



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

BioMécanique et BioIngénierie

sous tutelle des

établissements et organismes :

CNRS

Université de Technologie de Compiègne (UTC)

Février 2011



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

BioMécanique et BioIngénierie

sous tutelle des

établissements et organismes :

CNRS

Université de Technologie de Compiègne (UTC)

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Février 2011



Unité

Nom de l'unité : BioMécanique et BioIngénierie

Label demandé : UMR CNRS

N° si renouvellement : 6600

Nom du directeur : Madame Marie Christine HO BA THO

Membres du comité d'experts

Président :

Monsieur Lalaonirina RAKOTOMANANA, UMR 6625, Rennes 1, France

Experts :

Madame Joëlle AMEEDÉ, Université Bordeaux 2

Madame Valérie DEPLANO, Université de la Méditerranée, CoCNRS

Monsieur Philippe Sardain, Université de Poitiers, CNU

Monsieur Jos VAN DER SLOTEN, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique

Monsieur Didier WOLF, Institut National Polytechnique de Lorraine

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Alain VAUTRIN

Représentants des établissements et organismes de tutelles de l'unité :

Monsieur Pierre CHARREYRON, Président de l'UTC

Monsieur Bruno BACHIMONT, Directeur à la Recherche de l'UTC

Madame Marie-Christine LAFARIE-FRENOT, Directrice Adjointe Scientifique du CNRS de l'Institut INSIS

Madame Françoise PAILLOUS, Déléguée Régionale du CNRS DR18



Rapport

1 • Introduction

La visite de l'unité Biomécanique et BioIngénierie, UMR 6600, s'est déroulée le 15 et le 16 février 2011 conformément au programme prévisionnel. L'après-midi du 15 février a été consacré aux présentations du bilan de l'unité sur la période 2006-2010, dans l'amphithéâtre Bessel de l'UTC, suivies d'une visite du laboratoire. La matinée du 16 février a débuté par une visite de laboratoire (suite) et la présentation du projet pour le prochain quadriennal de nouveau à l'amphithéâtre Bessel. L'après-midi du 16 février a été consacré aux huis clos, suivis de la délibération du comité.

Narratif détaillé de la visite.

Ci-dessous le narratif plus détaillé de la visite avec quelques détails sur le contenu des différentes parties de la visite.

Le mardi 15 février, après l'accueil à 13h15, la séance de présentation du bilan de l'unité s'est tenue dans l'Amphithéâtre Bessel de l'UTC de 13h30 à 16h15. Le bilan global de l'unité a été présenté par la directrice. Ensuite, les quatre équipes, à savoir l'équipe ICMOA (Interaction Cellule-Matériaux à l'Organe Artificiel), l'équipe MMEP (Micro et Macro-Ecoulements Physiologiques), l'équipe C2M (Caractérisation Mécanique et modélisation) et l'équipe NSE (Neuromécanique et Signaux Electrophysiologiques) ont présenté tour à tour leur bilan. Une visite du laboratoire a été organisée le 15 février de 16h30 à 19h pour les équipes 1 et 2 après l'exposé des bilans puis le 16 février de 8h00 à 9h30 pour les équipes 3 et 4. Chacune des quatre équipes a présenté deux principaux thèmes / expérimentations bien choisis de leur recherche. La participation enthousiaste des membres de l'unité malgré l'heure tardive ou matinale a été notable.

La présentation du projet s'est déroulée le 16 février à partir de 9h30 de nouveau à l'Amphithéâtre Bessel. Après une présentation globale du projet, les trois responsables des thématiques transverses ont présenté chacun leur projet. Les quatre futurs responsables d'équipes ont ensuite déroulé les thématiques retenues dans le prochain plan quadriennal.

Après un buffet organisé par l'unité, les huis clos se sont tenus au bâtiment Pierre Guilaumat2 (salle 0249). Le comité aDe 13h à 13h30, le comité a rencontré M. Pierre CHARREYRON, Président de l'UTC et M. Bruno BACHIMONT, Directeur à la Recherche de l'UTC.

La direction de l'UTC a présenté la politique de site de l'UTC, notamment le pilotage systémique de plusieurs UMR et la mutualisation des moyens en particulier les ressources humaines. Suite à la participation / création de l'unité au Collegium, ainsi qu'au choix de recherche finalisée avec une alliance large de l'unité et particulièrement pour son dynamisme, la direction a souligné tout l'intérêt qu'elle porte aux activités du BMBI.

Pour le CNRS, les thématiques scientifiques de l'unité entrent tout à fait dans les priorités de l'INSIS et c'est encore une fois dû particulièrement à la participation / création du Collegium. Le CNRS a souligné l'excellence des chercheurs (incluant les nouveaux recrutés) ainsi que leur dynamisme même s'ils sont en nombre relativement restreint (5 chercheurs CNRS).

Pour le huis clos avec les étudiants de 13h30 à 14h, trois doctorants et un post-doctorant ont représenté l'ensemble du personnel. Ils ont mis en exergue leur satisfaction notamment sur le rayonnement dont bénéficie l'unité, en participant activement aux différents congrès nationaux et internationaux.



Ils ont souligné la qualité scientifique de leur encadrement, la disponibilité des ITA / IATOSS, ainsi que la responsabilisation des post-docs dans la vie courante dans l'unité. Ce qui par ailleurs leur donne une tâche administrative alourdie, comme revers de la médaille.

Le huis clos avec les ITA s'est tenu de 14h à 14h30. Les deux représentants ont exprimé leur satisfaction sur leurs conditions de travail, en remarquant qu'il y a eu quatre promotions durant ce quadriennal. Ils ont dit leur satisfaction concernant leur participation réelle dans la vie de l'unité, notamment pour la rédaction, et l'implication dans les projets. Ils participent à part entière à la rédaction des articles de scientifiques (revues et congrès) et à leur présentation dans les conférences internationales. Tout comme les doctorants, l'absence d'un lieu de vie commune, pour la restauration et les pauses semble peser sur le personnel. Le plan de formation ainsi que la planification annuelle de leurs tâches satisfont les ITA / IATOSS. En revanche, ils ont exprimé leur inquiétude par rapport aux prochains départs à la retraite.

L'avant-dernier huis clos de l'après-midi de 14h30 à 15h s'est tenu avec les représentants des chercheurs et les enseignants-chercheurs. D'emblée, ils ont exprimé leur vive inquiétude quant aux deux prochains départs à la retraite du personnel ITA / IATOSS. En sus de l'éparpillement des locaux de l'unité, ils ont soulevé également le problème des surfaces dévolues à la recherche, qui ne suivent pas la croissance des équipes. Quelques difficultés de fonctionnement sont explicitées sur l'augmentation des charges d'enseignement et administratives par rapport à l'UTC. De nouveau, l'éparpillement des locaux de l'unité est évoqué comme un facteur manquant à la vie sociale de l'unité.

De nombreuses satisfactions sur le plan scientifique sont notées à savoir l'encouragement de la direction de l'unité à passer l'HDR, la stimulation à l'autonomie concrétisée par leur participation active au conseil de laboratoire et au conseil scientifique, la transparence de la politique scientifique affichée lors des conseils et enfin l'émulation positive mise en œuvre par la direction pour encourager l'excellence scientifique. Ils ont également apprécié leur niveau d'implication dans la mise en œuvre du plan quadriennal de l'unité. Ils ont également apprécié leur niveau d'implication dans la mise en œuvre du plan quadriennal de l'unité.

Le dernier huis clos de l'après-midi s'est déroulé avec la direction de l'unité. Il a permis essentiellement de faire quelques mises au point des chiffres présentés dans le rapport sur le dénombrement des C et EC, ainsi que celui des contrats ANR, conformément à la présentation orale. Le comité a également voulu obtenir quelques clarifications concernant la création des nouveaux thèmes émergents transversaux. La direction a fait remarquer que cette structure transversale ne constitue qu'une formalisation de thématiques déjà ou en cours d'être mises en place.

Après les huis clos, le comité s'est réuni pour délibérer afin définir les contours consensuels sur l'appréciation générale de l'unité et sur celle des quatre équipes de l'unité, ainsi que pour l'organisation de la mise en forme du rapport final.

- **Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :**

L'UMR 6600 Biomécanique et Bioingénierie est dirigée par Marie-Christine HO BA THO, elle est une unité mixte CNRS et Université de Compiègne (Picardie). Sur le plan historique, l'URA 858 Biomécanique et Instrumentation Médicale, associée au CNRS fut créé par Michel JAFFRIN en 1982, qui la dirigea jusqu'à fin 1995. L'UMR 6660 Biomécanique et Génie Biomédical fut créée en Janvier 1996, et dirigée par Dominique BARTHES-BIESEL jusqu'à fin 2001. L'unité fut reconduite et dirigée par Catherine MARQUE jusqu'à fin 2007. L'UMR 6600 a été renommée Biomécanique et Bioingénierie pour le quadriennal 2008-2011, sous la direction de Marie-Christine HO BA THO.

Les activités de recherche de l'UMR 6600 concernent la biomécanique et la bioingénierie, notamment l'ingénierie de la santé, et d'une manière générale s'organisent autour de l'ingénierie du vivant. Ces recherches sont de nature pluridisciplinaire et multiéchelle, avec une répartition du personnel scientifique et technique estimée à 70% à l'INSIS et à 30% à l'INSB. Les activités portent sur les organes humains et animaux, sur l'ensemble du système musculosquelettique et son contrôle nerveux, notamment sur les signaux électrophysiologiques, avec des sujets sains et pathologiques. Les recherches portent également sur les organes naturels et artificiels (bio organes, biomatériaux). Les recherches vont du niveau cellulaire (bioréacteurs) au niveau organique (fonctionnalité, mouvement), en passant par les tissus (caractérisation multiéchelle, sain et pathologique).



Les écoulements de fluides physiologiques, tant aux niveaux microscopique (interactions avec les capsules, avec les cellules) que macroscopique, constituent une des activités de recherche de l'unité. Dans chaque domaine, les recherches sont menées conjointement avec des cliniciens ou des industriels.

- Equipe de Direction :

Directrice :

M-C HO BA THO

Responsables d'équipes (quadriennal 2006-2010) :

Marie-Danielle NAGE / Cécile LEGALLAIS, Dominique BARTHES-BIESEL / Cécile LEGALLAIS, Marie-Christine HO BA THO, Chantal PEROT.

- Effectifs de l'unité : (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	12	12
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	5	5
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	27	8
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	9,5	10,5
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	29	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	15	12

2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité:

L'unité est formée de quatre équipes de taille différente avec chacune un très bon niveau scientifique, l'ensemble est dynamique sur le plan de la recherche et les résultats scientifiques sont très bien valorisés avec un taux de publication par permanent important. Un rayonnement sur le plan national et international, attesté par un nombre satisfaisant de conférences invitées et / ou plénières, est noté d'une manière générale pour l'ensemble de l'unité. Les thématiques de recherche sont originales.



La qualité scientifique de la recherche est aussi avérée par la publication de résultats dans les meilleures revues scientifiques des domaines de recherche spécifiques. La stimulation scientifique est notable tant au niveau des permanents que des doctorants (participation active aux congrès).

L'implication du personnel permanent et des doctorants à l'organisation de l'unité est aussi mise en exergue au niveau des conseils de laboratoire et de recherche.

- **Points forts et opportunités :**

Les points forts de l'unité sont liés d'abord à la pluridisciplinarité de ses thèmes de recherche avec des membres reconnus sur le plan international dans l'ensemble des quatre équipes de recherche. Outre le matériel spécifique de haut niveau de l'unité, elle dispose également de plateformes techniques partagées importantes (4) pour ses activités de recherche: biologie cellulaire, métrologie en biomédical, imagerie avancée en clinique, et expérimentation animale.

Chaque thème est développé sur plusieurs échelles de description (macro, micro, nanométrique) avec une valorisation scientifique de haut niveau en termes de publications et rayonnement. La structuration formelle des trois thèmes émergents transversaux peut être considérée comme une stratégie pour un « changement dans la continuité » pour préserver le niveau.

La capacité d'autofinancement est élevée avec une tendance à l'augmentation du financement international (européen).

- **Points à améliorer et risques :**

L'unité se trouve dans une situation de départ à la retraite de chercheurs, enseignants-chercheurs et de ITA / IATOSS, qui risque de bouleverser son fonctionnement.

Due à la demande extérieure de la part des utilisateurs de résultats de recherche, il y a risque de dispersion des thématiques. Une plus grande coordination entre les équipes C3M et NSE serait aussi bénéfique, les deux travaillant dans le domaine du système ostéo-articulaire. Le décloisonnement entre les différentes échelles sur les écoulements de fluides physiologiques.

La formalisation des trois thèmes transversaux émergents pourrait conduire à un risque de super-structuration qui pourrait augmenter le volume de travail administratif et de coordination de la recherche voire de perte de lisibilité. Le départ à la retraite de deux ITA augmenterait d'autant plus ce risque.

- **Recommandations:**

Un recrutement de chercheurs et enseignants-chercheurs en adéquation parfaite avec le projet devrait être effectué ; notamment il serait judicieux de renforcer la nouvelle équipe IFS (cf. projet).

Une vigilance devrait être de mise quant à un risque de dispersion des projets, vu la taille relativement modeste des équipes. Un moyen alloué plus spécifiquement à certaines thématiques / projets pour lesquelles l'unité a déjà une réputation internationale devrait pérenniser la recherche.

Une politique d'amélioration de la visibilité internationale de certaines équipes pour attirer plus de chercheurs étrangers en post-doctorat devra être mise en place.



- Données de production :

(cf. http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf)

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	17
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	17
A3 : Taux de producteurs de l'unité [$A1/(N1+N2)$]	1
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	6
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	34

3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'originalité de la recherche au sein du BMBI repose particulièrement sur la pluridisciplinarité, et sur le choix des différentes échelles (de longueur) de description des phénomènes étudiés. Les interactions entre les différents domaines (entre autres l'ingénierie - mécanique, physique, chimique, ... - et les sciences de la vie) ne peuvent plus être négligées, et ces interactions sont d'autant plus exacerbées par l'influence réciproque inévitable des phénomènes aux différentes échelles de description (macro, micro et nano). L'unité est tout à fait dans cette voie.

Le BMBI publie ses résultats dans les meilleures revues internationales en nombre très satisfaisant (142 de rang A sur le quadriennal). 34 thèses et 6 HDR ont été soutenues sur cette période, ce qui représente un nombre important relativement aux membres titulaires d'une HDR. La reconnaissance de ces résultats a pour corollaire l'invitation en nombre appréciable des membres de l'unité pour des conférences invitées et ou plénières dans différents congrès internationaux scientifiques. Tant les doctorants que les permanents, y compris les ingénieurs de recherche, participent à ces congrès, avec un encouragement pour la participation active des doctorants.

- Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :

L'unité fait valoir 9 nominations prix de thèse (4 prix Guy Dénielou, 2 prix posters), 4 nominations prix de la Société de Biomécanique, deux prix internationaux (Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Young Investigator Award : Application World Biomechanics).

Quant au rayonnement scientifique, l'unité est reconnue sur le plan national par l'organisation de congrès (SB 2008), par la participation de ses membres à différents comités scientifiques (SB, SFGMB, CoCNRS, CNU) et par l'expertise à titre d'exemples en FP7, DSTP3, DGRI, ANR.

L'unité se situe de manière très favorable sur le plan local, régional, national et international. Dans le contexte local, elle est associée à plusieurs laboratoires locaux pour ses activités de recherche.



Parmi les actions de structuration et collaborations, il faut mentionner la création de la Fédération de Recherche SHIC associant l'unité à deux autres UMR (Roberval, Heudysiac). Une structuration plus large, le Collegium UTC CNRS INSIS, permet une visibilité plus grande au niveau régional et national.

L'unité devra faire un effort particulier pour améliorer son attractivité pour les post-docs et les étudiants étrangers, même si cela est déjà effectif dans quelques domaines (notamment les pays francophones).

Le BMBI est impliqué dans quelques pôles régionaux (toxicologie et écotoxicologie prédictive - INERIS-, Institut Faire Face, et enfin sur l'autonomie de la personne, du handicap et du vieillissement de la population). Il tient une place notable dans le contexte national sur sa participation aux pôles de compétitivité (Cosmetic Valley, Up-TeX, Medicen) dans le domaine de la santé. Il est également lauréat d'un projet Equipex "Figures". L'unité est bénéficiaire de contrats ANR (5), dans les domaines de la physique et chimie du vivant, des nanosciences, et des technologies de la santé.

Le BMBI est en très bonne position sur le plan européen avec 5 projets européens obtenus qui attestent de la visibilité internationale croissante de l'unité, même si quelquefois ceci est au détriment du financement régional. Des collaborations existent également avec des laboratoires européens, américains et asiatiques.

- **Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité:**

La direction de l'unité est assistée d'un conseil scientifique, d'un conseil de laboratoire et d'une cellule scientifique pour le support technique et scientifique. Le fonctionnement de ces conseils est tout à fait conforme à l'usage à savoir une réunion régulière, 1 fois / mois pour le conseil de laboratoire qui étudie les budgets, les emplois et le fonctionnement interne. Le conseil scientifique formalise la politique scientifique de l'unité et veille à la cohérence des activités de recherche. La participation des membres de l'unité est réelle dans ce conseil.

Notons la participation effective des chercheurs, des enseignant-chercheurs ainsi que des ITA (signalée au cours des huis clos avec les ITA), suivant leur compétence, aux rédactions des projets et également au déroulement de ces projets.

Une réunion annuelle au cours de laquelle les doctorants présentent leurs travaux de recherche est organisée. L'unité stimule les doctorants pour participer aux communications dans les congrès nationaux et surtout internationaux et à la rédaction d'articles scientifiques. L'encadrement scientifique est jugé très satisfaisant par les doctorants, les post-docs ont apprécié l'attribution de responsabilité effective dans les projets tout en notant une augmentation de charge administrative sensible liée à ces responsabilités.

Le projet sur la création des trois thèmes émergents transversaux est commenté ci-dessous.

Les membres de l'unité participent pleinement aux formations des départements de l'UTC, qui a ses spécificités en étant une école d'ingénieurs donc vouée plus particulièrement aux développements et aux applications de l'ingénierie.

La participation de l'unité au Collegium (dispositif unique dans la formation, recherche et l'innovation pour stimuler l'interdisciplinarité) est un atout important pour le BMBI dans le paysage régional. Le Collegium est formé autour du noyau constitué par la fédération SHIC regroupant l'unité, l'UMR Heudysiac, l'UMR Roberval et l'UMR GEC. Le Collegium permet également à l'unité de créer et/ou de consolider ses collaborations, tant sur le plan recherche et que sur le plan formation, avec d'autres équipes de recherche de l'UTC au travers de projets de recherche interdisciplinaire. Cette participation reçoit pleinement l'encouragement et le soutien des deux tutelles, encore soulignés lors des huis clos.

- **Appréciation sur la stratégie et le projet :**

Le BMBI, suite à un repositionnement scientifique, propose une légère modification des appellations des équipes. Ces « nouvelles équipes » seront : (1) CBB : Cellule Biomatériaux Bioréacteurs; (2) IFSB : Interactions Fluides et Structures Biologiques; (3) C3M : Caractérisation Multiéchelle et Modélisation Mécanique; et (4) NSE : Neuromécanique et Signaux Electrophysiologiques.



D'une manière générale, ces équipes vont travailler dans la continuité de leurs thématiques de recherche. Les ressources humaines ont été remaniées en conséquence avec la désignation de deux responsables par équipes, en responsabilisant les jeunes enseignants-chercheurs. L'équipe IFSB semble la plus différente de sa version précédente (MMEP), en incluant un peu plus de modélisation numérique des interactions fluide-structure.

Pour le prochain quadriennal, le chantier le plus important concerne néanmoins la création / formalisation de trois thèmes émergents transversaux. Le BMBI en concertation avec les quatre équipes existantes a proposé la formalisation de trois thèmes émergents transversaux : (1) NANOINBIO (Nanosciences Interface Biologie, resp. K El Kirat); (2) MMC (Microfluidique appliquée et Microsystèmes Cellulaires, resp. E Leclerc); (3) SyNeMus (Système NeuroMusculosquelettique, resp. F Marin). Quelques questions se sont posées quant au mode de fonctionnement des 4 équipes avec les groupes travaillant dans les 3 thèmes émergents transversaux.

La direction a souligné que ces thèmes de recherche existent déjà actuellement mais l'unité souhaite une formalisation de leur existence dans le prochain quadriennal, notamment en désignant nommément leurs responsables. Cette organisation est un moyen de ne pas figer et de « décloisonner » encore mieux les quatre équipes existantes, de stimuler les collaborations internes autour de projets porteurs. C'est également une stratégie pour responsabiliser encore plus la relève scientifique. Ce projet semble tout à fait faisable. Toutefois, le BMBI se doit de rester très vigilant à ne pas créer une multiplication effective d'équipes, et à recruter des chercheurs et / ou enseignants chercheurs en adéquation quasi-parfaite avec cette structuration pour relever ce défi.

4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

- Equipe ICMOA (De l'interaction cellule-matériau à l'organe artificiel), responsable MD NAGEL, C LEGALLAIS.
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	3	3
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	4	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	5,2	5,2
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	11	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	6



- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

L'équipe 1 ICMOA développe une recherche menée sur l'interface cellule-matériau en termes de propriétés adhésives et non adhésives des surfaces de biomatériaux vis à vis de cellules de différentes origines dont les cellules cancéreuses. Ces surfaces modèles offrent un atout intéressant pour identifier le rôle de l'adhérence cellulaire et la notion d'agrégation cellulaire sur la fonction biologique des cellules et sur leur différenciation. Le deuxième axe concerne le développement d'organes artificiels, la conception et l'optimisation de systèmes tridimensionnels adaptés à la culture dynamique en bioréacteurs. Dans ce domaine, l'équipe 1 possède une expertise plus approfondie sur le foie artificiel et une approche multi-échelle des cellules hépatiques immobilisées dans des billes d'alginate. Les autres applications, ingénierie osseuse, rein artificiel sont développées au travers de collaborations. Un domaine de recherche original concerne le développement de puces à cellules, activité de recherche menée en interaction avec l'équipe 2 par un chercheur appartenant à l'équipe 1 et 2. Ce thème fait d'ailleurs l'objet d'un axe transversal émergent dans le cadre du projet (Microfluidique Microsystèmes cellulaires ou MMC).

Les publications sont dans leur domaine de spécialité. Elles sont au nombre de 57, de façon générale dans les meilleures revues de la Biomécanique, deux publications dans la meilleure revue des biomatériaux (Biomaterials), 3 Langmuir, 1 Gut et 3 BBA. On peut noter une bonne activité de formation en master, en thèse (11 doctorats en cours) et cinq thèses soutenues pour 5 HDR au cours du précédent quadriennal. Le nombre d'étudiants post doctorant est limité à un seul étudiant ATER.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Le nombre de conférences invitées est de 5 depuis 2006.

Peu de chercheurs post doctorants : un seul post-doc au cours du précédent quadriennal et aucun ne figure dans le projet de l'unité. Un point important à souligner est le recrutement d'un enseignant chercheur depuis septembre 2010 qui possède une expertise reconnue dans le domaine de l'ingénierie tissulaire (principalement de la peau) ce qui devrait renforcer ce pôle dans le projet de l'unité.

Cette activité a fait l'objet de deux contrats ANR partagés entre les équipes 1 et 2 (deux chercheurs CNRS appartenant à 50% dans chacune de ces équipes), de 4 contrats régionaux et bénéficie d'un partenariat avec l'industrie. L'équipe est partenaire ou coordonnateur de deux projets du ministère (1 PPF et un programme MAE) ainsi que d'un programme Inserm - ProA .

Les collaborations nationales, européennes, et internationales (Amérique, Australie) sont clairement identifiées. Les liens avec la Tufts University et le MIT (USA) de par l'arrivée du nouvel EC devraient être source de collaborations fructueuses.

Il n'y pas de valorisation de la recherche en termes de brevets mais 4 contrats industriels.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet de l'équipe 1 intitulée "Cellule Biomatériaux Bioréacteurs" ou CBB présente un programme de recherche dans la continuité des travaux antérieurs. Ce projet reste pluridisciplinaire, il s'appuie également sur la venue d'un enseignant chercheur recruté en septembre 2010 possédant une forte expertise dans le domaine de l'ingénierie tissulaire. Le principal objectif est d'évoluer vers des dispositifs innovants pour la culture 3D et les applications en ingénierie de quatre tissus : le foie, le rein, l'os et la peau. Deux axes sont clairement identifiés, l'un portant sur les interactions cellules /surfaces incluant des études du comportement d'adhérence cellulaire et non adhérence avec des applications dans la recherche de nouvelles molécules anti tumorale, le deuxième axe portant sur la culture dynamique en 3D, la création d'organes artificiels à l'aide de cellules souches et l'organo-toxicité.



Ce projet reste très ambitieux, compte tenu des moyens affectés, et devra peut-être se focaliser sur des thèmes porteurs et innovants par rapport à la position de ces mêmes domaines d'activité au niveau national et international. Compte tenu de l'expertise déjà acquise sur certains thèmes (tels que le foie bioartificiel, le développement de bioréacteurs et les microsystèmes cellulaires innovants pour la culture 3D), les collaborations nationales et internationales devraient contribuer au recrutement de post-docs et ainsi à une meilleure lisibilité sur l'évolution de ces deux axes.

La politique d'affectation des moyens est d'ores et déjà mise en place auprès de l'Université, du CNRS et devra se concrétiser également lors des appels d'offres futurs (demande d'ANR).

L'originalité de ce projet pluridisciplinaire réside dans le développement de dispositifs innovants pour l'étude de la réponse cellulaire en 2D et 3D. Les risques de dispersion des centres d'intérêt autour de cette structure en deux dimensions (organisation par équipe et par axe transversaux émergents) devront être à nouveau considérés en fonction de l'évolution des moyens humains.

- **Conclusion :**

- **Avis global sur l'équipe :**

Il s'agit d'une très bonne équipe avec un expertise reconnue dans le domaine du foie artificiel et du développement d'outils technologiques dans un domaine extrêmement pointu.

- **Points forts et opportunités :**

Recrutement d'un enseignant chercheur ayant une expertise reconnue en ingénierie tissulaire et ayant des liens étroits avec la Tufts University et le MIT. Projet innovant dans le domaine des biopuces des cellules, opportunités attractives pour des études plus fondamentales sur les interactions cellule / cellule, l'action de molécules bioactives et la culture 3D.

- **Points à améliorer et risques :**

Recrutement de post docs. Risque de dispersion des sujets de recherche si il n'y pas une politique scientifique menée sur les point forts de l'équipe et ce en fonction des moyens humains.

- **Recommandations :**

- Eviter la dispersion des sujets dans le projet de recherche, compte tenu des ressources humaines affichées.

- Améliorer la lisibilité internationale : recrutement de post-docs, conférences internationales des chercheurs et enseignants chercheurs. Favoriser les interactions avec la Tufts University et le MIT pour favoriser les échanges de post doctorants.

- Valoriser les résultats en termes de brevets et de publications dans des revues plus généralistes, ainsi que celles du domaine de la bioingénierie et des biomatériaux permettant d'améliorer la lisibilité de l'équipe dans cette discipline.



- Equipe MMEP (Micro Macro Ecoulements Physiologiques), responsables : D. BARTHES BIESEL, C. LEGALLAIS
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet:

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	1	1
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	7	3
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1,9	1,9
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	5	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	2

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Deux axes ont été développés par l'équipe MMEP durant ce quadriennal. Le premier a trait à des études, à l'échelle microscopique, sur le comportement mécanique et les interactions hydrodynamiques de capsules en écoulement. Ce quadriennal a notamment permis la mise en œuvre d'un nouveau modèle numérique tenant compte des interactions fluide structure en couplant intégrales de frontière pour la partie fluide et résolution par éléments finis pour la partie structure. Ces travaux, longtemps développés dans un cadre purement numérique, sont maintenant complétés de manière très pertinente et complémentaire par le déploiement du versant expérimental. L'équipe MMEP possède une expertise reconnue au niveau international sur cet axe de recherche et les travaux réalisés sont de très bonne qualité.

L'autre axe développé par l'équipe MMEP concerne l'étude des écoulements sanguins, à l'échelle macroscopique, dans des modèles représentant certaines pathologies comme les fistules artério veineuses, le dysfonctionnement hépatique ou encore les pontages coronariens. Des études sont également développées, en collaboration avec l'équipe NSE, sur l'influence de l'effet magnétohydrodynamique sur le signal ECG.

Les travaux sont essentiellement réalisés au travers de modélisations numériques. Ils bénéficient des interactions scientifiques avec le CIMA en matière d'imagerie médicale permettant ainsi d'avoir accès à des géométries et des conditions de flux physiopathologiques. Ceci permet à l'équipe MMEP d'orienter ses recherches sur du « patient-spécifique ».

On notera que l'étude de certaines pathologies est en lien avec les thématiques développées par l'équipe ICMOA. Ce choix est à encourager, il permet notamment de positionner l'axe 2 de l'équipe MMEP sur des thématiques peu étudiées au niveau national.

Durant le quadriennal, les activités de recherches entre l'axe 1 et 2 sont restées cloisonnées avec d'une part l'aspect circulation à l'échelle microscopique et de l'autre circulation à l'échelle macroscopique.



L'équipe MMEP présente un bilan avec 20 ACL dans des journaux de haut niveau en mécanique des fluides comme le journal of Fluid Mechanics ou le Physics of Fluids mais également dans des revues plus spécifiques de biomécanique, Journal of Biomechanics, Annals of Biomedical Engineering montrant ainsi la qualité des résultats obtenus. 6 thèses ont été soutenues durant le quadriennal. Il n'est pas possible de déterminer les nombres de communication car elles sont globalisées au niveau de l'unité et le décompte par équipe n'est pas précisé.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

L'équipe compte 8 conférences internationales plénières invitées (axe 1) et des responsabilités collectives au niveau national et international. 3 ATERs et un chercheur étranger japonais (10 mois) ont participé aux recherches de l'équipe pendant ce quadriennal. Un recrutement CR2 en section 10 a été effectué en 2007. Ce recrutement permet notamment un développement des activités expérimentales de l'axe 2. Sur les 5 étudiants en thèse actuels 4 proviennent de l'étranger ce qui montre une capacité importante de l'équipe à recruter des étudiants venant de l'extérieur.

La capacité de l'équipe à obtenir des financements externes est appréciable avec une subvention européenne, deux subventions nationales sous forme de contrats ANR, et trois subventions régionales. Les collaborations nationales et internationales précisées lors de la présentation orale sont pérennes et fructueuses.

- **Appréciation sur le projet :**

L'équipe MMEP devient l'équipe Interaction Fluides Structures Biologiques « IFSB », cette thématique étant présentée comme le lien entre les deux axes de recherche micro/macro de l'équipe; l'axe « macro » s'investissant dans le couplage fluide structure. Le projet affiche une méthodologie commune entre les deux axes mais conserve des voies de développement parallèles. Le lien micro/macro n'apparaît pas explicitement.

Les perspectives de recherche de l'équipe s'inscrivent dans la continuité de leur bilan avec une volonté accrue de développement des expérimentations in vitro. Cette dualité numérique/expérimental des plus pertinentes est à encourager. Ainsi le projet à l'échelle micro continuera d'être conduit numériquement et expérimentalement. A partir des développements numériques récemment mis en place, des études plus appliquées seront entreprises : comportement de globules rouges en écoulement ainsi qu'étude de pathologie comme la malaria. Cet axe sera judicieusement impliqué dans le thème émergent «Microfluidique et Microsystèmes Cellulaires». Les perspectives de l'axe 2 sont focalisées sur la mise en œuvre effective de la prise en compte du couplage fluide structure à l'échelle macroscopique. Pour cela de nombreux développements tant au niveau numérique qu'expérimental sont envisagés. Certains sujets d'études apparaissent originaux.

Le projet peut paraître ambitieux compte tenu de la structure de recherche matricielle adoptée par l'unité et de la dispersion qu'elle pourrait engendrer. Par ailleurs, sur 4 ETP, deux chercheurs conservent une appartenance à deux équipes de l'unité, l'un d'entre eux devient le porteur d'un thème émergent transversal aux quatre équipes, l'autre sera responsable d'équipe. Un autre chercheur souhaiterait un rattachement hors de l'unité pour le prochain quadriennal et un professeur, demandant l'éméritat, part à la retraite à la fin 2011.



- **Conclusion :**

- **Avis global sur l'équipe :**

Cette équipe est d'un très bon niveau scientifique avec une reconnaissance au niveau international de certaines de ses activités.

- **Points forts et opportunités :**

Recrutement lors des deux derniers quadriennaux de deux chercheurs, développement d'expérimentations en microfluidique complémentaires aux modélisations numériques, travaux à l'échelle macro dont la thématique est en lien avec l'équipe 1 bien positionnés à l'échelle nationale et focalisés sur des applications cliniques concrètes, interaction scientifique avec la CIMA et enfin participation à un thème émergent innovant dans le domaine des biopuces.

- **Points à améliorer et risques :**

Recrutement post doctorants, Risque de dispersion.

- **Recommandations :**

Le projet de l'axe 2, qui prévoit de nombreux développements, peut paraître ambitieux au regard des multiples actions entreprises par certains des acteurs de cet axe. Ainsi il faudra veiller à ne pas disperser les activités de recherche en développant de trop nombreux sujets d'études.

- **Equipe C2M (Caractérisation Modélisation Mécanique), responsable : Marie-Christine HO BA THO**
- **Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :**

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	2	2
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	1
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	10	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1,2	1,7
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	7	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	1



Cette équipe est constituée d'un chargé de recherche et de deux professeurs, ces deux derniers étant titulaires de l'habilitation à diriger des recherches. La direction de l'équipe est assurée par la directrice de l'unité (qui est par ailleurs directrice du Collégium et directrice-adjointe de la Fédération de Recherche). Un professeur agrégé ainsi qu'un praticien hospitalier (radiologue) complètent l'équipe.

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

Cette équipe caractérise à plusieurs échelles (du nano au macro) et à plusieurs périodes de la vie (de la croissance à la sénescence) les propriétés mécaniques des os et des tissus muscles-tendons-ligaments mais aussi de certains organes, tels le foie, chez des sujets sains ou au contraire atteints de pathologies. Les méthodes peuvent être in vitro ou in vivo. Les moyens vont de la nanointendance à l'imagerie IRM, ERM et Ultrasons. Notons l'aspect prometteur de l'élastographie par Résonance Magnétique qui permet de caractériser in vivo la rigidité des tissus hétérogènes et de détecter ainsi la présence de zones malades. Les résultats obtenus en caractérisation permettent de modéliser le système ostéoarticulaire et musculosquelettique. L'expertise au niveau articulaire a des retombées sur la conception de prothèses. A la différence de beaucoup de modèles musculosquelettiques développés en France ou à l'international, celui que l'équipe ambitionne de développer intègre les déformations des segments et articulations. Un modèle éléments-finis s'y prêterait mal, aussi les connaissances sont-elles intégrées dans un méta-modèle. L'équipe dispose d'un système d'analyse du mouvement performant pour la cinématique et les aspects sthéniques, et d'outils de modélisation dynamique pour la détermination des actions mécaniques internes, ainsi que de systèmes EMG. Les retombées de la modélisation au niveau du système concernent la rééducation fonctionnelle et les activités physiques de la population vieillissante.

La production de l'équipe est de 14 articles parus avant le 30 juin 2010 dans des revues internationales à comité de lecture (17 si l'on compte les ACL acceptés à la date du 30 juin). Les revues sont de bonne qualité, telles que Biomaterials et Journal of Biomechanics, ainsi que Clinical Biomechanics et Journal of Musculoskeletal Research. L'équipe est en outre très présente dans les congrès internationaux, ce qui lui confère une bonne visibilité et un rayonnement certain.

Le nombre de thèses soutenues est de 6, ce qui représente assurément un très bon ratio ramené à la petite taille de l'équipe (3 Enseignants-Chercheurs dont 2 HDR). Le bilan en termes de formation à la recherche est donc excellent.

Les points forts sont évidents. Points à considérer et à améliorer :

La taille de l'équipe est sous-critique. Il convient de prêter attention à la dispersion. Si les moyens et méthodes d'investigation développés pour une articulation peuvent servir de fondement à l'étude d'une nouvelle articulation, alors effectivement les études menées au niveau des genoux, hanches et rachis peuvent justifier l'étude d'une nouvelle articulation, telle que par exemple la trapézo-métacarpienne. Cependant, on peut se demander si les études d'organes tels que le foie ne participent pas à une certaine dispersion vis-à-vis du système ostéoarticulaire et musculosquelettique.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Un nombre appréciable de communications internationales plénières et invitées témoigne du rayonnement de l'équipe. Les 3 membres de l'équipe sont membres de bureau de sociétés savantes. Les collaborations locales, nationales et internationales sont très nombreuses, que ce soit dans le milieu académique ou hospitalier.

Les thésards et post-doctorants semblent être d'un bon niveau. Relativement peu sont recrutés localement parmi le vivier d'ingénieurs de l'UTC.

De nombreuses subventions, CNRS et ANR en France, ICT au niveau européen ont été obtenues (notons 2 subventions aux alentours de 300.000 euros obtenues pour l'acquisition du système d'analyse du mouvement).

L'UTC est partie prenante de deux Equipex, « Figures », à travers le laboratoire BMBI et « Robotex », à travers le laboratoire HeuDiaSys avec lequel collabore par ailleurs le BMBI.



Malgré son rayonnement évident, l'équipe a surtout une attractivité vis à vis des pays francophones, mais peu auprès de chercheurs étrangers de haut niveau, venant du monde entier sur de longues périodes.

Les collaborations industrielles existent (notons la présence d'un doctorant à mi-temps, salarié d'une société d'orthopédie) mais ne sont pas très nombreuses, de même que les contrats industriels.

Dans le même ordre d'idée, on ne note pas de réels transferts technologiques. Mais il faut bien admettre que l'équipe est très petite et que ses membres ne peuvent pas être sur tous les fronts !

- **Appréciation sur le projet :**

Le nom de l'équipe va légèrement évoluer dans le projet, passant de C2M à C3M pour Caractérisation Multiéchelle et Modélisation Mécanique, entérinant ainsi une évolution déjà apparue dans le bilan. La direction sera bicéphale, pour préparer l'avenir.

Comme cela a déjà été évoqué, à propos de la nouvelle organisation du BMBI pour son projet, l'équipe C3M s'insère dans l'organisation matricielle avec les équipes en trame verticale et les projets collaboratifs en chaîne horizontale. Le projet horizontal qui la concerne plus particulièrement est le projet SyNeMus, s'ouvrant à sa droite vers l'équipe NSE (Neuromécanique et Signaux Electrophysiologiques) et à sa gauche vers l'équipe IFSB (Interaction Fluides Structures Biologiques).

Autant l'évolution vers l'équipe NSE pour passer du système musculosquelettique au système neuromusculosquelettique paraît conforme à l'état de l'art international et aux challenges internationaux, autant l'évolution vers l'équipe IFSB pour coupler à terme le système neuromusculosquelettique à un système vasculaire peut paraître fort exploratoire.

Par ailleurs, comme le comité l'a souligné précédemment, l'équipe C3M ayant une taille sous-critique, un tel élargissement au travers du projet horizontal peut-il conduire à terme à une nouvelle organisation au sein de laquelle l'équipe trouverait une taille plus conforme aux standards internationaux ?

N'oublions pas dans les projets collaboratifs le projet SUPGEST au sein de la Fédération de Recherche SHIC, projet où le choix d'un métamodèle pour intégrer par fusion les connaissances multiéchelles de l'ensemble du système musculosquelettique devrait faire la preuve de sa pertinence.

Quant aux projets propres à la colonne verticale du maillage, c'est-à-dire propre à l'équipe C3M, ils sont dans la continuité du bilan, à savoir, concernent les propriétés mécaniques des biomatériaux, la caractérisation multiéchelle du complexe os-tendon-muscle, l'ERM, et le système musculosquelettique.

Analyse :

Pour mener à bien cet ambitieux projet, il serait souhaitable qu'il y ait un renforcement du potentiel d'EC ou de C permanents. Des post-doctorants ou chercheurs invités seraient également nécessaires, parce que le taux d'encadrement de doctorants des deux HDR actuels est déjà élevé et que les ressources humaines nécessaires ne peuvent donc pas être recherchées du côté d'autres doctorants.

En ce qui concerne l'originalité et la prise de risques, elles apparaissent selon le comité au niveau du métamodèle qui devra faire la preuve de n'être pas qu'un modèle ontologique, et au niveau de l'étude du système neuromusculovasculaire qui devra apporter une plus-value applicative dans les domaines pointés par le BMBI, à savoir la médecine régénérative et l'assistance à la personne.



- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

Les thèmes de recherche sont innovants sur le plan scientifique et l'approche multiéchelle présente un atout important.

- Points forts et opportunités :

L'originalité des projets, incluant les différentes échelles, ainsi que le lancement du métamodèle, pour mieux appréhender les incertitudes réelles des modèles déterministes, sont intéressants. La collaboration avec les cliniciens apporte de plus une adéquation avec les problèmes concrets.

- Points à améliorer et risques :

La taille de l'équipe est sous-critique. On observe une multiplication de projets dans un domaine très vaste, corollaire du multiéchelle. La création du thème émergent transversal SyNeMus présente une opportunité pour serrer le lien avec l'équipe NSE.

- Recommandations :

Un recrutement de permanent serait nécessaire pour mener à bien les travaux et une attraction de post-docs semble essentielle pour mieux pérenniser les travaux de recherche. Il faudrait se focaliser sur quelques thématiques fortes pour pérenniser la visibilité sur le plan international.

- Equipe NSE (Neuromécanique et Signaux Electrophysiologiques), responsable : Chantal PEROT
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	6	6
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	6	1
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1,2	1,7
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	6	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	3



- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

L'équipe 4 "Neuromécanique et Signaux Electrophysiologiques (NSE)" mène une recherche pluridisciplinaire qui associe des enseignants chercheurs à effectif égal en physiologie (section 66 du CNU) et en traitement du signal (section 61 du CNU). Ces deux disciplines sont mises en synergie dans les trois thématiques de l'équipe. La première thématique est dévolue à l'étude des propriétés neuromécaniques chez le rat et chez l'homme. Les travaux sont originaux en France et bien positionnés au plan européen. Sur certains aspects l'équipe est leader (ex: recueil des électromyogrammes en conditions reflexes chez le rat éveillé ou les travaux réalisés chez les enfants dénutris).

Le deuxième thème concerne le traitement et la modélisation des signaux électrophysiologiques avec trois axes, dont deux sont bien visibles à savoir l'analyse de l'électromyogramme utérin, thématique dans laquelle l'équipe est reconnue au plan national et européen; et l'étude et l'identification du recrutement des UM à partir du signal SEMG.

Enfin, la troisième thématique vise à développer des dispositifs expérimentaux. On peut citer "Rugbor V2" qui est utilisé par la Fédération Française de Rugby dont la partie logicielle est protégée par le CNRS via l'agence de protection des programmes.

Sur la période de référence, l'équipe qui compte 6 enseignants chercheurs dont 3 bénéficiaires de la PEDR et 1 chercheur associé contractuel de l'UTC a publié 29 articles de rang A, ce qui conduit à plus d'une publication par permanent et par an. Ce taux de publication et de PEDR est très honorable. Sur la même période, 12 thèses (dont 2 en collaboration avec d'autres équipes du laboratoire) et 2 HDR ont été soutenues.

Enfin, 6 doctorants 2 post-docs et un chercheur en CDD sont actuellement membres de l'équipe. L'activité de formation doctorale est donc également très bonne avec en moyenne 3 thèses soutenues par an pour 4 HDR. En conclusion, la production scientifique et l'activité d'encadrement doctorale sont d'un très bon niveau quantitatif, il serait cependant souhaitable sans remettre en cause l'aspect pluridisciplinaire de l'équipe d'augmenter le nombre de publications dans les revues de haut niveau en traitement du signal particulièrement pour certains Maîtres de Conférences. En physiologie le niveau des publications est très bon avec un potentiel élevé dans le cas où la collaboration avec des médecins est encore renforcée.

Les collaborations nationales et internationales sont nombreuses, beaucoup sont pérennes, certaines sont concrétisées par des publications communes, d'autres font l'objet de relations contractuelles mais pour plusieurs d'entre elles, il est difficile d'en apprécier la nature exacte.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

On note la participation à l'organisation de plusieurs congrès nationaux et internationaux en particulier la conférence mondiale IEEE EMBC en 2007 à Lyon. 3 conférences invitées ont été données dans des congrès d'importance moyenne (il aurait été intéressant de préciser s'il s'agissait de conférences plénières) et des permanents de l'équipe ont été membres de 3 comités scientifiques de congrès dont 1 international. Enfin, l'édition en chef de la revue française IRBM est assurée par un membre de l'équipe. Ce niveau d'implication dans la communauté est tout à fait satisfaisant.

Pour ce qui concerne le recrutement des doctorants, si on se fonde sur l'établissement qui a délivré le master, on constate un recrutement très local (majoritairement UTC) et 3 recrutements au Brésil dans la même université. Ce point est à améliorer, les nombreuses collaborations scientifiques de l'équipe devraient pouvoir y contribuer.

Au plan national, on constate une activité contractuelle récurrente avec le CNES, un contrat avec l'AFM, un contrat avec le ministère de la jeunesse et des sports et 2 contrats industriels. Les montants sont assez modestes en particulier pour les contrats industriels. A l'international, le projet européen ERANET-SYSBIO obtenu en 2010, coordonné par NSE et d'un montant de 273 k€ pour l'équipe démontre une bonne capacité à répondre à des appels d'offres internationaux et à fédérer des équipes autour d'un projet lourd (6 équipes pour SYSBIO). Il également à mentionner 4 actions internationales dont 3 financées par le ministère des affaires étrangères (Islande, Brésil, Royaume Uni).



Si la valorisation industrielle de la recherche est à améliorer (il n'y a pas de brevet), la valorisation en terme de transfert de connaissances est excellente : la responsabilité du Master "Sciences Technologie Qualité Santé (STQS)" est assurée par un membre de l'équipe NSE. Il est aussi à souligner la participation de l'équipe NSE aux manifestations culturelles du type de la fête de la science.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet s'inscrit dans la continuité des travaux menés dans le précédent quadriennal. On y retrouve la pluridisciplinarité et les 3 thèmes de l'équipe "Propriétés neuromécaniques", "Traitement et modélisation de signaux électrophysiologiques" et "Instrumentation/Technologies". Les verrous attendus sont d'ordre technologiques et expérimentaux avec notamment la difficulté de recrutement de sujets, et scientifique en traitement du signal (Extraction de données, développement de modèle, analyse de signaux multidimensionnels). Comme dans le bilan, le projet fait apparaître de nombreux sujets d'études qu'ils conviendrait peut-être de réduire afin de concentrer les moyens sur les plus importants ce qui permettrait d'approfondir les aspects plus fondamentaux.

L'équipe a su se mobiliser ces quatre dernières années pour obtenir des moyens financiers, il n'y a aucune raison d'être inquiet sur ce point pour le futur. Le faible effectif de l'équipe la rend sensible à la variation de sa constitution. Le remplacement de la responsable de l'équipe, suite à son départ à la retraite, devra être traité avec la plus grande attention. L'idéal serait d'assurer la transition en douceur. Un renforcement en termes d'EC permanent devrait être étudié afin de consolider le projet.

La principale critique que l'on peut faire sur le projet concerne l'absence de rupture par rapport au passé. Le projet assure une forte continuité avec le passé et est de type incrémental, mais manque le risque et la vision qui seraient nécessaires pour réaliser un vrai progrès.

- **Conclusion :**

- **Avis global sur l'équipe :**

Très bonne équipe visible et reconnue en neuromécanique et en analyse et modélisation des signaux SEMG et EHG.

- **Points forts et opportunités :**

- Structuration pluridisciplinaire, très efficace.
- Très bon positionnement national.
- Bonne cohésion et dynamique des membres de l'équipe.
- Potentialité de développement de recherches amont.

- **Points à améliorer et risques :**

- Assurer le remplacement de la responsable de l'équipe sans heurt et sans déstabilisation.
- Augmenter l'attractivité à l'international.
- Poursuivre l'effort d'intégration au plus niveau de la communauté scientifique des chercheurs de l'équipe (Ex : Editorial Board des grandes revues)



▪ **Recommandations :**

- Compte tenu de la taille de l'équipe, éviter la dispersion des sujets.
- Augmenter la production scientifique de certains permanents.
- Améliorer l'attractivité pour recruter des doctorants et des post-doctorants dans les meilleures universités françaises et étrangères.

- Valoriser les résultats en termes de brevets et de publications dans des revues plus prestigieuses en traitement du signal (notamment vis à vis des qualifications CNU).
- Augmenter les contrats industriels et favoriser la recherche translationnelle.
- L'équipe est petite, attention à ne pas trop multiplier les responsabilités prises par les membres de l'équipe (temps recherche à préserver).



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Biomécanique - Bioingénierie (BMBI)	A+	A+	A+	A	A+
De l'interaction cellule-matériaux à l'organe artificiel	A+	A	Non noté	A+	A+
Micro et Macro écoulements physiologiques	A+	A+	Non noté	A	A+
Caractérisation mécanique et Modélisation	A+	A+	Non noté	A	A+
Neuromécanique et Signaux électrophysiologiques	A+	A	Non noté	A+	A+

C1 Qualité scientifique et production

C2 Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 Gouvernance et vie du laboratoire

C4 Stratégie et projet scientifique

Statistiques de notes globales par domaines scientifiques (État au 06/05/2011)

Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
Total	24	32	25	37	40	39	197
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences et Technologies

ST1 Mathématiques

ST2 Physique

ST3 Sciences de la terre et de l'univers

ST4 Chimie

ST5 Sciences pour l'ingénieur

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication

Compiègne, le 15 avril 2011

Référence
P/PC/AL

AERES
Monsieur Pierre GLORIEUX
20 Rue Vivienne
75 002 PARIS

Cher Monsieur,

Voici les commentaires proposés par l'Université de Technologie de Compiègne à la suite du rapport rendu par l'AERES sur l'UMR CNRS 6600 BMBI (Biomécanique et Bioingénierie).

**Observations du laboratoire Biomécanique et Bioingénierie (BMBI)
sur le rapport de l'AERES**

Les membres du laboratoire remercient le comité d'expertise pour l'évaluation de BMBI. Les membres ont découvert avec beaucoup d'attention et d'intérêt le rapport du comité de visite. BMBI prend acte des avis et recommandations du comité et souhaite apporter des observations sur le rapport de l'AERES.

Le rayonnement national et international de BMBI a bien été identifié. Outre cette mention dans le rapport, on peut préciser en effet que l'unité a assuré la présidence de l'organisation de l'ESAO (European Society of Artificial Organs) en 2009, et la participation des membres dans les comités scientifiques dans les congrès internationaux en Biomécanique, Biomedical de référence (European Society of Biomechanics, International Society of Biomechanics, World Congress of Biomechanics, IEEE EMBC).

En ce qui concerne les points à améliorer et risques mentionnés dans le rapport de l'AERES, BMBI souhaiterait souligner que la vision « fonctionnelle et administrative des trois thèmes émergents » ne doit pas être le seul angle de vue. En effet, ces thèmes vont permettre une cohésion scientifique vu les échelles nano, micro et système abordés, évitant ainsi la dispersion en coordonnant les recherches des équipes concernées par ces échelles. Ces thèmes transversaux ont vocation à créer des synergies entre les équipes sur le plan scientifique et non de créer de nouvelles équipes sur le plan fonctionnel.

Présidence

Tél. 03 44 23 43 39
presidence@utc.fr

**Université de
Technologie
de Compiègne**

Centre Pierre
Guillaumat
BP 60319
Rue du Dr Schweitzer
60203 Compiègne
cedex

Tél. 03 44 23 44 23
www.utc.fr

BMBI a apprécié certaines recommandations apportées par le comité montrant la prise en compte du contexte pluridisciplinaire et la taille des équipes. Ainsi le recrutement en parfaite adéquation avec le projet correspond bien aux objectifs de BMBI. Néanmoins BMBI souhaiterait souligner que sa politique de recrutement concerne toutes les équipes afin de préserver l'équilibre de la pluridisciplinarité.



Les observations suivantes sont récurrentes et concernent le nombre de postdoctorants qui selon le rapport de l'AERES est à améliorer et à recruter en externe.

BMBI souhaiterait d'abord préciser que les chiffres mentionnés dans le rapport de l'AERES ne correspondent pas à ceux mentionnés dans le rapport d'activités de BMBI (tableau 2 concernant les ressources humaines des personnels temporaires). Pour l'équipe 1 ICMOA « peu de chercheurs postdoctorants : un seul post doctorant » le tableau affiche 7 personnels temporaires pour cette équipe 1 (dont 3 post docs, un chercheur étranger invité, 3 ATER), 4 pour l'équipe 2 MMEP (2 ATER, 1 post doc, un chercheur étranger invité), 7 pour l'équipe 3 C2M (4 post docs et 3 ATER), 3 pour l'équipe 4 NSE (1 post doc et 2 ATER) pour le quadriennal concerné. Par ailleurs, ces personnels ont été mentionnés lors des présentations en séances plénières.

Le rapport souligne l'attractivité auprès de post doc pour « mieux pérenniser les travaux de recherche ». L'unité compte davantage sur le recrutement des permanents, en mettant en avant l'excellence des candidatures et l'importance stratégique des profils pour la politique scientifique de l'unité, et ne repose donc pas sur le recrutement de personnels temporaires (post-doc) pour cela.

Cette politique de recrutement d'excellentes candidatures ayant un séjour à l'étranger s'est traduite par une montée des activités de valorisation en terme de publications, contrats européens, industriels et privés, tout en préservant la qualité de la recherche comme souligné dans le rapport de l'AERES et l'émergence de nouveaux thèmes transversaux.

D'autres résultats remarquables de cette politique se traduisent par la récente labellisation du projet MS2T « Maîtrise de Systèmes des Systèmes Technologiques » (Laboratoires d'Excellence) noté A+ porté par Heudiasyc, et dans lequel toutes les équipes de BMBI sont concernées en plus de l'équipex FIGURES « Facing Faces Institute Guiding REsearch » déjà mentionné dans le rapport de l'AERES.

En ce qui concerne le recrutement de doctorants et post doctorants étrangers, BMBI tient à souligner que les critères d'excellence du candidat sont d'abord privilégiés, avant leur provenance.

BMBI souhaiterait apporter des observations complémentaires concernant les avis sur les équipes.

ICMOA « Interaction Cellule Matériau à l'Organe Artificiel »

Le comité de visite note qu'« il n'y a pas de valorisation en terme de brevet ». Pourtant dans le rapport d'activités de BMBI il est mentionné 5 brevets (p14 et tableau 5 « Actions de valorisation » p27) et dans la présentation orale 5 brevets et 2 enveloppes Soleau ont été mentionnés.

Cette forte activité a de plus permis au laboratoire d'obtenir le trophée de l'INPI du meilleur laboratoire innovant de Picardie en Novembre 2010, pour récompenser sa protection intellectuelle et son projet de création d'entreprise CCDIM (Culture Cellulaire Dynamique Intégrée en Microsystème pour tester l'impact de substances chimiques), en lien avec les puces à cellules.



Dans l'avis global concernant l'équipe il faudrait enlever « biomécanique ostéo-articulaire » qui ne correspond pas à une expertise reconnue de l'équipe, par rapport aux publications.

C2M « Caractérisation mécanique et modélisation »

Le comité de visite se demande « si les études d'organes tels que le foie ne participent pas à une certaine dispersion vis-à-vis du système ostéoarticulaire et musculosquelettique » : L'une des spécificités de l'équipe est dans la caractérisation des matériaux biologiques durs, mous. Ainsi les techniques développées peuvent être dérivées pour d'autres tissus biologiques, c'est dans ce sens qu'il faut le percevoir : l'organe comme un autre domaine d'application, et non comme une dispersion. Le domaine d'application étant bien entendu lié aux enjeux socio-économiques de la société, il nous paraît indispensable de l'explorer. Cette approche a été bien perçue par le comité en ce qui concerne les articulations « les méthodes d'investigation développées pour une articulation peuvent servir de fondement pour une autre articulation ».

Le rayonnement de l'équipe est bien mentionné, néanmoins le caractère international mériterait d'être mentionné en précisant l'appartenance aux sociétés savantes internationales et appartenance de deux membres en tant qu'editorial board dans 3 journaux internationaux.

Le comité note également « les thésards et post doctorants semblent être d'un bon niveau » ; il faut souligner que les doctorants de l'équipe ont d'une part été lauréats de 2 prix de thèse et 2 prix Posters, Student Best Award Presentation dans une conférence internationale, nominations aux prix de la Société de Biomécanique, et que d'autre part ils sont actuellement en post doctorats dans les universités étrangères en Angleterre, Australie, LMS Polytechnique et ils sont en outre auteurs de plusieurs publications de rang A.

Par ailleurs, le comité note que les « collaborations industrielles [sont] peu nombreuses » : l'équipe affiche pourtant 4 contrats industriels (154 920 k€) et 2 contrats avec des associations privées (115 908 k€) (ces contrats étant comptabilisés pour l'institut Carnot UT) (cf p14 et tableau 5 Actions de valorisation p27). L'équipe affiche le meilleur chiffre d'affaires de BMBI pour une équipe composée de 1C, 2EC et un PRAG.

Enfin, le comité souligne qu'il n'y aurait « pas de réels transferts technologiques » ; pourtant un brevet international, et un projet issu de la recherche « BioCADS » labellisé par le centre d'innovation de l'UTC sont mentionnés dans le rapport d'activités de BMBI. L'objectif à court terme est de développer une start up, ce qui démontre une volonté pour aller vers le transfert industriel.

NSE « Neuromécanique et Signaux Electrophysiologiques »

Le comité note que, concernant le recrutement des doctorants, le « recrutement très local (majoritairement UTC) » : si le bassin privilégié de recrutement est le master de l'UTC, les recrutements de thésard se font après passage des candidats devant un comité de sélection, ce qui permet de sélectionner les candidats de qualité et correspondant au profil.



Le comité relève également une « Absence de rupture par rapport au passé » ; il faut noter que les ruptures importantes vis-à-vis du passé ont été entreprises dans le quadriennal précédent : investissement important en modélisation des signaux électrophysiologiques (EMG utérin et strié), rapprochement avec l'équipe C2M qui a amené à la création de l'axe transversal SyNeMus (modélisation EMG/force), travaux sur la caractérisation du recrutement à partir de l'EMG strié, lié au recrutement d'un jeune MdC. De plus, les risques se prennent quand une certaine pérennité des compétences est assurée. Or nous sommes entre un jeune recrutement de jeune MdC (dernier arrivé dans l'unité) et un futur départ à la retraite. Les principales ruptures ayant été initiées juste au cours du précédent quadriennal, une continuité sur ces projets paraît nécessaire pour consolider les choix pris et conforter les compétences.

Enfin, le comité souligne la nécessité d'« Assurer le remplacement de la responsable de l'équipe sans heurt et sans déstabilisation » : c'est une préoccupation majeure de l'équipe et pour faciliter cette transition lors du remplacement de la responsable, une certaine continuité semble nécessaire pour garder la crédibilité scientifique. Les futurs responsables d'équipe ont largement participé à la définition des projets présentés dans le bilan ainsi qu'à celle du projet. En ce qui concerne plus particulièrement l'aspect purement neurophysiologique, les ruptures sont effectivement en attente d'un prochain recrutement, suite au remplacement du responsable d'équipe et dépendront de la personne recrutée. Ceci justifie notre priorité pour stabiliser les acquis points forts de l'équipe, en anticipant sur ce départ à la retraite au détriment de prises de risques dans ce quadriennal.

Pour conclure, « le rayonnement sur le plan national et international », « les thématiques de recherches originales », « la qualité scientifique de la recherche », « une valorisation scientifique de haut niveau en termes de publication et de rayonnement », « le matériel spécifique de haut niveau », « les thèmes émergents transversaux ... stratégie pour un changement dans la continuité pour préserver le niveau » mentionnées dans le rapport de l'AERES confortent la position de BMBI dans sa vision et sa manière de pratiquer la recherche pluridisciplinaire dans le domaine de la Mécanique du Vivant et de l'Ingénierie du Vivant et de la Santé.

Marie-Christine HO BA THO
Directrice de BMBI

P. CHARREYRON
Président