

# **Stage de Master 2 proposé par l'UMR 5150 LFCR et l'UMS 3360 DMEX (UPPA, Pau)**

## **Proposition de stage de 5<sup>ème</sup> année d'étude / Master 2**

### **Couplage expérimental multi-méthodes Radar Electromagnétique / LAsEr / Rayons X autour de la caractérisation physique d'un réservoir géologique**

---

#### **Cadre du stage**

Le stage est proposé conjointement par l'UMR 5150 LFCR et l'UMS 3360 DMEX.

Le laboratoire des fluides complexes (LFCR) est une unité mixte UPPA-CNRS-Total qui appartient à la fédération de recherche IPRA et à l'institut Carnot ISIFoR. Les enjeux industriels abordés sont liés à l'évolution de la qualité de la ressource pétrolière. <https://lfc.univ-pau.fr/>

DMEX est la plateforme de tomographie à rayons X, rattachée à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA). La tomographie permet la caractérisation non destructive en trois dimensions d'objets ou de matériaux de taille millimétrique à centimétrique à une résolution micrométrique. <https://imagingcenter.univ-pau.fr/index.php?lan=fr>

#### **Description du stage**

Imager, comprendre et caractériser indirectement les propriétés physiques et mécaniques des réservoirs à partir de mesures géophysiques (depuis la surface, entre forages, à distance) et, notamment, à caractériser ces réservoirs complexes en termes de capacité de stockage (porosités, fracturation) est un objectif majeur en exploration géophysique. L'interprétation quantitative des mesures géophysiques, souvent basées sur la propagation d'ondes, est difficile car les milieux naturels sont complexes et fortement hétérogènes. Nous proposons lors de ce stage de Master 2 de reproduire à l'échelle du laboratoire, dans un milieu complexe mais parfaitement contrôlé, des mesures géophysiques analogues aux mesures de terrain, à l'aide d'échantillons naturels carbonatés. Ce stage est compris dans un projet global intitulé RELAX dont l'objectif est de développer des systèmes de mesures et d'interprétation quantitative innovants pour ces échantillons, à l'aide de jeux de données multi-méthodes (et multi-physiques) à haute-résolution spatiale comme temporelle.

Le pendant des mesures sismiques de terrain réalisé en laboratoire se fait aujourd'hui au LFCR via des mesures laser couplés (laser ablation comme source sismique et vibromètre laser comme récepteur). Le premier objectif ce stage sera d'implémenter le pendant des mesures GPR de terrain au laboratoire. L'équipe « Caractérisation des Réservoirs Géologiques » a fait l'acquisition très récente, via le projet RELAX, d'un couple émetteur-récepteur d'antennes radar (4 GHz). Dans un premier temps, il s'agira de mettre en place en laboratoire un protocole expérimental efficace permettant des mesures électromagnétiques sans interférence extérieure. Il faudra ensuite calibrer

précisément le rayonnement des antennes radars avant de travailler en propagation. Ces deux premières étapes réalisées, nous travaillerons ensuite avec un couple d'antennes radar, émetteur et récepteur, qui sera déplacé à la périphérie des échantillons. Nous travaillerons avec des échantillons de taille décimétrique à métrique, des échantillons d'abord homogènes puis de plus en plus hétérogènes / fracturés. Des mesures de temps de propagations et d'amplitudes des premières arrivées seront réalisées pour chaque expérience.

Le second objectif du stage sera de traiter, analyser et interpréter les mesures conjointes sismiques et électromagnétiques. Il s'agira en particulier d'avoir recours des techniques d'imagerie (tomographies) afin de produire des cartes de vitesses 2D sismiques et électromagnétiques dans divers plans des échantillons étudiés. Ces inversions respectives permettront d'identifier des zones intéressantes, par exemple avec des fractures à différentes échelles.

Le dernier objectif du stage sera de travailler sur ces zones identifiées à l'aide du micro-tomographe du laboratoire DMEX de l'UPPA. L'imagerie à rayons-X des échantillons préalablement étudiés par propagations d'ondes mécaniques et électromagnétiques permettra une caractérisation de la densité de la structure des échantillons à l'échelle des pores, amenant des avancées significatives autour de l'anisotropie et de l'atténuation sismique et électromagnétique des ondes. Pour cela, des échantillons centimétriques ou millimétriques seront prélevés dans les échantillons de grande taille préalablement étudiés. Ensuite, les jeux de données 3D d'images micro-tomographiques par rayons X seront reconstruits, filtrés, segmentés et analysés en utilisant des logiciels dédiés (Fiji, Avizo). Finalement un recalage sera réalisé, repérant les jeux de données RX dans les jeux de données acoustiques et électromagnétiques, permettant d'explorer le lien entre la morphologie à l'échelle des pores et l'atténuation des ondes.

## Modalités du stage

Pré-requis :	connaissances dans le domaine du stage
Lieu du stage :	UPPA, Pau
Durée du stage :	entre 5 et 6 mois à compter de février 2019
Gratification de stage :	3,75€/heure (barème 2018), soit environ 540€ net mensuel
Contact :	Daniel Brito ( <a href="mailto:daniel.brito@univ-pau.fr">daniel.brito@univ-pau.fr</a> )