ENSTIMAC des plateformes de recherche et d'innovation MOMA & SurDyn, les partenaires cofinanceurs seront particulièrement attentifs aux efforts de mutualisation de ces moyens et d'ouverture des accès aux entreprises et laboratoires publics de la région Midi-Pyrénées.

Un bilan d'activité annuel présentant l'utilisation de ces moyens, notamment au travers de projets collaboratifs, sera adressé aux partenaires cofinanceurs. Les partenaires cofinanceurs seront par ailleurs associés aux structures de gouvernance qui seront mises en place dans le cadre de la gestion de cette plateforme.

En outre, si les objectifs et les orientations définis par la présente convention, notamment en matière de mutualisation et d'ouverture des moyens considérés aux laboratoires et aux entreprises de Midi-Pyrénées, ne sont pas respectés, l'engagement des cofinanceurs sur le présent projet pourra être révisé.

ARTICLE 7 – MODALITES DE PUBLICITE ET D'INFORMATION :

L'ENSTIMAC, en qualité de maître d'ouvrage, bénéficiaire des financements liés à la présente convention, s'engage à mentionner le soutien obtenu au titre du CPER 2007-2013 sur tout projet réalisé en lien avec la présente opération « Plateformes MOMA & SurDyn ».

En particulier, les logotypes de l'Etat, de la Région Midi-Pyrénées, de la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois et de la structure technopolitaine gérant le Parc Albi InnoProd, conformes à leur charte graphique et de dimensions égales doivent figurer sur tous les documents, matériels ou réalisations financés par le Contrat de projets Etat-Région 2007-2013.

ARTICLE 8 – AVENANT :

Toute modification de destination de financement ne pourra être réalisée que sous la forme d'un avenant. Celui-ci devra comporter l'accord formel des structures de gouvernance de chacun des partenaires financiers.

Fait à Toulouse, le ...

Pour l'ETAT, le Préfet de Région	Pour l'ENSTIMAC, le Directeur
Monsieur Dominique BUR	Monsieur Bruno VERLON
Pour la REGION MIDI-PYRENEES, le Président	Pour la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE L'ALBIGEOIS le Président,
Monsieur Martin MALVY	Monsieur Philippe BONNECARRÈRE

DESCRIPTION DU PROJET

1. Contexte général du projet

Les deux plates-formes MOMA et SurDyn :

- sont en relation directe avec l'implication et les thématiques développées par les Enseignants-Chercheurs de l'Institut Clément Ader dans le cadre des projets de recherche du pôle Aerospace Valley, dans les projets de recherche pilotés par la région Midi-Pyrénées, dans les projets EPICEA ainsi que dans les actions du plan composite de Midi-Pyrénées,
- visent, d'une manière plus stratégique, la mise en place de moyens de recherche différenciant au niveau régional et des pilotes procédés différenciant au niveau national.

Les équipements identifiés sont proposés **en complémentarité et en cohérence** avec ceux en cours de définition dans le cadre du CERMAC (Centre d'Expertise et de Ressources en Matériaux et Composites), dans le cadre des plates-formes de l'hôtel à projet du RTRA et aussi des plates-formes de microscopies.

Les deux plates-formes MOMA & SurDyn **feront partie intégrante** des installations de recherche de **l'Institut Clément Ader** et seront accessibles à l'ensemble du personnel de cet Institut selon le nouveau règlement intérieur en cours de finalisation (c'est à dire aux personnels des établissements ENSTIMAC, ISAE, UPS et INSA).

La définition de ces équipements est faite dans un souci d'éviter toute redondance avec ceux prévus dans le cadre du CPER porté par l'INSA « développement de l'Institut Clément Ader (ex IGM : Institut de Génie Mécanique) ». A titre d'information et pour bien visualiser cette complémentarité, la liste préliminaire des moyens de recherche prévus dans le projet du CPER « Développement de l'Institut Clément Ader » sont listés aux paragraphes 3 et 4.

Les plates-formes auront un rôle diffusant vers les PME innovantes en mise en œuvre des matériaux et en mécanique. En particulier les pilotes procédés sont prévus et définis avec des tailles capables d'être utilisées pour réaliser des pièces prototypes et des démonstrations de faisabilité au profit des PME.

Les deux plates-formes peuvent donc être considérées comme des plates-formes de recherche à vocation d'innovation au profit des entreprises partenaires. Les actions de recherche seront principalement menées dans le cadre d'actions partenariales dans le cadre de projets labellisés par le pôle de compétitivité Aerospace Valley et financés par l'ANR, le FUI ou la région Midi Pyrénées.

2. Présentation détaillée de la plateforme MOMA

Cette plate-forme a pour objectif de mettre à disposition de la recherche académique et industrielle :

- d'une part de pilotes industriels sur des procédés émergents et à forte potentialité d'innovation et de diffusion dans le secteur aéronautique, et principalement vers les PME souhaitant se positionner sur de nouveaux marchés de sous-traitance en relation avec les composites et les métaux durs (opération A),
- d'autre part des équipements de caractérisation micro-structurale et d'étude de la durabilité des matériaux et en particulier celles pièces produites à partir des pilotes procédés (opérations B et C).

2.A. Pilotes procédés pour composites et métalliques

Trois pilotes procédés sont actuellement identifiés et décrits ci-dessous ; Il ont tous pour objectif principal de contribuer à étudier et à valider des nouveaux procédés permettant des gains de productivité et de coûts par rapport aux procédés traditionnels. Par ailleurs une ligne budgétaire est réservée pour un 4ème pilote qui sera défini à mi-CPER en

fonction désorientations stratégiques de la recherche de l'institut Clément Ader en relation avec les besoins des PME régionales.

2.A.1. Pilote procédé pour composites : EdyCo

EdyCo : Elaboration Dynamique des Composites Organiques

Ce pilote mettra en oeuvre un nouveau concept de chauffage de moules par induction permettant de réduire de manière importante les temps de cycles et les coûts de production de pièces composites therm durcissables et thermoplastiques. Ce procédé hors autoclave est particulièrement adapté aux pièces de tailles petites ou moyennes devant être produites en grande série. Déjà fortement utilisé dans l'industrie automobile, ce procédé a un avenir certain dans le domaine aéronautique.

Le CROMeP, via l'association de recherche des écoles des Mines ARMINES, a acquis une **licence exclusive sur le territoire français** (pour une durée de 3 ans) du procédé "Cage System" auprès de la société RocTool pour la recherche universitaire et partenariale sur les matériaux composites pour les applications aéronautiques.

Le pilote sera constitué d'un générateur d'induction, d'une presse, d'un moule « Cage System », de servitudes de refroidissement, d'instrumentation dédiée, d'un système d'acquisition et de pilotage, d'accessoires de mise en œuvre, de logiciels de simulation et d'optimisation du pilotage thermique.

Ce pilote sera au départ installé dans la halle actuelle du CROMeP, et sera transféré dans la halle mise à disposition par la technopole. La surface utile nécessaire est estimée à 100m². Collaboration industrielles : RocTool, moulistes, PME du composite en Midi-Pyrénées (JTT composites, BTS Industrie, Mecahers, ...), Grands groupes (Airbus, Latécoère, Ratier Figeac, EADS Socata, Aircelle, ...), ...

Collaborations académiques : ENIT, LGM2B (Bordeaux), ...

2.A.2. pilote composites et métalliques de « Formage Assisté par Lampes »

Le CROMeP a acquis depuis de nombreuses années une compétence particulière et originale sur les systèmes de chauffage par lampes infrarouges. Les études ont, en particulier, permis de développer un logiciel de simulation d'éclairement de surfaces polymères et métalliques ainsi qu'une méthodologie expérimentale de caractérisation des lampes et des paramètres de réflectivité et de semi-transparence des matériaux polymères. Les travaux ont permis de montrer une capacité de prédiction des vitesses de chauffe des plaques thermoplastiques d'une part et de plaques d'aluminium et de titane d'autre part ;

L'originalité du pilote est d'associer un chauffage par lampe de la matière à une mise en forme par gonflage.

L'application **métallique concerne le formage superplastique** de tôles aluminium ou de titane. Dans ce procédé, l'outillage est chauffé dans une presse à plateau chauffant, la tôle est déposée sur l'outillage chaud et déformée par gonflage au gaz inerte. Dans le procédé actuel les consommations d'énergie sont très importantes et les cycles très longs. Ils sont essentiellement conditionnés par l'inertie thermique des moules : 24h de chauffage de moule, et 1 à 2h d'attente à chaque changement de tôle. Le pilote procédé visera à démontrer qu'il est possible de ne chauffer que la tôle, l'outillage restant à basse température. Cette méthodologie permettra également d'économiser en coût non récurrent (coûts de moules et de la presse à plateau chauffant) et permettrait de rendre le procédé accessible à des PME avec un investissement initial raisonnable.

L'application **composite concerne le formage des composites thermoplastiques** et plus précisément le « Infrared Heating Diaphragm Forming ». L'utilisation des matériaux thermoplastiques est croissante du fait de leur meilleure tenue au choc et des contraintes hygiène-sécurité-environnement réduites. Ce pilote aura pour objectif principal d'étudier l'application du procédé de formage/compactage de textiles poudrés ou co-tissés, assemblés sous membrane à vide, chauffés par infrarouge puis déformés par gonflage au gaz inerte. Les températures pour les nouvelles résines à base PEEK sont voisines de celles du formage de tôles métalliques d'alliages d'aluminium.

Le pilote est constitué d'une presse de fermeture, de plusieurs moules métalliques (de taille et forme variables), d'un système de pilotage et de régulation de lampes infra-rouges, d'un équipement d'alimentation et de gestion des gaz de formage, d'instrumentation dédiée, d'un système d'acquisition et de pilotage, d'accessoires de mise en oeuvre, de logiciels de simulation de procédés.

Un premier moule pilote équipé sera installé dans la halle actuelle du CROMeP et utilisera les autres infrastructures disponibles. L'ensemble sera complété dans un deuxième temps pour être installé de manière autonome dans la halle de la technopole. La surface utile nécessaire est estimée à 100m².

Collaboration industrielles : Fabricants de lampes IR (Toshiba Lightning, Philipps), PME des procédés (Prodem Bonnans, ACB, ...), Grands groupes (Airbus, Latécoère, EADS Socata, Aircelle, ...), PME de la mécanique

Collaborations académiques : CEMEF, ENSAM

2.A.3. pilote procédé FSW-MeDu

Le procédé FSW (Friction Stir Welding) a été particulièrement étudié et qualifié en France pour les soudures sur panneaux structuraux d'alliages d'aluminium ou d'aluminium-lithium. Toutefois le passage en technologie composite pour l'A350 a retardé actuellement son industrialisation. Celle-ci pourrait se faire pour le successeur de l'A320 ou pour les avions d'affaires. L'état de l'art plus précis en annexe A3 indique qu'il est déjà largement utilisé par des avionneurs hors Europe pour ce type d'alliage. Cet état de l'art indique également qu'il n'y a pas de pilote procédé dans un centre de recherche académique en France ; seules des machines d'usinage modifiées ont été mises en place pour les études matériaux. Enfin peu d'études ont été faites sur des métaux durs, et en particulier le titane.

La mise en place de ce pilote vise trois objectifs distincts :

- la durabilité des outillages FSW pour soudures d'alliages d'aluminium. En effet dès que le procédé sera industrialisé les problématiques d'usure et de durée de vie d'outils arriveront sur le devant de la scène.

- l'application du FSW sur les métaux durs et en particuliers le titane. La croissance de l'utilisation du titane sur les avions à base matériaux composites (pour des problématiques de corrosion) crée des tensions sur les marchés en terme d'approvisionnement et fait augmenter les coûts. Ceci pousse à privilégier les technologies d'assemblages et de déformation de tôles à celle de l'usinage dans la masse. Cependant les technologies de soudage structural du titane qualifiées aéronautique sont très onéreuses (exemple : faisceau d'électron) en investissement et en utilisation. Elles créent aussi des zones de soudures à microstructure hétérogène. Le FSW constitue à notre avis une voie privilégiée pour développer les technologies d'assemblage par soudage du titane et les rendre accessibles aux PME.

Par ailleurs, les alliages de titane sont très utilisés pour le procédé de formage superplastique ; les tôles de grande taille conduisent souvent à beaucoup de rebut.

Comme l'a récemment démontré Boeing, le FSW est capable d'assembler des tôles, tout en permettant de conférer à la zone assemblée une microstructure apte à la déformation superplastique (raffinement de grain). Le FSW apparaît ainsi comme un procédé permettant d'économiser et/ou optimiser la matière première.

Au FSW de métaux durs est également associée toute une problématique de conception et d'optimisation d'outillage de friction malaxage, en particulier du fait des températures très élevées atteintes de par la faible conduction des alliages de titane.

- Enfin ce procédé est facilement accessible par les techniques de mesures optiques à la fois dimensionnelles et thermiques par caméra. Le pilote a donc également pour objectif de servir de démonstrateurs des capacités de surveillance apportées par des systèmes optiques sans contact.

L'ensemble est constitué du pilote FSW lui-même avec son système de pilotage, d'une instrumentation complémentaire dédiée, d'un système d'acquisition autonome, d'un environnement de manutention et d'entreposage, d'accessoires de mise en oeuvre divers, d'un logiciel de simulation du soudage.

L'ensemble sera installé dans la halle de la technopole mise à disposition. La surface utile nécessaire est estimée à 100m².

Collaboration industrielles : PME de la mécanique en Midi-Pyrénées (PMTL,...), Grands groupes (Airbus, Latécoère, EADS Socata, ...), ...

Collaborations académiques : CIRIMAT, ENIT, ENSAM (Bordeaux), ...

2.B. Laboratoire de caractérisations micro-structurale et analytique des matériaux

Ce laboratoire complète les moyens existants à l'ENSTIMAC pour réaliser des études approfondies des microstructures et des performances des matériaux et en particulier ceux élaborés à partir des pilotes procédés.

2.B.1. Spectromètre à décharge lumineuse

Pour la détermination précise de la composition chimique des alliages métalliques.

2.B.2. MEBE Grande Chambre

Cet équipement vient renouveler un MEB-EDX de 1994 de l'ENSTIMAC. Il vise aussi à compléter les possibilités offertes de microscopie à balayage en mode environnemental mises en place à l'ENSTIMAC, dans le cadre du précédent CPER, en permettant l'observation d'échantillons plus importants en taille, ce qui est particulièrement intéressant dans les applications industrielles : la compatibilité entre les deux MEBE de l'ENSTIMAC permettra d'utiliser des accessoires déjà disponibles (platine de traction, platine chauffante, platine Peltier). Le mode environnemental est particulièrement bien adapté aux composites car il évite de devoir faire des métallisations préalables.

2.B.3. Équipement d'analyse chimique WDS

Ce système d'analyse s'implantera sur le microscope à balayage à grande chambre. Il permettra de procéder à des dosages quantitatifs des éléments chimiques et donnera accès aux éléments légers (non accessibles par les techniques EDS et EDAX existantes). Cet équipement couplé à la disponibilité d'une grande chambre permet d'évaluer de manière non-destructive des échantillons, notamment des éprouvettes d'essais pour suivre à différents stades de leur durée de vie, l'apparition et le développement de l'endommagement.

2.C. Banc d'essais mécaniques en environnement complexe

Les applications aéronautiques sont particulièrement sévères en terme de sollicitations des matériaux structuraux, avec des superpositions de situations endommageantes, qu'il est important de reproduire en laboratoire, pour mieux prédire les performances en service : ceci nécessite des équipements spécifiques et originaux, non disponibles actuellement dans les laboratoires régionaux. des matériaux pour l'aéronautique, l'espace et les systèmes embarqué) :

2.C.1. Enceinte d'essais de tribologie-usure en environnement thermique et hydrique

La tribologie est la science du frottement, de l'usure et de la lubrification. L'état interfacial des corps en mouvement relatif est déterminant dans leur comportement et leur endommagement en particulier pour des pièces et matériaux travaillant à chaud où l'oxydation est omniprésente.

Le laboratoire de tribologie de l'ENSTIMAC est doté d'un tribomètre « hautes températures » en configuration pion sur disque travaillant sous air de laboratoire. Le taux d'humidité doit donc être pris en compte dans les essais de frottement et d'usure. L'objectif de l'investissement est d'équiper le tribomètre « hautes températures » d'une enceinte pour permettre l'étude de l'évolution de matériaux et revêtements constitutifs des pièces et/ou procédés d'élaboration des matériaux en environnement hydrique ; les applications sont aéronautiques et plus généralement l'industrie manufacturière mécanique.

Les principaux éléments constituant ce système sont une enceinte, un dispositif de génération du gaz d'alimentation (air sec, air humide et vapeur d'eau) et une pompe à vide.

Ce système doit être adaptable sur le tribomètre pion sur disque de l'Ecole des Mines d'Albi.

2.C.2. Machine d'essai de fatigue de contact

La fatigue de contact (fretting fatigue) concerne l'endommagement par « fatigue/frottement-usure » des pièces soumises à des mouvements relatifs cycliques (débattements) de faibles amplitudes avec des fréquences de sollicitation plus ou moins élevées. Il s'agit typiquement d'un mode d'endommagement important des surfaces en particulier traitées et/ou revêtues. Le groupe SUMO a développé ces dernières années des moyens performants dans les domaines de fatigue et du frottement/usure. Il s'agit maintenant de le doter d'un moyen adapté permettant de couvrir ce domaine se situant entre la fatigue et l'usure. C'est un domaine de recherches technique et scientifique qui est particulièrement adapté aux besoins des secteurs industrielles mécaniques de la région Midi-Pyrénées.

2.C.3. Machine d'essai de fatigue en environnement corrosion

Nombre de pièces industrielles sont soumises à des sollicitations thermomécaniques cycliques combinées avec des sollicitations thermochimiques et/ou thermo-hydrochimiques. Leur durée de vie est souvent limitée par une interaction complexe et souvent couplée des environnements réactifs (oxydation et/ou corrosion) et de ces sollicitations mécaniques.

Les démarches visées avec ces équipements consistent à améliorer la connaissance des mécanismes microstructuraux de dégradation chimique (oxydation, corrosion) de matériaux utilisés dans des environnements sévères (pièces de structures aéronautiques métalliques ou composites, outillages). Elles sont indispensables pour identifier les paramètres à optimiser pour améliorer la durabilité des matériaux et pour aider à la construction de modèles de comportement mécano-thermo-chimiques couplés avec l'endommagement.

L'objectif de cet investissement consiste donc à doter le laboratoire d'équipements permettant de réaliser des essais thermomécaniques (cycliques et/ou monotones) sous atmosphère contrôlée.

Il s'agit de pouvoir de mener des études scientifiques et techniques et de créer des données fiables sur la durée de vie ainsi que sur le comportement mécanique des matériaux et pièces travaillant à haute température dans des conditions thermomécaniques et environnementales proches des conditions de service (atmosphère neutre, oxydante, corrosive) avec un couplage des sollicitations thermiques – mécaniques – chimiques.

3. Plate-forme SurDyn : Surveillance Dynamique des Procédés et Structures

3.D. Métrologie optique dynamique sans contact : Caméras rapides

Dans le cadre d'activités relatives au problème de mesures de formes et de champs de déformations sur des procédés rapides (exemple : gonflage d'élastomères, de polymères ou encore des études d'impacts ou de chocs sur des pièces métalliques ou composites), il a été prévu de se doter :

- d'une caméra très rapide avec un capteur d'environ un méga pixel avec une vitesse d'acquisition d'au moins 3 000 images par seconde à pleine résolution et d'au moins 200 000 im/s à une résolution moindre. La caméra devra avoir une mémoire embarquée d'au moins 8 GB.
- d'une caméra rapide avec un capteur identique à la première caméra d'environ un méga pixel avec une vitesse d'acquisition d'au moins 1 000 images par seconde à pleine résolution et d'au moins 100 000 im/s à une résolution moindre. La caméra devra avoir une mémoire embarquée d'au moins 8 GB.

3.E. Laboratoire pour la surveillance des composites et SHM

3.E.1. Surveillance des procédés

Les procédés composites constituent un champ d'application nouveau et en croissance pour les aspects *surveillance* afin de garantir la qualité des pièces finales. Cette surveillance fait appel à des capteurs :

- de pression, de réticulation et de températures pour le suivi de transformation des matériaux et des conditions externes de mise en oeuvre dans le but de parvenir à une meilleure connaissance de ce type de procédé, notamment dans la perspective d'alimenter en données expérimentales des modèles de calcul. Dans cette optique, il est prévu de se doter d'un capteur de pression de référence avec son raccordement à un étalon métrologique
- d'un banc d'étalonnage en température de FBG : ce banc comprendra un four tubulaire étalon permettant la traversée d'une fibre pour la mise en température de la zone comportant le réseau de Bragg, de sondes de températures raccordées COFRAC et d'un dispositif de conditionnement et d'affichage des signaux de précision.
- d'une caméra couleur numérique (type Tri CCD) pour le suivi de fronts de matière (exemple : résines...) par adjonction de filtres couleurs ou colorants ; cette caméra pourra également être utilisée dans le cadre de la mise au point de nouvelles techniques thermographiques comme le suivi de température par cristaux liquides ou les techniques de phosphorescence applicables à des barrières thermiques dopées en terres rares (notons également que la caméra couleur Tri CCD du laboratoire est hors service et d'un modèle trop ancien pour être remis à jour). Ce lot comportera également un système d'acquisition et de traitements des images couleurs si possible temps réel pour le suivi des écoulements.

3.E.2. SHM (Structural Health Monitoring)

Cette thématique correspond à un démarrage ex-nihilo d'activités non présentes actuellement dans le groupe MCS de l'Institut Clément Ader peut se décliner soit dans une finalité qui se rapproche plus de la prestation de services pour industriels, soit selon une orientation recherche. Elle ne pourra être envisageable que dans une optique de recrutement de personnel ad hoc type ingénieur d'études ou enseignant-chercheur; en conséquence, les investissements devront être définis au fur et à mesure de la prise en compte de cette thématique.

3.F. Laboratoire de surveillance couplée de la thermique et de la déformation

Dans ce laboratoire, des maquettes de procédés seront instrumentées par plusieurs capteurs, notamment des capteurs non intrusifs (caméras) de mesures dimensionnelles et/ou thermiques, pour permettre le développement d'algorithmes de diagnostics et de mesures : les spécificités recherchées sont les aspects « surveillance dynamique » notamment pour ce qui concerne des procédés dont les temps caractéristiques sont courts. La problématique multi-capteurs pourra être un point important de cette instrumentation. Le qualificatif multi-capteurs désigne l'utilisation conjointe de caméras, thermocouples, pyromètres, fluxmètres, fibres à réseaux de Bragg...Ce laboratoire permettra aussi de disposer de capacités d'étalonnage de capteurs en situation contrôlée, voire en situation plus proche de cas industriels. Certains équipements pourraient être transportables afin de faire du suivi sur différentes applications du laboratoire (comme par exemple à proximité du pilote FSW-MeDu).

Dans cette optique ont été retenus les équipements suivants :

- La caméra IR du CROMeP arrivera bientôt en fin de vie (achetée 15 ans avant la fin du CPER) ; par conséquent, il a été décidé de se doter d'une nouvelle caméra bande III (8-12 μm) ainsi que son système d'acquisition spécifique des thermogrammes IR. De plus, compte tenu des besoins croissants de faire de la thermographie en multi-bandes (surtout pour les revêtements et les matériaux métalliques), il est prévu d'acquérir également une caméra IR en bande II avec son système d'acquisition.
- Dans la logique de développement des moyens de caractérisation IR et suite aux besoins de données de plus en plus précises pour le chauffage avancé des matériaux (métaux revêtus ou non, composites, polymères, céramiques et bétons, verres...), le besoin se fait sentir de disposer d'un spectromètre IRTF pour la mesure des propriétés thermo-optiques (émissivités, réflectivités) qui pourront être réutilisées directement dans les logiciels d'acquisition des images infrarouges ou encore dans les codes de calculs thermiques (exemple : chauffage IR) développés au laboratoire. Le spectromètre IR sera associé à un banc spécifique de mesures des émissivités IR / BMEIR, banc à finalité « multi-matériaux » couvrant la gamme de température 50-1500°C, c'est à dire un banc permettant l'étude des matériaux et des procédés abordés au laboratoire.
- A cet ensemble, il a été prévu d'ajouter un corps noir d'étalonnage supplémentaire pour la gamme thermique de 200-1200°C, de matériel et de bancs d'optique, ainsi qu'une cloche à vide permettant la mise en oeuvre simple de couches minces pour des traitements IR ou développements de capteurs spécifiques.

4. Coûts et planning d'acquisition

	2009	2010	2011	2012	2013	totaux
MOMA						2190
EDyCO		80	120	100		300
Formage lampe		140		60		200
FSW-MeDu			500	50		550
						1050
spectro DL		50				50
MEBE GC					400	400
WDS					100	100
						550
Enceinte tribo		140				140
Fatigue-fretting				200		200
Fatigue-corrosion		250				250
						590
SurDyn						590
Capteurs matriciels dynamiques		140				140
Surv. des composites et SHM	50		30		50	130
Surv non-intrusive couplée	90	100	50	60	20	320
	140	900	700	470	570	2780

Ce planning est établi avec une **hypothèse de disponibilité des locaux de la technopôle au 3^{ème} trimestre 2011.**

Le transfert et/ou l'installation directe des pilotes et d'une grande partie des nouveaux équipements d'essais dans la halle technologique mise à disposition par la Communauté d'Agglomération de l'Albigeois nécessitera :

- 400m2 de halle d'essai (type industrielle) avec cloisonnement partiel (confidentialité) avec servitudes électriques et refroidissement d'eau,
- 100 m2 de salles d'essais subdivisées en 3 salles individuelles,
- 50 m2 de zone de stockage,
- 50 m2 de bureau (subdivisé en 3 salles) destiné à accueillir le personnel permanent et temporaire en charge de ces moyens d'essais.

Les pilotes procédés EdyCo, formage lampe et les moyens de fatting-fretting, à acquérir en 2009/2010 pourront être installés temporairement dans les locaux actuels de l'ENSTIMAC puis seront transférés dans les locaux de la technopôle en 2011.