

## Projets du parcours Recherche 2A et consignes pour le département *Énergie & Fluides*

Version du 10 juin 2016

Les modalités générales du parcours Recherche de Mines Nancy sont définies sur la fiche

<https://wikidocs.univ-lorraine.fr/display/minesnancyfcm/PARCOURS+RECHERCHE> .

Les élèves sont en projet Recherche environ 23 vendredis, du 25 septembre au 3 juin. À ces créneaux s'ajoutent à partir de fin novembre une à deux demi-journées par semaine. Cependant, sur les créneaux du vendredi, ils doivent suivre quelques formations. Sur l'emploi du temps, voyez la section 2 de la page 2A du département <http://energie.mines-nancy.univ-lorraine.fr/2A> .

En ce qui concerne É&F, trois élèves traitent chacun un sujet, présenté ci-après (ordre indifférent).

Comme *rendu final* de projet, on souhaite autant que possible un *article*, rédigé par l'élève sous la direction du tuteur, soumis à une revue ou à un congrès, au format « article » : au moins 4 pages, pas de « résumé » ou « résumé étendu ». Si un tel article est disponible, veuillez le transmettre au responsable de département et au tuteur au plus tard le **lundi 6 juin à 12h**, sous forme électronique, au format PDF, par mel. Dans les mêmes délais un exemplaire imprimé de cet article sera déposé dans le casier du responsable de département <sup>1</sup>. Si jamais un tel article n'était pas disponible, ou, en sus de l'article, sur demande du tuteur, l'élève rédigera un *rapport scientifique de projet*, comme celui demandé pour les élèves en binôme en parcours Artem, cf. <http://energie.mines-nancy.univ-lorraine.fr/2A/ProjetsME2-1516.pdf>, avec les mêmes consignes, modalités de remise et délais.

Des *soutenances flash* ont eu lieu le **jeudi 2 juin**, sur des créneaux de 15 minutes; elles furent organisées par Antoine Henrot.

Des *soutenances en département* auront lieu le **vendredi 10 juin en salle P222** :

Heure	Élève(s)	Sujet	Tuteur présent
8h30	Godefroy	1 Mesure de la conductivité thermique d'échantillons de taille réduite	Jannot
9h15	De Souza	2 Étude de la diffusion et sorption de l'eau dans les membranes de PAC	Perrin
10h15	Perron	3 Transition en écoulement de Taylor - Couette non newtonien	Nouar
11h15	Aadil, François, Yvon	A Évaporation d'une goutte en lévitation acoustique	Castanet

12h10 - 13h30 : *pause déjeuner*

Heure	Élève(s)	Sujet	Tuteur(s) présent(s)
13h30	El Yaagoubi, Glatt	A Étude numérique d'écoulements de Taylor-Couette non newtoniens	Cheny, Jenny
14h15	Aiex, Bouville, Gauthier	A Étude du mouvement d'une poudre magnétique	Vinsard

Fin vers 15h10, *retour sur l'évaluation pédagogique globale puis jus de fruits.*

Ci-dessus le programme complet des soutenances est donné, puisqu'on demande à tous les élèves d'assister à toutes les soutenances <sup>2</sup>.

Vous préparerez un exposé oral de 25 minutes, basé sur une *présentation* vidéo PPT ou PDF, présentant de façon *scientifique* le contexte et le sujet du projet, le travail effectué, enfin, quelques conclusions et perspectives. Vous présenterez bien les aspects « *gestion de projet* » de votre travail, en lien avec les recommandations d'Antoine Dubedout présentées dans l'**annexe A**. Vous évoquerez la valorisation faite de votre projet : article ou rapport. Après votre soutenance vous serez soumis à une séance de questions - réponses de la part de vos tuteur et responsable de département.

1. Mon casier se trouve au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment A, à droite de l'ascenseur, en face du bureau A127.

2. Les soutenances d'élèves en parcours Artem sont indiquées avec un **A**.

# 1 Méthode de mesure de la conductivité thermique d'échantillons de petites dimensions

## Tuteur :

Yves Jannot, IR CNRS  
Lemta site ENSEM, à Vandœuvre-lès-Nancy  
Tél. : 03 83 59 56 27  
[yves.jannot@univ-lorraine.fr](mailto:yves.jannot@univ-lorraine.fr)

## Descriptif du sujet :

L'*isolation thermique des bâtiments* en vue de *réduire leur consommation énergétique* est devenue une nécessité absolue pour atteindre les objectifs de réduction de la production des Gaz à Effet de Serre imposés par le Grenelle de l'environnement. Une recherche active de *nouveaux isolants thermiques*, plus performants et plus « écologiques », est menée actuellement par de grands groupes industriels dont certains comme Saint-Gobain collaborent avec le LEMTA. Le projet proposé s'inscrit dans ce contexte.

Il s'intéressera à la *modélisation*, l'*optimisation* et l'*expérimentation* d'une *méthode de mesure de la conductivité thermique d'échantillons de dimensions réduites*. Il existe une demande pour ce type de dispositif, très intéressant en phase de mise au point d'un produit, où la possibilité de travailler sur de petits échantillons minimise les coûts.

**Élève ayant choisi ce sujet :** Justine Godefroy.

## 2 Étude théorique et expérimentale, par IRM et micro-balance, de la diffusion et sorption de l'eau dans les membranes polymère de PAC basse température

### Tuteur :

Jean-Christophe Perrin, MC Université de Lorraine

Lemta site ENSEM, à Vandœuvre-lès-Nancy

Tél. : 03 83 59 55 86

[jean-christophe.perrin@univ-lorraine.fr](mailto:jean-christophe.perrin@univ-lorraine.fr)

WEB : [http://lemta.univ-lorraine.fr/data/pages\\_pro/J.C.Perrin.pdf](http://lemta.univ-lorraine.fr/data/pages_pro/J.C.Perrin.pdf)

### Descriptif du sujet :

Le *vecteur hydrogène* est un *vecteur énergétique* intéressant par plusieurs aspects. Dans le cadre de la *transition énergétique*, il sera probablement amené à se développer. Un système de production d'énergie électrique à partir d'hydrogène, assez performant, est constitué par les *piles à combustible* (PAC). Ce projet se place dans l'effort de recherche du groupe *Énergie* du Lemta sur l'amélioration des PAC, en se focalisant sur les *membranes polymères*. Ces membranes sont des milieux poreux hydratés, notamment, pour permettre le transport des protons. On propose d'étudier les propriétés de *sorption et diffusion de l'eau dans de telles membranes ou assemblages de membranes*. On se focalisera sur des membranes de type PFSA destinées aux piles à combustible basse température. Le travail comprendra

- une partie *modélisation* : écriture d'un modèle de diffusion instationnaire dans le/les matériaux, résolution numérique de celui-ci, ... ;
- une partie *expérimentale* réalisée à l'aide d'une micro balance et d'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).

Élève ayant choisi ce sujet : David de Souza.

### 3 Transition vers le chaos induite par la variation non linéaire de la viscosité dans un écoulement de Taylor-Couette à large entrefer

#### Tuteur :

Chérif Nouar, DR CNRS  
Lemta site ENSEM, à Vandœuvre-lès-Nancy  
Tél. : 03 83 59 55 95  
[cherif.nouar@univ-lorraine.fr](mailto:cherif.nouar@univ-lorraine.fr)

#### Descriptif du sujet :

Les *systèmes dissipatifs non linéaires*, tels que ceux rencontrés en dynamique des fluides, peuvent atteindre un *état chaotique* lorsque le paramètre qui mesure le degré de non-linéarité devient suffisamment important. Dans le cas des fluides newtoniens, le degré de non-linéarité est représenté par le nombre de Reynolds, rapport entre les termes non linéaires d'inertie et les termes de contraintes visqueuses. Les équations gouvernant les écoulements de *fluides non newtoniens*, tels que ceux rencontrés dans un grand nombre de procédés industriels, font apparaître une non-linéarité supplémentaire via la loi de comportement. Elle rend compte des interactions non linéaires entre l'organisation de la structure interne du fluide et les contraintes hydrodynamiques.

Certains fluides non newtoniens ont un comportement *rhéofluidifiant* très marqué. Cela se traduit par une décroissance non linéaire de la viscosité lorsque le cisaillement augmente : la structure interne du fluide s'organise pour réduire la dissipation visqueuse. Il est alors naturel de se demander dans quelle mesure cette non-linéarité peut induire un écoulement chaotique et quels sont les mécanismes physiques associés.

Nous proposons d'aborder cette problématique en considérant un *écoulement de Couette à large entrefer* entre deux cylindres coaxiaux pour des fluides rhéofluidifiants et faiblement viscoélastiques. Nous utiliserons les approches expérimentale et théorique.

D'un point de vue *expérimental*, nous avons un dispositif (figure ci-contre, cf. Agbessi 2015) qui nous permet de faire des expériences de visualisation, par particules traçantes, des mesures de vitesse, par Imagerie par Vélocimétrie de Particules ('PIV'), et de couple. Les expériences de visualisation consistent à identifier les différents régimes d'écoulement et à déterminer le nombre de Reynolds critique associé à la bifurcation d'un régime vers un autre. La caractérisation de chaque régime d'écoulement se fera à partir de l'analyse des profils de vitesse moyennés dans le temps et de l'analyse statistique des fluctuations de la vitesse.

D'un point de vue *théorique - numérique*, dans la lignée de Agbessi et al. 2015, nous mettrons en œuvre des approches spécifiques qui devraient nous aider à comprendre les mécanismes physiques associés.



#### Références :

- AGBESSI, Y. 2015 Stabilité de l'écoulement de Taylor-Couette de fluides complexes. *Thèse UL*.
- AGBESSI, Y., ALIBENYAHIA, B., NOUAR, C., LEMAITRE, C. & CHOPLIN, L. 2015 Linear stability of Taylor-Couette flow of shear-thinning fluids : modal and non-modal approaches. *J. Fluid Mech.* **776**, 354-389.

Élève ayant choisi ce sujet : Nicolas Perron.

## A Memento gestion de projet

Nous comptons sur les élèves pour mettre en place de bonnes pratiques de *conduite de projet*. En particulier, *après chaque séance projet* affichée à l'emploi du temps, *envoi rapide* (délai  $\lesssim 24$  h) aux tuteurs d'un *bref compte rendu du travail effectué* pendant la séance, des *décisions prises* concernant la marche du projet, enfin, des *propositions pour la séance projet suivante : demande ou rappel de RV*, avec ordre du jour, ou *proposition détaillée de travail en autonomie*.

En sus, nous soutenons la démarche d'A. Dubedout, responsable de la chaire Ingénierie et Innovation<sup>3</sup>, qui demande que tous veillent à ce que les aspects suivants de « *gestion de projet* » soient considérés pendant l'année. Ils devront tous trois être mentionnés ( $\simeq 1$  plan vidéo/point) lors de la soutenance finale.

### A.1 Connaissance de l'environnement du sujet

Tout le monde reconnaît la nécessité de dresser un tableau de l'état de l'art, et nombre de projets démarrent par une phase de recherche bibliographique. Cette recherche initiale ne doit pas être limitée aux éléments techniques du projet. L'encadrant doit aussi veiller à ce que les étudiants identifient d'une part les ressources sur lesquelles ils pourraient s'appuyer (que ce soit au sein de l'école, des laboratoires d'appui ou de l'entreprise qui « sponsorise » le projet), d'autre part, au delà de leurs tuteurs, qui tirerait bénéfice de leur projet (les fameux clients cachés) et en augmenterait du même coup la valeur.

### A.2 Planification

Le futur ingénieur en charge d'un projet doit être capable d'en effectuer une planification préalable. Une séance de formation à la planification est d'ailleurs prévue en début de 2<sup>ème</sup> année. Les points importants que les élèves doivent mettre en œuvre au cours des projets (parcours Artem ou Recherche) sont :

- L'identification des difficultés et obstacles prévisibles ; l'organisation du projet (par les étudiants) devra permettre de les éviter ou d'en faciliter le franchissement.
- L'identification des principales décisions à prendre au cours du projet ; leur positionnement dans le temps sera la base de la planification.

Il est donc important que les encadrants incitent les élèves à découvrir et anticiper eux-mêmes ces difficultés, et les poussent à présenter le calendrier de leur projet, non pas en terme de cadencement de tâches, mais de décisions à prendre.

### A.3 Valorisation des travaux réalisés

Une tendance naturelle dans un projet est de raisonner en « reste à faire ». Dès lors le projet devient très sensible à tout aléa qui se présenterait. Il est au contraire demandé aux encadrants, dans le suivi régulier qu'ils font des projets, de pousser les étudiants à réfléchir à ce qu'ils ont déjà réalisé ; quelles connaissances ont été accumulées, qu'apportent-elles au projet ? En quoi permettent-elles d'en limiter les risques et difficultés futures ?

---

3. Chaire Mines Nancy ; site web [www.ingenierie-et-innovation.fr](http://www.ingenierie-et-innovation.fr).