



## EQUIPEX FIGURES RAPPORT D'ACTIVITES 2011-2014 UTC

L'UTC (BMBI) coordonne les activités de recherches de l'UTC concernant le projet FIGURES (Facing Faces Institute Guiding REsearch) porté par le CHU d'Amiens (Professeur Bernard Devauchelle) pour la période 2011-2020. Les programmes de recherches concernent les conséquences d'une défiguration, d'une greffe suite à une chirurgie maxillo faciale. Ainsi la modélisation biomécanique pour la simulation des mouvements du visage en vue d'une planification chirurgicale et rééducation fonctionnelle, le développement d'implants, l'ingénierie tissulaire pour la reconstruction osseuse, les aspects de la perception, expression, apprentissage du visage, seront étudiés.

Le financement global obtenu est de 10500 k€. L'UTC a bénéficié d'un montant de 603k€, abondé par un financement FEDER de 125k€. Ce budget associé au programme de recherches a permis l'acquisition d'un **système d'analyse du mouvement dédié à la capture faciale** (installé au Centre d'Innovation), d'un **système de caractérisation mécanique bi-axiale pour les matériaux biologiques** et d'un **bioréacteur dédié à l'ingénierie tissulaire osseuse**.

Les équipements ont été installés en septembre 2012 dans la plate-forme pour la caractérisation mécanique de tissus vivants ou reconstruits à partir d'ingénierie tissulaire. Celle-ci héberge trois dispositifs de la société Bose Electroforce (Bi-planar, Biodynamic). Quentin Dermigny est chargé du pilotage de la plateforme.

- **Le système *Biodynamic*** est actuellement utilisé pour l'ingénierie tissulaire osseuse et la culture de cellules souches mésenchymateuses dans un scaffold, sous différentes conditions de perfusion. (Thèse Collegium, T. Baudequin, Projet Régional, INGETISSOS - INGEnierie TISSulaire OSeuse)



- Comme son nom l'indique, le ***Planar Biaxial 4 Motor TestBench*** est un système de caractérisation mécanique bi-axiale pour les tissus biologiques. (Gwladys Leclerc, Projet Régional SIMOVI - SIMulation des MOuvements du VI sage)



Les **logiciels de calculs dynamiques et de calculs de structures** dédiés à la modélisation du visage ont aussi été financés et installés sur la Plateforme Inter-Laboratoire de Calcul et de Modélisation Multidisciplinaire (Pilcam2) de l'UTC.

## BILAN SCIENTIFIQUE 2011-2013

Le projet régional structurant SIMOVI "Simulation des mouvements du visage" a été identifié dans le cadre de l'Equipex FIGURES (Reponsable CHU Amiens S Dakpé, UTC – MC Ho Ba Tho).

Les **principaux résultats** ont concerné les modélisations des mouvements par la méthode des éléments finis des mouvements du visage et pu être réalisées (Dao et al. 2013, HoBaTho et al. 2013). Les travaux concernant les mesures de champs sur le visage ont pu être réalisées Issyan Tekaya (mars 2013-2014) et présenté au colloque national en calculs de structures (Feissel et al. 2013).

### Conférences internationales publiées (indexées)

#### European Society of Biomechanics, IEEE EMBS, Knowledge and Systems Engineering

[1]. TT Dao, S Verfaillie-Dakpé, P Pouletaut, B Devauchelle, MC Ho Ba Tho (2013)

Subject specific facial mimics simulation derived from MRI. Proceedings of 19th European Society of Biomechanics

[2]. MC Ho Ba Tho, TT Dao, S F Bensamoun, S Dakpe, B Devauchelle, M Rachik (2013) Subject Specific Modeling of the Muscle Activation. Application to the Facial Mimics In Knowledge and Systems Engineering Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 245, 2014, pp 423-433

[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-02821-7\\_37](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-02821-7_37)

[3]. TT Dao, S Dakpé, P Pouletaut, B Devauchelle, MC Ho Ba Tho (2013). Facial Mimics Simulation using MRI and Finite Element Analysis. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2013.4585-4588.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24110755>

### Conférences nationales (Colloque National Calculs de Structures)

[4]. MC Ho Ba Tho, S Verfaillie-Dakpé, TT Dao, B Devauchelle, M Rachik (2013) Modélisation personnalisée de l'activation du muscle zygomatique via l'IRM. Application à la simulation de la mimique faciale. In : 11<sup>ème</sup> Colloque national en Calcul des Structures-CSMA 13-17 Mai.

[5]. P Feissel, I Tekaya, N Tableau, Z Aboura, P Villon (2013) Reconstruction de déformation par approximation diffuse : Application à la stéréocorrélation d'images.

In : 11<sup>ème</sup> Colloque National en calcul des structures, Giens, France, mai 2013. CSMA.

## PERSPECTIVES 2014

### 1. ETUDE DE LA MIMIQUE FACIALE : MODELISATION NUMERIQUE, CARACTERISATION MECANIQUE, ANALYSE QUANTITATIVE DU VISAGE.

Acteurs : S Verfaillie-Dakpé, B Devauchelle (CHU Amiens)

TT Dao, P Pouletaut, K Ben Mansour, F Marin, S Bensamoun, MC Ho Ba Tho (UTC BMBI), M Rachik (UTC Roberval).

Doctorants, Postdoctorants : A.X Fan, FR Sarhan, G Leclerc

Les modélisations simulant les mimiques faciales seront poursuivies dans le cadre d'une thèse financée par le **Collegium UTC CNRS INSIS** d'Ang Xiao FAN (la modélisation géométrique et numérique par la MEF de la mimique faciale via l'IRM) débutée en Septembre 2013. La reconstruction totale de la tête en cours de réalisation (peau, os, muscles).

(Les logiciels de traitements d'images médicales Simpleware et de calculs de structures non linéaires Abaqus seront utilisés, locations prévues courant 2014).

Le travail de Gwladys Leclerc (post doctorante recrutée en Septembre 2013, financement **projet régional SIMOVI**) sur la caractérisation biaxiale des tissus mous va permettre d'obtenir des lois de comportement biofidèles pour les modélisations. Les premiers résultats ont fait l'objet d'une soumission à la Société de Biomécanique (Leclerc et al. 2014). Dans le cadre de cette étude, des protocoles dédiées à la caractérisation des tissus biologiques avec la machine d'essais Electroforce Planar bi-axial Bose ont été réalisés.

L'analyse quantifiée des mouvements du visage est poursuivie dans le cadre d'une nouvelle thèse effectuée par FR Sarhan, (débutée en Octobre 2013). (Equipements dédiés à la capture des mouvements du visage sont utilisés ainsi que les logiciels de simulations de corps rigides (Adams, SIM)). Le protocole d'analyse du mouvement du visage développé avec ces nouveaux équipements a fait l'objet d'une soumission à la Société de Biomécanique (Ben Mansour et al. 2014).

Ces travaux s'intègrent dans le projet structurant régional SIMOVI avec la thèse de Stéphanie Verfaillie-Dakpé débutée en Mars 2011 sur l'Etude biomécanique de la mimique faciale.

## **2. INGENIERIE TISSULAIRE OSSEUSE**

Acteurs : Cécile Legallais, Murielle Dufresne (UTC, BMBI), F Bedhoui (UTC, Roberval)).

Doctorants : T Baudequin

Des travaux sur l'ingénierie tissulaire osseuse ont débuté dans le cadre d'une bourse financée par le **Collegium UTC CNRS INSIS** concernant la caractérisation des propriétés mécaniques et biologiques d'un substitut osseux hybride reconstruit en bioréacteur par T. Baudequin débuté en Octobre 2012. Dans le cadre de ce projet le matériel ElectroForce BioDynamic (Bose) servant de bioéacteur pour l'ingénierie tissulaire osseuse est utilisé.

Projets régionaux structurants ont débuté en fin d'année 2013, **Ingestissos**, concernant l'ingénierie tissulaire osseuse, porté par l'UTC et **Flowface** (AV Salsac, UTC BMBI) porté par l'UPJV.

De nouveaux projets ont été déposés dans le cadre de l'Equipex FIGURES portés par l'UTC : "SilkGuide" (C Eglès, UTC BMBI) et ERM\_Visage (S Bensamoun, UTC BMBI)

./.