

## Planning des Cours doctoraux :

	MARDI 14	MERCREDI 15	JEUDI 16	VENDREDI 17
	Formation Doctorale	Formation Doctorale	Journées Scientifiques	Journées Scientifiques
8h		<i>A. Sommier (I2M)</i>	Ouverture (Ph. Boisse) 1h	ATELIER 5 (2h)
8h30		<i>A. Sommier (I2M)</i>		
9h	Accueil / PAUSE	<i>A. Sommier (I2M)</i>	ATELIER 1 (2h)	
9h30		<i>M. Castaings (I2M)</i>		
10h	<i>A. Abdelwahed (Formeca-I2M)</i>	<i>M. Castaings (I2M)</i>		PAUSE
10h30	<i>A. Abdelwahed (Formeca-I2M)</i>	PAUSE		ATELIER 6 (2h)
11h	<i>A. Abdelwahed (Formeca-I2M)</i>	<i>M. Castaings (I2M)</i>	PAUSE	
11h30	<i>J. Valette et JC Wahl (I2M)</i>	<i>M. Montemurro (I2M)</i>	ATELIER 2 (2h)	
12h	<i>J. Valette et JC Wahl (I2M)</i>	<i>M. Montemurro (I2M)</i>		
12h30	<i>J. Valette et JC Wahl (I2M)</i>	<i>M. Montemurro (I2M)</i>		Conclusions – Cloture 1h
13h	REPAS (1h30)	REPAS	REPAS	REPAS
13h30	REPAS (1h30)	REPAS	REPAS	REPAS
14h	REPAS (1h30)	REPAS	REPAS	REPAS
14h30	<i>Y. Duplessis et C. Dedieu (ESI)</i>	<i>E. Lacoste (I2M)</i>	ATELIER 3 (1h30)	Visite Labos (IUT, LCTS)
15h	<i>Y. Duplessis et C. Dedieu (ESI)</i>	<i>E. Lacoste (I2M)</i>		
15h30	<i>Y. Duplessis et C. Dedieu (ESI)</i>	<i>C. Descamps (Safran)</i>		
16h	<i>F. Collombet (ICA)</i>	<i>C. Descamps (Safran)</i>	ATELIER 4 (1h30)	
16h30	PAUSE	PAUSE		
17h	<i>F. Collombet (ICA)</i>	<i>C. Descamps (Safran)</i>		
17h30	<i>F. Collombet (ICA)</i>	<i>O. Mantaux (I2M)</i>	Visite IRT (ENSAM)	
18h		<i>O. Mantaux (I2M)</i>		
18h30		Visite Labos (ENSAM)		
19h			Embarquement pour Gala	
19h30			Croisière Aller	
20h			REPAS	
21h			REPAS	
22h			Croisière Retour	
23h			Retour Embarcadère	

## **Titres et Résumés des Cours doctoraux :**

### **Procédé d'élaboration des CMO (5h30)**

#### **(1) Mouillage: Modélisation et Application aux Matériaux Composites**

*Amine Abdelwahed (Formeca + I2M): 1h30*

*Résumé : L'objectif du cours est de décrire, dans un premier temps, les phénomènes d'écoulements aux interfaces qui peuvent avoir lieu lors des procédés d'injection type Resin Transfer Moulding. L'hétérogénéité des préformes fibreuses (double échelle de porosité) rendent la modélisation de l'écoulement ainsi que les expérimentations in situ délicates à mettre en place. Afin de s'exonérer de cette difficulté, une approche multi-échelle est décrite dans ce cours au travers des expérimentations et des simulations.*

#### **(2) Procédé d'Enroulement Filamentaire : modélisation et applications**

*Julien Valette (Société TENSYL et I2M) et Jean-Christophe Wahl (I2M): 1h30*

*Résumé : La première partie traitera de la présentation du procédé, de ses paramètres spécifiques et des phénomènes de couplage entre la mécanique de la fibre et l'imprégnation. Après avoir présenté le procédé d'un point de vue industriel, ses paramètres spécifiques seront balayés et les phénomènes physiques mis en jeu seront introduits. On terminera par un état des lieux des travaux publics sur la modélisation de ce procédé.*

*La deuxième partie traitera de l'application de ce procédé à la réalisation de réservoirs de stockage. Après avoir présenté les relations reliant les paramètres du procédé et les paramètres géométriques en partie cylindrique et dans les fonds, une analyse physique d'un réservoir industriel (taux de fibres, taux de porosités) sera donnée. Des méthodes de dimensionnement intégrant la variabilité de ces paramètres seront proposées.*

#### **(3) Recyclage des composites à fibres de carbone**

*Olivier Mantaux (I2M) : 1h*

*Résumé : Les fibres de carbone (recyclées ou neuves) présentent une grande anisotropie de propriétés sens longitudinal / sens travers. Ainsi, afin de produire des matériaux composites présentant de bonnes propriétés mécaniques, il est indispensable de remettre en forme (réaligner, imbriquer) les fibres de carbone recyclées. L'objectif de ce cours est d'étudier l'influence des paramètres morphologiques des préformes de fibres de carbone recyclées sur les propriétés mécaniques des composites contenant les fibres recyclées.*

#### **(4) Prise en compte des procédés (dépôt de fibres) dans la modélisation et la conception des matériaux composites**

*Marco Montemurro (I2M) et Anita Catapano (I2M) : 1h30*

*Résumé : Le cours présentera les caractéristiques principales du procédé AFP (Automated Fiber Placement) ainsi que les contraintes technologiques associées à ce procédé. La problématique de l'intégration de ces aspects dans le cadre du processus de conception/optimisation multi-échelle de structures composites à rigidité variable sera également abordée.*

### **Conception et caractérisation des matériaux composites et des assemblages (4h30)**

#### **(1) Méthodes de traitements d'imagerie multispectrale infrarouge et térahertz appliquées à l'étude des systèmes thermiques**

*Alain Sommier (I2M) : 1h30*

*Résumé : Ce cours présentera les instrumentations de mesure de champs thermiques multiéchelles (spatiale, temporelle et spectrale) développées à I2M, associées à des méthodes d'estimation quantitatives (basées sur l'obtention de cartographies de propriétés) qui permettent d'aborder des applications multiphysiques. Ces applications se résument à des problèmes couplés de : (i) diffusion + transport, (ii) diffusion + source et (iii) diffusion + transport + source. Dans ce cours, l'accent sera mis sur les méthodes existantes, la présentation des dispositifs expérimentaux associés et quelques exemples d'applications académiques et industrielles.*

## **(2) Evaluation non destructive par ultrasons de matériaux composites**

**Michel Castaigns (I2M) : 1h30**

*Résumé : Les ondes ultrasonores sollicitent mécaniquement, et de manière tout à fait réversible, les milieux dans lesquels elles se propagent. Ainsi, elles constituent un vecteur d'information efficace pour sonder la matière, mesurer ses propriétés mécaniques ou encore déceler, localiser, voire imager des défauts. Cette approche est à l'origine de techniques Non Destructives qui permettent de Contrôler (CND) ou d'Evaluer (END) les matériaux et structures dans de multiples secteurs d'applications (industries du transport, aéronautique, aérospatial, énergie, génie civil, médecine, archéologie, alimentaire, etc.). Dans ce contexte, les matériaux composites font bien évidemment l'objet de contrôles fréquents par ultrasons.*

## **(3) Problématiques et enjeux de la réparation de composites monolithiques aéronautiques**

**Francis Collombet (ICA) : 1h30**

*Résumé : Le cours présentera les spécificités et les contraintes liées à la certification de l'assemblage collé structural aéronautique de réparation ainsi que les enjeux économiques et techniques de la réparation sur les nouvelles flottes d'aéronefs (exemples liés aux avancées chez Airbus en matière d'embodiment).*

*Le cours sera illustré par :*

- *des essais de caractérisation des assemblages collés de réparation incluant les problématiques préalables d'enlèvement de matière*
- *une approche allégée de modélisation de la zone d'assemblage collé dans le cas d'une rupture cohésive, approche qui intéresse aujourd'hui Airbus pour ses calculs de patch de réparation*
- *une présentation d'une étude cas d'un patch de réparation de grande dimension avec une démarche originale de croisement calcul-essais.*

## **Simulation numérique des procédés d'élaboration des composites (4h)**

### **(1) Elaboration des CMO**

**Y. Duplessis et C. Dedieu (Société ESI) : 1h30**

*Résumé : Le cours traitera de chacune des principales étapes de fabrication (préformage, injection, cuisson, distorsion) par la mise en place de la simulation à travers l'utilisation du logiciel PAM-COMPOSITES afin d'identifier les potentiels défauts des pièces au plus tôt dans le processus de développement produit.*

### **(2) Modélisation numérique des phénomènes induits lors de l'élaboration de CMM**

**Eric Lacoste (I2M) : 1h**

*Résumé : La voie liquide est une des technologies utilisée pour fabriquer des composites à matrice métallique (CMM). Une des solutions consiste à injecter à pression ou à vitesse constante un métal liquide à travers une préforme fibreuse. La voie liquide peut aussi être employée pour élaborer des demi-produits par enduction d'un filament par un métal en fusion. Ces procédés mettent en jeu des phénomènes physiques couplés de transferts de masse et de chaleur avec changement de phase qui se traduisent en particulier par l'apparition de défauts (porosités) et de ségrégation dans le produit final. Le cours présentera les modèles numériques développés pour étudier les phénomènes physiques impliqués dans les procédés d'élaboration des CMM par voie liquide.*

### **(3) Simulation des procédés voie gazeuse pour composites à matrice céramique. Enjeux et méthodologie de l'échelle moléculaire à celle du réacteur industriel.**

**Cédric Descamps (Société SAFRAN Ceramics) : 1h30**

*Résumé : Nous nous proposons de présenter la technologie CVI avec quelques-uns de ses verrous. La démarche de simulation proposée s'articule en particulier autour de deux briques élémentaires:*

- *La première est le développement de modèles cinétiques de chimies homogènes et hétérogènes. Les méthodologies utilisées sont basées sur les théories statistiques de l'état de transition (TST, RRKM) et sur des approches ab initio de chimie quantique (Möller Plesset, CCSD(T))*

- *La deuxième est l'évaluation de propriétés de transport dans les milieux textiles à infiltrer à une échelle micro ou mésoscopique, avec en particulier des techniques de marches aléatoires.*

*Ces deux briques s'intègrent alors dans une approche macroscopique visant à simuler le procédé à l'échelle du réacteur industriel.*