

<p>REPUBLIQUE TUNISIENNE</p> <p>Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique, des Technologies de l'Information et de la Communication</p> <p>Direction Générale de la Recherche Scientifique</p> <p>Direction des structures de recherche</p>	<p>FORMULAIRE DE RENOUELEMENT D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHE 2012-2015</p> <p>(Réalisations 2012-2013 et programme 2014-2015)</p>
---	---

«Le laboratoire de recherche (L.R) est la structure de base pour la réalisation des activités de recherche scientifique et de développement technologique dans tous les domaines des sciences et de la technologie, et ce, dans le cadre des priorités nationales fixées par les plans de développement et les programmes nationaux établis par les parties compétentes» (décret n°2009-644 du 2 mars 2009).

http://www.mes.tn/francais/divers/decret_2009_644_fr.pdf

Le dossier doit être **déposé à l'établissement en 5 exemplaires avec une copie numérique (sur CD) avant 28 Mars 2014**

IDENTIFICATION DU LABORATOIRE DE RECHERCHE

<p>MINISTERE DE TUTELLE : Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique, des Technologies de l'Information et de la Communication</p> <p>UNIVERSITE : Université de Monastir</p> <p>ETABLISSEMENT : Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir</p>
<p>DENOMINATION DU LABORATOIRE DE RECHERCHE : Laboratoire de Génie Mécanique</p> <p style="text-align: right;">تسمية مخبر البحث باللغة العربية: مخبر الهندسة الميكانيكية</p>
<p>DOMAINE SCIENTIFIQUE CONCERNE(*) : Sciences et Techniques de l'Ingénieur</p> <p>-----</p> <p>(*) Lettres, Arts et cultures, Sciences juridiques et politiques, Sciences de l'homme et de la société, Sciences économiques et de gestion, Sciences médicales, Sciences biologiques, Sciences de la Terre, Sciences de l'environnement, Sciences de la mer, Sciences de l'eau, Sciences des matériaux, Sciences et Techniques de l'Ingénieur, Sciences agronomiques, Biotechnologies, Mathématiques, Chimie, Physique, Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication.</p>

CHEF DU LABORATOIRE DE RECHERCHE

Nom et Prénom : Bel Hadj Salah Hédi	Spécialité : Mathématiques Appliquées
Grade : Professeur	Etablissement : Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir
Fonction: Vice- Président de l'Université de Monastir	Tél. : 73 505 866
Fax : 73 505 866	Mobile : 98 572334

I- PRESENTATION DU LABORATOIRE DE RECHERCHE

I-1- RESSOURCES HUMAINES

Masse critique :

- **Facultés, Instituts et Ecoles Supérieures:** 6 enseignants-chercheurs du corps A, 8 du corps B et 10 doctorants ou autres cadres ayant des grades équivalents ou homologues au grade d'assistant d'enseignement supérieur (Ingénieurs et corps équivalents).

-**Etablissements Publics de Santé et Ecoles de formation d'ingénieurs :**4 enseignants-chercheurs du corps A, 6 du corps B et 14 entre doctorants et résidents en médecine ou autres cadres ayant des grades équivalents ou homologues au grade d'assistant d'enseignement supérieur (Ingénieurs et corps équivalents)

Tout enseignant chercheur, doctorant, résident en médecine et cadre ayant un grade équivalent ou homologue au grade d'assistant de l'enseignement supérieur (ingénieurs) doit obligatoirement, remplir une «fiche individuelle» sous peine de ne pas être pris en considération.

a- Enseignants-chercheurs permanents (corps A et B) et doctorants

- Corps A :

Grade ⁽¹⁾	Nom et prénom	N° C.I.N ⁽²⁾	Etablissement	Université
Professeurs	1. Dogui Abdelwaheb	04005818	ENIM	Monastir
	2. Bel Hadj Salah Hédi	04013672	ENIM	Monastir
	3. Benameur Tarek*	07028017	ENIM	Monastir
	4. Bettaieb Habib**	02804103	EPAM	Sousse
	5. Benamara Abdelmajid	05077032	ENIM	Monastir
	6. Zidi Mondher	04168746	ENIM	Monastir
	7. Chouchane Mnaouar	04045777	ENIM	Monastir
	8. Said Mahjoub Nejla	04183059	IPEIM	Monastir
Maîtres de conférences	1. Bouraoui Tarak	01287367	ENIM	Monastir
	2. Bouraoui Chokri	02965701	ISSIG	Gabès
	3. Sghaier Salem	00198855	ISSATK	Kairouan
	4. Timoumi Youssef	01903477	ENIM	Monastir
	5. Mezlini Salah	05665285	ENIM	Monastir
	6. Affi Zouhaier	05974775	ENIM	Monastir
	7. Ben Salem Wacef	03930338	IPEIM	Monastir
	8. Aifaoui Nizar	07502724	IPEIM	Monastir

* En coopération technique

** Professeur Militaire

(1): Nombre total des enseignants-chercheurs du corps A :16

- Corps B :

Grade ⁽¹⁾	Nom et prénom	N° C.I.N ⁽²⁾	Etablissement	Université
Maîtres assistants	1. Aguir Hamdi	06806906	ISMAIK	Kairouan
	2. Bahloul Riadh	05277499	ISSATS	Sousse
	3. Bel Hadj Asma	08304198	ENIM	Monastir
	4. Ben Khelifa Ated	06782988	ISSAT Gafsa	Gafsa
	5. Chaabane Makram	06798998	ENIM	Monastir
	6. Chamekh Abdesslam*	05753099	ISSATS	Sousse
	7. Chebbi Ahmed Hachem	08358014	IPEI Gafsa	Gafsa
	8. Gahbiche Mohamed Amen	02947743	IPEIM	Monastir
	9. Habli Sabra	02080533	IPEIM	Monastir
	10. Hadj Youssef Khaled	06775943	ENIM	Monastir
	11. Hellara Myriam	06756526	ENIM	Monastir
	12. Jellad Asma	06791566	ISSATS	Sousse
	13. Khalfallah Ali	04183008	ISSATS	Sousse
	14. Lahouar Samir	05585476	ENIM	Monastir
	15. Marouani Haykel	06791462	ENIM	Monastir
	16. Naimi Sami	08040089	ENIM	Monastir
	17. Nasr Anouar	06792794	IPEIM	Monastir
	18. Nasri Brahim	06513591	ISSIG	Gabés
	19. Trigui Moez	05280568	IPEIM	Monastir
Assistants	1. Amamou Amira	06847706	FSM	Monastir
	2. Bellakhdar Bilel*	07813550	FSM	Monastir
	3. Ben Abdelali Hamdi	06843259	ISSATS	Sousse
	4. Ben Hamouda Belghith Saoussen**	07652274	ISSATS	Sousse
	5. Fathallah Karim **	06754810	ISSATS	Sousse
	6. Fredj Ramzi**	04135899	ENIM	Monastir
	7. Ftoutou Ezzeddine**	03988395	ISSAT Kaserine	Kairouan
	8. Gharbi Fethi	02054532	ISSATK	Kairouan
	9. Hajjaji Imed**	03186961	ENIM	Monastir

	10. Hedfi Hassen	07552483	ISET Ksar Helel	DGET
	11. Helal Arfa Hania	04534085	ISSATK	Kairouan
	12. Mzali Slah**	06816433	ISSAT Kaserine	Kairouan
	13. Nejlaoui Mohamed	08201179	ISSATK	Kairouan
	14. Selmi Naceur**	02024516	IPEIM	Monastir
	15. Tarhouni Allegue Lamis**	06816964	ENIM	Monastir
	16. Tekaya Aymen*	06833734	IPEIM	Monastir
	17. Tlija Mehdi	08452336	ISSATS	Sousse
	18. Zbidi Fairouz	07303263	ISSATS	Sousse
	19. Zribi Temim	05551959	ISSATS	Sousse
Technologues	1. Aloui Mourad**	08551778	ISET Gasserine	DGET
	2. Belkacem Chebil Sonia**	06847442	ISET Seliana	DGET
	3. Ben Hassen Salah**	03932567	ISET Sousse	DGET
	4. Ben Hassine Houda**	07366940	ISET Beja	DGET
	5. Chouaibi Youssef	06091356	ISET Sidi Bouzid	DGET
	6. Debbabi Imen**	06881319	ISET Ksar Helel	DGET
	7. Eltaief Maher**	05548463	ISET Sousse	DGET
	8. Ferjaoui Nizar**	07590688	ISET Ksar Helel	DGET
	9. Haggui Mondher**	08594488	ISET Kef	DGET
	10. Hamdi Mounir	05737757	ISET Sousse	DGET
	11. Mabrouki Khaterchi Houda**	08135368	ISET Kairouan	DGET
	12. Sendi Zohra**	06215724	ISET Sousse	DGET

* En coopération technique

** Doctorants

(2): Nombre total des enseignants-chercheurs du corps B : 50

- Doctorants (Thèses de doctorat es-sciences):

Tout doctorant doit fournir obligatoirement une attestation d'inscription au titre de l'année universitaire en cours.

Nom et prénom	N°C.I.N ⁽³⁾	Etablissement Université	Année de la première inscription	Nom et prénom de l'encadreur
1. Abroug Foued	06890276	ENIM- Monastir	2013/2014	Sghaier Salem
2. Amamou Amani	06866257	ENIM- Monastir	2012/2013	Said Mahjoub Nejla
3. Assoudi Ali	08569903	ENIM- Monastir	2013/2014	Said Mahjoub Nejla
4. Azzez Khouloud	06906686	ENIM- Monastir	2013/2014	Dogui Abdelwaheb
5. Bannour Rahma	08489685	ENIM- Monastir	2013/2014	Bouraoui Tarek
6. Ben Abdallah Mohamed	00994466	ENIM- Monastir	2013/2014	Aifaoui Nizar
7. Ben Hadj Riadh	09154169	ENIM- Monastir	2012/2013	Aifaoui Nizar
8. Ben Hadj Aiech Syrine	06893155	ENIM- Monastir	2013/2014	Said Mahjoub Nejla
9. Ben Hamza Sonia	06452697	ENIM - Monastir	2012/2013	Said Mahjoub Nejla
10. Ben Kalifa Rim	06881563	ENIM- Monastir	2012/2013	Said Mahjoub Nejla
11. Boudhaouia Safa	06912663	ENIM- Monastir	2013/2014	Ben Salem Wacef
12. Boufares Zouari Rym	05585844	ENIM - Monastir	2005/2006	Dogui Abdelwaheb
13. Boukraa Enis	05482441	ENIM- Monastir	2013/2014	Chouchane Mnaouer
14. Boutar Yasmina	09120807	ENIM- Monastir	2013/2014	Mezlini Salah
15. Braiek Sonia	06909923	ENIM- Monastir	2013/2014	Zidi Mondher
16. Chakroun Nadia	06908466	ENIM- Monastir	2013/2014	Bel Hadj Salah Hédi
17. Chebil Naziha	06881033	ENIM - Monastir	2012/2013	Mezlini Salah
18. Chouaibi Youssef	06091356	ENIM - Monastir	2012/2013	Affi Zouhaier
19. Dridi Afef	04576106	ENIM - Monastir	2012/2013	Mezlini Salah
20. El gali Marwa	06905792	ENIM- Monastir	2013/2014	Aifaoui Nizar
21. Elkamel Gaha Raoudha	06822746	ENIM - Monastir	2008/2009	Benamara Abdelmajid
22. Gahbiche Ernez Ibtissem	08442227	ENIM - Monastir	2011/2012	Dogui Abdelwaheb
23. Gannoun Meniar	06900395	ENIM- Monastir	2013/2014	Bouraoui Tarek
24. Ghanmi Hanen	06050657	ENIM - Monastir	2008/2009	Benameur Tarek
25. Graa Mortadha	05582285	ENIM- Monastir	2013/2014	Affi Zouhaier
26. Guezmil Manel	06859918	ENIM - Monastir	2012/2013	Mezlini Salah
27. Hadda Houda	06820746	ENIM - Monastir	2009/2010	Benameur Tarek
28. Hassine Wannas	03946174	ENIM - Monastir	2013/2014	Bouraoui Chokri
29. Hergli Khaoula	08546473	ENIM- Monastir	2013/2014	Chouchane Mnaouer
30. Issaoui Louisa	06162910	ENIM - Monastir	2008/2009	Benamara Abdelmajid
31. Jalled Rihab	06908928	ENIM- Monastir	2013/2014	Ben Salem Wacef
32. Kheder Maroua	08495179	ENIM- Monastir	2013/2014	Aifaoui Nizar
33. Khelil Nabil	02954031	ENIM - Monastir	2010/2011	Bouraoui Chokri

34. Lachiguer Amani	09263192	ENIM- Monastir	2012/2013	Bouraoui Tarak
35. Loghmari Ismael	09287439	ENIM- Monastir	2013/2014	Timoumi Youssef
36. Maâlel Zied	06879799	ENIM- Monastir	2013/2014	Mezlini Salah
37. Mhalla Mohamed Makki	09371935	ENIM- Monastir	2013/2014	Bouraoui Chokri
38. Messadi Asma	05947165	ENIM- Monastir	2013/2014	Timoumi Youssef
39. Mougaida Ahlem	09372346	FSM - Monastir	2012/2013	Bel Hadj Salah Hédi
40. Rami Anis	06873402	ENIM- Monastir	2013/2014	Sghaier Salem
41. Rokbani Maha	06911553	ENIM- Monastir	2013/2014	Bouraoui Tarek
42. Sandel Bilel	06557018	ENIM- Monastir	2013/2014	Benamara Abdelmajid
43. Saoudi Jamel	08552749	ENIM- Monastir	2013/2014	Mezlini Salah
44. Sayahi Mohamed	06010818	ENIM - Monastir	2006/2007	Bel Hadj Salah Hédi
45. Sbayti Manel	09133219	ENIM - Monastir	2013/2014	Bel Hadj Salah Hédi
46. Sghir Radhoine	08270489	ENIM - Monastir	2010/2011	Chouchane Mnaouar

(3) : Nombre total de doctorants :46

b- Cadres techniques ayant un grade équivalent au grade d'assistant de l'enseignement supérieur ⁽⁴⁾

Nom et prénom	N° C.I.N ⁽³⁾	Qualité ⁽⁴⁾	Etablissement
Néant			

⁽³⁾ Obligatoire.

⁽⁴⁾ Ingénieur, Technologue, **Résident en médecine** (sous réserve d'être rattaché à une seule structure de recherche durant la période contractuelle), Médecin de la santé publique, Médecin spécialiste de la santé publique, Médecin dentiste de la santé publique, Pharmacien de la santé publique, Pharmacien biologiste de la santé publique, Médecin vétérinaire, et autres.

(4) : Nombre total des cadres: 0

TOTAL GENERAL (1)+(2)+(3)+(4): 112

c- Etudiants en mastère de recherche

Nom et prénom	N°C.I.N ⁽⁵⁾	Etablissement Université	Année de la première inscription	Nom et prénom de l'encadreur
1. AouiniYosra	09161844	ENIM - Monastir	2012/2013	Affi Zouhaier et Chebbi Ahmed Hachem
2. Bannour Rchid	06898816	ESSTT - Tunis	2012/2013	Sghaier Salem
3. Ben Belgacem Ikram	06888938	ENIM - Monastir	2012/2013	Dogui Abdelwaheb et Hellara Myriam
4. Ben Ezzine Walid	09375463	ENIM - Monastir	2011/2012	Sghaier Salem
5. Ben Makloul Riadh	08719475	ENIM - Monastir	2012/2013	Timoumi Youssef
6. Boughdira Mohamed Ali	06877826	ESSTT - Tunis	2012/2013	Sghaier Salem
7. DridiHayfa	06398997	ENIM - Monastir	2012/2013	Mezlini Salah
8. El HanzouliNabil	06082028	ENIM - Monastir	2010/2011	Sghaier Salem
9. Houidi Moez	08685862	ESSTT - Tunis	2011/2012	Sghaier Salem
10. JouadiMeriem	07700248	ENIM - Monastir	2012/2013	Jellad Asma
11. Ouanes Firas	08496945	ENIM - Monastir	2011/2012	Benamara Abdelmajid
12. RabaouiBelgacem	06031666	ENIM - Monastir	2012/2013	Mezlini Salah et Chamakh Abdesslam
13. Souissi Zmorda	09253700	ENIM - Monastir	2012/2013	Mezlini Salah et Chaabane Makram
14. Tlijeni Mohamed	06224143	ESSTT - Tunis	2011/2012	Khalfallah Ali
15. ZouaghiSeifallah	09451853	ESSTT - Tunis	2011/2012	Khalfallah Ali

⁽⁵⁾Obligatoire.

I-2-COMPOSITION DU CONSEIL DU LABORATOIRE

Nom et prénom	Grade /Qualité	Etablissement
Dogui Abdelwaheb	Professeur	ENIM
Bel Hadj Salah Hédi	Professeur	ENIM
Tarek Benameur	Professeur	ENIM
Habib Bettaieb	Professeur Militaire	EPAM
Abdelmajid Benamara	Professeur	ENIM
Mondher Zidi	Professeur	ENIM
Chouchane Mnaouar	Professeur	ENIM
Bouraoui Tarek	Maître de conférences	ENIM
Bouraoui Chokri	Maître de conférences	ISSIG
Sghaier Salem	Maître de Conférences	ISSATK

Timoumi Youssef	Maître de Conférences	ENIM
Mezlini Salah	Maître de Conférences	ENIM
Affi Zouhaier	Maître de Conférences	ENIM
Ben Salem Wacef	Maître de Conférences	IPEIM
Said Mahjoub Nejla	Maître de Conférences	IPEIM
Aifaoui Nizar	Maître de Conférences	IPEIM
Aguir Hamdi	Maître-assistant	ISMAIK
Bahloul Riadh	Maître-assistant	ISSATS
Belhadj Asma	Maître-assistant	ENIM
Ben Khelifa Ated	Maître-assistant	ISSAT Gafsa
Chaabane Makram	Maître-assistant	ENIM
Chamekh Abdesslam	Maître-assistant	ISSATS
Ecchebbi Ahmed Hachem	Maître-assistant	IPEI Gafsa
Gahbiche Amen	Maître-assistant	IPEIM
Habli Sabra	Maître-assistant	IPEIM
Hadj Youssef Khaled	Maître-assistant	ENIM
Hellara Myriam	Maître-assistant	ENIM
Jellad Asma	Maître-assistant	ISSATS
Khalfallah Ali	Maître-assistant	ISSATS
Lahouar Samir	Maître-assistant	ENIM
Marouani Haykel	Maître-assistant	ENIM
Naimi Sami	Maître-assistant	ENIM
Nasr Anouar	Maître-assistant	IPEIM
Nasri Brahim	Maître-assistant	ISSIG
Trigui Moez	Maître-assistant	IPEIM
Tarhouni Allegue Lamis	Assistante/ Doctorante	ENIM
Mougaida Ahlem	Doctorante	ENIM

I-3- LOCAUX OCCUPES ACTUELLEMENT

	Dans l'établissement même		Ailleurs		
	Nombre	Superficie	Nombre	Superficie	Etablissement
Bureaux occupés	15	585 m ²	8	45 m ²	IPEIM-ISSATS
Salles de manipulation, d'analyses, d'essais	1	58.5 m ²	-	-	-
Salles de réunion, de Documentation	1	58.5 m ²	-	-	-

I-4- MOYENS LOGISTIQUES ACTUELS DISPONIBLES

- Voitures ou engins dont pourrait disposer le personnel du laboratoire projeté;
- Transport assuré au personnel du laboratoire projeté par l'établissement dont il relèverait ;
- Autres facilités logistiques potentielles :

Le laboratoire ne dispose d'aucun moyen logistique en termes de transport. D'ailleurs, compte tenu de la lourdeur administrative pour se faire rembourser les frais de déplacement à l'intérieur du pays et la faible subvention accordée, tous les membres se déplacent, dans le cadre de leur travail, à leurs propres frais.

Le laboratoire ne bénéficie d'aucun moyen logistique ou d'aucune infrastructure d'une technopole.

I-5- EQUIPEMENTS SCIENTIFIQUES OPERATIONELS DEJA DISPONIBLES

(dont la valeur est supérieure à 50 mille dinars)

Nature de l'équipement utilisable	Lieu d'affectation
Unité d'acquisition vidéo rapide	ENIM
Tribomètre alternatif	ENIM
Banc d'essai de gonflement hydraulique de tubes métalliques	ENIM
Banc d'essai de gonflement hydraulique de tubes composites	ENIM
Test de Rayage « Scléromètre »	ENIM
Equipement de mesure des déformations de champ sans contact (2 caméra + logiciel de traitement des images)	ENIM
Machine de mesurage tridimensionnel	ENIM

I-6- DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE

- Les membres du laboratoire projeté ont-t-ils déjà accès à une unité d'information et de documentation?
- Le nombre de livres, de revues scientifiques reçues régulièrement y est-il : insignifiant, moyen, important?
- Quelles sont les bases de données accessibles par Internet les plus utiles au laboratoire projeté?

Les membres du laboratoire accèdent aux bibliothèques de leurs institutions

Le laboratoire dispose d'une bibliothèque propre contenant 205 livres

Nous avons aussi accès aux abonnements du CNUDST (sciencedirect, scopus,...)

II- PRESENTATION DES ACTIVITES DE RECHERCHE DU LABORATOIRE (2012-2015)

-Il est à noter que les activités de recherche d'un laboratoire sont structurées en **projets de recherche**. Chaque projet de recherche est dirigé par un chercheur du corps A (Pr ou MC) et exécuté par une **équipe de recherche**.

II-1- PRESENTATION GENERALE

a- **Positionnement scientifique et problématiques de recherche**

(Présenter un résumé sur les problématiques et la complémentarité entre les projets proposés)

Le programme du laboratoire s'articule autour des quatre projets suivants :

Projet 1 : **Procédés de formage et de parachèvement de surfaces**

Projet 2 : **Matériaux et Comportement**

Projet 3 : **Systèmes mécaniques et énergétiques**

Projet 4 : **Développement Industriel et Ingénierie**

Les deux premiers projets sont pris en charge par l'équipe **matériaux et mise en forme**. Le troisième et le quatrième projet sont pris en charge par l'équipe **systèmes mécaniques et ingénierie**.

L'activité de la première équipe est centrée sur les matériaux. On s'y intéresse aux matériaux composites métalliques et non métalliques, aux matériaux adaptatifs et aux matériaux métalliques. En plus de l'aspect élaboration et l'aspect caractérisation limités plutôt aux composites, un intérêt particulier est réservé au comportement mécanique des matériaux et ceci essentiellement au cours de leur mise en forme et leur usinage. Le comportement tribologique des matériaux et leur comportement en fatigue sont aussi étudiés.

Au **premier projet** on s'intéresse à :

- l'analyse et l'optimisation de procédés de mise en forme de tôles en général (formage incrémental, hydroformage flexible, estampage, emboutissage,...) moyennant des outils numériques et expérimentaux (sous projet1.a)
- la modélisation multi-échelles expérimentale et numérique pour la maîtrise des procédés de fabrication en considérant l'état de surface générée et la dégradation des outils (sous projet1.b)
- l'analyse du comportement tribologique et des traitements de surfaces des matériaux métalliques, polymériques et composites en utilisant des approches numériques et expérimentales (sous projet1.c)

Les activités de recherche menées dans ce projet font parties des préoccupations continues des industries mécaniques en général. Les développements continus dans ces activités posent constamment des nouveaux problèmes aux scientifiques ce qui a mobilisé plusieurs chercheurs de part le monde.

Le **second projet** intitulé "matériaux et comportement" couvre toutes les familles de matériaux (métalliques, céramiques, polymères et composites). Les recherches visées concernent la caractérisation, la tenue en service et la modélisation multi-échelles. Une attention particulière est portée sur les matériaux nouveaux et les matériaux de hautes performances dans le but de développer des compétences scientifiques qui accompagnent les récents développements technologiques et l'actualité de la recherche dans le domaine des matériaux.

Le **troisième projet** traite la modélisation, l'analyse et le développement de nouvelles applications des systèmes mécaniques et énergétiques. La plupart des sujets de recherche traités sont d'actualité tels que la réduction de vibration, la réduction de niveau sonore, l'utilisation de l'énergie solaire et la réduction des pollutions.

Ce projet comprend des recherches qui traitent les thèmes suivants :

- Modélisation, analyse et optimisation des mécanismes et de robots ;
- Modélisation, analyse et commandes des véhicules ferroviaires ;
- Contribution à la modélisation assistée par ordinateur ;
- Prise en compte des tolérances et de l'assemblage dans la modélisation CAO ;
- Intégration CAO – Calcul ;
- Eco-Conception ;
- Etude de la stabilité des systèmes rotor-paliers par des modèles non linéaires ;
- Contrôle actif des structures vibrantes par des patches piézo-électriques ;
- Développement des techniques de contrôle de niveaux sonores ;
- Développement et application des concentrateurs solaires ;
- Etude et application de jets pour la réduction des pollutions.

Les activités de recherche de LGM dans le cadre du projet Développement Industriel et Ingénierie (**projet 4**) s'intéressent aux projets à caractère industriel. Toutes les actions relatives à ce projet sont lancées suite à des besoins et des problématiques industriels. Les activités menées permettent le transfert du savoir-faire et la mise à la disposition des industriels des compétences acquises au sein du LGM.

Ce projet «transversal» couvre un spectre large et vise à traiter les points suivants :

- Analyse des problèmes industriels et mise en évidence des causes probables,
- Mise en place des stratégies de résolution,
- Mise en place des bancs d'essai permettant de reproduire et de se rapprocher des conditions de sollicitations réelles,
- Mise en place des modèles numériques permettant une meilleure compréhension des phénomènes physiques,
- Mise à la disposition des industriels d'outils d'aide simples à manipuler mais qui s'appuient sur des approches scientifiques robustes.

b-Quels sont les 4 mots clés qui caractérisent le mieux l'orientation générale de recherche du laboratoire et la spécificité des compétences des chercheurs ?

1/- Modélisation

2/-Matériaux

3/-Systèmes mécaniques et énergétiques

4/- Ingénierie

c- Etat des connaissances relatives aux problématiques du laboratoire

-au niveau national

Projet 1 : **Procédés de formage et de parachèvement de surfaces**

Plusieurs équipes adhèrent aux recherches sur la mise en forme, l'usinage et la tribologie. A titre d'illustration, les Journées Scientifiques et Techniques en Mécanique et Matériaux JSTMM organisées en Tunisie en sept éditions déjà depuis 1997 ont permis de regrouper plusieurs chercheurs dans ce domaine travaillant dans la plupart des structures de recherche en Génie Mécanique sur le plan national. Elles ont été l'occasion de traiter

- des « Interactions Expérience-calcul pour l'Identification du Comportement Mécanique des Matériaux » en 1998
- « Des Procédés de Formage : Réalité et Simulation » en 2002
- des « Surfaces et Interfaces » en 2006
- de « l'Usinage : Expérimentation et Simulation » en 2008
- et de l'« Apport de la simulation Numérique en mécanique et matériaux » en 2010

Projet 2 : **Matériaux et Comportement**

L'activité de recherche sur les matériaux est une activité pluridisciplinaire (Chimie des matériaux, Physique des matériaux, Mécanique des matériaux). Plusieurs laboratoires en Tunisie s'intéressent à ces différentes disciplines. En ce qui concerne l'approche mécanique dans l'étude des matériaux, plusieurs laboratoires de génie mécanique développent des activités de recherche. Nous pouvons citer à titre d'exemple le LASEM, le LMS et le LMMP. Cependant, certaines actions de recherche constituent une originalité de notre laboratoire. Par exemple, les travaux de recherche menés dans le cadre de l'étude des matériaux adaptatifs pour des applications orthodontiques constituent une originalité de notre laboratoire. A notre connaissance, il n'y a pas d'autres équipes de recherche en génie mécanique qui travaillent sur ce thème. Seule une équipe de l'ENIS travaille, en collaboration avec notre équipe, sur les propriétés tribologiques de ces matériaux. De même, nous nous distinguons par l'étude des amorphes métalliques, comme matrice dotée de haute performance. Egalement, une des innovations de notre laboratoire est le développement des composites à fibres naturelles.

Projet 3 : **Systèmes mécaniques et énergétiques**

Une grande partie des thématiques de recherche n'est pas traitée par d'autres équipes en Tunisie. Cependant, il faut noter que :

- l'axe de recherche mécanisme et robotique se fait en collaboration avec le laboratoire LMS de l'ENISo de Sousse ;
- Les thèmes de recherche en CAO qui ne sont pas traités par d'autres équipes de recherche en Tunisie relèvent de la méthodologie de conception ; la prise en compte de la composante assemblage/désassemblage des produits mécaniques ; l'intégration CAO-Calcul ; l'Eco-Conception ;
- la partie qui relève de la prise en compte des tolérances en conception et fabrication mécanique est traitée par des équipes de recherche à l'ENIS.
- des travaux de recherches sur les paliers ont été effectués à l'ENIS ;
- l'analyse vibratoire des rotors a été appliquée à des éoliennes à l'ENIT ;
- des études sur les silencieux ont été effectuées à l'ENIT.

Projet 4 : **Développement Industriel et Ingénierie**

Toutes les actions traitent des problèmes industriels particuliers. Les problèmes abordés touchent principalement la mécanique classique, la gestion de production et le domaine de textile. Les actions rentrent soit dans le cadre des contrats d'études, soit dans le cadre des conventions de collaboration et des projets MOBIDOC.

Projet 1 : **Procédés de formage et de parachèvement de surfaces**

Les problématiques scientifiques relatives à la mise en forme, à l'usinage et à la tribologie mobilisent de larges communautés. Des conférences internationales sont périodiquement organisées autour de ces sujets. A titre d'illustration, l'Association Scientifique Européenne en Formage des Matériaux (<http://esaform.utcluj.ro/>) organise une conférence annuelle traitant de tous ces aspects. Esaform 2014 est la 17^{ème} édition de cette conférence. La conférence internationale sur les méthodes numériques en procédés de formage industriels NUMIFORM 2013 est à sa 11^{ème} édition. (<http://www.transvalor.com/fr/actualites/detail/numiform-2013.7.html>).

Les Journées Internationales Francophones de Tribologie (JIFT) sont organisées chaque année sous l'égide du Groupe Scientifique et Technique Tribologie de l'Association Française de Mécanique. Elles sont à leur 26^{ème} édition (<http://jift2014.sciencesconf.org/>).

Les sujets traités dans le cadre du projet 1, conjuguant modélisation numérique et approche expérimentale en général, sont régulièrement abordés dans les conférences citées ci-dessus et les manifestations similaires.

Projet 2 : **Matériaux et Comportement**

A l'échelle internationale, la recherche sur les matériaux est un enjeu de premier plan aussi bien au niveau académique qu'industriel. Tous les laboratoires de recherche au monde (Les Etats-Unis, le Canada, l'Europe et l'Asie) sont en perpétuelle quête pour le développement de matériaux innovants et de hautes performances. La Société Française de Métallurgie et de Matériaux (SF2M), sur son excellent site <http://sf2m.asso.fr/>, fournissent des données qui concernent les activités de recherche internationales sur les matériaux et précisent les dates des plus importantes des manifestations scientifiques qui s'intéressent aux matériaux.

Nous pouvons préciser dans ce cadre, à titre d'exemple, que plusieurs variétés de matériaux avancés sont parues ces dernières années. Elles sont issues de l'innovation dans le domaine des procédés d'élaboration, de mise en œuvre mais aussi des techniques non conventionnelles de mise en forme. Parmi ces matériaux, nous pouvons citer les matériaux adaptatifs ou les composites métalliques avec renforts nano-structurés de composés intermétalliques, de solutions solides sursaturées ou de céramiques. Ils sont soit sous forme de particules très fines intégrées dans les matrices métalliques ou de revêtements multicouches protégeant les surfaces des pièces. Ce développement représente, aujourd'hui, un véritable enjeu économique et stratégique. Il est intéressant de souligner qu'en Europe, au USA et au Japon ; des instituts et des centres d'excellence ont été dévoués aux nanotechnologies (innovations touchant à la fois matériaux et procédés). C'est dans ce cadre, que notre intérêt est porté aux amorphes métalliques, comme matrice dotée d'une très haute résistance mécanique et un comportement élastoplastique parfait en compression. Cependant, le comportement quasi-fragile en traction à température ambiante reste l'inconvénient majeur et limite leur potentiel d'application en tant que matériaux de structure. Pour contrecarrer ce phénomène de déformation hétérogène, la compréhension de la microplasticité est incontournable et, certaines équipes anglo-saxonnes, ont montré que la dispersion de particules nanométriques à l'intérieur des bandes de glissement peut apporter une amélioration de la ductilité macroscopique.

Projet 3 : **Systèmes mécaniques et énergétiques**

- L'étude des robots parallèles est un axe transversale dans plusieurs laboratoires de recherches à l'échelle internationale tels que : le laboratoire LMS Poitier, France; le Laboratoire de robotique et mécatronique de l'université de Cassino, Italie.
- La conception mécatronique est un axe en cours de développement.
- Le développement des méthodes utilisées dans la modélisation en CAO sont des axes de recherche développées par plusieurs équipes de recherche en Europe et au Canada (Supméca, Université de Savoie, UQTR, ETS, etc.) ;
- La réduction de vibration par contrôle actif utilisant des patches piézoélectriques fait l'objet de recherches au CNAM, France ;

- Le laboratoire d'acoustique à l'Université de technologie de Compiègne étudie les techniques de réduction du niveau sonore.
- L'application de la technique de jet pour la réduction de la pollution et pour d'autres applications est étudiée à l'Université de Marseille.

Projet 4 : Développement Industriel et Ingénierie

A l'échelle internationale, des contrats d'études ont été menés entre le LGM et Renault (France) à travers l'entreprise Béta Concept Ségula (Tunisie). Ces collaborations typiques qui sont instaurées reflètent l'importance et l'impact socio-économique des travaux de recherche menés. Suite à ces études, des outils d'aide à la prédiction de la stabilité des paliers, à la détermination de la rigidité du vilebrequin et aux transferts thermiques dans les moteurs à combustion interne ont été mis en place.

d-Références des dix (10) publications les plus récentes (de moins de 5 ans) ayant un rapport avec les problématiques du laboratoire

(Joindre les CV et les publications des membres)

- 1/- S. Habli, N. Mahjoub Said, G. Le Palec, H. Bournot, "Numerical study of a turbulent plane jet in a coflow environment", *Computers and Fluids*, 89, (2014), 20-28.
- 2/- I. Maatouk, S. Msahli, M. Zidi, F. Sakli, "Study of yarn twist angle using numerical simulation", *The Journal of the Textile Institute*, 105 (8), (2014), 814-820.
- 3/- F. Gamaoun, I. Skhiri, T. Bouraoui, T. Ben Zineb, "Hydrogen effect on the austenite–martensite transformation of the cycled Ni-Ti alloy", *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 25(8), (2014), 980–988
- 4/- A. Amamou, M. Chouchane, "Nonlinear stability analysis of long hydrodynamic journal bearings using numerical continuation", *Mechanism and Machine Theory*, 72, (2014), 17–24.
- 5/- T. Zribi, A. Khalfallah, H. BelHadjSalah, "Experimental characterization and inverse constitutive parameters identification of tubular materials for tube hydroforming process" *Materials & Design*, 49, (2013), 866-877.
- 6/- S. Belgith, S. Mezlini, H. BelHadjSalah, J. L. Ligier, "Thermo-mechanical modelling of the contact between rough surfaces using homogenisation technique", *Mechanics Research communications*, 53, (2013), 57-62
- 7/- M. Hamdi, N. Aifaoui, A. Benamara "CAD model simplification using a removing details and merging faces technique for a FEM simulation ", *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26, 11, (2012), 3539-3548.
- 8/- B. Elkribi, A. Houidi, Z. Affi, L. Romdhane, "Application of multi-objective genetic algorithms to the mechatronic design of a four bar system with continuous and discrete variables", *Mechanism and Machine Theory*, 61, (2012), 68-83.
- 9/- H. Ben Abdelali, C. Claudin, J. Rech, W. Ben Salem, Ph. Kapsa, A. Dogui, "Experimental characterization of friction coefficients at the Tool-chip-workpiece interface dry cutting of an AISI 1045", *Wear*, 286-287, (2012), 108-115.4
- 10/- M. Ben Bettaieb, O. Débordes, A. Dogui, L. Duchêne, C. Keller, "On the numerical integration of rate independent single crystal behavior at large strain", *International Journal of plasticity*, V 32-33, Pages 184-217, (2012)
- 11/- F. Gharbi, S. Sghaier, K.J. Al-Fadhalah, T. Benameur, "Effect of ball burnishing process on the surface quality and microstructure properties of aisi 1010 steel plates", *Journal of Materials Engineering and Performance* 20 (6), (2011), 903 - 910

12/- B. Bellakhdhar, A. Dogui, J. L. Ligier, "Rigidité en flexion d'un vilebrequin", Mécanique et Industries, 12, (2011), 37-43.

13/- H. Riahi, P.H. Bressolette, A. Chateaneuf, C.H. Bouraoui, R. Fathallah, "Reliability analysis and inspection updating by stochastic response surface of fatigue cracks in mixed mode", Engineering Structures, 33 (12), (2011), 3392-3401.

14/- S. Naïmi, M. Chouchane, J.L. Ligier, « Steady state analysis of a hydrodynamic short bearing supplied with a circumferential groove », Comptes Rendus Mécanique, 338, (2010), 338-349.

e- Structures et organismes d'appui

- Quels sont les laboratoires et organismes étrangers ou internationaux avec lesquels des relations de collaboration régulières ont déjà été établies ?

	Laboratoires ou organismes étrangers	Nom du correspondant
1.	Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (LTDS): Ecole Centrale de Lyon et Ecole Nationale d'Ingénieurs de Saint Etienne.	F. Sidoroff, Ph. Kapsa, J. Rech, H. Zahouani
2.	Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes de Versailles (LISV) : Université de Versailles à Saint Quentin	F. Ben Ouezdou
3.	Laboratoire des Systèmes Mécaniques et d'Ingénierie Simultanée (LASMIS) : Université de Technologie de Troyes	K. Saanouni
4.	Laboratoire de Mécanique des Solides (LMS) : Université de Poitiers	S. Zeghloul
5.	Le laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes, Mécanique et Energétique (PRISME), Polytech' Orléans, Université d'Orléan, France	R. Hambli
6.	LMN, Université d'Evry Val d'Essonne, Paris	Aubert P., S. Labdi
7.	Laboratoire de Mécanique et de Physique des Matériaux (LMPM) : Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, Poitiers	Y. Nadot, J. C. Grandidier
8.	Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplés, Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), Paris.	Jean François Deü, Walid Larbi
9.	Laboratoire de Mécanique et Ingénierie, IFMA, Clermont-Ferrand	J. F. Destrebecq
10.	Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand	A. Chateaneuf
11.	CEMUC, Université de Coimbra, Portugal	B. Trindade, F. Valdemar L. Menezes, M. Oliveira
12.	Electromechanical Engineering department, University of Beira Interior, Covilhã	Paulo Reis
13.	Faculté des Sciences et Techniques de Tanger (FSTT)	A. Chenaoui, A. Elomri
14.	Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, Algérie	Y. Lebbah
15.	LARM, Université de Cassino, Italie	M. Ceccarelli
16.	Centre de recherche en plasturgie et composites (CREPEC) : Ecole Polytechnique de Montréal (EPM)	R. Boukhili
17.	Université du Québec à 3 rivières (UQTR)	V. François
18.	Ecole Centrale de Paris	Bernard Yannou
19.	Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique Théorique et Appliquée (LEMETA), Nancy, France.	T. Ben Zineb Mme C. Bauby
20.	Laboratoire Brestois de Mécanique et des Systèmes (LBMS), Brest, France	S. Arbab Chirani
21.	Mechanical and Design Engineering, APC University of Portsmouth, U.K.	Z.Y. Zhang

**-Des conventions particulières ont elles déjà été signées avec certains d'entres eux ?
Lesquels?**

Des conventions cadres de coopération ont été signées entre l'Université de Monastir (et/ou l'Ancienne université du Centre) et les établissements suivants :

- Ecole Centrale de Lyon.
- Ecole centrale de Marseille
- Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis
- Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
- Université Paris 13
- Université de Technologies de Compiègne
- Université de technologie de Troyes
- Université de Poitiers
- Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, Poitiers
- Institut des sciences et techniques de l'ingénieur d'Angers
- Université du Québec à Trois Rivières
- Université d'Evry Val d'Essonne, Paris
- Université de Coimbra, Portugal
- Ecole Centrale de Paris
- Institut Supérieur de Mécanique de Paris
- Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), Paris.

- Des relations avec les universitaires et chercheurs tunisiens établis à l'étranger ont-elles été initiées ou développées ?

Liste des collaborations :

- K. Saanouni, Université de technologie de Troyes (France)
- M. Ben Tahar, Université de technologie de Compiègne (France)
- F. Ben Ouezdou, Université de Versailles à Saint Quentin (France)
- Tarak Ben Zineb, Université de Lorraine (France)
- Redouane Zitoune, Institut Universitaire de Technologie en Génie Mécanique et Productique de Toulouse (France)
- Walid Larbi, Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplées, le Conservatoire National des Arts et Métiers (Cnam) de Paris.
- Ridha Hambli, Le laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes, Mécanique et Energétique (PRISME), Polytech' Orléans, Université d'Orléan, France.

- Des coopérations de travail existent-elles déjà avec des universitaires étrangers ou tunisiens établis à l'étranger en terme de co-tutelle de doctorants en particulier ?

Thèse de Boukraa Enis en cotutelle entre l'ENIM (Professeur Mnaouar Chouchane, LGM) et le Cnam (Conservatoire Nationale des Arts et des Métiers de Paris , Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplées dirigé par le Professeur Jean François DEÛ).

- Des relations de collaboration formalisées ou régulières ont elles été établies avec d'autres laboratoires de recherche tunisiens, d'autres institutions ou organismes nationaux ? Lesquels ?

Liste des coopérations :

- Laboratoire de Mécanique, Matériaux et Procédés (LMMP, H. Sidhom, ESSTT).
- Laboratoire des Systèmes Electro Mécaniques (LASEM, A. Maalej, ENIS).
- Laboratoire de Recherche de Mécanique, Modélisation et Productique (L2MP, M. Haddar, ENIS).
- Laboratoire de Mécanique de Sousse (LMS, L. Romdhane).
- Laboratoire de Génie Textile (LGTEX, F. Sakli).
- Unité de Recherche en Mécanique Appliquée (URMA, H. Smaoui, EPT).

II-2- PRESENTATION DES PROJETS DE RECHERCHE (2012-2015)

a-Identification des projets

Intitulés desprojetsde recherche	Responsable duprojet ⁽¹⁾ (nom, prénom, grade et Spécialité)
Projet 1 : Procédés de formage et de parachèvement de surfaces	Hédi Bel Hadj Salah, Professeur, Mathématiques Appliquées.
Projet 2 : Matériaux et Comportement	Tarak Bouraoui, Maître de Conférences, Génie Mécanique
Projet 3 : Systèmes mécaniques et énergétiques	Mnaouar Chouchane, Professeur, Génie Mécanique
Projet 4 : Développement Industriel et Ingénierie	Salah Mezlini, Maître de Conférences, Génie Mécanique

⁽¹⁾ Ayant le grade de Professeur de l'enseignement supérieur, Maître de Conférences, ou grades équivalents.

b-Description des projets

PROJET 1

-Intitulé du projet

Procédés de formage et de parachèvement de surfaces

se compose des trois sous projets suivants :

- Sous projet 1.a : Mise en forme par déformation plastique
- Sous projet 1.b : Maîtrise des procédés avancés de fabrication
- Sous projet 1.c : Comportement tribologique et parachèvement des surfaces

-Responsable du projet et équipe impliqué

Nom et prénom	Grade	Spécialité	Sous Projet	Temps consacré au projet (%)
BEL HADJ SALAH Hédi responsable du projet	MC	Math. Appli.	1.a	70%
DOGUI Abdelwaheb	P	Génie mécanique	1.a	35%
BENAMARA Abdelmajid	P	Génie mécanique	1.b	40%
ZIDI Mondher	P	Génie mécanique	1.c	20%
MEZLINI Salah	MC	Génie mécanique	1.c	30%
SGHAÏER Salem	MC	Génie mécanique	1.c	70%
BEN SALEM Wacef	MC	Génie mécanique	1.b	100%
MAROUANI Haykel	MA	Génie mécanique	1.a	90%
BAHLOUL Riadh	MA	Génie mécanique	1.a	100%
AGUIR Hamdi	MA	Génie mécanique	1.a	100 %
KHALFALLAH Ali	MA	Génie mécanique	1.a	(en Post-Doc)
CHAMEKH Abdessalem	MA	Génie mécanique	1.a	(en détachement)
BEL HADJ Asma	MA	Génie mécanique	1.b	100%
GAHBICHE Mohamed Amen	MA	Génie mécanique	1.a	100%
BEN ABDELLALI Hamdi	A	Génie mécanique	1.c	100%
HELLAL ARFA Henia	A	Génie mécanique	1.a	100%
ZRIBI Tmim	A	Génie mécanique	1.a	100%

Nom des doctorants mobilisés dans le cadre du projet et sujets de thèses:

Thèses soutenues

N°	Nom et prénom du doctorant	Date de soutenance	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Sous Projet
1.	Ben Abdelali Hamdi	19/01/2013	A. Dogui	Caractérisation et modélisation des mécanismes tribologiques aux interfaces outils-pièces-copeaux en usinage a sec de l'acier c45	1.c
2.	Arfa Henia	14/12/2013.	H. Belhadjsalah	Simulation et modélisation du procédé de formage incrémental des tôles minces	1.a
3.	Gharbi Fethi	27/3/2014	Benameur Tarek	Modélisation et caractérisation expérimentale de la tenue en fatigue des pièces galetées	1.c

Thèses en cours

N°	Nom et prénom du doctorant	Année de la première inscription	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Sous Projet
1.	Hajjaji Imed	2005/2006	Romdhane Lotfi	Etude de l'usure des fraises hémisphériques en usinage des surfaces gauches	1.b
2.	Selmi Naceur	2006/2007	Bel Hadj Salah Hédi	Effet de préformes et des paramètres du procédé d'hydroformage sur la qualité des formes finales	1.a
3.	Sayahi Mohamed	2006/2007	Bel Hadj Salah Hédi	Prédiction du comportement mécanique des pièces traitées par galetage	1.c
4.	Zribi Temim	2006/2007	Bel Hadj Salah Hédi	Etude expérimentale et numérique de l'hydroformage de tubes métalliques	1.a
5.	Fredj Ramzi	2007/2008	Benamara Abdelmajid	Contribution à la prédiction de la topographie des surfaces en usinage 3 axes	1.b
6.	Mzali Slah	2008/2009	Zidi Mondher	Etude numérique et expérimentale du comportement tribologique des matériaux composites	1.c
7.	Fathallah Karim	2008/2009	Dogui Abdelwaheb	Modélisation micro-macro du comportement d'un polycristal	1.a
8.	Ben Hassen Salah	2009/2010	Benamara Abdelmajid	Contribution à la modélisation des stratégies complexes des opérations d'usinages de parois verticales et poches profondes	1.b
9.	Debbabi Imen	2011/2012	Bel Hadj Salah Hédi	Contribution aux développements de méthodes sans maillage pour la Modélisation de problèmes thermo Mécanique Application à l'usinage	1.b
10.	Sendi Zohra	2011/2012	Bel Hadj Salah Hédi	Contribution au développement de Méthodes sans maillage en vue de leur Utilisation en simulation numérique des procédés de mise en forme	1.a
11.	Ben Hassine Houda	2011/2012	Sghaier Salem	Optimisation des paramètres opératoires et modélisation des conséquences induites par la rectification - galetage d'un acier c45 traite	1.c
12.	Guezmil manel	2012/2013	Mezlini Salah	Etude numérique et expérimentale du comportement tribologique des têtes et cupules de hanches	1.c
13.	Mougaida Ahlem	2012/2013	Bel Hadj Salah Hédi	Contribution à l'amélioration de la qualité de l'intégration au cours d'un calcul sans maillage	1.a

14.	BelKacem Chebil Sonia	2012/2013	Ben Salem Wacef	Contribution à la modélisation du contact outil-pièce en fraisage à bout sphérique	1.b
15.	Rami Anis	2013/2014	Sghaier Salem	Optimisation des paramètres opératoires pour le tournage des pièces à l'aide d'un outil combiné Usinage- Galetage	1.c
16.	Abroug Foued	2013/2014	Sghaier Salem	Influence des paramètres d'usinage en fatigue dans les alliages de Titane	1.c
17.	Jalled Rihab	2013/2014	Ben Salem Wacef	Etude et modélisation de frottement en condition extrêmes. Applications à l'usinage	1.b
18.	Boudhaouia Safa	2013/2014	Ben Salem Wacef	Mise au point, validation multi échelle expérimentale et numérique de nouvelles techniques d'emboutissage avec matrice modulable à doigts et à poinçon incrémentale et hydraulique	1.a
19.	Sbayti Manel	2013/2014	Bel Hadj Salah Hédi	Etude Numérique et expérimentale du formage incrémental à chaud	1.a
20.	Maâlel Zied	2013/2014	Mezlini Salah	Etude et optimisation des paramètres de mise en forme par estampage des aciers inoxydables	1.a

-Résumé et objectifs

Sous projet 1.a : Mise en forme par déformation plastique

L'objectif essentiel de ce sous projet concerne l'analyse et l'optimisation de procédés de mise en forme de tôles en général (formage incrémental, hydroformage flexible, estampage, emboutissage,...) moyennant des outils numériques et expérimentaux. La maîtrise de tels procédés passe par :

- l'identification de lois de comportement élastoplastiques anisotropes en grandes déformations
- l'utilisation de codes de calcul par éléments finis orientés vers la mise en forme (ABAQUS) pour la modélisation de ces procédés.
- la confrontation des résultats numériques et expérimentaux afin de trouver les paramètres optimaux des procédés.

Dans ce contexte, les modèles de comportement avancés de plus en plus utilisés en mise en forme, contenant un adoucissement deviennent très fortement dépendant de la discrétisation en espace et en temps. Ce qui présente quelques limitations et insuffisances bien que les codes disponibles sur le marché ont atteint un niveau de maturité assez élevé. Une solution à ce problème est alors recherchée du côté des méthodes dites sans maillage (Meshless). Une des perspectives de ce sous-projet est dédiée à la combinaison d'une méthode Meshless avec la méthode des éléments finis.

Sous projet 1.b : Maîtrise des procédés avancés de fabrication.

Les travaux envisagés dans ce sous projet s'articulent autour des actions suivantes :

- contribution multi-échelle à la modélisation expérimentale et numérique pour la maîtrise des procédés de fabrication
- Etude expérimentale et caractérisation de l'état de surface générée par une fraise à bout sphérique pour le développement de modèles de prédiction
- étude des phénomènes de dégradation des outils à bout sphérique et leur impact sur l'intégrité des surfaces obtenues en usinage 3 axes
- Contribution à la modélisation des stratégies complexes d'usinages de parois verticales et poches profondes.

Sous projet 1.c : Comportement tribologique et parachèvement des surfaces

L'objectif principal de ce sous projet concerne l'analyse du comportement tribologique et des traitements de surfaces des matériaux métalliques, polymériques et composites en utilisant des approches numériques et expérimentales. Cette analyse ne peut se faire que par :

- l'analyse et maîtrise de l'effet des paramètres tribologiques et sa corrélation avec l'amélioration de la tenue en service des systèmes frottants.
- la modélisation numérique du comportement tribologique
- la confrontation des résultats numériques et expérimentaux afin d'identifier d'une part les paramètres inaccessibles expérimentalement et de déterminer d'autre part les paramètres optimaux permettant d'améliorer la tenue en service.

- Quels seraient les objectifs spécifiques et les résultats attendus du projet de recherche ?

Sous projet 1.a : Mise en forme par déformation plastique

- Développer des lois de comportement pour la mise en forme par déformation plastique
- Mettre en place des bancs d'essais expérimentaux relatifs à des procédés de mise en forme
- Mettre en place des outils d'identification de lois de comportement par méthodes inverses
- Appliquer ces outils à l'identification de paramètres de comportement et à l'optimisation des procédés
- Développer des méthodes numériques adaptées aux spécificités de la mise en forme.

Sous projet 1.b : Maîtrise des procédés avancés de fabrication

- Identification d'une loi de frottement pertinente pour l'usinage.
- Mettre en place des modèles analytiques et numériques de coupe.
- Développer des modèles de prédiction de l'état de surface générée par une fraise à bout sphérique
- Développer des modèles d'usure d'outils à bout sphérique
- Développer des modèles numériques des stratégies complexes d'usinage de parois verticales et poches profondes.

Sous projet 1.c : Comportement tribologique et parachèvement des surfaces

- Mettre en place des tribomètres permettant de simuler le comportement tribologique sous différents milieux environnants
- Mettre en place des outils de galetage aussi bien des surfaces planes que cylindriques
- Développer des modèles numériques permettant d'identifier des lois d'usure, de frottement et de traitement de surfaces
- Optimiser des paramètres tribologiques et de traitements de surfaces par galetage

- Méthodologie de réalisation du projet

Sous projet 1.a : Mise en forme par déformation plastique

Pour les procédés considérés dans ce projet, l'activité s'articule autour des trois axes suivants :

- choix de modèles de comportement pour les matériaux considérés et identification des paramètres de ces modèles par des techniques adaptées (inverses éventuellement), ce qui nécessite des campagnes d'essais expérimentaux en général
- simulation numérique des procédés considérés en utilisant les modèles de comportement identifiés et éventuellement leur mise en œuvre numérique à travers des UMAT
- expérimentation des procédés considérés et leurs optimisations par la confrontation des résultats numériques et expérimentaux.

Sous projet 1.b : Maîtrise des procédés avancés de fabrication

La méthodologie adoptée dans ce sous projet est fortement basée sur des campagnes de mesures expérimentales confrontées à des résultats obtenus par simulation numérique. Les matériaux utilisés sont souvent les mêmes utilisés dans des références bibliographiques en vue d'utiliser certains résultats publiés et les confronter à celles obtenues en laboratoire.

Sous projet 1.c : Comportement tribologique et parachèvement des surfaces

- Analyse de l'effet des paramètres tribologiques sur la réponse en termes d'usure, de frottement et de mécanismes d'usure.
- Confrontation des résultats numériques et expérimentaux et mise en place des modèles de prédiction.

-Echéancier de mise en œuvre du projet

Il est demandé, pour chaque projet, de faire un bilan détaillé sur les activités réalisées durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours), et de décrire les actions projetées pour les deux années qui restent 2014 et 2015.

Les activités de recherche du projet sont menées à travers des thèses de doctorats et des mastères.

Le bilan des activités réalisées est fait à la base des mastères et des thèses soutenus en 2012-2013. La prévision de l'échéancier de réalisation du programme de recherche est faite ; surtout concernant la prévision des soutenances des mastères et des thèses

- 1^{ère} année (2012):

Les mastères soutenus et qui rentrent dans le cadre du projet 1

1. **Mbarek Moufida**, « Comportement en nanoindentation des revêtements monolithiques et multicouches », soutenu le 27/06/2012.
2. **Yousfi Wadii**, « Caractérisation des phénomènes tribologiques aux interfaces outil-pièce-copeau en usinage assisté jet d'eau » Soutenu le 08/09/2012.
3. **Mougaida Ahlem**, « La quadrature de Gauss pour les fractions rationnelles » soutenu le 29/10/2012.

Aucune thèse relative à ce projet n'a été soutenue dans le cadre de ce projet en 2012.

- 2^{ème} année (2013):

Les mastères soutenus et qui rentrent dans le cadre du projet 1

1. **Younes Wael**, « Etude expérimentale de l'usinage assisté par cryogénie », soutenu le 31/08/2013.
2. **Ezzdini Sonia**, « Etude et optimisation de l'usinage par électroérosion à fil de l'acier fortement allié Z160CDV12 », soutenu le 23/11/2013.
3. **Sbayti Manel**, « Etude numérique du formage incrémental à chaud », soutenu le 19/12/2013.

Les thèses soutenues et qui rentrent dans le cadre du projet 1

1. **Ben Abdelali Hamdi**, « Caractérisation et modélisation des mécanismes tribologiques aux interfaces outils-pièces-copeaux en usinage à sec de l'acier c45 », soutenue le 19/01/2013.
2. **Arfa Henia** « simulation et modélisation du procédé de formage incrémental des tôles minces », soutenue le 14/12/2013.

- 3^{ème} année (2014):

Les prévisions de soutenances de mastères dans le cadre du projet 1

1. **Bannour Rchid**, «Finition des pièces par rectification- Galetage»
2. **Boughdira Mohamed Ali**, «Finition des surfaces gauches par galetage »
3. **Houidi Moez**, « Identification de la loi d'endommagement de Lemaitre dans le cas du procédé de découpe de tôle HLE »
4. **Souissi Zmorda**, « Contribution à la mise en œuvre d'un système de mesure de champs de déformations sans contact pour la caractérisation des matériaux »

Les thèses soutenues dans le cadre du projet 1

1. **Gharbi Fethi** , «Modélisation et caractérisation expérimentale de la tenue en fatigue des pièces galetées », soutenue le 27/03/2014.
2. **Zribi Temim**, «Etude expérimentale et numérique de l'hydroformage de tubes métalliques», soutenue le 19 /05/2014

- 4^{ème} année (2015):

Aucune soutenance de mastère n'est prévu (passage au nouveau régime)

Les prévisions de soutenances des thèses dans le cadre du projet 1

1. **Mzali Slah**, «Etude numérique et expérimentale du comportement tribologique des matériaux composites»
2. **Ramzi Fredj**,«Etude de l'usure des fraises hémisphériques en usinage des surfaces gauches»
3. **Imed Hajjaji**,«Etude de l'usure des fraises hémisphériques en usinage des surfaces gauches»
4. **Karim Fathallah**, « Modélisation micro-macro du comportement d'un polycristal»

-Partenariat dans le cadre du projet

Le projet fait-il l'objet d'un contrat avec une entreprise ou organisme concerné dans le cadre de l'ouverture sur l'environnement socio-économique?

Si oui, préciser :

- **Toutes les actions menées en partenariat avec des industriels sont regroupées dans le projet 4**

Le projet fait-il l'objet d'un partenariat scientifique international? Si oui, préciser :

- La thèse de H. Abdellali a été préparée en co-tuelle avec le Laboratoire de Tribologie et Dynamiques des Systèmes de L'Ecole Centrale de Lyon en France.
- Les doctorantes S. Zohra et I. Dabbabi ont été accueillies en stage au LASMIS/UTT en France.

Nom du bailleur de fonds : Région Rhône Alpes en France

bourse MIRA en France (6 mois * 3 années) pour H. Abdellali

Noms des partenaires institutionnels étrangers :

Ecole Centrale de Lyon en France.

Université Technologique de Troyes en France

Type de coopération :

bilatérale

multilatérale

-Consistance des résultats attendus du projet

Bilan des résultats obtenus durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours) et objectifs visés pour les deux années qui restent 2014-2015.

- La pertinence des résultats attendus du projet de recherche

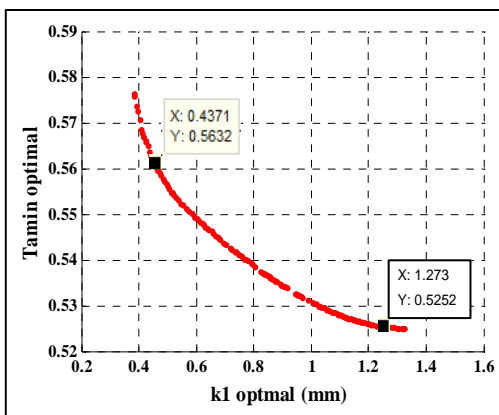
Sous projet 1.a : Mise en forme par déformation plastique

L'objectif essentiel de ce sous projet concerne l'analyse et l'optimisation de procédés de mise en forme de tôles en général (formage incrémental, hydroformage flexible, estampage, emboutissage,...). L'originalité consiste à développer des connaissances en modélisation et en expérimentation afin de simuler de la manière la plus consistante des procédés assez complexes.

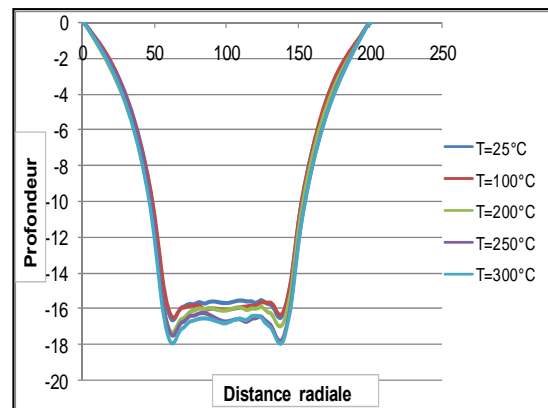
Les résultats attendus visent à améliorer la connaissance scientifique au niveau du comportement des matériaux (critères de plasticité, retour élastique, ...) et au niveau algorithmes et méthodes numériques (Meshless, Plan d'expériences, Réseaux de neurones, Surface des réponses, ...)

La finalité de la réalisation virtuelle des procédés (simulation numérique) et sa comparaison à la réalité expérimentale est de dégager les facteurs les plus influents sur ces procédés et par suite leur optimisation. Des améliorations d'un procédé donné et des alternatives technologiques peuvent ainsi être envisagées. Des tels résultats et un tel savoir faire trouvent bien leur place dans le tissu industriel national (Misfat, Gif, AMS, Cotel,..) et international.

A titre d'exemple on présente dans ce qui suit des résultats spécifiques relatifs au formage incrémental (thèse de Arfa Henia et mastère de Sbayti Manel). Les figures ci-dessous présentent respectivement le résultat d'une optimisation multi-objectif du procédé considéré où on cherche à minimiser le retour élastique et l'amincissement dans le cas d'un écouissage combiné et une coupe de la forme finale de la pièce obtenue par ce procédé pour différentes températures.



Front de Pareto relatif au retour élastique et à l'amincissement



Géométrie finale simulée avec variation de la température de chauffage.

Sous projet 1.b : Maîtrise des procédés avancés de fabrication

Les études antérieures nous ont permis une avancée significative dans la compréhension des mécanismes tribologiques aux interfaces outils-pièces-copeaux. En effet, l'évolution du coefficient de frottement en fonction des matériaux en présence et des paramètres de frottement a été étudiée. Ces travaux étaient très intéressants pour la caractérisation des mécanismes de frottement en conditions extrêmes mais restent relatifs à des lois de frottement fonction de la vitesse de glissement et de la pression de contact. Les modèles de frottement identifiés ne prennent en compte que le chargement thermique qui vient exclusivement du chargement mécanique. Les températures dans la zone de frottement sont donc induites directement par la dissipation de la quantité mécanique. Les travaux futurs visent à apporter une amélioration aux modèles empiriques de frottement ainsi identifiés. Des essais de frottement sous différentes conditions thermiques seront programmés. Il sera possible d'effectuer des essais de frottement sur une surface préchauffée par un laser ou/et refroidit par azote liquide. Ainsi, ces travaux permettront d'une part une avancée importante dans la compréhension des mécanismes de formation du copeau et d'autre part la mise en place des modèles analytiques et numériques pour la détermination de

la géométrie de coupe, des efforts de coupe, de frottement, de la température (outil-copeau) et des contraintes résiduelles.

L'étude expérimentale sur l'usinage en 3 axes avec outils à bouts sphériques a permis d'identifier les plages de validité des conditions de coupe en se basant sur le démarche COM (Couple Outil Matière) avec prise en compte des critères de rugosité et apparition d'ondulations. La deuxième campagne d'essais a permis d'évaluer les effets d'autres paramètres comme la stratégie d'usinage et l'angle de contact outil pièce sur l'état et la topographie de surface usinée. Les travaux ont permis d'exploiter la base des données expérimentales pour construire un modèle de prédiction de l'état de surface lors de l'usinage des surfaces gauches en 3 axes.

L'étude expérimentale de l'usure des outils à bout sphérique de type Canella HIBF INS20-V en finition dans le cas de l'usinage 3 axes de l'acier 40CrMnMo8 a également permis de corrélérer l'analyse de l'évolution de l'usure de l'arête de coupe et la morphologie du copeau. Trois phases d'usure de l'outil avec deux différents mécanismes d'usure sont identifiées.

A titre d'exemple, on présente un résultat de la thèse de Hamdi Ben Abdelali, intitulée « Caractérisation et Modélisation des Mécanismes Tribologiques aux Interfaces Outils-Pièces-Copeaux en Usinage à Sec de l'acier C45 ». Une amélioration aussi bien à l'échelle globale qu'à l'échelle locale a été apportée sur la compréhension des mécanismes tribologiques aux interfaces outil-pièce-copeau durant l'usinage à sec de l'acier C45 avec des outils en carbure de tungstène revêtus en TIN. L'étude expérimentale couplée avec la simulation numérique a permis d'identifier un modèle de frottement et un modèle de coefficient de partage de chaleur. L'analyse des mécanismes tribologiques durant les essais d'usure, via des analyses microscopiques et au MEB couplés à une analyse EDS, ont montré que des similitudes de faciès d'usure ont été observées à différentes échelles d'analyse, sur les pions ainsi que sur les plaquettes d'outils de coupe.

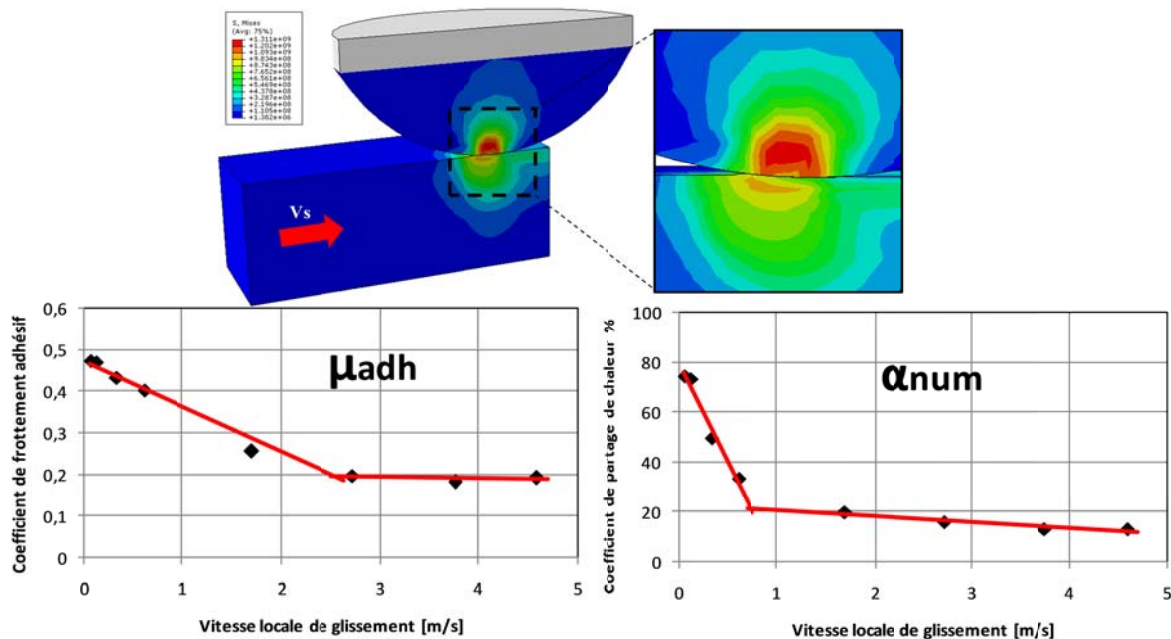


Figure : Modes développés

Sous projet 1.c : Comportement tribologique et parachèvement des surfaces

Plusieurs tribomètres ont été mis en place, en particulier un test de rayage et un tribomètre permettant le frottement selon des trajectoires complexes dans le plan (fig. 1). Des outils de galetage des surfaces planes et cylindriques ont été aussi mis en place et des essais de validation ont été menés. La corrélation entre les paramètres tribologiques et les mécanismes d'usure nous a permis de mettre en place des cartes d'usure. La figure 2 montre un exemple de carte d'usure relative à un composite unidirectionnel PFV.

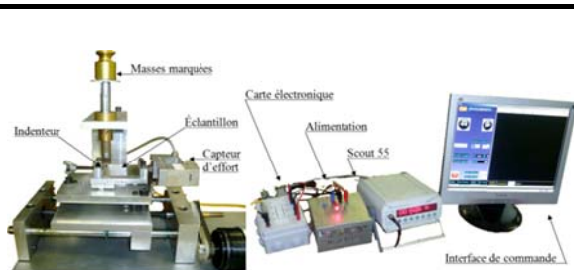


Fig1. Dispositif de rayage

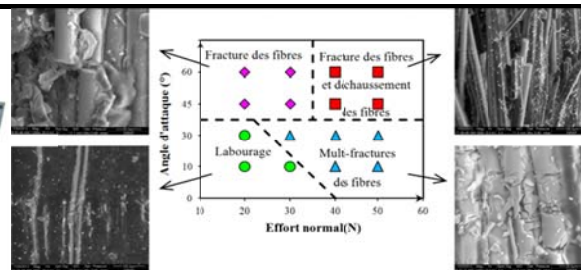


Fig2. Carte de rayage

-La consistance des résultats attendus du projet de recherche en termes de production scientifique et de formation diplômante (habilitations, thèses, mastères) :

- Nombre estimatif d'articles scientifiques dans les revues indexées, à comité de lectures.
2012 : 8 , 2013 : 7 , 2014 : 6 , 2015 : 6 , Total = 27
- Nombre estimatif de brevets d'invention ou d'obtentions végétales du projet de recherche (sur les 4 ans)
1 brevet déposé en 2014
- Nombre estimatif de communications à des manifestations scientifiques internationales et nationales avec actes.
2012 : 9 , 2013 : 6 , 2014 : 6 , 2015 : 6 , Total = 27
- Liste nominative des enseignants-chercheurs du corps B susceptibles de soutenir leurs habilitations au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.
 1. **Chatti Sami**, soutenue en Juin 2012. (Habilitation préparée en grande partie au LGM et soutenue au LMS)
 2. **Bahloul Riadh**, soutenance prévue en 2015
 3. **Nasri Ibrahim**, soutenance prévue en 2015
- Liste nominative des doctorants susceptibles de soutenir leurs thèses de doctorat au terme du mandat de 4 ans du laboratoire: **(Projet 1)**
 1. **Ben Abdelali Hamdi**, soutenue le 19/01/2013.
 2. **Arfa Henia**, soutenue le 14/12/2013.
 3. **Gharbi Fethi**, soutenue le 27/03/2014.
 4. **Zribi Temim**, soutenue 19 mai 2014
 5. **Mzali Slah**, soutenance prévue en 2015
 6. **Ramzi Fredj**, soutenance prévue en 2015
 7. **Imed Hajjaji**, soutenance prévue en 2015
 8. **Karim Fathallah**, soutenance prévue en 2015
- Nombre estimatif d'étudiants susceptibles de soutenir leurs mémoires de mastère au terme du mandat de 4 ans du laboratoire : 10
 - Mastères soutenus en 2012 et 2013 : 6
 - Prévision de soutenance de mastère en 2014 : 4
 - Prévision de soutenance de mastère en 2015 : 0 (passage au mastère LMD)

PROJET 2

-Intitulé du projet

Projet 2 : Matériaux et comportement

Ce projet est constitué des quatre sous projets suivants :

- Sous projet 2.a : Matériaux composites métalliques et renforts nano-structurés
- Sous projet 2.b : Fatigue et fiabilité
- Sous projet 2.c : Matériaux adaptatifs et Bio-mécanique
- Sous projet 2.d : Matériaux et composites non métalliques

-Responsable du projet

Nom du responsable du projet : Bouraoui Tarak	Grade : Maître de Conférences
--	-------------------------------

Équipe impliquée

Nom des chercheurs impliqués :	Grade	Spécialité	Sous-projet	Temps consacré au projet %
BEL HADJ SALAH Hédi	Pr	Math appliquée	2d, 2a	15%
BEN AMEUR Tarek	Pr	Génie Mécanique	2a, 2b, 2d	(En coopération)
DOGUI Abdelwaheb	Pr	Génie Mécanique	2d	35%
ZIDI Mondher	Pr	Génie Mécanique	2c, 2d	80%
MEZLINI Salah	MC	Génie Mécanique	2c, 2d	30%
BOURAOUI Tarak	MC	Génie Mécanique	2c	100%
BOURAOUI Chokri	MC	Génie Mécanique	2b	100%
SGHAIER Salem	MC	Génie Mécanique	2d	30%
JALLED Asma	MA	Génie Mécanique	2a	100%
NASRI Ibrahim	MA	Génie Mécanique	2b	100%
NASR Anouar	MA	Génie Mécanique	2b	100%
HASSINE Tarek*	MA	Génie Mécanique	2c	10%
MAROUANI Haykel	MA	Génie Mécanique	2c	10%
LAROUCSI HELLARA Myriam	MA	Génie Mécanique	2c	100%
CHAABANE Makram	MA	Génie Mécanique	2c, 2d	60%
BEN KHALIFA Ated	MA	Génie Mécanique	2d	100%
HEDFI Hassen	A	Génie Textile	2d	80%
CHAMAIEKH Abdessalem	MA	Génie Mécanique	2c	(En coopération)
TEKAYA Aymen	A	Génie Mécanique	2a	(En coopération)
Gharbi Fathi	A	Génie Mécanique	2a	100%
ZBIDI Fayrouz	A	Génie Mécanique	2d	100%

* Changement d'affiliation à partir du 1^{er} janvier 2014.

Nom des doctorants mobilisés dans le cadre du projet et sujets de thèses:

Thèses soutenues

N°	Nom et prénom du doctorant	Date de soutenance	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Sous Projet
4.	Harchay Manel*	05/05/2012	BEN DALI Hechmi	Contribution à la caractérisation du comportement hygrothermique non équilibré dans les systèmes polyester/fibre de verre	2.d
5.	Ben Cheikh Ladhari Awatef	19/05/2012	BEL HADJ SALAH Hédi	Caractérisation Mécanique des Polymères Thermoplastiques : Effet de l'Humidité et de la Température	2.d
6.	Ben Hadj Salah Hend*	07/01/2013	BEN DALI Hechmi	Dégradation sous uv et comportement mécanique des nanocomposites à renfort d'argile	2.d
7.	Ben Khlifa Ated	17/01/2013	ZIDI Mondher	Caractérisation mécanique et étude par émission acoustique du comportement des matériaux composites a fibres de verre et matrice polymère	2.d
8.	Hedfi Hassen	14/06/2013	BEL HADJ SALAH Hédi	Simulation du comportement dynamique des tissus Application à l'identification de l'influence des paramètres de contexture sur le drapé	2.d

*Thèse de doctorat préparé en grande partie au LGM et soutenu au LMS.

Thèses en cours

N°	Nom et prénom du doctorant	Année de la 1er inscription	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Projet
1.	Boufares Zouari Rym	2005/2006	Dogui Abdelwaheb	Analyse expérimentale et numérique du comportement d'une étoffe textile en sollicitations hors axes	2.d
2.	Zbidi Fairouz	2007/2008	Zidi Mondher	Etude des matériaux composites à base des fibres du palmier doum	2.d
3.	Tarhouni Allegue Lamis	2007/2008	Zidi Mondher	Etude des fibres de posidonie et des composites à base de ces fibres	2.d
4.	Mabrouki Khaterchi Houda	2008/2009	Bel Hadj Salah Hédi	Modélisation multi-échelle par méthode hybride, EF-Intelligence artificielle du comportement biomécanique de l'os	2.c
5.	Ghanmi Hanen	2008/2009	Benameur Tarek	Etude de la qualité des fils de fibres de coton en fonction des paramètres de fibre et de processus de fabrication	2.d
6.	Hadda Houda	2009/2010	Benameur Tarek	Contribution à l'étude du comportement mécanique des nanocomposites à matrices métalliques obtenus par mécanosynthèse-Frittage	2.a
7.	Aloui Mourad	2009/2010	Zidi Mondher	Elaboration et caractérisation du composite à base de matrice et renfort biodégradable	2.d
8.	Eltaief Maher	2010/2011	Bouraoui Chokri	Prévision fiabiliste des temps d'inspections de la propagation des fissures en mode mixte	2.b
9.	Khelil Nabil	2010/2011	Bouraoui Chokri	Analyse comparative des critères de propagation de fissures en mode mixte	2.b
10.	Dridi Afef	2012/2013	Mezlini Salah	Etude de caractérisation de l'ensemble dents/brackets et fil dentaire	2.c
11.	Lachiguer Amani	2012/2013	Bouraoui Tarek	Effet de la diffusion d'hydrogène sur le comportement thermomécanique des alliages à mémoire de forme à base Ni-Ti : Caractérisation, modélisation et simulation numérique	2.c

12.	Hassine Wannes	2013/2014	Bouraoui Chokri	Modélisation de la tri-axialité de l'état de contrainte sur le comportement de fatigue multiaxiale d'un matériau présentant un défaut Approche fiabiliste	2.b
13.	Mhalla Mohamed Makki	2013/2014	Bouraoui Chokri	Analyse fiabiliste d'un matériau composite sollicité à la fatigue et présentant une discontinuité géométrique	2.b
14.	Azzez Khoulood	2013/2014	Dogui Abdelwaheb	Caractérisation et modélisation du comportement mécanique in vivo de la peau	2.c
15.	Bannour Rahma	2013/2014	Bouraoui Tarak	Effet de la température et du milieu sur la contrainte de recouvrement des alliages NiTi	2.c
16.	Gannoun Meniar	2013/2014	Bouraoui Tarak	Contribution à une meilleure caractérisation de comportement mécanique d'un alliage Ni-Ti superélastique orthodontique	2.c
17.	Rokbani Maha	2013/2014	Bouraoui Tarak	Effet de l'environnement sur la tenue en fatigue des alliages NiTi superélastiques	2.c
18.	Chakroun Nadia	2013/2014	Bel Hadj Salah Hédi	Caractérisation mécanique par nanoindentation des revêtements nanostructurés	2.d
19.	Braiek Sonia	2013/2014	Zidi Mondher	Etude de la tenue au feu et des assemblages des structures en tubes composite	2.d
20.	Haggui Mondher	2012/2013	Sghaier Salem	Etude du comportement de biocomposites soumis à un couplage impact -fatigue	2.d
21.	Saoudi Jamel	2013/2014	Mezlini Salah	Etude analytique et expérimentale des plaques composites pendant le perçage à la sortie de l'élément coupant	2.d

-Résumé et objectifs

Sous projet 2.a : Matériaux composites métalliques et renforts nano-structurés

La thématique abordée dans ce sous-projet rentre dans le cadre de l'innovation dans le domaine des matériaux de structure. En effet, parmi ces matériaux, nous nous intéressons aux amorphes métalliques et les composites métalliques à renforts nano-structurés. Ces derniers, sont sous forme de fines particules de nano-cristaux d'alliage, de composés intermétalliques, de solutions solides sursaturées ou sous forme de revêtements multicouches très minces de céramiques assurant des très grandes performances mécaniques et physiques. Ils représentent, aujourd'hui, un véritable enjeu économique et stratégique.

Notre intérêt est porté aux amorphes métalliques, comme matrice dotée d'une résistance mécanique exceptionnelle, atteignant pour certains alliages, une valeur de l'ordre de 5000 MPa et un comportement élastoplastique parfait en compression. Cependant, le comportement quasi-fragile en traction des amorphes métalliques monolithiques à température ambiante reste l'inconvénient majeur et limite leur potentiel d'application en tant que matériaux de structure. Parmi nos objectifs principaux dans cette action est de contrecarrer ce phénomène de déformation hétérogène par la compréhension de la microplasticité des matériaux étudiés.

Sous projet 2.b : Fatigue et fiabilité

L'objectif principal de ce sous-projet est la prédiction de la tenue en service des composants mécaniques contenant des défauts de surface. Il est également question de l'étude de l'effet de la sensibilité des différents paramètres mécano géométriques autour des zones singulières (trou de rivet, courbure, ...) en chargement statique et cyclique. Les matériaux étudiés dans cette thématique sont les matériaux métalliques et les matériaux composites. Le couplage fatigue fiabilité du comportement cyclique de ces matériaux est considéré.

Sous projet 2.c : Matériaux adaptatifs et Bio-mécanique

Matériaux adaptatifs et bio-mécanique est un sous-projet qui s'intéresse particulièrement à des alliages à mémoire de forme en NiTi utilisés dans des applications orthodontiques et à la caractérisation et à la modélisation du comportement mécanique de l'os humain.

L'objectif principal de l'étude des alliages NiTi est une meilleure connaissance de leur comportement en service dans une perspective d'une utilisation optimale dans différentes conditions. Parmi les problèmes limitant l'utilisation de ces alliages, nous nous intéressons dans ce sous-projet aux problèmes liés aux phénomènes de fragilisation et de dégradation de leurs propriétés en service et également aux phénomènes liés à leur biocompatibilité tel que le relargage du nickel.

Un second objectif de ce sous projet est l'étude du comportement tribologique de l'ensemble bracket-fil et de déterminer les paramètres optimaux permettant de minimiser le frottement et d'augmenter la résistance à l'usure.

Sous projet 2.d : Matériaux et composites non métalliques

- Matériaux composites

Il s'agit :

- d'utiliser des fibres naturelles et des nano charges d'argiles pour l'obtention d'une nouvelle gamme de matériaux composites qui peut éventuellement concurrencer les composites traditionnels. Le but de ce projet, à caractère expérimental, est de développer des composites recyclables pouvant remplacer les composites conventionnels (protection de l'environnement). Des dispositifs expérimentaux seront développés pour une fine caractérisation des composites ;
- d'étudier expérimentalement et numériquement des composites industriels essentiellement des tubes obtenus par enroulement filamentaire. L'étude des assemblages composites et la tenue au feu seront explorées.
- et d'étudier le phénomène de délaminage pendant une opération de perçage d'un matériau composite.

- Comportement mécanique des structures tissées

L'objectif est le développement et l'analyse d'essais de caractérisation des structures tissées et la mise au point de modèles de comportement pour la simulation numérique de ces structures dans des situations de sollicitations données

- Comportement in vivo de la peau

La connaissance à travers des mesures objectives et de plus en plus précises des caractéristiques mécaniques in vivo de la peau humaine intéresse plusieurs domaines de recherche tels que la recherche clinique et cosmétique. Au courant de ces dernières années, plusieurs équipes de recherche se sont intéressé à ce sujet à travers le développement de systèmes de mesures et de caractérisation in vivo et la modélisation du comportement. Le Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (LTDS) à l'Ecole Centrale de Lyon et l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Saint Etienne, a développé plusieurs systèmes de caractérisation basés sur des tests d'indentation ou de traction et compression en surface. L'objectif de cette thématique, développée en collaboration avec le LTDS, à travers l'utilisation de ces systèmes de caractérisation, est de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'interprétation des résultats de mesure de ces systèmes à travers le choix de modèles de comportements viscoélastiques anisotropes les plus adéquats et le développement et la mise en œuvre de modèles numériques performants permettant, à travers des approches inverses, une meilleure interprétation des mesures expérimentales.

- Quels seraient les objectifs spécifiques et les résultats attendus du projet de recherche ?

Sous projet 2.a : Matériaux composites métalliques et renforts nano-structurés

- Développer une base de données expérimentales sur le comportement mécanique et physique des alliages amorphes revêtus par différents types de revêtements minces.
- Etudier l'effet des renforts sous forme de revêtements : épaisseur, nature des revêtements minces, adhésion, température de dépôt, volume libre d'excès des matrices amorphes et dispersion de la fraction nanocristalline sur l'évolution des performances mécaniques des pièces obtenues.
- Etudier l'effet des renforts sous forme de particules fines sur la résistance aux impacts des structures composites.
- Maîtriser les paramètres du procédé de mécanosynthèse pour la mise en œuvre des alliages en poudres suivi de compactage- frittage du massif.
- Développer des confrontations modèles multi échelles-résultats expérimentaux pour une meilleure compréhension des mécanismes mis en jeu lors des essais de caractérisation mécanique.

Sous projet 2.b : Fatigue et fiabilité

- Développement de nouveaux critères de fatigue multiaxiale à l'amorçage par un couplage fiabiliste (critère de Nadot de Papuga...)
- Développement d'outils robustes de prédiction de propagation de fissure en mode multiple dans un environnement incertain en vue d'optimiser le temps d'inspection de la propagation des fissures par une approche fiabiliste
- Prédiction de la tenue en service des composants mécaniques en matériaux composites
Effet des sensibilités des différents paramètres mécano géométriques autour des zones singulières (trous de rivet, courbure) en chargement statique
- Comportement à la fatigue des composants en matériaux composites sous chargement cyclique à amplitude constante et variable
- Prédiction de la tenue en service des composants mécaniques contenant des défauts de surface
- Développement de modèles de prédictions du comportement à la fatigue par une approche de type gradient des contraintes où l'effet de triaxialité du gradient des contraintes autour du défaut est pris en compte
- Identification et recherche de mécanismes d'endommagement permettant d'améliorer les performances des matériaux composites représentant des discontinuités géométriques et des discontinuités microstructurales.

Sous projet 2.c : Matériaux adaptatifs et Bio-mécanique

Un des principaux défis et enjeux scientifiques et industriels dans le cadre de ce sous-projet consiste à se doter d'une modélisation prédictive du comportement et des performances des matériaux adaptatifs destinés aux applications biomédicales. Celle-ci ne pourra réussir que par le biais d'incorporations de données acquises aux échelles inférieures qui conduisent au passage de la microstructure aux propriétés d'emploi.

Compte tenu de la complexité de ces matériaux et de leur évolution en service, le développement des modèles n'est possible sans une confrontation permanente à l'expérience et une discussion constructive avec les praticiens orthodontistes.

Une bonne conjonction entre l'approche expérimentale et l'approche simulation numérique est une des clés de réussite de ce projet dans le but d'apporter une contribution scientifique visant une utilisation optimale en service de ces matériaux.

Sous projet 2.d : Matériaux et composites non métalliques

- Matériaux composites

Le but de cet axe de recherche est la mise en œuvre ainsi que la caractérisation mécanique et hygrothermique des matériaux composites et des nanocomposites. L'utilisation de ces nouveaux types de matériaux est en perpétuelle croissance dans notre pays vu les avantages multiples qu'ils offrent par rapport aux matériaux conventionnels. Ce sous projet est divisé en trois parties.

Dans la première partie, en collaboration avec CTRA industrie, nous nous sommes intéressés à la caractérisation des tubes en composite obtenus par enroulement filamentaire, des caractérisations mécaniques (traction, split disk test), de gonflement hydraulique et de tenue au feu seront abordés.

Dans la deuxième partie de ce projet, nous nous sommes intéressés au développement et à la caractérisation physique et mécanique des composites à fibres naturelles, vu une large disponibilité de ce type de fibre dans notre pays.

Développer des modèles numériques permettant de prédire le phénomène de délaminage des composites et les confronter avec les résultats expérimentaux.

- Comportement mécanique des structures tissées

- Objectifs spécifiques :

- Analyse profonde des essais de caractérisation : trajets de chargement subis (traction, cisaillement, ...), degrés d'anisotropie, influence de l'armure, ...
- Développement et mise en œuvre d'autres types d'essais : traction hors axes, ...
- Développement de lois de comportements et de modèles numériques pour la simulation par éléments finis : simulation quasistatique et dynamique.

- Résultats attendus :

- Base de données expérimentales
- Modèles numériques
- Rapports d'analyse

- Comportement in vivo de la peau

- Objectifs spécifiques :

- Constitution d'une base de données expérimentales sur divers sujets pathologiques
- Développement de lois de comportements et de modèles numériques pour la simulation par éléments finis

- Résultats attendus :

- Base de données expérimentales
- Modèles numériques
- Rapports d'analyse

-Méthodologie de réalisation du projet

Sous projet 2.a : Matériaux composites métalliques et renforts nano-structurés

La démarche adoptée dans la réalisation de ce sous projet est scindée en actions suivantes :

- Étudier l'effet des revêtements TiN/Ti/CrN sur les performances mécaniques des alliages quaternaires amorphes à base de Zr (type Zr60Ni10Cu20Al10).
- Caractérisation quantitative de la déformation des systèmes revêtement/amorphe sous chargement monotone et cyclique en nanoindentation
- Développer des modèles analytiques pour prédire le comportement mécanique en nanoindentation des matériaux étudiés.
- Étudier l'influence des paramètres du broyage – compactage - frittage sur la consolidation des composites métalliques à dispersion de fines particules et leur comportement mécanique.
- Développer une confrontation expérience- calcul permettant d'aboutir à une optimisation des paramètres de mise en œuvre et de mise en forme de ces nano-composites.

Sous projet 2.b : Fatigue et fiabilité

Basée sur un couplage mécano fiabiliste pour la prévision de la tenue en service des composants mécaniques et ce, à partir de l'amorçage et la propagation des fissures en mode mixte. L'approche fiabiliste adoptée est de type FORM/SORM.

Sous projet 2.c : Matériaux adaptatifs et Bio-mécanique

La méthodologie globale de réalisation de ce sous-projet est basée sur les éléments suivants :

- Analyse expérimentale standard.
- Mise en place de dispositifs expérimentaux pour une analyse expérimentale spécifique.
- Développement d'un modèle phénoménologique qui tient compte des aspects particuliers des conditions d'utilisation des matériaux étudiés.
- Développement d'outils de simulation numérique qui permettent de traiter des applications réelles.

Sous projet 2.d : Matériaux et composites non métalliques

- Matériaux composites
Traitement des fibres naturelles
Développement de nouveaux matériaux composites à fibres naturelles
Etude expérimentale standard.
Etude expérimentale spécifique (des essais spécifiques pour tubes en composite)
Mise en place de dispositifs expérimentaux pour une analyse expérimentale spécifique (split disk test, tenue au feu, gonflement des tubes...).
- Etude par simulation numérique.
- Comportement mécanique des structures tissées
Expérimentation, modélisation, simulation, analyse.
- Comportement in vivo de la peau
Expérimentation, modélisation, simulation, analyse.

-Echéancier de mise en œuvre du projet

Il est demandé, pour chaque projet, de faire un bilan détaillé sur les activités réalisées durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours), et de décrire les actions projetées pour les deux années qui restent 2014 et 2015.

<p>- 1^{ère} année (2012):</p> <p>Deux mémoires de thèse de doctorat soutenus :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Thèse de Awatef BEN CHEIKH LADHARI (sous projet 2.d)○ Thèse de Manel HARCHAY (sous projet 2.d) <p>Mémoires de Mastère soutenus :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Mastère Mohamed BOUSAADIA (sous projet 2.b)
<p>- 2^{ème} année (2013):</p> <p>Trois mémoires de thèse de doctorat soutenus :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Thèse de Ated BEN KHLIFA (sous projet 2.d)○ Thèse de Hassen HEDFI (sous projet 2.d)○ Thèse de Hend BEN HADJ SALAH (sous projet 2.d) <p>Mémoires de Mastère soutenus :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Mastère Mekki MHALLA (sous projet 2.b)○ Mastère Anis RAMI (sous projet 2.b)○ Mastère Hassine WANNAS (sous projet 2.b)○ Mastère de Rahma BANNOUR (sous projet 2.c)○ Mastère de Miniar GANNOUN (sous projet 2.c)○ Mastère de Kacem Youssef (sous projet 2.d)
<p>- 3^{ème} année (2014):</p> <p>Thèse soutenue :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Thèse de Fayrouz ZBIDI (sous projet 2.d) <p>On prévoit la soutenance de thèses suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Thèse de Lamis Allègue (sous projet 2.d)○ Thèse de Aloui Mourad (sous projet 2.d)○ Thèse Maher Eltaeif (sous projet 2.b)
<p>- 4^{ème} année (2015):</p> <p>On prévoit la soutenance de thèses suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Rym Boufares Zouari (sous projet 2.d)○ Hanen Ghanmi (sous projet 2.d)

-Partenariat dans le cadre du projet

<p>Le projet fait-il l'objet d'un contrat avec une entreprise ou organisme concerné dans le cadre de l'ouverture sur l'environnement socio-économique ?</p> <p>Si oui, préciser :</p> <ul style="list-style-type: none">-Noms des partenaires socio-économiques : <p><i>CTRA entreprise (sous-projet 2d)</i></p> <p><i>Faculté de médecine dentaire (sous-projet 2c)</i></p>
--

-Nature et objet du partenariat :

Valorisation de la recherche au profit de l'industrie, transfert de technologie (sou-projet 2d)
Collaboration de recherche scientifique dans le domaine de l'orthodontie (sou-projet 2c).

Le projet fait-il l'objet d'un partenariat scientifique international? Si oui, préciser :

PICS-CNRS

Nom du bailleur de fonds :

Noms des partenaires institutionnels étrangers : **Université de Lorraine - France (CNRS)**

Type de coopération :

bilatérale



multilatérale



-Consistance des résultats attendus du projet

Bilan des résultats obtenus durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours) et objectifs visés pour les deux années qui restent 2014-2015.

- La pertinence des résultats attendus du projet recherche.

Les actions de recherches menées dans le cadre du sous projet 2a visent à contribuer, d'une part, au développement d'une base de données expérimentales sur le comportement mécanique des amorphes métalliques et leur utilisation dans l'industrie de microélectromécanique et d'autre part, à la compréhension du mécanisme de dissipation d'énergie et de déviation des fissures dans les multicouches, la maîtrise de la mise en œuvre des revêtements et les propriétés de transfert de charge des revêtements nanostructurés, particulièrement dans les systèmes revêtements minces/ amorphes métalliques. Les résultats escomptés sont variés et à double intérêt scientifique et industriel.

En ce qui concerne le sous-projet 2b, les résultats marquants sont en relation avec le développement de modèles de prédictions du comportement à la fatigue multiaxiale des composants présentant des défauts de surface ou des singularités géométriques pour les composants en matériaux composites. Planification de la maintenance préventive des composants mécaniques sollicités à la fatigue et amélioration de la prévision de leur comportement à la fatigue en tenant compte des résultats des inspections antérieurs

Les travaux de recherche menés dans le cadre du sous-projet 2c permettront une utilisation optimale des matériaux adaptatifs dans des applications performantes. Par exemple, en s'appuyant sur une collaboration avec les praticiens orthodontistes, les résultats de ce sous-projet permettront de contribuer à la maîtrise d'une utilisation optimale et sécurisée des arcs orthodontiques.

A titre d'exemple, nous avons mis au point un modèle de comportement des alliages utilisés en orthodontie en présence d'un environnement fragilisant par l'hydrogène fondé sur une approche thermodynamique couplant les aspects mécaniques, thermiques et chimiques. L'implantation numérique de ce modèle nous a fourni un outil de prédiction du comportement de ces matériaux présentant une absorption d'hydrogène.

Nous avons également étudié le relargage du nickel des arcs orthodontiques et nous avons montré que ce phénomène est en relation avec la réactivité de la couche superficielle avec le milieu. Une rupture éventuelle du film passif favorise le relargage du nickel. Le fluor qui est préconisé pour protéger les dents contre les caries peut dans certaines conditions provoquer des effets néfastes pour des utilisations excessives. Il serait recommandé d'utiliser la solution fluorée de rinçage pour des périodes réduites.

Un autre exemple des résultats trouvés est représenté par la figure suivante qui montre l'évolution de la force de frottement entre fil et bracket en fonction des huiles naturelles utilisées et relative aux différents types de brackets, de ligation et de fil orthodontique.

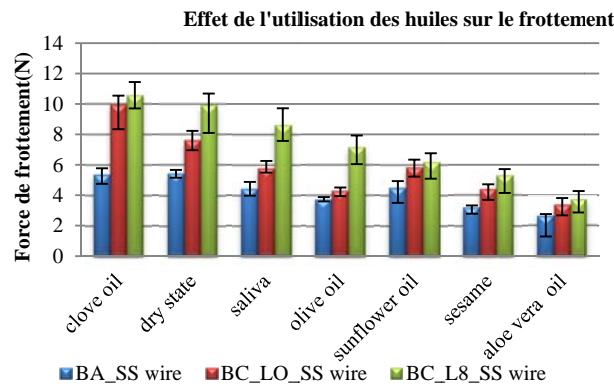


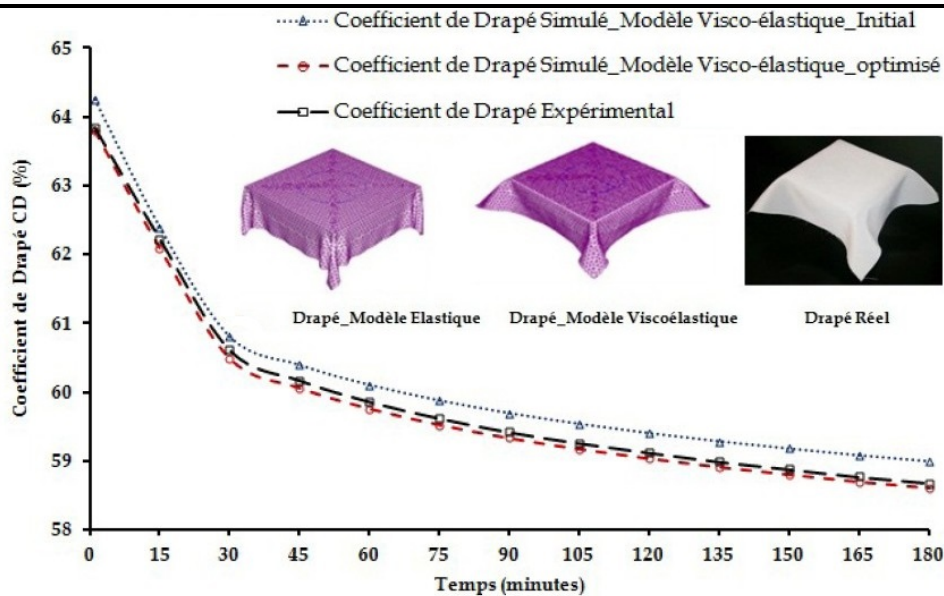
Fig. 1 : Evolution de la force de frottement en fonction des huiles utilisées

Par ailleurs, la formation diplômante assurée dans ce cadre développera des compétences d'expertises pour l'évaluation des limites d'utilisation des nouveaux matériaux adaptatifs.

Dans le cadre du sous-projet matériaux et composites non métalliques (2d), nous nous sommes intéressés à la modélisation et à la simulation du comportement dynamique des tissus textiles. Dans ce travail, il a été possible d'identifier l'influence des paramètres de texture sur le drapé des structures tissées.

L'originalité de cette approche pourrait conduire aux résultats suivants : plusieurs propriétés mécaniques des tissus pourraient être prédites avec précision, sans faire des tests mécaniques qui sont, en général coûteux, fastidieux et assez complexes. Cette approche peut être améliorée par l'adoption de règles floues pour décider automatiquement de la pertinence des coefficients prédits par le drapé-mètre virtuel et le modèle ANN et de contrôler leur ajout dans la base de données d'apprentissages.

La figure ci-après présente un résultat de l'identification inverse des propriétés viscoélastiques d'un tissu Satin. Les simulations de la déformée de ce tissu utilisant les deux formulations : élastique et viscoélastique sont comparées au rendu réelle (photographié)



- En quoi consisterait la pertinence scientifique ou l'originalité des résultats attendus du projet?

- Ces résultats visent-ils à améliorer la connaissance scientifique ?

Oui

Par exemple, ce projet tente à améliorer la connaissance des limites d'utilisation des nouveaux matériaux.

-La consistance des résultats attendus du projet de recherche en termes de production scientifique formation diplômante (habilitations, thèses, mastères) :

- Nombre estimatif d'articles scientifiques dans les revues indexées, à comité de lectures.

Déjà publiés : 9 (2012), 7 (2013)

Prévisionnel : 5 (2014), 5 (2015)

10 articles pour les 4 ans

-Nombre estimatif de brevets d'invention ou d'obtentions végétales du projet de recherche (sur les 4 ans)

Pas de brevets de prévus

- Nombre estimatif de communications à des manifestations scientifiques internationales et nationales avec actes.

Déjà présentées : 15 (2012), 10 (2013)

Prévisionnel : 12 (2014), 10 (2015)

- Liste nominative des enseignants-chercheurs du corps B susceptibles de soutenir leurs habilitations au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.

Néant

- Liste nominative des doctorants susceptibles de soutenir leurs thèses de doctorat au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.

Deux (05)

- Lamis Allègue (*sous projet 2.d*)
 - Aloui Mourad (*sous projet 2.d*)
 - Thèse Maher Eltaeif (*sous projet 2.b*)
 - Rym Boufares Zouari (*sous projet 2.d*)
 - Hanen Ghanmi (*sous projet 2.d*)
- Nombre estimatif d'étudiants susceptibles de soutenir leurs mémoires de mastère au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.

Déjà soutenus : 7

Prévisionnel : 2

PROJET 3

-Intitulé du projet

Projet 3: Systèmes mécaniques et énergétiques

Ce projet est constitué des quatre sous projets suivants :

- Sous projet 3.a : Mécanismes et robotique
- Sous projet 3.b : Conception intégrée
- Sous projet 3.c : Vibration et acoustique industrielle
- Sous projet 3.d : Systèmes de production à énergie solaire
- Sous projet 3.e : Environnement et réduction de la pollution

-Responsable du projet

Nom du responsable du projet : CHOUCANE Mnaouar	Grade : Professeur
---	--------------------

Equipe impliquée

Seuls les enseignants chercheurs (P., MC., MA., A. docteurs) impliqués dans ce projet sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Nom des chercheurs impliqués	Grade	Spécialité	Sous projet	Temps consacré au sous projet
AFFI Zouhaier	Maître de Conférences	Génie Mécanique	3.a	100 %
BETTAIEB Habib	Professeur Militaire	Génie Mécanique	3.a	100 %
LAHOUAR Samir	Maître-Assistant	Génie Mécanique	3.a	100 %
ECHABI Ahmed Hachem	Maître-Assistant	Génie Mécanique	3.a	100 %
NEJLAOUI Mohamed	Assistant	Génie Mécanique	3.a	100 %
BEN AMARA Abdelmajid	Professeur	Génie Mécanique	3.b	40 %
IFAOUI Nizar	Maître de Conférences	Génie Mécanique	3.b	100%
CHOUCANE Mnaouar	Professeur	Génie Mécanique	3.c	70 %
TRIGUI Moez	Maître-Assistant	Génie Mécanique	3.b	100%
CHAABANE Makrem	Maître-Assistant	Génie Mécanique	3.c	20 %
NAIMI Sami	Maître-Assistant	Génie Mécanique	3.c	50 %
AMAMOU Amira	Assistante	Génie Mécanique	3.c	100 %
TIMOUMI Youssef	Maître de Conférences	Génie Mécanique	3.d	100 %
MAHJOUB Nejla	Professeur	Génie Energétique	3.e	100 %
HABLI Sabra	Maître-Assistante	Génie Energétique	3.e	100 %
TLIJA Mehdi	Assistant	Génie Mécanique	3.b	100%

Nom des doctorants mobilisés dans le cadre du projet et sujets de thèses:

Thèses soutenues

N°	Nom et prénom du doctorant	Date de soutenance	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Sous Projet
9.	Bennour Sami*	18 /02/2012	ROMDHANE Lotfi	Contribution au développement d'une plateforme robotisée pour le réduction fonctionnelle	3.a
10.	Nejlaoui Mohamed*	08 /03/2013	ROMDHANE Lotfi	Contribution à la Conception Robuste des Véhicules	3.a
11.	Tlija Mehdi	05/04/2014	BEN AMARA Abdelmajid	Contribution à la prise en compte des Tolérances dans les modeleurs CAO	3.b
12.	Hamdi Mounir	27/02/2013	BEN AMARA Abdelmajid	méthode de génération des modèles de calcul par idéalisation des modèles cao	3.b
13.	Amamou Amira	07/03/2013	CHOUCHANE Mnaouar	Nonlinear analysis of stability and bifurcation of hydrodynamic journal bearings	3.c
14.	Elkribi Badreddine	12/03/2013	ROMDHANE Lotfi	Application de l'intelligence artificielle dans la conception des systèmes mécatroniques à base des robots parallèles	3.a

*Thèse de doctorat préparé en grande partie au LGM et soutenue au LMS.

Thèses en cours

N°	Nom et prénom du doctorant	Année de la première inscription	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Sous Projet
1.	Chouaibi Youssef	2012/2013	Affi Zouhaier	Contribution à l'analyse et l'optimisation de performances des robots parallèles à degré de liberté réduit	3.a
2.	Ben Abdallah Mohamed Amine	2013/2014	Aifaoui Nizar	Identification des mécanismes à barres par les techniques intelligentes	3.a
3.	Graa Mortadha	2013/2014	Affi Zouhaier	Contribution à la conception mécatronique des véhicules ferroviaires	3.a
4.	Elkamel Gaha Raoudha	2008/2009	Benamara Abdelmajid	Eco-conception et CAO paramétrique	3.b
5.	Issaoui Louisa	2008/2009	Benamara Abdelmajid	Méthode de désassemblage automatique de produits mécaniques dans un contexte de CI	3.b
6.	Ben Hadj Riadh	2012/2013	Aifaoui Nizar	Méthode de génération des plans d'assemblage des produits mécaniques intégrée à la CAO	3.b
7.	El Ghali Marwa	2013/2014	Aifaoui Nizar	Intégration CAO tolérancement des assemblages mécaniques	3.b
8.	Kheder Maroua	2013/2014	Aifaoui Nizar	Développement d'un plateforme de désassemblage des produits mécaniques intégrée à la CAO	3.b
9.	Ftoutou Ezzeddine	2008/2009	Chouchane Mnaouar	Détection et diagnostic des défauts de moteurs à combustion interne par analyse vibratoire	3.c
10.	Sghir Radhoine	2010/2011	Chouchane Mnaouar	Etude non linéaire de stabilité de rotor	3.c
11.	Ferjaoui Nizar	2011/2012	Chouchane Mnaouar	Analyse non linéaire et étude de bifurcation des rotors avec défauts	3.c

12.	Boukraa Enis	2013/2014	Chouchane Mnaouar	Réduction des nuisances sonores et contrôle des vibrations de structures composites avec des systèmes piézoélectriques. Application aux structures aéronautiques	3.c
13.	Hergli Khaoula	2013/2014	Chouchane Mnaouar	Propriétés acoustiques des panneaux à micro-perforation et micro-fentes	3.c
14.	Loghmani Ismael	2013/2014	Timoumi Youssef	Etude des concentrateurs solaires	3.d
15.	Messadi Asma	2013/2014	Timoumi Youssef	Intégration de l'énergie solaire dans la production d'électricité	3.d
16.	Amamou Amani	2012/2013	Mahjoub Said Nejla	Etude d'un jet placé en contre-courant	3.e
17.	Ben Hamza Sonia	2012/2013	Mahjoub Said Nejla	Modélisation des transferts dans un écoulement d'eau usée à surface libre	3.e
18.	Ben Khelifa Rim	2012/2013	Mahjoub Said Nejla	Etude numérique et expérimentale d'un jet impactant	3.e
19.	Assoudi Ali	2013/2014	Mahjoub Said Nejla	Etude des conditions de fonctionnement d'un offset jet dans un écoulement extérieur	3.e
20.	Ben Hadj Ayeche Syrine	2013/2014	Mahjoub Said Nejla	Etude d'un jet pariétal dans un écoulement co-courant	3.e

-Résumé et objectifs

Sous projet 3.a : Mécanismes et robotique

- Analyse et synthèse des systèmes mécaniques, robotiques et mécatroniques (MRM)
- Optimisation des performances des systèmes MRM
- Conception robuste des systèmes MRM.

Sous projet 3.b : Conception intégrée

- Elaboration de méthodes et modèles capables de prendre en compte les tolérances géométriques et dimensionnelles dans un environnement de CAO.
- Mise en place de méthodes de recherche des séquences faisables et optimales d'assemblage et de désassemblage des produits mécaniques intégrées à la CAO.
- Développement d'algorithmes de simplification automatique des modèles CAO en vue de générer des modèles de calcul appropriés.
- Intégration, dans un environnement de CAO paramétrique, des paramètres liés à l'écologie.
- Développement d'outils intelligents permettant la synthèse et l'analyse des paramètres de conception des systèmes mécaniques selon les objectifs du concepteur.
- Développement d'outil de simulation de CAO Robotique permettant de modéliser et de simuler les cellules robotisées.

Sous projet 3.c : Vibration et acoustique industrielle

- Contribution à l'analyse vibratoire et acoustique des structures et des machines ;
- Analyse non linéaire et étude de bifurcations de systèmes rotor-paliers ;
- Développement des techniques et des systèmes de réduction de vibration et de bruit;
- Développement de techniques de détection de défauts et de diagnostic par analyse vibratoire.

Sous projet 3.d : Systèmes de production à énergie solaire

- Etudier et développer les systèmes de production d'énergie thermique, mécanique, électrique ou d'eau douce par l'utilisation partielle ou totale de l'énergie solaire.

Sous projet 3.e : Environnement et réduction de la pollution

Les activités de l'équipe de « Environnement et réduction de la pollution » du LGM sont focalisées sur l'interaction des écoulements de type jet avec le milieu environnant (au repos, co-courant, contre-courant, crossflow). Ces études visent des situations "idéales" telles que les jets laminaires sans interaction avec le milieu environnant, des jets dont la turbulence est parfaitement contrôlée, des interactions avec un milieu "parfait" (jets immergés) etc. Des études des jets en situation réelle ont été aussi élaborées concernant la dispersion de polluants atmosphériques. Ainsi, les principaux objectifs de cette partie sont:

- La simulation numérique de différentes configurations géométriques (jet libre, jet pariétal, offset jet, jet impactant et jet élevé) dans un écoulement au repos ou en mouvement (co-courant, contre-courant ou transversal).
- Des études expérimentales de certaines configurations géométriques (offset jet, jet impactant, jet dans un écoulement transversal) ont été faites afin de visualiser les différentes structures tourbillonnaires (les tourbillons en fer à cheval, les tourbillons de sillage, les tourbillons contrarotatifs, les tourbillons de la couche de cisaillement...) et pour déterminer les champs dynamiques et turbulents de l'écoulement.

Par ailleurs, la pollution ne provient pas exclusivement des rejets atmosphériques industriels. Elle peut aussi être due aux rejets des eaux usées. Pour cela, la deuxième partie de ce sous-projet vise à étudier le mécanisme des dépôts en fonction des divers types d'obstacles qui caractérisent un réseau (changements de direction, bifurcations, grilles etc.) et à analyser les causes principales de ces dépôts. Il s'agira ensuite de modéliser numériquement le problème en choisissant minutieusement les modèles de transport et de turbulence.

- Quels seraient les objectifs spécifiques et les résultats attendus du projet de recherche ?

Sous projet 3.a : Mécanismes et robotique

- Contribution au développement des méthodes de modélisation analytique des systèmes MRM. Cela nous permet de comprendre les systèmes MRM existants et nous aider à proposer de nouvelles structures mécaniques
- Continuité du développement de l'approche mécatronique. En effet, cette action est une continuité de ce qu'on a fait dans le plan quadriennal précédent (thèse KRIBI). Nous visons le traitement des véhicules ferroviaires comme un système mécatronique par l'ajout des actionneurs commandés afin d'améliorer leurs confort et leurs sécurités ;
- Mise en œuvre des stratégies de conception robuste des systèmes MRM. L'objectif est de rendre les performances des systèmes MRM invariant aux incertitudes des paramètres de conception.

Sous projet 3.b : Conception intégrée

Les travaux de recherche menés dans ce cadre ont pour objectifs ciblés, l'élaboration de modèles support de l'activité de conception dans un environnement CFAO en vue de favoriser au maximum l'intégration entre les différents outils et acteurs intervenants dans le processus de choix, modélisation et dimensionnement des solutions mécaniques. Une ouverture sur la CAO robotique est envisagée en vue de modéliser les cellules robotisées.

La validation des modèles proposés se base sur le développement de maquettes informatiques ainsi que des dispositifs expérimentaux. Les actions menées s'orientent, en particulier, vers la prise en compte, lors de la conception des systèmes mécaniques et les cellules robotisées, des aspects conception, calcul et tolérancement. En effet, nous visons de rehausser le niveau d'intégration entre les applications de CAO, d'une part, et les applications de conception,

robotique, tolérancement, d'assemblage/désassemblage et de calcul mécanique, d'autre part. Cela permet d'élargir le cercle d'intégration en CFAO en vue de considérer tous les aspects liés au cycle d'élaboration, voire de vie des produits mécaniques.

Les travaux relatifs à l'intégration CAO/Calcul visent l'amélioration des échanges de données entre les applications de CAO et celles de robotique et de Calcul avec l'objectif de prendre en compte, coté CAO, les résultats de calcul en terme de déformation en vue de rendre possible la manipulation de pièces déformées dans un environnement de CAO.

Les travaux relatifs à l'aspect tolérancement se focalisent sur la prise en compte, dans un environnement de CAO, des tolérances dimensionnelles et géométriques en vue de simuler des assemblages mécaniques avec des défauts dimensionnels et géométriques (configuration réaliste).

Sous projet 3.c : Vibration et acoustique industrielle

Démonstration de l'efficacité des techniques développées de réduction de vibration et de bruit à l'aide de modèles numériques et éventuellement en utilisant des dispositifs expérimentaux. Pour la réduction de vibration des structures, des films en matériaux piézo-électriques seront utilisés. Pour la réduction de l'énergie sonore, on étudie des silencieux passifs de divers configurations et utilisant divers matériaux absorbants.

Pour les systèmes rotor-paliers, on étudie la stabilité de ces systèmes à des vitesses de rotation élevées en utilisant des modèles non linéaires. Cela permet de prédire les larges oscillations de l'arbre et l'usure du palier.

Sous projet 3.d : Systèmes de production à énergie solaire

- Mettre en œuvre des modèles de calcul des systèmes de production par énergie solaire ;
- Mettre en œuvre des prototypes ;
- Contribuer à l'exploitation de l'énergie solaire.

Sous projet 3.e : Environnement et réduction de la pollution

- ➔ Contribution à l'étude des nuisances occasionnées par les émissions de polluants à partir de sources industrielles (jets, jets élevés, cheminées...):
 - Modélisation numérique de ces configurations à échelle réduite accompagnée d'une étude expérimentale faite en collaboration avec l'équipe Risques et Transferts à l'Institut de Mécanique de Marseille.
 - Simulation de la dispersion des émissions à échelle réelle.
- ➔ Modélisation des transferts dans un écoulement d'eaux usées à surface libre :
 - Compréhension de la structure des écoulements à surface libre.
 - Développement d'un outil de modélisation et de simulation de l'hydraulique et de la pollution en réseau d'assainissement.
 - Aboutir à une description qui soit aussi compatible que possible avec une utilisation industrielle.

-Méthodologie de réalisation du projet

Sous projet 3.a : Mécanismes et robotique

- Modélisation des systèmes MRM,
- Etude de la commande des systèmes MRM,
- Optimisation des performances des systèmes MRM,

- Conception robuste des systèmes MRM.

Sous projet 3.b : Conception intégrée

La méthodologie de réalisation des objectifs tracés passe essentiellement par les points suivants :

- Développement des méthodes et modèles.
- Implémentation informatique de ces derniers.
- Conception et réalisation des dispositifs expérimentaux adéquats.
- Validation sur des exemples souvent concrets.

Sous projet 3.c : Vibration et acoustique industrielle

- Modélisation analytique et numérique des systèmes de réduction de vibration et des silencieux.
- Modélisation des systèmes rotor-paliers par des équations différentielles non linéaires et utilisation de l'intégration numérique et la continuation numérique pour prédire la nature de mouvement du rotor en fonction de la vitesse de rotation.
- Utilisation des techniques de traitement de signal pour extraire des indicateurs des vibrations mesurées et application des méthodes de classification pour construire les différentes classes de défauts.

Sous projet 3.d : Systèmes de production à énergie solaire

- Développement des modèles de calcul des systèmes de production dans le cadre de Thèses et Masters,
- Acquisition des équipements et instruments de mesure,
- Réalisation de prototypes de production d'énergie dans le cadre de PFE et Master;
- Publication des résultats.

Sous projet 3.e : Environnement et réduction de la pollution

- Elaboration de codes de calcul numériques pour étudier différentes configurations de type jet.
- Utilisation du code de calcul commercial (Ansys) pour certaines configurations complexes.
- Utilisation des techniques de mesure (PIV, LDV) pour reproduire certains cas modélisés numériquement.

-Echéancier de mise en œuvre du projet

Il est demandé, pour chaque projet, de faire un bilan détaillé sur les activités réalisées durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours), et de décrire les actions projetées pour les deux années qui restent 2014 et 2015.

- 1^{ère} année (2012):

- Une thèse soutenue (thèse de Sami Bennour). Cette thèse appartient au sous projet 3.a

- 2^{ème} année (2013):

Trois mémoires de thèse de doctorat soutenus :

- Thèse de Nejaloui Mohamed (sous projet 3.a) ;
- Thèse de Hamdi Mounir (sous projet 3.b),

- Thèse de Elkribi Badreddine (sous projet 3.a),
- Thèse de Amamou Amira (sous projet 3.c).

Mémoires de Mastère soutenus :

- Mastère de Essaadi Amira (sous projet 3.c),
- Mastère de Hergli Khaoula (sous projet 3.c),
- Mastère de Assoudi Ali (sous projet 3.e).

- 3^{ème} année (2014):

Thèse soutenue :

- Thèse de Tlija Mehdi (sous projet 3.b).

On prévoit la soutenance de thèses suivantes :

- Thèse de Gaha Raoudha (sous projet 3.b),
- Thèses de Issaoui Louisa (sous projet 3.b),
- Thèse de Ftoutou Ezzeddine (sous projet 3.c).

- 4^{ème} année (2015):

On prévoit la soutenance de la thèse suivante :

- Thèse de Sghir Radhouane (sous projet 3.c)

-Partenariat dans le cadre du projet

Le projet fait-il l'objet d'un contrat avec une entreprise ou organisme concerné dans le cadre de l'ouverture sur l'environnement socio-économique?

Non, voir Projet 4 qui est consacré aux actions d'ouverture sur l'environnement socio-économique.

Le projet fait-il l'objet d'un partenariat scientifique international?

Oui

Si oui, préciser :

- Thèse de Boukraa Enis en cotutelle entre l'ENIM et le Cnam de Paris (sous projet 3.c)
- Collaboration avec l'équipe Risques et Transferts à l'Institut de Mécanique de Marseille pour effectuer des études expérimentales (sous projet 3.e).

Nom du bailleur de fonds :

Noms des partenaires institutionnels étrangers :

- Conservatoire Nationale des Arts et des Métiers (Cnam) de Paris, Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplées dirigé par le Professeur Jean François DEÛ (sous projet 3.c).
- Equipe Risques et Transferts, Institut de Mécanique de Marseille (sous projet 3.e).

Type de coopération :

bilatérale

multilatérale

-Consistance des résultats attendus du projet

Bilan des résultats obtenus durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours) et objectifs visés pour les deux années qui restent 2014-2015.

- La pertinence des résultats attendus du projet recherche

Par rapport à la problématique posée au départ et aux objectifs spécifiques visés, explicitez la plus value identifiable et évaluable du projet :

- Le nombre de thèses de doctorat et mémoires de mastère soutenus ;
- Le nombre d'articles publiés ;
- Le nombre et la nature de collaborations.

- En quoi consisterait la pertinence scientifique ou l'originalité des résultats attendus du projet?

Les recherches effectuées dans le cadre de ce projet ont permis d'apporter de nouvelles approches et de nouveaux résultats aux sujets traités. Les articles publiés témoignent de l'originalité des résultats.

- Ces résultats visent-ils à améliorer la connaissance scientifique?

Oui.

- Ces résultats visent-ils une innovation technologique?

Oui,

Certains dispositifs et techniques qui ont été développés constituent une innovation technologique.

- En quoi le projet peut-t-il contribuer au développement économique et/ou ou culturel du pays?

Les thèses effectuées dans le cadre de ce projet contribuent à la formation à la recherche et à la formation en troisième cycle.

-La consistance des résultats attendus du projet de recherche en termes de production scientifique formation diplômante (habilitations, thèses, mastères) :

- Nombre estimatif d'articles scientifiques dans les revues indexées, à comité de lectures.

- o 2012, 5 articles ;
- o 2013, 5 articles ;
- o 2014, 5 articles (prévision) ;
- o 2015, 5 articles (prévision).

-Nombre estimatif de brevets d'invention ou d'obtentions végétales du projet de recherche (sur les 4 ans)

Aucun

- Nombre estimatif de communications à des manifestations scientifiques internationales et nationales avec actes.

- o 2012, 8 communications ;
- o 2013, 15 communications ;
- o 2014, 12 communications (prévision);
- o 2015, 12 communications (prévision)

- Liste nominative des enseignants-chercheurs du corps B susceptibles de soutenir leurs

habilitations au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.

- IFAOUI Nizar, Habilitation soutenue en 2012 (sous projet 3.b)
- HABLI Sabra, prévision de soutenance d'Habilitation en 2014 (sous projet 3.e)

- Liste nominative des doctorants susceptibles de soutenir leurs thèses de doctorat au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.

- Thèses soutenues
 - 2012
 - BENNOUR Sami (3.a)
 - 2013
 - NEJLAOUI Mohamed (3.a)
 - HAMDY Mounir (3.b)
 - ELKRIBI Badreddine (3.a)
 - AMAMOUC Amira (3.c)
 - 2014
 - TLIJA Mehdi (3.b)
- Prévision de soutenance de thèses
 - 2014
 - GAHA Rouadha (3.b)
 - FTOUTOU Ezzeddine (3.c)
 - 2015
 - ISSAOUI Louisa (3.b)
 - SGHIR Radhouane (3.c)

- Nombre estimatif d'étudiants susceptibles de soutenir leurs mémoires de mastère au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.

- 2012 ; 1 étudiant
- 2013 ; 5 étudiants
- 2014 ; 2 étudiants
- 2015 ; Néant

PROJET 4

-Intitulé du projet

Projet 4: Développement Industriel et Ingénierie

Le projet se décline en 9 actions :

- **Action 1 : Stabilité de paliers**
- **Action 2 : Etude thermomécanique de contacts rugueux**
- **Action 3 : Modélisation et analyse des arbres**
- **Action 4 : Etude des structures collées pour autobus ICAR**
- **Action 5 : Etude du procédé de coulée : Applications aux robinetteries AMS**
- **Action 6 : Développement et mise en place des ratières textile**
- **Action 7 : Modélisation et optimisation des performances des systèmes de production avec prise en compte des interactions clients-fournisseurs**
- **Action 8 : Modélisation et simulation des traitements de surface électrochimiques**
- **Action 9 : Etude de la microreptation**

-Responsable du projet et équipe impliquée

Seuls les enseignants chercheurs seniors (P., MC., MA., A. docteurs) impliqués dans ce projet sont indiqués dans le tableau ci-dessous. On trouvera dans l'annexe 1 relative à la liste des thèses et

des mastères en cours à quel projet est associée chacune de ces actions. Chaque doctorant ou stagiaire de mastère est donc affecté à l'action correspondante.

Nom et prénom	Grade	Spécialité	Actions	Temps consacré au projet (%)
MEZLINI Salah responsable du projet	MC	Génie mécanique	2, 4, 5 et 9	40%
BEL HADJ SALAH Hédi	P	Math. Appli.	2 et 9	15%
DOGUI Abdelwaheb	P	Génie mécanique	3, 7 et 9	30%
BENAMARA Abdelmajid	P	Génie mécanique	8	20%
CHOUCHANE Mnaouar	P	Génie mécanique	1 et 6	30%
NAIMI Sami	MA	Génie mécanique	6	50%
CHAABANE Makram	MA	Génie mécanique	5	20%
HADJ YOUSSEF Khaled	MA	Génie mécanique	7	100%
BELAKHDAR Bilel	A	Génie mécanique	3 et 9	(en coopération)
HEDFI Hassen	A	Génie textile	7	20%

Nom des doctorants mobilisés dans le cadre du projet et sujets de thèses:

Thèses soutenues

N°	Nom et prénom du doctorant	Date de soutenance	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Action
15.	Naimi Sami	25 Avril 2012	CHOUCHANE Mnaouar	Analyse de la stabilité des turbocompresseurs automobiles à paliers hydrodynamiques à bagues flottantes	1
16.	Bellakhdar Bilel	16 juillet 2012	DOGUI Abdelwaheb	Modélisation et analyse d'arbres avec paliers élastiques désalignés et avec jeu : application au vilebrequin	3

Thèses en cours

N°	Nom et prénom du doctorant	Année de la première inscription	Nom et prénom de l'encadreur	Intitulé du sujet de thèse	Action
1.	Ben Hamouda Belghith Saoussen	2009/2010	Bel Hadj Salah Hédi	Etude thermomécanique et expérimentale d'un contact rugueux	2
2.	Boutar Yasmina	2013/2014	Mezlini Salah	Etude et analyse des structures collées : Application pour autobus ICAR	4
3.	Chebil Naziha	2012/2013	Mezlini Salah	Etude et optimisation du procédé de coulée : Applications aux robinetteries AMS	5
4.	Gahbiche Ernez IbtiSEM	2011/2012	Dogui Abdelwaheb	Modélisation et optimisation des performances des systèmes de production avec prise en compte des interactions client fournisseur	7
5.	Sandel Bilel	2013/2014	Benamara Abdelmajid	Modélisation et simulation des traitements de surface électrochimiques	8

Action 1 : Stabilité de paliers

Pour certains turbo-compresseurs installés sur des moteurs d'automobile, le rotor est monté sur des paliers hydrodynamiques. Dans certaines conditions de fonctionnement, le rotor peut devenir instable au-delà d'une certaine vitesse de rotation. L'instabilité peut conduire à l'usure ou à la destruction de paliers.

L'objectif de ce projet est de développer des modèles dynamiques du turbo-compresseur et d'utiliser ces modèles pour prédire le seuil de stabilité du rotor.

Cette étude a été demandée par Renault France et a fait l'objet d'un contrat de recherche entre l'ENIM/LGM et SEGULA Technologies au profit de Renault France. Elle est livrée au contractant.

Action 2 : Etude thermomécanique de contacts rugueux

Les températures atteintes sur les cylindres des moteurs alternatifs ont une influence déterminante sur la durée de vie de la segmentation. Etant donné qu'une quantité de chaleur importante est évacuée vers la culasse, les transferts thermiques dans les joints métalliques qui assurent l'étanchéité entre la culasse et le carter-cylindres ont une influence déterminante sur les températures en haut des cylindres et la culasse en vis-à-vis.

Afin d'estimer le plus précisément possible les températures critiques pour la tenue de la segmentation du piston qui est proche des zones d'appui des joints, il est intéressant d'estimer la résistance thermique globale opposée par le joint aux transferts thermiques entre la culasse et le carter-cylindres.

L'objectif de ce travail est de disposer d'une analyse physique quasi-exhaustive des phénomènes de base pour ensuite pouvoir trouver une méthode permettant de relier les transferts thermiques aux paramètres importants du problème.

Cette étude a été demandée par Renault France et a fait l'objet d'un contrat de recherche entre l'ENIM/LGM et SEGULA Technologies au profit de Renault France. Elle est livrée au contractant.

Action 3 : Modélisation et analyse des arbres

Les composants des moteurs automobiles sont de plus en plus sollicités notamment le vilebrequin et les chapeaux de paliers. Une des particularités du vilebrequin est qu'il est en appui hyperstatique sur des paliers élastiques avec jeux qui eux-mêmes peuvent être désalignés. Ainsi, pour un chargement extérieur donné, les efforts sur les paliers peuvent varier de façon non négligeable en fonction des jeux, des élasticités (arbre et logement) et des désalignements.

L'objectif est de développer un outil d'aide au pré dimensionnement « Résistance des Matériaux » dit « d'ordre 1 ». Cet outil permettra d'apporter des réponses rapides, notamment durant les phases où on définit les grandes lignes du vilebrequin ou des paliers (qui conditionnent le dimensionnement d'autres pièces).

Cette étude a été demandée par Renault France et a fait l'objet d'un contrat de recherche entre l'ENIM/LGM et SEGULA Technologies au profit de Renault France. Elle est livrée au contractant.

Action 4 : Etude des structures collées pour autobus ICAR

Cette action rentre dans le cadre d'une collaboration entre le Laboratoire LGM et ICAR. La doctorante bénéficie d'une bourse MOBIDOC. Les réclamations de décollement des produits aussi bien avant et après utilisation constituent un des problèmes majeur de la société ICAR. Garantir une qualité des produits collés nécessite une maîtrise de l'influence de différents paramètres. L'objectif principal de cette action est de mettre en œuvre une méthodologie de collage des différents produits ICAR afin d'optimiser au mieux les paramètres du procédé et de fournir un outil d'aide à la fabrication.

Action 5 : Etude du procédé de coulée : Applications aux robinetteries AMS

L'objectif principal de cette action est de faire une analyse statistique des différents défauts observés sur les robinets les plus produits par l'AMS et d'analyser par la suite l'effet de différents paramètres du procédé sur la qualité des produits. Ces analyses permettent ensuite de mettre en place une méthodologie de coulage fiable permettant ainsi d'accéder aux paramètres optimaux du procédé.

Action 6 : Développement et mise en place des ratières textile

Le tissage artisanal trouve des difficultés énormes surtout à la vente. La faible cadence de travail est parmi les problèmes de type de travail. Un tissu comme le « beskri » peut prendre 15 jours de travail pour un mètre de longueur. Pour conserver ce patrimoine que vient l'idée d'introduire une industrialisation partielle et de créer un outil d'aide de l'artisan textile.

Dans cet horizon, s'inscrit l'action qui a pour objectif de développer et de mettre en place un outil d'aide accru pour l'artisan et conservant l'aspect artisanal folklorique de métier.

Action 7 : Modélisation et optimisation des performances des systèmes de production avec prise en compte des interactions client-fournisseurs

L'élaboration d'un produit fini nécessite généralement l'intervention de différents acteurs qui ne font pas partie de la même entreprise (fournisseurs, transporteurs, fabricants, distributeurs, détaillants, etc.). Les décisions opérationnelles relatives à la gestion de tels systèmes de production sont généralement prises au niveau individuel de chaque entreprise et par rapport aux critères locaux seulement. Cette décentralisation des décisions conduit naturellement à une perte d'efficacité pour l'ensemble de la chaîne. L'objectif de la thèse est de faire la modélisation puis l'optimisation des performances de tels systèmes en tenant compte des interactions qui peuvent exister entre les différents acteurs.

Action 8: Modélisation et simulation des traitements de surface électrochimiques

L'analyse par simulation numérique de l'écoulement dans une cuve de galvanisation (baignée) est un problème complexe vu les différents phénomènes qui y sont présents. En effet, il s'agit d'une analyse multi-physique qui fait intervenir des paramètres géométriques (forme, position et orientation des pièces), physique (nature du fluide, température, déformation, mouvements, etc.).

Plusieurs secteurs industriels utilisent aujourd'hui le procédé de galvanisation. En particulier, les deux secteurs aéronautique et automobile sont les plus concernés. En effet, la plupart des pièces sont traitées par galvanisation en vue de leur conférer des caractéristiques mécaniques et anti-corrosion bien déterminées.

L'apport de la simulation numérique dans la mise en œuvre de ce procédé est certain vu les coûts exorbitants des essais réels dans ce domaine.

Etapes du projet :

- Conclusion d'accord préalables entre les partenaires universitaires et industriels.
- Etablissement du cadre juridique et administratif pour l'exécution de ce projet.
- Etablissement des conventions de sous-traitance et d'expertise entre les partenaires choisis et éventuellement avec d'autres labos.
- Réalisation du projet « PHASE ZERO » pour l'établissement des spécifications techniques de l'outil logiciel à développer. Cette phase permettra aussi d'évaluer le coût du développement de cet outil logiciel et permettra aussi de bâtir le montage financier pour le financement de ce développement en faisant appel éventuellement aux fonds de subvention de la R&D.
- Développement de la première maquette numérique du projet.
- Phase de test et validation industrielle.
- Développement du logiciel en sous-traitance.

Durée du projet :

Ce projet innovateur nécessite trois à quatre ans pour aboutir à un outil exploitable et un investissement (en cours d'estimation) faisant éventuellement recours à des mécanismes de financement de l'innovation et de la recherche.

Partenaires du projet :

Le client (AEROTECH) qui apportera son expertise dans le domaine de la galvanoplastie et sera la source de la base de connaissances à constituer pour cet outil. Le client apportera aussi le financement et se fera aidée éventuellement par des fonds de recherche,

Un partenaire de développement de Logiciels (TELNET par exemple), qui apporterons l'expertise dans la gestion des projets d'innovation, la modélisation mécanique et le développement de logiciels scientifiques et techniques ainsi que dans la mise en réseau dans le milieu de la recherche et de l'innovation,

Des Laboratoires de recherche partenaires (LGM – ENIM Monastir TN et LGC-UPS de Toulouse FR donné son accord de principe) apporteront leur expertise dans le développement des modèles et simulations mécaniques multi physique et feront l'interface éventuelle avec des laboratoires de recherche de Chimie et de Génie Electrique.

Action 9 : Etude de la microreptation

La bielle d'un moteur d'automobiles est constituée d'un corps et d'un coussinet emmanché forcé dans le corps. Des orifices, permettant le passage de l'huile de lubrification du palier bielle/vilebrequin, traversent le coussinet. Il a été constaté que lors du fonctionnement du moteur, il arrive parfois que des petits mouvements relatifs du coussinet par rapport au corps de bielle (micro reptation) se produisent. Ce phénomène peut être dangereux et peut provoquer le dysfonctionnement du moteur si ces mouvements bouchent les orifices de lubrification. L'objectif principal de cette étude est d'Obtenir une procédure de simulation de la microreptation sur tête de bielle à coupe droite qui donne des résultats réalistes.

Cette étude a été demandée par Renault France et fait l'objet d'un contrat de recherche entre l'ENIM/LGM et SEGULA Technologies au profit de Renault France. Une partie de l'étude a été livrée au contractant.

- Quels seraient les objectifs spécifiques et les résultats attendus du projet de recherche ?

Action 1 : Stabilité de paliers

Il s'agit de développer des modèles linéaires de turbo-compresseurs à paliers hydrodynamiques à bague flottantes et de déterminer en fonction de paramètres du rotor et des paliers la carte de stabilité dans l'espace vitesse de rotation et paramètre de palier.

Pour des caractéristiques données du rotor et de paliers et une vitesse de fonctionnement spécifiée, il est alors possible de savoir si le système appartient à un domaine de mouvement stable ou non.

Action 2 : Etude thermomécanique de contacts rugueux

Détermination d'une manière précise des champs de température dans l'ensemble culasse-joint-bloc-cylindres. Cette analyse ne peut se faire qu'en tenant compte de la présence des irrégularités des surfaces en contact. Pour ce faire, des modélisations aussi bien à l'échelle microscopique (rugosité) qu'à l'échelle macroscopique (structure) sont réalisées.

Action 3 : Modélisation et analyse des arbres

L'objectif est de développer un outil de type d'aide au pré dimensionnement « Résistance des Matériaux » écrit sous MATLAB©. Il prend en compte les chargements, les jeux, l'élasticité des appuis et de l'arbre et les désalignements avec leurs lois de distribution. Les principales données dimensionnelles qui seront rentrées dans le programme ne seront que des cotes macroscopiques (un diamètre moyen, une épaisseur moyenne).

Action 4 : Etude des structures collées pour autobus ICAR

Il s'agit de cerner les causes de défauts du procédé de collage : Faire l'inventaire du procédé au niveau des quels ICAR a reçu des réclamations de décollement s'avère nécessaire afin de dégager d'une part les phases essentielles du procédé et les paramètres utilisés et de d'identifier les causes probables des défauts. L'analyse de l'effet de différents paramètres permet ensuite de mettre en place des outils d'aide et de prédiction du procédé de collage. Ces outils permettent donc de mettre en place une méthodologie de collage fiable permettant ainsi d'accéder aux paramètres optimaux du procédé.

Action 5 : Etude du procédé de coulée : Applications aux robinetteries AMS

Les travaux de thèse prévus permettent de mettre en évidence les paramètres les plus influents sur le procédé de coulée des principaux produits AMS. L'analyse de l'effet de différents paramètres permet ensuite de mettre en place des outils d'aide et de prédiction du procédé de coulée. En plus, le processus de conception en fonderie est un processus complexe dans le sens où il fait intervenir des facteurs de métiers ou d'expertises variés, et surtout ce procédé nécessite de nombreux bouclages de conception : par exemple entre la pièce telle que le concepteur la dimensionne et la pièce telle que le fondeur peut la produire, ou encore entre la pièce effectivement réalisable et les outillages associés. Ces bouclages inévitables mais coûteux doivent donc être réduits le plus possible. Il manque donc aux entreprises de fonderie une méthodologie et un cadre formel qui puissent leur permettre de réaliser la conception complète d'une pièce et de ses outillages tout en réduisant le plus possible les bouclages.

Action 6 : Développement et mise en place des ratières textile

L'objectif de cette action est la mise en place d'une machine pouvant s'installer sur le métier classique de tissage et qui permet de sectionner les fils selon un modèle prédéfinis.

Pour le faire, on projette étudier et concevoir une ratière mécanique et réaliser en un premier temps un prototype fonctionnel.

Action 7 : Modélisation et optimisation des performances des systèmes de production avec prise en compte des interactions client-fournisseurs

L'objectif précis de cette action est d'étudier le cas particulier d'une chaîne logistique formée par un producteur d'une part et un ou plusieurs fournisseurs (ou des sous-traitants) de l'autre part. En plus de leurs propres produits, les fournisseurs peuvent accepter ou refuser de fabriquer pour le compte de l'entreprise cliente un produit qui lui est spécifique, sous certaines conditions spécifiées à travers un contrat. Deux aspects importants seront abordés dans le cadre de cette action : l'étude des interactions de type fournisseurs-fournisseurs et l'étude des interactions de type fournisseurs-clients. L'objectif final étant de proposer un genre de contrat de collaboration entre les différents acteurs permettant à chacun d'eux d'exploiter au mieux ses ressources de production et par conséquent de tirer plus de profit par rapport à la situation classique à laquelle ils aboutiront si chacun d'entre eux défend et optimise ses propres intérêts seulement.

Action 8: Modélisation et simulation des traitements de surface électrochimiques

Cette action, en collaboration avec les industriels du métier, vise le développement d'une maquette numérique permettant de simuler l'opération de baignée, dans un bain de galvanisation, de pièces mécanique.

Action 9 : Etude de la microreptation

Objectifs spécifiques :

- Prise de connaissance du sujet à travers un cas test proposé par le contractant.
- Analyse des facteurs influents sur le phénomène.
- Construction d'une procédure de simulation de microreptation et ébauche d'un plan de synthèse..

Livrables :

- Rapports de synthèse et résultats de simulations.
- Procédure de simulation numérique.

-Méthodologie de réalisation du projet

Action 1 : Stabilité de paliers

Les modèles développés ont été utilisés pour élaborer des algorithmes de prédiction de stabilité. Ces algorithmes ont été programmés en langage Matlab. Deux méthodes de détermination de stabilité ont été appliquées. Dans la première méthode, on calcule les valeurs propres. Le système est stable si les valeurs propres ont tous des parties réelles positives. Dans la deuxième méthode, les critères de Routh ont été appliqués sur les coefficients du polynôme caractéristique du système.

Action 2 : Etude thermomécanique de contacts rugueux

Des modélisations numériques ont été développées. Ces modélisations s'intéressent, tout d'abord, à l'analyse du comportement mécaniques des surfaces en contact et en particulier à l'analyse du niveau de déformation avec prise en compte de la géométrie des corps en contact. Ensuite, elle porte sur la détermination de la Résistance Thermique de Contact (RTC) aux différentes interfaces.

La mise en place d'un dispositif expérimental de détermination de la RTC a été aussi effectuée afin de valider l'approche numérique développée.

La dernière étape est l'exploitation de l'analyse mécanique et thermique (RTC) pour l'estimation des températures atteintes dans l'ensemble culasse/joint et bloc-cylindres.

Action 3 : Modélisation et analyse des arbres

La méthodologie consiste d'abord à la mise en équations du problème. Le vilebrequin, d'un moteur quatre cylindres en ligne, est modélisé par un arbre cylindrique à sections elliptiques qui repose sur cinq appuis élastiques désalignés et avec jeux. Une loi de comportement non linéaire des appuis est proposée. Ensuite, un nouveau modèle de rigidité des appuis qui prend en considération à la fois l'effet du jeu et l'effet de la lubrification est proposé. Après, une méthodologie de détermination de la rigidité flexionnelle du vilebrequin est présentée. Par la suite, on a validé le modèle Rdm à travers un modèle EF à base de géométries réelles. Enfin, l'outil est utilisé pour faire quelques analyses.

Action 4 : Etude des structures collées pour autobus ICAR

-Analyse des défauts : analyse des décollements des joints au cours de fonctionnement des véhicules suivie d'une analyse de la structure pour corréler les modes de sollicitation aux réclamations reçues

-Etude expérimentales : Analyse à travers des essais normalisés des produits collés ICAR et mise en évidence expérimentale des principaux paramètres influents

-Simulation numérique : le développement des modèles numériques relatifs aux procédés de collages des produits ICAR permet d'une part une comparaison avec les résultats expérimentaux et d'autre part de constituer une base de données permettant d'optimiser les paramètres de collage.

Action 5 : Etude du procédé de coulée : Applications aux robinetteries AMS

-Analyse des produits AMS coulés et mise en évidence expérimentale des principaux paramètres influents.

- Simulation numérique de procédé de coulé des robinets AMS les plus produits et optimisation des différents paramètres de coulée.

- Mise en place d'un Méta-modèle

Action 6 : Développement et mise en place des ratières textile

La démarche prévue pour la réalisation de projet est comme suite :

- Etude et analyse des systèmes existants
- Conception de la ratière mécanique
- Etude de fabrication de la ratière
- Réalisation d'un prototype fonctionnel.
- Analyse de prototype et préparation de la réalisation du produit final.

Action 7 : Modélisation et optimisation des performances des systèmes de production avec prise en compte des interactions clients-fournisseurs

La démarche prévue comporte les étapes suivantes :

- Modélisation (modèles stochastiques et théorie des files d'attente pour la modélisation des systèmes de production ; Théorie des jeux pour la modélisation des interactions entre les différents acteurs).
- Développement de techniques (analytiques/numériques) pour l'évaluation et l'optimisation des performances
- Etude numérique pour analyser et quantifier le gain qu'on peut avoir grâce à la collaboration des différents acteurs, et ce, en fonction des différents paramètres du modèle.

Action 8: Modélisation et simulation des traitements de surface électrochimiques

Ce projet fait appel à des spécialités diverses et variées. En particulier nous pouvons citer :

- La Mécanique des Fluides,
- La CAO et le Calcul par Eléments Finis ;
- L'électrocinétique (galvanisation).

De ce fait, la méthodologie adoptée sera essentiellement basée sur des simulations numériques en :

- Modélisation 3D (compréhension de la morphologie des pièces et de leur environnement dans le bain),
- Modélisation des phénomènes électro-thermo-chimiques mis en jeu dans les bains,
- Modélisation de la mécanique des fluides autour des pièces due à l'agitation mécanique de la solution électrolytique,
- Analyse numérique et notamment la méthode des éléments finis pour la résolution des modèles sus indiqués,
- Programmation informatique (pouvant faire appel à l'intelligence artificielle) pour la production de cet outil logiciel.

Action 9 : Etude de la microreptation

L'étude est réalisée en développant des modèles numériques par éléments finis intégrant différentes géométries de bielles, différentes lois de frottement et différents chargements inspirés de situations réelles. Ses modèles seront utilisés pour analyser les facteurs influents sur le phénomène de microrepatation.

-Echéancier de mise en œuvre du projet

Il est demandé, pour chaque projet, de faire un bilan détaillé sur les activités réalisées durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours), et de décrire les actions projetées pour les deux années qui restent 2014 et 2015.

- 1 ^{ère} année (2012): Deux mémoires de thèse de doctorat soutenus : <ul style="list-style-type: none">○ Thèse de Sami NAIMI (Action 1)○ Thèse Bilel Bellakhdhar (Action 3)
- 3 ^{ème} année (2014): On prévoit la soutenance de thèse: <ul style="list-style-type: none">○ Thèse de Saoussen BELGHITH(Action 2)
- 4 ^{ème} année (2015): On prévoit la soutenance de thèse: <ul style="list-style-type: none">○ IbtissemGAHBICHE ERNEZ (Action 7)○ Naziha CHBIL (Action 5)

-Partenariat dans le cadre du projet

<p>Le projet fait-il l'objet d'un contrat avec une entreprise ou organisme concerné dans le cadre de l'ouverture sur l'environnement socio-économique? Si oui, préciser :</p> <ul style="list-style-type: none">- Contrat d'études : Actions 1, 2, 3, 6 et 9- Convention de collaboration : Action 5- Thèses MOBIDOC : Actions 4 et 8 <p>-Noms des partenaires socio-économiques :</p> <ul style="list-style-type: none">- Renault/Ségula Technologie- Ateliers Mécaniques du Sahel (AMS)- Les Industries de Carrossage Automobiles (ICAR)- Aerotech et Telnet- Société Art et Conseil <p>-Nature et objet du partenariat :</p>
<p>Le projet fait-il l'objet d'un partenariat scientifique international? Si oui, préciser : oui</p> <p>Nom du bailleur de fonds :Renault (France)</p> <p>Noms des partenaires institutionnels étrangers : Projet Renault effectué avec un partenaire internationale</p> <p>Type de coopération : bilatérale <input checked="" type="checkbox"/> tilatérale <input type="checkbox"/></p>

-Consistance des résultats attendus du projet

Bilan des résultats obtenus durant les deux premières années du programme du laboratoire 2012-2013 (à mi-parcours) et objectifs visés pour les deux années qui restent 2014-2015.

- La pertinence des résultats attendus du projet recherche

Par rapport à la problématique posée au départ et aux objectifs spécifiques visés, explicitez la plus value identifiable et évaluable du projet :

Action 1 : Stabilité de paliers

Cette action a permis de développer des programmes en langage Matlab utilisable pour déterminer la vitesse limite de stabilité d'un turbo-compresseur automobile à paliers hydrodynamiques.

Action 2 : Etude thermomécanique de contacts rugueux

Une analyse thermique de la distribution de la température dans l'ensemble culasse-joint-bloc cylindres avec prise en compte de la rugosité des surfaces a été effectuée. Cette analyse a été comparée à des modélisations considérant des différents types d'interfaces, en particulier des contacts parfaits et le concept de la surface somme (Fig. 1).

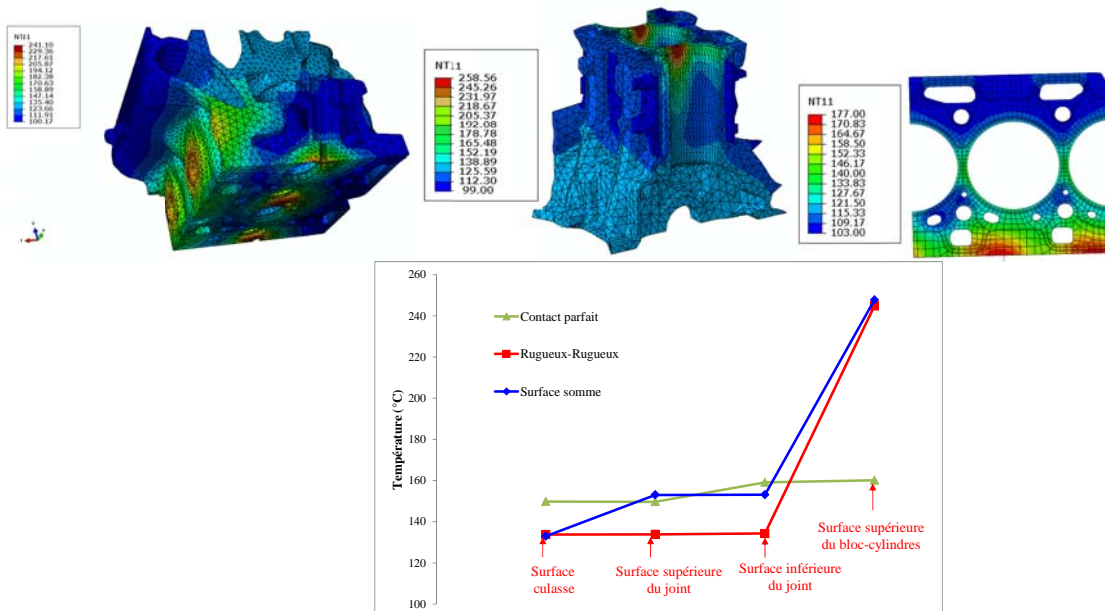


Fig. 1 : Distribution de la température dans l'ensemble bloc-joint-culasse

Action 3 : Modélisation et analyse des arbres

- Proposition d'une loi de comportement en rigidité d'un palier.
- Proposition d'une méthodologie de détermination de la rigidité de vilebrequin.
- Réalisation d'une plateforme sous Matlab qui sert d'outil de pré dimensionnement dit « d'ordre 1 » qui permet d'apporter des réponses rapides et assez précises à l'utilisateur. Elle permet d'éviter un grand nombre de calculs éléments finis dans le processus itératif de dimensionnement.



Action 4 : Etude des structures collées pour autobus ICAR

- Analyse de la chaîne de fabrication des autobus ICAR afin de dégager le procédé adopté, les phases essentielles du collage des structures et les paramètres utilisés,
- Une étude statistique sur les quatre dernières années est effectuée dans cette première étape pour simuler la durabilité des assemblages collés.

Action 5 : Etude du procédé de coulée : Applications aux robinetteries AMS

Une analyse statistique sur les différents défauts observés sur le mélangeur de douche produit à l'AMS a été menée (Fig. 2). Des observations microscopiques ont été aussi faites afin de localiser les différents défauts et de remonter par la suite aux causes probables de ces défauts (Fig. 3).

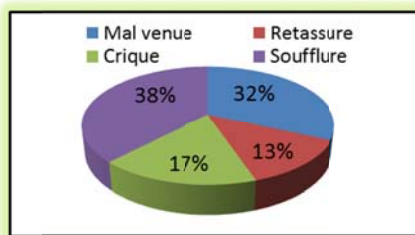


Fig. 2 : Taux de défauts de fonderie pour le mélangeur de douche



Fig.3 : Exemple de défauts : Présence d'une crique

Action 6 : Développement et mise en place des ratières textile

L'analyse des modèles existants est achevée et une première conception du nouveau modèle est en cours.

Action 7 : Modélisation et optimisation des performances des systèmes de production avec prise en compte des interactions client-fournisseurs

Dans une première étape, nous avons considéré le cas d'un seul fournisseur qui, en plus de ses propres produits, a le choix d'accepter ou de refuser de fabriquer pour le compte d'une entreprise cliente un produit qui lui est spécifique, sous certaines conditions spécifiées à travers un contrat. Après avoir fait la modélisation, nous avons proposé une démarche pour mesurer et optimiser les performances du système. Ces résultats ont été utilisés pour caractériser analytiquement et numériquement la stratégie optimale en termes d'acceptation ou de refus du contrat et aussi en termes de mode optimal de gestion de production.

Dans une deuxième étape, nous avons considéré le cas d'une chaîne logistique formée par 3 entreprises différentes : deux fournisseurs et un client. L'objectif étant d'étudier l'effet de la compétition et de la collaboration entre les différents acteurs sur la performance globale de la chaîne logistique et sur le mode optimal de gestion de production. Pour ceci deux modes de gestion ont été étudiés et comparés : La gestion centralisée dans laquelle on suppose l'existence d'un seul décideur qui a comme objectif la maximisation du profit global de la chaîne logistique, et la gestion décentralisée dans laquelle on suppose que chaque acteur défend et optimise ses propres intérêts seulement. La perte par rapport au cas centralisé a été étudiée et caractérisée et des solutions ont été proposées pour la réduire.

Dans une troisième étape, nous nous intéressons aux formes d'alliances qu'on peut avoir entre les fournisseurs. Pour ceci nous procédons à l'extension des résultats précédents au cas multi-fournisseurs. Sous cette condition, on aura non seulement le problème de compétition entre les différents acteurs, mais aussi le problème de formation de coalitions, où certains fournisseurs font un genre d'union pour tirer plus de profit par rapport aux autres. La stabilité de ces coalitions est à étudier. Les performances correspondantes sont à analyser et à optimiser.

Action 8 : Modélisation et simulation des traitements de surface électrochimiques

Le projet étant en phase de démarrage. Nous sommes actuellement en phase de bibliographie et de prise en mains des outils de simulation numérique nécessaires pour le projet. Des visites à l'entreprise ont eu lieu.

Action 9 : Etude de la microreptation

Deux rapports relatifs aux deux premières étapes de l'étude ont été livrés au contractant. Le financement correspondant a été reçu.

-La consistance des résultats attendus du projet de recherche en termes de production scientifique et de formation diplômante (habilitations, thèses, mastères) :

- Nombre estimatif d'articles scientifiques dans les revues indexées, à comité de lectures.

2012 : 01 , 2013 : 02 , 2014 : 03, 2015 : 04, Total = 10

-Nombre estimatif de brevets d'invention ou d'obtentions végétales du projet de recherche (sur les 4 ans)

Néant

- Nombre estimatif de communications à des manifestations scientifiques internationales et nationales avec actes.

2012 : 01 , 2013 : 03 , 2014 : 05, 2015 : 05, Total = 14

- Liste nominative des enseignants-chercheurs du corps B susceptibles de soutenir leurs habilitations au terme du mandat de 4 ans du laboratoire.

1. Hadj Youssef Khaled, soutenance prévue en 2015

- Liste nominative des doctorants susceptibles de soutenir leurs thèses de doctorat au terme du mandat de 4 ans du laboratoire: **(Projet 1)**

1. Naimi Sami, soutenue le 19/01/2012.

2. Bellakhdhar Bilel, soutenue le 14/12/2012.

3. Belghith Saoussen, soutenance prévue en 2014

4. Chebil Naziha, soutenance prévue en 2015

- Nombre estimatif d'étudiants susceptibles de soutenir leurs mémoires de mastère au terme du mandat de 4 ans du laboratoire : Néant

Mastères soutenus en 2012 et 2013 :Néant

Prévision de soutenance de mastère en 2014 : Néant

Prévision de soutenance de mastère en 2015 : 0 (passage au mastère LMD)

III – MOYENS DEMANDES POUR L'ACHEVEMENT DES ACTIONS PROGRAMMEES EN 2014 ET 2015

(A remplir pour les deux années budgétaires 2014 et 2015)

Année budgétaire : 2014

III-1- EQUIPEMENTS DEMANDES

N°	Désignation	Quantité	Coût total (DT)
1	Micro indenteur instrumenté	1	120 000
2	Machine d'enrobage	1	15 000
3	Station de Calcul	1	10 000
4	Ordinateur Personnel	15	30 000
Total :			175 000

III-2- SEJOURS SCIENTIFIQUES (en Tunisie ou à l'étranger)

Grade	Nombre	Type du séjour (mission/stage)	Objet du séjour	Lieu et durée
Professeur	5	Mission	Conférences/ Soutenances	Europe/4jours
Maître de Conférences	5	Mission	Conférences/ Soutenances	Europe/4jours
Maître assistant	5	Mission	Conférences	Europe/4jours
Maître assistant	5	Stage	Stage de recherche	Europe/15jours
Assistant	2	Mission	Conférences	Europe/4jours
Assistant	2	Stage	Stage de recherche	Europe/15jours
Doctorant	15	Stage	Stage de recherche /Conférences	Europe/30jours

III-3- CONTRATS ET VACATIONS

Qualité	Nombre	Objet du contrat/vacation	Durée (en mois)	Rémunération totale (DT)
Doctorant	7	Bourse de thèse	84	42 000
Technicien	1	Technicien en génie mécanique	12	9000
Total :				51000

Année budgétaire: 2015

III-1- EQUIPEMENTS DEMANDES

N°	Désignation	Quantité	Coût total (DT)
1	Tronçonneuse	1	15 000
2	Enceinte thermique pour machine de traction	1	30 000
3	Station de Calcul	2	20 000
4	Ordinateur Personnel	10	20 000
Total :			85 000

III-2- SEJOURS SCIENTIFIQUES (en Tunisie ou à l'étranger)

Grade	Nombre	Type du séjour (mission/stage)	Objet du séjour	Lieu et durée
Professeur	5	Mission	Conférences/ Soutenances	Europe/4jours
Maître de Conférences	5	Mission	Conférences/ Soutenances	Europe/4jours
Maître assistant	5	Mission	Conférences	Europe/4jours
Maître assistant	5	Stage	Stage de recherche	Europe/15jours
Assistant	2	Mission	Conférences	Europe/4jours
Assistant	2	Stage	Stage de recherche	Europe/15jours
Doctorant	15	Stage	Stage de recherche /Conférences	Europe/30jours

III-3- CONTRATS ET VACATIONS

Qualité	Nombre	Objet du contrat/vacation	Durée (en mois)	Rémunération totale (DT)
Doctorant	7	Bourse de thèse	84	42 000
Technicien	1	Technicien en génie mécanique	12	9600
Ingénieur	1	Ingénieur en génie mécanique	12	12000
Total :				63 600

Tableau récapitulatif du budget demandé pour 2014-2015

Rubriques	Montants Demandés (DT)	
	3 ^{ème} année(2014)	4 ^{ème} année(2015)
Equipements Scientifiques	175 000	85 000
Sous-traitance	20 000	20 000
Consommables et petits matériels	10 000	10 000
Missions : <i>Tunisiens allant à l'étranger : frais de transport, timbre et frais de séjour.</i>	35 000	35 000
Stages à l'étranger : <i>frais de voyage, timbre et subventions de séjour.</i>	40 000	40 000
Déplacement et hébergement en Tunisie	2 000	2 000
Organisation de rencontres scientifiques	10 000	10 000
Rémunération des contractuels	51 000	63 600
Documentations et frais d'accès aux réseaux et banques de données	5 000	5 000
Divers et frais de maintenance	5 000	5 000
Total par année	353 000	275600
Total 2014-2015	628 600	

CASE RESERVEE A L'ETABLISSEMENT⁽¹⁾

(1) pour les laboratoires créés aux établissements d'enseignement supérieur et de recherche (relevant des universités)

IDENTIFICATION DU LABORATOIRE DE RECHERCHE

-Etablissement: Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir
-Dénomination du laboratoire : Laboratoire de Génie Mécanique

CHEF DU LABORATOIRE DE RECHERCHE

Nom et Prénom : Bel Hadj Salah Hédi Grade :Professeur
Fonction administrative (s'il y a lieu) : Vice- Président de l'Université de Monastir
Etablissement de rattachement : Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir

Avis du chef de l'établissement et recommandations du conseil scientifique

1- Eligibilité du laboratoire (masse critique)

2- Retombés économiques et sociales escomptées

3- La nomination du chef du laboratoire

Le chef de l'établissement:
(Date, signature et cachet)

ANNEXE 1

Liste des sujets de thèses en cours de préparation
(Thèses de doctorat es-sciences)

**Liste des sujets de thèses en cours de préparation
(Thèses de doctorat es-sciences)**

N°	Nom et prénom du doctorant	Etablissement (où l'inscription est effectuée)	Année de la première inscription	Nom et prénom de l'encadreur	Grade	Etablissement (de rattachement)	Intitulé du sujet de thèse	Avancement (%)
17.	Abroug Foued	ENIM	2013/2014	Sghaier Salem	MC	ISSATK	Influence des paramètres d'usinage en fatigue dans les alliages de Titane	Démarrage
18.	Aloui Mourad	ENIM	2009/2010	Zidi Mondher	P	ENIM	Elaboration et caractérisation du composite à base de matrice et renfort biodégradable	40%
19.	Amamou Amani	ENIM	2012/2013	Mahjoub Said Nejla	MC	IPEIM	Etude d'un jet placé en contre-courant	30%
20.	Assoudi Ali	ENIM	2013/2014	Mahjoub Said Nejla	MC	IPEIM	Etude des conditions de fonctionnement d'un offset jet dans un écoulement extérieur	Démarrage
21.	Azzez Khouloud	ENIM	2013/2014	Dogui Abdelwaheb	P	ENIM	Caractérisation et modélisation du comportement mécanique in vivo de la peau	Démarrage
22.	Bannour Rahma	ENIM	2013/2014	Bouraoui Tarak	MC	ENIM	Effet de la température et du milieu sur la contrainte de recouvrement des alliages NiTi	Démarrage
23.	BelKacem Chebil Sonia	ENIM	2012/2013	Ben Salem Wacef	MC	IPEIM	Contribution à la modélisation du contact outil-pièce en fraisage à bout sphérique	20%
24.	Ben Abdallah Mohamed Amine	ENIM	2013/2014	Aifaoui Nizar	MC	IPEIM	Identification des mécanismes à barres par les techniques intelligentes	Démarrage
25.	Ben Hadj Riadh	ENIM	2012/2013	Aifaoui Nizar	MC	IPEIM	Méthode de génération des plans d'assemblage des produits mécaniques intégrée à la CAO	30%
26.	Ben Hadj Ayeche Syrine	ENIM	2013/2014	Mahjoub Said Nejla	MC	IPEIM	Etude d'un jet pariétal dans un écoulement co-courant	Démarrage
27.	Ben Hamouda Belghith Saoussen	ENIM	2009/2010	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Etude thermomécanique et expérimentale d'un contact rugueux	90%
28.	Ben Hamza Sonia	ENIM	2012/2013	Mahjoub Said Nejla	MC	IPEIM	Modélisation des transferts dans un écoulement d'eau usée à surface libre	30%

29.	Ben Hassen Salah	ENIM	2009/2010	Benamara Abdelmajid	P	ENIM	Contribution à la modélisation des stratégies complexes des opérations d'usinages de parois verticales et poches profondes	60%
30.	Ben Hassine Houda	ENIM	2011/2012	Sghaier Salem	MC	ISSATK	Optimisation des paramètres opératoires et modélisation des conséquences induites par la rectification - galetage d'un acier c45 traite	10%
31.	Ben Khelifa Rim	ENIM	2012/2013	Mahjoub Said Nejla	MC	IPEIM	Etude numérique et expérimentale d'un jet impactant	20%
32.	Boudhaouia Safa	ENIM	2013/2014	Ben Salem Wacef	MC	IPEIM	Mise au point, validation multi échelle expérimentale et numérique de nouvelles techniques d'emboutissage avec matrice modulable à doigts et à poinçon incrémentale et hydraulique	Démarrage
33.	Boufares Zouari Rym	ENIM	2005/2006	Dogui Abdelwaheb	P	ENIM	Analyse expérimentale et numérique du comportement d'une étoffe textile en sollicitations hors axes	80%
34.	Boukraa Enis	ENIM	2013/2014	Chouchene Mnaouer	P	ENIM	Réduction des nuisances sonores et contrôle des vibrations de structures composites avec des systèmes piézoélectriques. Application aux structures aéronautiques	Démarrage
35.	Boutar yasmina	ENIM	2013/2014	Mezlini Salah	MC	ENIM	Etude et analyse des structures collées : Application pour autobus ICAR	Démarrage
36.	Braiek Sonia	ENIM	2013/2014	Zidi Mondher	P	ENIM	Etude de la tenue au feu et des assemblages des structures en tubes composite	Démarrage
37.	Chakroun Nadia	ENIM	2013/2014	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Caractérisation mécanique par nanoindentation des revêtements nanostructurés	Démarrage
38.	Chebil Naziha	ENIM	2012/2013	Mezlini Salah	MC	ENIM	Etude et optimisation du procédé de coulée : Applications aux robinetteries AMS	20%
39.	Chouaibi Youssef	ENIM	2012/2013	Affi Zouhaier	MC	ENIM	Contribution à l'analyse et l'optimisation de performances des robots parallèles à degré de liberté réduit	20%
40.	Debbabi Imen	ENIM	2011/2012	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Contribution aux développements de méthodes sans maillage pour la Modélisation de problèmes thermo Mécanique Application à l'usinage	30%
41.	Dridi Afef	ENIM	2012/2013	Mezlini Salah	MC	ENIM	Etude de caractérisation de l'ensemble dents/brackets et fil dentaire	30%

42.	El Ghali Marwa	ENIM	2013/2014	Aifaoui Nizar	MC	IPEIM	Intégration CAO tolérancement des assemblages mécaniques	Démarrage
43.	Elkamel Gaha Raoudha	ENIM	2008/2009	Benamara Abdelmajid	P	ENIM	Eco-conception et CAO paramétrique	90 %
44.	Eltaief Maher	ENIM	2010/2011	Bouraoui Chokri	MC	ISSIG	Prévision fiabiliste des temps d'inspections de la propagation des fissures en mode mixte	70%
45.	Fathallah Karim	ENIM	2008/2009	Dogui Abdelwaheb	P	ENIM	Modélisation micro-macro du comportement d'un polycristal	75%
46.	Ferjaoui Nizar	ENIM	2011/2012	Chouchene Mnaouar	P	ENIM	Analyse non linéaire et étude debifurcation des rotors avec défauts	40%
47.	Fredj Ramzi	ENIM	2007/2008	Benamara Abdelmajid	P	ENIM	Contribution à la prédiction de la topographie des surfaces en usinage 3 axes	90%
48.	Ftoutou Ezzeddine	ENIM	2008/2009	Chouchene Mnaouar	P	ENIM	Détection et diagnostic des défauts de moteurs à combustion interne par analyse vibratoire	98%
49.	Gahbiche Ernez Ibtissem	ENIM	2011/2012	Dogui Abdelwaheb	P	ENIM	Modélisation et optimisation des performances des systèmes de production avec prise en compte des interactions client fournisseur	30%
50.	Gannoun Meniar	ENIM	2013/2014	Bouraoui Tarak	MC	ENIM	Contribution à une meilleure caractérisation de comportement mécanique d'un alliage Ni-Ti superélastique orthodontique	Démarrage
51.	Ghanmi Hanen	ENIM	2008/2009	Benameur Tarek	P	ENIM	Etude de la qualité des fils de fibres de coton en fonction des paramètres de fibre et de processus de fabrication	70%
52.	Gharbi Fethi	ENIM	2006/2007	Benameur Tarek	P	ENIM	Modélisation et caractérisation expérimentale de la tenue en fatigue des pièces galetées	100%
53.	Graa Mortadha	ENIM	2013/2014	Affi Zouhaier	MC	ENIM	Contribution à la conception mécatronique des véhicules ferroviaires	Démarrage
54.	Guezmil manel	ENIM	2012/2013	Mezlini Salah	MC	ENIM	Etude numérique et expérimentale du comportement tribologique des têtes et cupules de hanches	20%
55.	Hadda Houda	ENIM	2009/2010	Benameur Tarek	P	ENIM	Contribution à l'étude du comportement mécanique des nanocomposites à matrices métalliques obtenus par mécanosynthèse-Frittage	50%
56.	Hagui Mondher	ENIM	2012/2013	Sghaier Salem	MC	ISSATK	Etude du comportement de biocomposites soumis à un couplage impact -fatigue	20%

57.	Hajjaji Imed	ENIM	2005/2006	Romdhane Lotfi	P	ENISo	Etude de l'usure des fraises hémisphériques en usinage des surfaces gauches	90%
58.	Hassine Wannas	ENIM	2013/2014	Bouraoui Chokri	MC	ISSIG	Modélisation de la tri-axialité de l'état de contrainte sur le comportement de fatigue multiaxiale d'un matériau présentant un défaut Approche fiabiliste	Démarrage
59.	Hergli Khaoula	ENIM	2013/2014	Chouchene Mnaouar	P	ENIM	Propriétés acoustiques des panneaux à micro-perforation et micro-fentes	Démarrage
60.	Issaoui Louisa	ENIM	2008/2009	Benamara Abdelmajid	P	ENIM	Méthode de désassemblage automatique de produits mécaniques dans un contexte de CI	95%
61.	Jalled Rihab	ENIM	2013/2014	Ben Salem Wacef	MC	IPEIM	Etude et modélisation de frottement en condition extrêmes. Applications à l'usinage	Démarrage
62.	Kheder Maroua	ENIM	2013/2014	Aifaoui Nizar	MC	IPEIM	Développement d'un plateforme de désassemblage des produits mécaniques intégrée à la CAO	Démarrage
63.	Khelil Nabil	ENIM	2010/2011	Bouraoui Chokri	MC	ISSIG	Analyse comparative des critères de propagation de fissures en mode mixte	60%
64.	Lachiguer Amani	ENIM	2012/2013	Bouraoui Tarek	MC	ENIM	Effet de la diffusion d'hydrogène sur le comportement thermomécanique des alliages à mémoire de forme à base Ni-Ti : Caractérisation, modélisation et simulation numérique	40%
65.	Loghmani Ismael	ENIM	2013/2014	Timoumi Youssef	MC	ENIM	Etude des concentrateurs solaires	Démarrage
66.	Maâlel Zied	ENIM	2013/2014	Mezlini Salah	MC	ENIM	Etude et optimisation des paramètres de mise en forme par estampage des aciers inoxydables	Démarrage
67.	Mabrouki Khaterchi Houda	ENIM	2008/2009	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Modélisation multi-échelle par méthode hybride, EF-Intelligence artificielle du comportement biomécanique de l'os	90%
68.	Mhalla Mohamed Makki	ENIM	2013/2014	Bouraoui Chokri	MC	ISSIG	Analyse fiabiliste d'un matériau composite sollicité à la fatigue et présentant une discontinuité géométrique	Démarrage
69.	Messadi Asma	ENIM	2013/2014	Timoumi Youssef	MC	ENIM	Intégration de l'énergie solaire dans la production d'électricité	Démarrage
70.	Mougaida Ahlem	FSM	2012/2013	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Contribution à l'amélioration de la qualité de l'intégration au cours d'un calcul sans maillage	20%

71.	Mzali Slah	ENIM	2008/2009	Zidi Mondher	P	ENIM	Etude numérique et expérimentale du comportement tribologique des matériaux composites	80%
72.	Rami Anis	ENIM	2013/2014	Sghaier Salem	MC	ISSATK	Optimisation des paramètres opératoires pour le tournage des pièces à l'aide d'un outil combiné Usinage- Galetage	Démarrage
73.	Rokbani Maha	ENIM	2013/2014	Bouraoui Tarak	MC	ENIM	Effet de l'environnement sur la tenue en fatigue des alliages NiTi superélastiques	Démarrage
74.	Sandel Bilel	ENIM	2013/2014	Benamara Abdelmajid	P	ENIM	Modélisation et simulation des traitements de surface électrochimiques	Démarrage
75.	Saoudi Jamel	ENIM	2013/2014	Mezlini Salah	MC	ENIM	Etude analytique et expérimentale des plaques composites pendant le perçage à la sortie de l'élément coupant	Démarrage
76.	Sayahi Mohamed	ENIM	2006/2007	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Prédiction du comportement mécanique des pièces traitées par galetage	80%
77.	Sbayti Manel	ENIM	2013/2014	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Etude Numérique et expérimentale du formage incrémental à chaud	Démarrage
78.	Selmi Naceur	ENIM	2006/2007	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Effet de préformes et des paramètres du procédé d'hydroformage sur la qualité des formes finales	90%
79.	Sendi Zohra	ENIM	2011/2012	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Contribution au développement de Méthodes sans maillage en vue de leur Utilisation en simulation numérique des procédés de mise en forme	50%
80.	Sghir Radhoine	ENIM	2010/2011	Chouchene Mnaouar	P	ENIM	Etude non linéaire de stabilité de rotor	70%
81.	Tarhouni Allegue Lamis	ENIM	2007/2008	Zidi Mondher	P	ENIM	Etude des fibres de posidonie et des composites à base de ces fibres	90%
82.	Tlija Mehdi	ENIM	2007/2008	Benamara Abdelmajid	P	ENIM	Contribution à la prise en compte des Tolérances dans les modeleurs CAO	95%
83.	Zbidi Fairouz	ENIM	2007/2008	Zidi Mondher	P	ENIM	Etude des matériaux composites à base des fibres du palmier doum	100%
84.	Zribi Temim	ENIM	2006/2007	Bel Hadj Salah Hédi	P	ENIM	Etude expérimentale et numérique de l'hydroformage de tubes métalliques	100%

ANNEXE 2

*Fiches individuelles des enseignants chercheurs, doctorants et cadres techniques
ayant un grade équivalent ou homologue au grade d'assistant
d'enseignement supérieur*

ANNEXE 3

Curriculum Vitae