##### Proposition de thèse

**Elaboration de matériaux nontissés fonctionnels innovants pour le design de bioréacteurs séquentiels à visées biomédicales**

##### Les matériaux poreux volumiques sont couramment utilisés pour leurs propriétés structurelles leur permettant d’afficher un rapport surface/volume exceptionnel. Cette propriété autorise une utilisation dans les domaines nécessitant une interaction rapide d’un fluide avec une surface. Les domaines d’utilisations sont divers, ils vont de la filtration des fluides, les échangeurs thermiques, la catalyse chimique ou la caractérisation chimique. On retrouve également ces matériaux poreux en biologie pour la culture cellulaire d’organes artificiels.

##### La fluidique est souvent associé à ces matériaux poreux 3D pour assurer les échanges rapides entre le fluide à traiter et la surface du poreux. En général, le fluide traverse le poreux afin d’optimiser le temps de contact entre les particules du fluide et la surface du poreux. Pour cela le poreux est disposé dans une veine fluidique, ce système autoporté transversal est piloté par un générateur (pompe, compresseur etc…) générant un flux de liquide contrôlé dans le poreux.

##### L’utilisation de poreux tridimensionnel à modification de structure (poreux comprimable, étirable…) permet une auto génération du flux de liquide au cœur même du poreux. En effet la modification de la structure du poreux par réduction ou augmentation du volume, génère un flux continu ou séquentiel du fluide qui le traverse. Cette propriété des poreux à structure déformable permet de s’affranchir du système fluidique extérieur associé pour générer un flux de fluide dans le poreux. Les poreux en polymère tels que les mousses polyuréthane ou certains tissus permettent de générer des déplacements de liquide par compression étirement du matériau. Des travaux de thèse au laboratoire ont montrés l’intérêt des mousses polyuréthane à cellules ouvertes pour générer des déplacements de liquide ou de gaz.

##### Les structures poreuses déformables représentent une nouvelle classe de matériau extrêmement intéressante pour la réalisation de bioréacteurs électrochimiques. En effet, la porosité interne apporte un confinement permettant son utilisation en tant que réceptacle pour le piégeage d’entités biologiques vivantes telles que des cellules ou en tant que réseau de cellules catalytiques pour la réalisation de bioréacteurs cellulaires ou enzymatiques. De plus, l’architecture mécanique du matériau poreux si elle est rendue conductrice peut être utilisée comme électrode volumique. Cette thèse s’attache donc à développer des matériaux poreux conducteurs biocompatibles et déformables en vue de l’élaboration de bioréacteurs enzymatiques ou cellulaires à plus long terme. La conductivité permettra alors de créer in situ une interface électrochimique destinée à la connexion électrique d’enzymes pour la réalisation de biocapteurs hautement sensibles dont la réponse peut être amplifiée par le confinement. On peut aussi envisager leur utilisation pour le suivi de la culture cellulaire dans son volume.

##### De nouveaux matériaux textiles 3D innovants associant propriétés mécaniques, électriques, et fluidiques. Associés à une chimie de surface destinée soit à rendre biocompatible le matériau et à greffer des entités biologiques telles que des enzymes seront à développer. L’élaboration de ces matériaux innovants bénéficiera de la synergie des compétences de l’ENSAIT (matériaux textiles, procédés d’élaboration, caractérisation, mise en œuvre..) et de CEA Tec (Electrochimie, µfluidique, biologie/biomédical, fonctionnalisation de surface…).

Ce travail de thèse s’attache donc à lever les verrous précédemment cités afin d’élaborer des bioréacteurs à base de matériaux 3D macroporeux, déformables et conducteurs électriques.

1. La première phase de la thèse consistera dans la conception et l’élaboration du matériau (fibreux, nontissé…) sur la base de critères classiques de porosité et de comportement mécanique auxquelles sont adjointes des propriétés conductrices et µfluidiques originales.
2. La deuxième étape s’attaquera au verrou de la fonctionnalisation des matériaux élaborés. Celle-ci sera réfléchie de manière générique afin d’introduire des fonctions primaires qui permettront a posteriori de greffer des enzymes et/ou d’introduire des fonctions renforçant la biocompatibilité de la structure.
3. La dernière phase de ce travail consistera à la réalisation de bioréacteurs enzymatiques et cellulaires.

**Profil candidat recherché :**

* + Matériaux, (Electro)Chimie, Biologie, µfluidique

**Localisation de la thèse :**

* **Le travail de thèse sera réparti entre l’ENSAIT (Roubaix) et le CEA-**

**Leti (Grenoble).**

**Contact : CEA- GRENOBLE**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Frederic REVOL-CAVALIER**  Ingenieur chercheur  LETI-DTBS (SBSC/LBAM)  T. +33 (0)4 38 78 99 76  [frevolcavalier@cea.fr](mailto:frevolcavalier@cea.fr) |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Dr Pascal MAILLEY**  **Directeur de Recherche**  **Research Manager of LETI Health Division**  Département des Technologies pour la Biologie et la Santé (DTBS)  T. +33 (0)4 38 78 15 12 **|** F. +33 (0)7 86 00 60 81 **|** F. +33 (0)6 82 96 93 60  [Pascal.mailley@cea.fr](mailto:Pascal.mailley@cea.fr) |

**Contact : ENSAIT - Roubaix**

Dr Philippe Vroman

Maître de conférences

 Génie des procédés – Matériaux nontissés innovants et bio-inspirés

Laboratoire GEMTEX – EA 2461 – Université de Lille Nord-de-France

Ecole Nationale Supérieure des Arts & Industries Textiles (ENSAIT)

 Pr Anne Perwuelz

Professeur des universités

Génie des procédés – Chimie-physique des interfaces textiles

 Laboratoire GEMTEX – EA 2461 – Université de Lille Nord-de-France

Ecole Nationale Supérieure des Arts & Industries Textiles (ENSAIT)