

# AMAC Infos

La gazette annuelle de l'AMAC

## Dans ce numéro

P1 : Conseil d'administration  
P3 : Prix de thèse et prix poster  
P7 : Prix Daniel Valentin  
P6: Hommage à Frédéric Thiébaud  
P13 : Vie de l'association (JNC, JST)  
P20 : Agend'AMAC

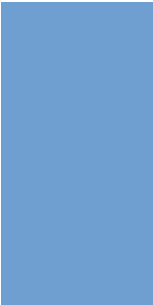


## Edito

Ce nouveau numéro d'AMAC Infos, que nous dédions à la mémoire de notre collègue Frédéric Thiébaud, est principalement consacré à la vie de l'association, avec un renouvellement du conseil d'administration, un retour sur les JNC 2025 à Saclay et les JST, la présentation des prix de thèse, prix posters et prix Daniel Valentin décernés durant les JNC. Bonne lecture, n'hésitez pas à nous faire part de vos retours sur ce numéro et nous proposer vos idées sur les sujets que vous voudriez voir abordés dans un prochain numéro.

N°

42



# Présentation du nouveau conseil d'administration

**Christian Hochard**

LMA, Aix-Marseille Université

**- Président**



Chères et chers collègues,

L'année 2025 marque le renouvellement du Conseil d'Administration de l'AMAC. Désormais fixé à un rythme de quatre ans, ce renouvellement a exceptionnellement été ajusté à trois ans afin de coïncider avec les JNC25, organisées à l'ENS Paris-Saclay.

Je tiens tout d'abord à saluer l'engagement des nouveaux membres qui ont accepté de rejoindre le CA et de s'investir dans des missions essentielles à la vie de notre association : Nahiene Hamila en tant que Secrétaire adjoint, Christophe Bois pour le Prix Daniel Valentin, Aurélien Doitrand et Steven Le Corre pour AMAC Infos, ainsi que Florian Boutenel pour le site web. Leur énergie et leur implication sont précieuses pour l'avenir de l'AMAC.

Je remercie également chaleureusement les membres réélus qui poursuivent leur engagement, parfois dans de nouvelles responsabilités : Federica Daghia, Caroline Petiot et Philippe Olivier comme Vice-présidents, Frédéric Laurin comme Secrétaire, Frédéric Dau comme Trésorier, Stéphanie Miot comme Trésorière adjointe, Christophe Bouvet pour le Prix de thèse, Monica Pucci pour les JST, Thomas Vandellos pour le site web et Jean-François Caron pour la liste de diffusion. Leur continuité assure la stabilité et la solidité de nos actions.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à celles et ceux qui ont choisi de ne pas se représenter : Nathalie Godin, Michel Cataldi, Pierre-Yves Méchin et Philippe Boisse. Leur investissement au service de l'AMAC a été déterminant et mérite toute notre reconnaissance.

J'ai également une pensée émue pour notre ami Frédéric Thiebaud, qui nous a quittés en 2025. Son engagement, sa générosité et ses qualités humaines ont marqué notre communauté. Il nous manquera durablement.

Le Prix Daniel Valentin évolue désormais vers une attribution biennale, destinée à distinguer un·e chercheur·e de moins de 40 ans. Cette nouvelle formule a rencontré un réel succès. Lors du CA tenu pendant les JNC25, nous avons fait le choix de distinguer deux lauréats, Julien Berthe et Mohammadali Shirinbayan, tant la qualité des candidatures était remarquable.

Le Prix de thèse, attribué chaque année à l'issue d'un appel à candidatures lancé en début d'année, sera quant à lui décerné lors du prochain CA en mars 2026.

Nos prochains rendez-vous sont déjà fixés : les JNC27 se tiendront à Lorient du 5 au 7 juillet 2027. Le CA sera renouvelé en 2029 lors des JNC29, dont le lieu reste à définir. Nous aurons également l'occasion de nous retrouver du 23 au 27 juillet 2029 à Toulouse, à l'occasion de l'ICCM organisé par Philippe Olivier.

L'AMAC continue d'avancer grâce à votre engagement, votre dynamisme et votre esprit collectif. Je vous remercie pour votre confiance et votre fidélité.

Au plaisir de vous retrouver très prochainement.



**Federica Daghia**  
ÉNS Paris-Saclay, LMPS

- **Vice présidente**



**Philippe Olivier**  
Université de Toulouse,  
Institut Clément Ader

- **Vice président**



**Caroline Petiot**  
AIRBUS SAS - Central  
R&T

- **Vice Présidente,**  
- **Amac Infos**



**Frédéric Dau**  
ENSAM, I2M

- **Trésorier**



**Stéphanie Miot**  
IRT Saint-Exupéry

- **Vice-trésorière, commu-  
nication externe**



**Frédéric Laurin**  
ONERA, the french aeros-  
pace lab

- **Secrétaire**



**Nahiene Hamila**  
IRDL, ENIB

- **Secrétaire Adjoint**



**Christophe Bouvet**  
ICA, ISAE SUPAERO

- **Prix de thèse Amac**



**Christophe Bois**  
I2M, Univ. de Bordeaux

- **Prix Daniel Valentin**  
- **Lien PME/PMI**



**Monica Pucci**  
IMT Mines Alès, LMGC

- **Contact JST**



**Florian Boutenel**  
Institut FEMTO-ST  
SUPMICROTECH

- **Site Web**



**Thomas Vandellos**  
Safran Ceramics

- **Site web**



**Jean-François Caron**  
Laboratoire Navier, ENPC

- **Liste diffusion**



**Steven Le Corre**  
Professeur des universités  
LTEN, Nantes Université

- **Amac Infos**



**Aurélien Doitrand**  
MATEIS, INSA Lyon

- **Amac Infos**

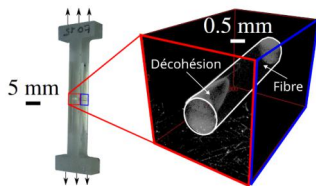
# Prix de thèse



**Hugo Girard**  
MATEIS, INSA Lyon  
Actuellement:  
Maître de conférences  
I2M, Université de Bordeaux

Les interfaces fibre-matrice jouent un rôle déterminant dans l'amorçage et l'évolution de l'endommagement des composites. L'objectif de la thèse a été de caractériser les propriétés à rupture de ces interfaces, encore peu documenté dans la littérature en raison des difficultés expérimentales liées à la petite taille des fibres et à l'observation des décohésions. Une approche expérimentale basée sur des essais composites mono-fibre sollicités de manière transverse a été développée. Des échantillons macro-fibre de verre/époxy ont été élaborés et testés, en collaboration avec l'université de Rowan (NJ, USA), afin d'observer les décohésions. Les éprouvettes ont été multi-instrumentées (corrélation d'images numériques, caméras optiques, émission acoustique, tomographie), permettant un suivi précis de l'amorçage et de la propagation de la décohésion, ainsi qu'une description géométrique des profils de fissuration.

En parallèle, des modèles numériques éléments finis ont été développés pour identifier les propriétés à rupture de l'interface à partir des données expérimentales, en s'appuyant sur le Critère Couplé et les Modèles de Zone Cohésive. Les travaux de thèse ont permis de confronter ces approches en 2D et 3D, de proposer une méthode de détermination du chemin optimal de fissure, et d'apporter des avancées théoriques sur la description des formes de fissures optimales. Il a notamment été montré que la



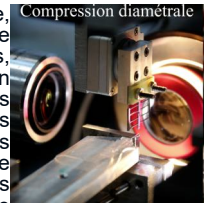
Observation au tomographe de la décohésion fibre-matrice

modélisation 2D constitue un compromis pertinent pour l'identification des propriétés à rupture, malgré certaines limites liées aux singularités au bord libre.



**Jason Govilas**  
FEMTO-ST, Besançon  
Actuellement:  
Post-doctorat,  
Université de Tampere

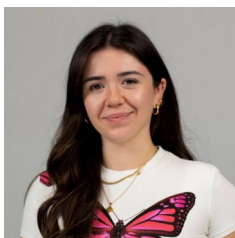
Les fibres végétales (e.g. lin, chanvre, ortie), constituent des renforts de composites à la fois renouvelables, biodégradables et légers, tout en présentant de bonnes propriétés mécaniques. En dehors des propriétés longitudinales, la connaissance de leurs caractéristiques mécaniques reste limitée. La taille micrométrique des fibres et leur morphologie complexe constituent des défis majeurs pour leur caractérisation. Des plateformes expérimentales micro-mécatroniques de haute précision ont été développées pour caractériser deux propriétés des fibres : le module élastique transverse et l'adhésion inter-fibres au sein d'un faisceau. Le comportement transverse a été étudié par des essais de compression, à l'aide d'un capteur innovant de force et de déplacement développé spécifiquement pour cette application. Le module élastique transverse des fibres de lin, de chanvre et d'ortie a été identifié comme quasi équivalent à celui des fibres de Kevlar. L'importance de l'alignement des plateaux de compression a été démontrée et un protocole de réglage avec une précision de  $0,1^\circ$  a été proposé. L'influence de la géométrie des fibres et du mécanisme de compaction de leur vide central a également été étudiée par simulations éléments finis. Concernant l'adhésion inter-fibres, un dispositif de pelage utilisant des micro-pinces a été développé, permettant l'observation en temps réel de la séparation des fibres et la mesure de l'effort nécessaire. L'influence des zones de décohésion et du pontage de microfibrilles a aussi été observée. Ces résultats offrent une meilleure compréhension du comportement des fibres végétales afin de favoriser leur intégration dans davantage d'applications et d'optimiser les procédés de séparation des faisceaux végétaux en fibres individuelles pour la fabrication de composites.



# Prix Posters JNC

1<sup>er</sup> prix:

Elise Mathouillot  
C2MA,  
IMT Mines Alès



1 : Equipe PCH, Centre des Matériaux des Mines d'Alès (C2MA), IMT Mines Alès.  
2 : Equipe DMS, Centre des Matériaux des Mines d'Alès (C2MA), LMGC - UMR 5508, IMT Mines Alès.

## Fabrication de tapes thermoplastiques en PET recyclé

### Une approche innovante exploitant la capillarité

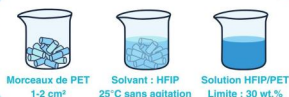
Elise Mathouillot<sup>1</sup>, Monica F. Pucci<sup>2</sup>, Pierre-Jacques Lotier<sup>1</sup>

### 1. DISSOLUTION

#### Théorème de solubilité de Hansen<sup>2</sup>

$$\delta = \sqrt{\delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2}$$

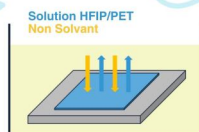
Hexafluoroisopropanol (HFIP)



### 2. PRÉCIPITATION

#### Méthode NIPS<sup>3</sup> - Ethanol

- Non-solvent Induced Phase Separation
- Induit la **précipitation** du polymère
- Non solvant : Ethanol



### 3. CARACTÉRISATION

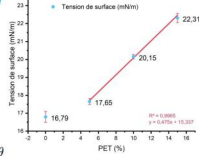
#### Capillarité

- 4 solutions : HFIP, 5,10 et 15 wt.% de PET
- Détermination de la **tension de surface**, la **densité** et la **viscosité**
- **Montées capillaires** pour caractériser l'**imprégnation spontanée** des différentes solutions



$$\gamma_{LV} = \frac{mg}{p}$$

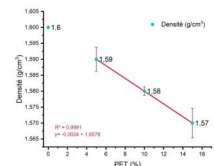
$$F_c = mg = \gamma_{LV} p \cos\theta$$



#### Densité



$$\rho = V \times m$$



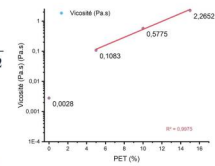
#### Viscosité



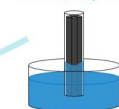
$$\eta = \frac{M}{2\pi H R^3 \Omega}$$

$$\eta = \frac{M}{2\pi R^3 \Omega}$$

5,10,15 wt.%



#### Montées capillaires<sup>5</sup>

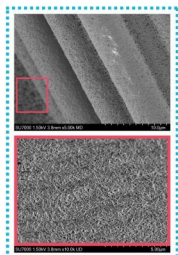


$$m^2(t) = C \times \frac{\rho^2 \gamma_{LV} \cos\theta_a t}{\eta}$$

PET	mVt (µV)	R <sub>v</sub>	θ <sub>a</sub> (°)
5 wt.%	1,55E-05	0,991	88,1
10 wt.%	1,47E-05	0,993	81,6
15 wt.%	4,22E-06	0,993	81,3

### 5. MICROSTRUCTURE

- Evaluation de la **qualité de l'imprégnation**
- Caractérisation des **porosités**
- **Optimisation** des conditions de fabrication



Images MEB de la microstructure d'une tape thermoplastique fibres de carbone/PET avec un zoom sur la partie polymère

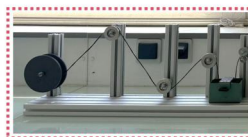


Photo de la ligne d'imprégnation réelle

### 4. FABRICATION DE TAPES

- **Fibres de carbone** 12k IM7 - Hexcel
- Matrice : **PET recyclé** sous forme de solution
- **Imprégnation continue**
- Bain de **solution PET/HFIP** avec concentration de PET contrôlée
- Bain de **précipitation d'éthanol** pour consolider la tape thermoplastique
- Réglage précis du **temps de séjour** et de la **vitesse d'enroulement**
- **Optimisation** de la qualité de l'imprégnation

418 Mt<sup>3</sup> de plastiques ont été produits en 2023.  
6,2% de ces plastiques sont des déchets PET.



L'accumulation de ces déchets plastiques est le enjeu environnemental majeur. Le développement d'une méthode de recyclage efficace, avec le moins d'impact, est primordial.

### CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Une **méthode innovante de recyclage** de bouteilles en PET a été mise en place et a permis l'**élaboration de tapes** dans une **approche circulaire**.
- Il est envisagé d'**optimiser les paramètres d'élaboration** pour garantir les **performances mécaniques** et d'utiliser les tapes élaborées dans un procédé de **drapage robotisé**.

### Références:

[1] V. D. Neelachana et al., Journal of Environmental Chemical Engineering, vol. 13, n° 3, p. 116823, 2025  
[2] C. M. Hansen, Hansen Solubility Parameters. A User's Handbook, Deuxième édition, 2007  
[3] M. Multer, Basic Principles of Membrane Technology, Springer Science & Business Media, 2012.  
[4] M. F. Pucci et al., Comp. Part A: Applied Science and Manufacturing, vol. 77, pp 257-265, 2015  
[5] M. F. Pucci et al., Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, vol. 498, pp 176-184, 2016

# Design des éléments sandwich courbes réalisés par « fabrication additive fibre de carbone continue » sollicités en traction et flexion

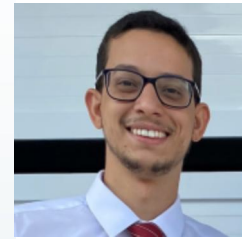
Diego Novais, Guilherme Machado, Christian Hochard  
Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique - UMR 7031 AMU



Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique

2<sup>ème</sup> prix:

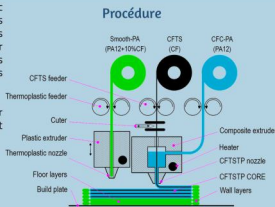
Diego Novais  
LMA,  
Aix Marseille Uni-  
versité



## Contexte

La technologie d'impression 3D avec coextrusion permet de renforcer des pièces plastiques imprimées avec des trajets de fibre optimisés, notamment sur des trajets courbes. Cela ouvre des possibilités pour la fabrication de nœuds pour les structures type « spaceframe ».

Les spécimens ont été fabriqués par impression 3D sur la machine Anisoprint Composer A3.



Exemple de « spaceframe » 2D



<https://www.athertonbikes.com>

Exemple de « spaceframe » 3D



Ritchey-Chretien Kepler G50

## Objectifs

Ce travail se propose d'étudier le comportement mécanique des nœuds servant à la fabrication de structures type « spaceframe ». Pour cela, la première étape consiste à travailler sur des éprouvettes technologiques type poutre sandwich courbe, de manière à comprendre le comportement mécanique pour différents types de chargement (traction-compression-flexion).

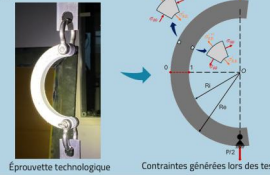
## Méthodologie

### Éprouvettes

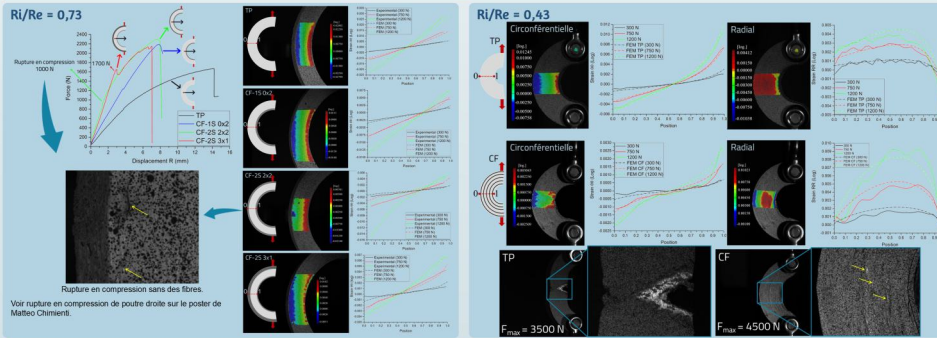
Différents paramètres sont analysés : le rapport Ri/Re, le volume de fibres et la répartition des fibres selon la sollicitation (traction ic).



### Essai



## Résultats



## Conclusions

- L'apport de fibres permet d'augmenter la rigidité et la résistance pour toutes les configurations.
- Prise en compte du coût, minimum de fibres.
- Suivant le rayon et la répartition des fibres, on observe des ruptures par compression ou délaminage.
- En fonction du chargement, il faudra optimiser la géométrie (rayon et l'épaisseur) et la répartition des fibres. Pour cela, il faudra aussi définir un critère de rupture dans le sens radial.

## Références

- [1] K. Kidward, R. S. Wilson, et S. K. McLean. « Flexure of simply curved composite shapes ». *Composites*, vol. 20, no 6, p. 527-536, nov. 1989, doi: 10.1016/0010-4361(89)90111-7.
- [2] T. Wang et al. « Load-dependent path planning method for 3D printing of continuous fiber reinforced plastics ». *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, vol. 140, p. 106181, janv. 2021, doi: 10.1016/j.compositesa.2020.106181.

3<sup>ème</sup> prix:

Alexis Stanek  
I2M  
Université de  
Bordeaux



JNC 2025 – 30 juin – 2 juillet 2025 – Gif-sur-Yvette

Institut de mécanique et d'ingénierie (I2M) – Bordeaux

Département Durabilité des Matériaux, des Assemblages et des Structures (DuMAS)

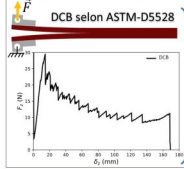
## Proposition d'un essai « Height Tapered DCB » pour l'évaluation de la tenue au délaminage en mode I de composites stratifiés

Alexis STANEK<sup>1,2</sup> – Christophe BOIS<sup>1,2</sup> – Jean-Benoît KOPP<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> I2M, Université CNRS, Bordeaux MIP, I2M, UMR 5295, F-33000, Bordeaux, France  
<sup>2</sup> ENSAM, CNRS, Bordeaux MIP, Sciences Université, DM, UMR 5295, F-33400, Talence, France

### I. Contexte

- Evaluation de la tenue au délaminage = problème complexe (« effets structures »)
- Propriétés en mode I généralement obtenues par l'essai Double Cantilever Beam

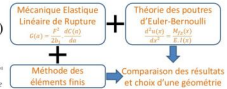
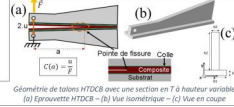


#### Fissuration en Mode I par l'essai DCB :

- « Structure » qui tend vers la stabilité en déplacement imposé → « arrêt structurel » de la fissure ;
- Succession de propagations instables (stick slip) ;
- Analyse complexe ;
- Comparaison questionnable des résultats pour différentes architectures de composite.

#### Proposition d'une géométrie assurant une propagation de fissure stable :

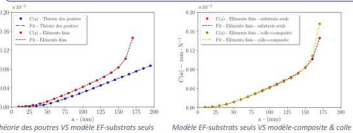
1. Taux de restitution d'énergie constant (évolution linéaire de la complaisance) ;
2. « Facilité » de préparation des éprouvettes ;
3. Analyse de essais directe et « facile » ;
4. Essais transposables à tout type d'architecture de composite à « iso-structure ».



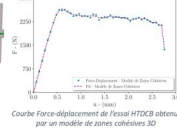
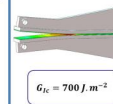
### II. Etude numérique

#### Evolution de la complaisance d'une poutre à section variable

Objectif = trouver une géométrie dont la complaisance évolue linéairement avec l'avancée de la fissure



#### Simulation de l'essai par modèle de zones cohésives

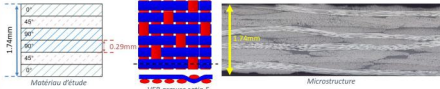


- Points clés :**
1. Écart entre la théorie des poutres d'Euler-Bernoulli et la méthode des éléments finis ;
  2. L'apport du composite sur la raideur en flexion est négligeable ;
  3. La structure assure une propagation de fissure stable pour un plateau d'effort (pour un déplacement croissant) dont la valeur dépend de  $G_{IC}$ .

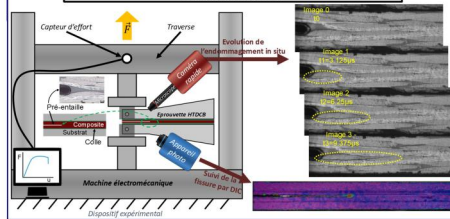
### III. Etude expérimentale

#### Matériau étudié

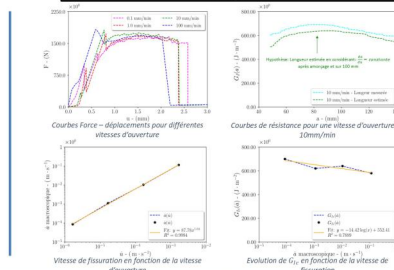
Composite certifié aéronautique, tissé « 2D », fibres de carbone à haute résistance et matrice Epoxy à haute  $T_g$



#### Description de l'essai



#### Analyse



- Points clés :**
1. Observation de l'endommagement en cours de propagation aux petites échelles (spatiale et temporelle) ;
  2. Propagation de fissure à effort quasi-constant avec un pilotage en déplacement imposé ;
  3. Vitesse de fissuration macroscopique proportionnelle à la vitesse d'ouverture ;
  4. Tendance à la baisse du  $G_{IC}(\dot{\delta})$  sur 4 décades (à confirmer pour des vitesses d'ouverture plus élevées) ;
  5. Cohérences des  $G_{IC}$  → faible évolution du comportement de la matrice sur la plage de vitesses considérée.

### IV. Conclusions

- Développement d'une géométrie d'éprouvettes pour l'évaluation de  $G_{IC}$  :
- Taux de restitution d'énergie quasi-constant en cours de propagation de fissure (limitant le stick-slip) ;
  - Vitesse de fissuration macroscopique quasi-constante sur 100 mm ;
  - Evolution linéaire de la vitesse de fissuration macroscopique en fonction de la vitesse d'ouverture ;
  - suivi de fissure non nécessaire sur la plage de vitesses d'ouverture testée (valeur obtenue favorable au dimensionnement) ;
  - Résultats de l'essai insensibles aux dimensions de la pré-entaille.

### V. Perspectives

- Analyse qualitative des faciès de rupture – comparaison DCB vs HTDCB ;
- Analyse « quantitative » des faciès de rupture avec des critères de rugosité surfacique ;
- Modélisations éléments finis intégrant la dépendance à la vitesse de fissuration ( $G_{IC}(\dot{\delta})$ ).



# Prix Daniel Valentin



**Julien Berthe**

ONERA Lille

Contribution à la compréhension et à la modélisation de la réponse des matériaux composites à matrice organique aux chargements dynamiques.

Mes travaux de recherche s'inscrivent dans l'impératif de réduction de la consommation de carburant au sein de l'industrie aéronautique, un objectif qui repose sur l'allégement des structures tout en garantissant une sécurité optimale. Cette problématique a conduit, depuis deux décennies, au remplacement des alliages d'aluminium par des matériaux composites à matrices organiques. Toutefois, l'anisotropie, la variabilité et les incertitudes liées aux dépendances à la vitesse de ces matériaux imposent encore des coefficients de sécurité élevés. Une compréhension fine de ces phénomènes sous chargements dynamiques, tels que l'impact d'oiseau ou le crash, est donc cruciale pour réduire les marges de dimensionnement et favoriser la certification numérique, ou virtual testing. Pour relever ce défi, mon activité s'appuie sur le triptyque expérimentation, modélisation et simulation, visant à accroître la fiabilité des prédictions numériques.

L'amélioration de la confiance dans ces simulations exige d'abord des données de caractérisation robustes. En dynamique rapide, l'absence de protocoles normatifs génère souvent des résultats contradictoires dans la littérature. Depuis ma thèse, j'ai dédié une part importante de mes travaux à l'établissement de bonnes pratiques prénormatives pour les composites carbone/époxy, transférables à l'industrie. Parallèlement, l'étude des phénomènes irréversibles comme l'endommagement sous sollicitations dynamiques se heurte à la difficulté d'interrompre un essai ou d'observer in-situ des événements se produisant à l'échelle de la microseconde. J'ai donc développé des protocoles d'analyse spécifiques, incluant un dispositif d'interruption d'essais et l'usage de la thermographie

infrarouge. Cette dernière a permis des avancées majeures, notamment pour quantifier l'évolution du taux de fissuration matricielle selon la vitesse de chargement (Figure 1).

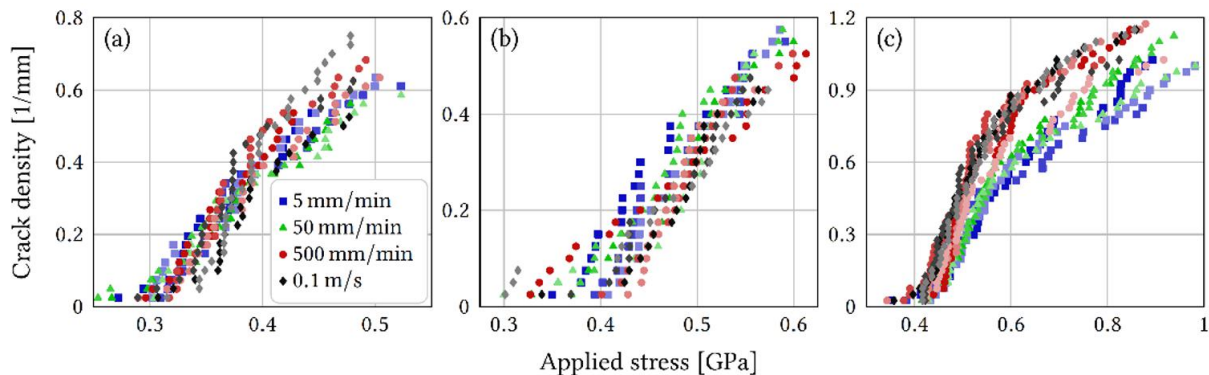


FIGURE 1 : ÉVOLUTION DU TAUX DE FISSURATION MATRICIELLE EN FONCTION DU CHARGEMENT APPLIQUÉ AU STRATIFIÉ POUR DIFFÉRENTES VITESSES DE CHARGEMENT ET DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS DE STRATIFIÉS À PLS CROISÉS : (A) [0/903]s, (B) [0/902]s ET (C) [0/90]s.

Cette expertise m'a conduit à piloter le projet fédérateur ThermoSolEx à l'ONERA, structurant une communauté autour du couplage fort entre mesures cinématiques et thermiques.

Au-delà de la caractérisation élémentaire, mes recherches portent également sur la constitution de bases de données de validation sur des cas de chargement complexes, tels que le matage dans les assemblages ou l'impact basse vitesse (Figure 2). L'utilisation de mesures de champs à haute cadence sur ces essais a démontré un apport décisif pour établir les scénarios de ruine. Ces observations m'ont permis de proposer des modèles physiquement fondés intégrant la dépendance à la vitesse. J'ai ainsi étendu le modèle de l'ONERA pour les stratifiés, initialement limité aux chargements à basse vitesse, aux sollicitations dynamiques. Il est notamment possible de mentionner l'enrichissement du modèle visco-élastique qui permet désormais de couvrir une large gamme de vitesses et de températures. L'introduction de l'équivalence temps-température offre d'ailleurs une perspective industrielle majeure, puisqu'elle permet d'identifier le comportement à haute vitesse via des essais à basse vitesse et basse température, évitant ainsi des investissements lourds en moyens d'essais dynamiques.

Pour répondre aux contraintes de coût de calcul sur des structures primaires, une version simplifiée

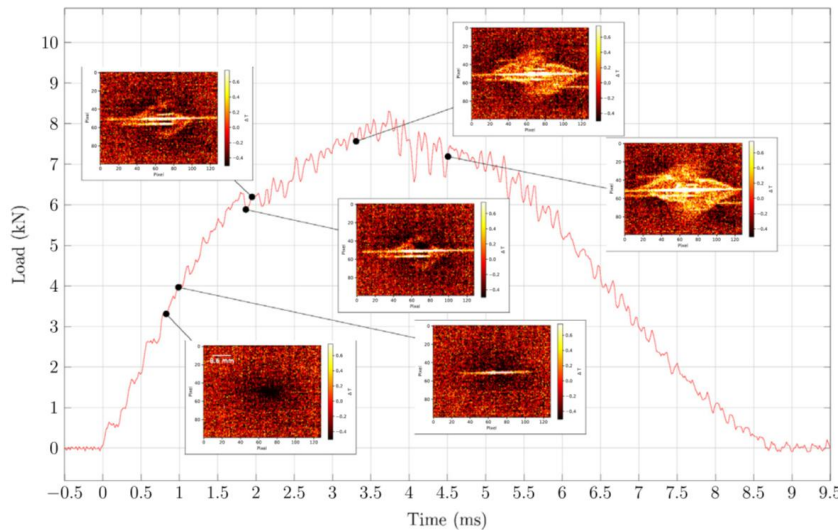


FIGURE 2 : ENDOMMAGEMENTS CAPTURÉS PAR THERMOGRAPHIE INFRAROUGE AU COURS D'UN ESSAI D'IMPACT BASSE VITESSE À 20J ET LIEN AVEC LE CHARGEMENT APPLIQUÉ À LA PLAQUE.

mais représentative des effets de vitesse a été implémentée dans le code de calcul explicite Europlexus. Un effort particulier a été porté sur la description du seuil d'apparition du premier dommage, en développant une démarche numérique permettant d'intégrer les contraintes résiduelles de

cuisson au sein des solveurs explicites, souvent dépourvus de couplage thermique. En complément, des travaux menés en collaboration avec l'Institut d'Alembert, s'appuyant sur les approches variationnelles de la rupture et les méthodes Phase Field, ont permis de mieux comprendre les motifs de fissuration matricielle dans les plis unidirectionnels.

Enfin, mes activités récentes s'orientent vers des méthodes expérimentales avancées pour l'identification et la validation. Pour dépasser les limites des essais uniaxiaux, des essais biaxiaux pilotés en temps réel par corrélation d'images ont été développés, couplés à un suivi in-situ de l'endommagement. Parallèlement, une collaboration avec le GeM de Nantes a exploré le potentiel de la méthode Data-Driven Identification en dynamique rapide. Cette approche permet de reconstruire la réponse contrainte-déformation à partir de mesures de champs sans postuler de modèle a priori. L'utilisation d'éprouvettes à géométrie complexe permet, en un seul essai, d'explorer une vaste gamme de déformations et de vitesses. Cette méthodologie ouvre des perspectives prometteuses pour accroître la confiance dans les modèles existants en évaluant leurs capacités d'interpolation et d'extrapolation, tout en constituant des bases de données denses propices aux méthodes d'apprentissage en mécanique des matériaux.

# Prix Daniel Valentin

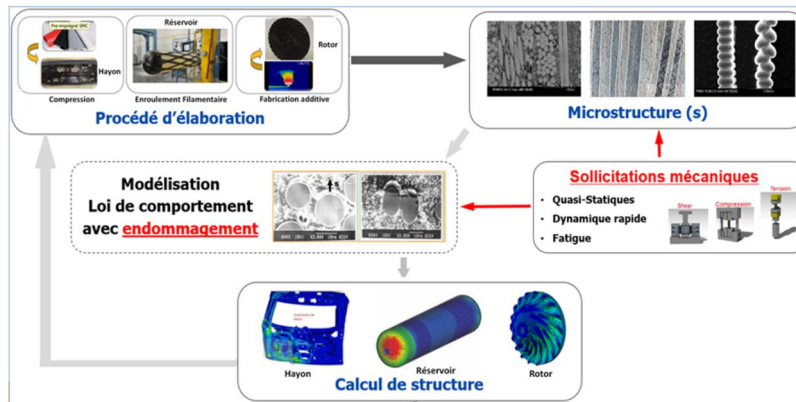


**Mohammadali Shirinbayan**

PIMM, ENSAM

Docteur en mécanique et matériaux depuis 2017, à l'issue de travaux menés au Laboratoire Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux (PIMM) de l'ENSAM (campus de Paris), j'ai naturellement poursuivi mes activités de recherche au sein de ce laboratoire en tant qu'enseignant-chercheur. Depuis plus de 15 ans, j'y mène mes recherches au sein de l'équipe Polymères & Composites (P&C) où j'adopte une approche intégrée reliant les procédés d'élaboration, les microstructures et les propriétés mécaniques des matériaux polymères et composites, comme illustré à la Figure 1. Cette démarche m'a permis de soutenir mon habilitation à diriger des recherches (HDR) en 2023. Mes activités s'articulent aujourd'hui autour de deux axes principaux :

- Etude et modélisation multi-échelles du comportement, de l'endommagement et de la rupture des matériaux composites soumis à des sollicitations thermomécaniques extrêmes couplées.



- Développement, étude et simulation des procédés d'élaboration des matériaux et des structures polymères et composites en vue d'augmenter les performances mécaniques.

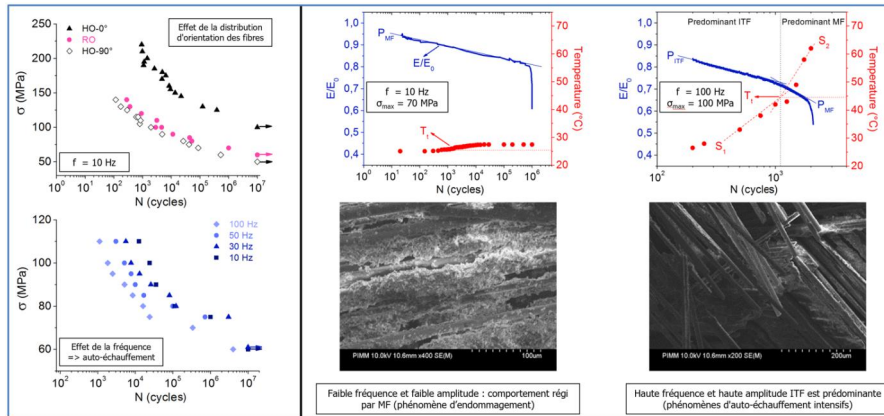
L'activité de recherche est ainsi

FIGURE 1 : REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DE L'ÉTUDE DES RELATIONS PROCÉDÉS-MICROSTRUCTURES-PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES MATÉRIAUX ET DES STRUCTURES COMPOSITES..

centrée sur l'analyse des relations procédés d'élaboration / microstructures / propriétés mécaniques des matériaux et performances des structures. Ces travaux ont donné lieu à 98 publications dans des revues internationales indexées, 2 ouvrages et 3 chapitres d'ouvrages, ainsi qu'à 40 communications dans des congrès nationaux et internationaux à comité de lecture. Ma thèse a porté sur l'étude du comportement mécanique et l'endommagement de matériaux composites soumis à des sollicitations couplées de type dynamique, fatigue et dynamique post-fatigue. J'y ai développé une méthodologie expérimentale innovante permettant une analyse multi-échelle de l'endommagement des matériaux composites à fibre discontinues destinés aux structures automobiles.

Dans le cas de la tenue en fatigue, l'influence de différents paramètres tels que la distribution d'orientation des fibres, la température d'essai et l'amplitude de contrainte a été étudiée. De plus, l'effet de la fréquence et son éventuelle implication dans les phénomènes d'auto-échauffement liés au caractère viscoélastique de la matrice et l'effet couplé de la contrainte et de la fréquence ont fait l'objet d'une attention particulière (Figure 2).

Par ailleurs, le comportement mécanique et l'endommagement des composites à matrice organique renforcée de fibres discontinues est fortement sensible à la vitesse de déformation (Figure 3). Or, la caractérisation du comportement dynamique des matériaux est identifiée comme un point dur, en particulier dans le régime de vitesse intermédiaire qui nous intéresse car il est le lieu de transition du



comportement. Une méthodologie originale a donc été développée et optimisée de sorte à obtenir des mesures des réponses mécaniques dynamiques non

FIGURE 2 : COMPORTEMENT EN FATIGUE : FATIGUE THERMIQUE INDUITE (ITF) ET FATIGUE MÉCANIQUE (MF), RÉGULARISÉE (SYMBOLES).

perturbées par les effets d'inertie et les effets d'ondes (Figure 3). Ainsi, nous avons mis en évidence et quantifié un phénomène que nous avons qualifié de « visco-endommagement ». Ce mode de réponse a conduit au développement d'une approche expérimentale multi-échelle (Figure 3) visant à en élucider les mécanismes moteurs dans le cas de plusieurs familles de composites. Ces acquis expérimentaux ont ensuite permis la formulation de nouvelles lois de

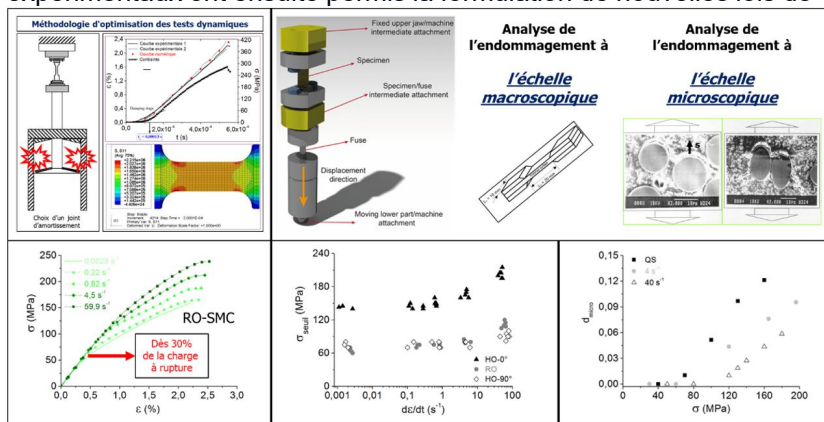


FIGURE 3 : CARACTÉRISATION MULTI-ÉCHELLE DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE ET DE L'ENDOMMAGEMENT DES COMPOSITES ADVANCED-SMC SOUS SOLlicitATIONS DYNAMIQUES RAPIDES.

comportement décrivant le caractère visco-endommageable des matériaux composites.

Par ailleurs, nos travaux ont montré que, au-delà de l'influence de la vitesse de déformation et des

sollicitations cycliques sur les seuils et les cinétiques d'endommagement, les lois de comportement intégrées aux calculs par éléments finis doivent impérativement prendre en compte les paramètres microstructuraux ainsi que leur variation spatiale au sein de la structure liée aux phénomènes de fluage de la matière lors de la mise en œuvre. Dans ce contexte, seule une approche multi-échelles permet d'appréhender de manière pertinente l'ensemble de ces effets, tant pour la compréhension des mécanismes physiques que pour une conception optimisée des matériaux et des structures. Dans cette approche, un retour vers la préconisation de paramètres procédé mieux adaptés est rendu possible afin de mieux maîtriser la distribution des microstructures et des propriétés mécaniques locales.

Reservoirs composites de stockage d'hydrogène:

Depuis un peu plus de dix ans, mes activités de recherche portent également sur le comportement et

la durabilité de la partie structurelle des réservoirs de stockage d'hydrogène gazeux de type IV et V, réalisés par enroulement filamentaire de composites à fibres longues. Ces structures sont soumises à des sollicitations thermomécaniques extrêmes et séquencées, combinant très hautes pressions internes (jusqu'à 1750 bar), chargements cycliques (cycles remplissage-vidange), sollicitations dynamiques (chocs, impacts) et variations rapides de température. Dans ce contexte, je développe, là encore, des approches multi-échelles reliant les paramètres de procédé à l'évolution des mécanismes locaux d'endommagement. Une forte sensibilité aux paramètres de mise en œuvre et aux séquences d'empilement est mise en évidence, notamment via leur influence sur le taux et la distribution de la porosité inhérente au procédé d'enroulement filamentaire. Ces porosités favorisent l'initiation précoce de la fissuration matricielle, la décohésion fibre/matrice et l'accélération des mécanismes de propagation de l'endommagement sous sollicitations quasi statiques, dynamiques rapides et en fatigue. L'ensemble de ces résultats confirme la nécessité d'une approche intégrée matériau-procédé-structure pour optimiser la durabilité et la fiabilité des réservoirs hydrogène (Figure 4).

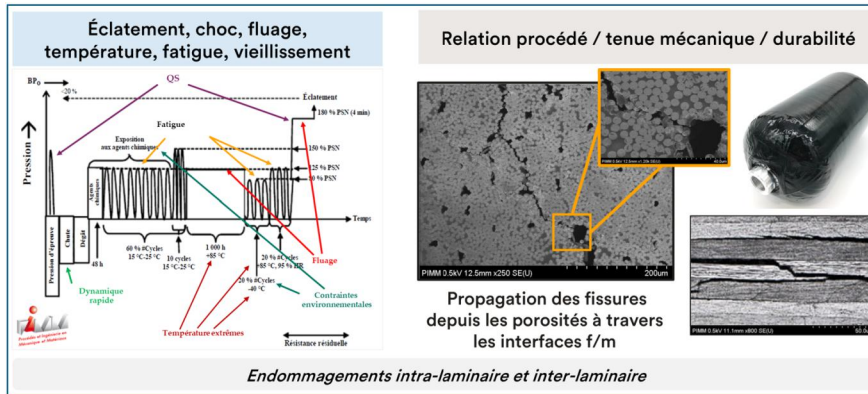


FIGURE 4 : DURABILITÉ DES RÉSERVOIRS H2 SOUMIS À DES SOLLICITATIONS THERMOMÉCANIQUES COUPLÉES

maîtrise toujours plus fine des relations procédé-microstructures-propriétés mécaniques des matériaux et des structures composites, et ouvre la voie à de nouvelles stratégies de conception et d'optimisation à fort potentiel.

En conclusion, les développements les plus récents de mes travaux ouvrent des perspectives particulièrement prometteuses, en intégrant des approches d'intelligence artificielle informée et guidée par la physique multi-échelles précédemment décrite. Cette synergie innovante me permet de viser une

# Hommage à Frédéric Thiébaud

Notre collègue et ami Frédéric Thiébaud nous a quittés le 3 décembre dernier. Membre de l'AMAC depuis de nombreuses années, il comptait de très nombreux amis au sein de la communauté des matériaux composites. Sa disparition laisse une profonde tristesse et un vide immense, tant sur les plans humain que scientifique et académique.

Frédéric Thiébaud a mené une carrière riche, marquée par une grande diversité d'expériences. Il débute son parcours scientifique par une thèse soutenue en 1994 et consacrée à l'analyse du comportement mécanique de composites à haute performance, sous la direction de Claude Oytana, portant sur la modélisation du comportement multiaxial d'un composite stratifié verre-époxy. Il entame ensuite sa carrière universitaire comme Maître de conférences à l'Université de Franche-Comté, où il enseigne la science des matériaux. Devenu Professeur dans cette même université, il développe des travaux de recherche reconnus sur la fabrication de smart materials, et plus particulièrement de piézocomposites, contribuant de manière significative à l'avancement de ce domaine.

Profondément attaché à la Franche-Comté, Frédéric était fier de son territoire, de son histoire et de ses savoir-faire. Il avait à cœur de le faire rayonner bien au-delà de ses frontières, que ce soit à travers ses activités de recherche, ses collaborations scientifiques ou l'organisation d'événements. Il prenait un réel plaisir à faire découvrir la région à ses collègues, à en partager les richesses culturelles, industrielles et gastronomiques, et à valoriser ses spécialités avec enthousiasme et générosité. Cet attachement sincère s'est traduit par un engagement durable en faveur du développement académique et économique local.



En 2007, animé par la volonté de donner une dimension concrète et industrielle à ses compétences, il cofonde la société Mahytec, spécialisée dans le design et la fabrication de réservoirs d'hydrogène de type IV. Cette aventure entrepreneuriale lui permet de concrétiser ses connaissances approfondies des composites obtenus par enroulement filamentaire. Il restera conseiller scientifique de cette société jusqu'à sa revente à un groupe allemand en 2021, incarnant avec conviction le lien entre recherche publique, innovation et valorisation industrielle.

Très impliqué dans la vie de l'AMAC, Frédéric a assuré pendant de nombreuses années la responsabilité du Prix Daniel Valentin. En 2023, il organise les Journées Nationales sur les Composites (JNC) à Besançon, avec l'équipe du Département de Mécanique Appliquée de l'Institut FEMTO-ST, contribuant une nouvelle fois au dynamisme et au rayonnement de notre communauté scientifique, tout en mettant à l'honneur son territoire d'adoption.

Frédéric était également un encadrant profondément investi auprès de ses doctorants. Il accordait une attention toute particulière à leur formation scientifique, mais aussi à leur épanouissement personnel et à leur devenir professionnel. Au fil des années, il a développé avec eux des relations fortes, fondées sur une bienveillance constante et un mentorat sincère. Beaucoup garderont le souvenir d'un directeur de thèse disponible, à l'écoute, encourageant, capable de transmettre confiance et passion pour la recherche.

Il venait d'être nommé directeur de l'ISIFC (École d'ingénieurs universitaire de Besançon, spécialisée dans les dispositifs médicaux) en novembre 2025, reconnaissance de son engagement constant au service de l'enseignement supérieur, de la recherche et de leur valorisation.

Frédéric Thiébaud laisse le souvenir d'un chercheur et d'un enseignant passionné, enthousiaste, profondément investi dans la recherche publique et attentif à ses retombées économiques et sociétales, mais aussi d'un homme chaleureux, fidèle à ses convictions et à son territoire. Nous perdons un collègue précieux et un ami sincère. Frédéric est décédé à l'âge de 61 ans. Il laisse dans le deuil son épouse Valérie et ses deux enfants, Clément et Mélanie, à qui l'AMAC adresse ses pensées les plus sincères.

# Vie de l'association

## Retour sur les JNC 2025

*par Federica Daghia (LMPS)*

[federica.daghia@ens-paris-saclay.fr](mailto:federica.daghia@ens-paris-saclay.fr)

Pour les Journées Nationales sur les Composites 2025, la communauté de l'AMAC s'est retrouvée du 30 juin au 2 juillet derniers dans le tout nouveau campus de Paris-Saclay, à Gif-sur-Yvette en région parisienne. Organisée conjointement par le Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay (LMPS) et l'Onera, la conférence

s'est tenue sur les deux sites du LMPS, l'École Normale Supérieure Paris-Saclay et CentraleSupélec, de part et d'autre de l'avenue des Sciences.

Les environ 250 participants ont pu assister à trois conférences plénières, mettant à l'honneur des problématiques actuelles comme le stockage cryogénique dans des réservoirs composites (Christophe Bois), le recyclage des rebuts de production (Martine Dubé, en visioconférence depuis le Canada) et les problématiques scientifiques et industrielles associées à un composite avec matrice très souple, le pneu (Damien Durville et Thierry Lacroix, de Michelin). Les plénières de l'après-midi ont été l'occasion d'écouter les lauréats des tout premiers prix de thèse AMAC (Jason Govilas et Hugo Girard), ainsi que du prix jeune chercheur Daniel Valentin (Maël Péron). Les sessions parallèles et les sessions poster ont permis de faire le point sur les dernières avancées scientifiques et techniques autour des différentes problématiques composites. Les trois prix poster décernés sont d'ailleurs présentés dans ce numéro d'AMAC Infos. Finalement, des tables rondes ont réuni les participants





autour de trois thèmes d'actualité : « L'IA pour les composites », « Quel avenir pour les essais », « Réutilisation, extension de la durée de vie ou recyclage des composites – accompagnement de l'économie circulaire ».

Des moments conviviaux ont également rythmé la conférence : un cocktail dinatoire le lundi 30 au soir, ainsi que le dîner de gala du mardi 1 juillet, où les convives ont pu déguster un menu à thème dans un endroit (relativement) à l'abri de la canicule.

La rencontre a été clôturée par un moment d'hommage à Jean Lemaître, initiateur de la mécanique de l'endommagement, décédé en 2025. Il nous rappelle que « Lorsqu'un théoricien trouve un résultat nouveau, personne n'y croit, sauf lui. Lorsqu'un expérimentateur trouve un résultat nouveau, tout le monde y croit, sauf lui. » Pour contribuer à renforcer la culture scientifique autour de l'endommagement

des composites, un cours post-conférence a été proposé à une cinquantaine de participants à la conférence, principalement doctorants, par des membres de l'équipe d'organisation.

Après cette édition riche et chaleureuse, nous vous donnons rendez-vous pour 2027 à Lorient, où l'air marin et la fraîcheur nous attendent.



# Journées Scientifiques et Techniques

*JST: Essais et calculs pour le support à la certification de structures aéronautiques composites*

*par Stéphanie Miot (IRT St-Exupéry) et Christophe Bouvet (ICA)*

[stephanie.miot@irt-saintexupery.com](mailto:stephanie.miot@irt-saintexupery.com)  
[christophe.bouvet@isae-superaero.fr](mailto:christophe.bouvet@isae-superaero.fr)

La JST Essais et calculs pour le support de la certification des structures aéronautiques composites a été organisée le 1er avril 2026 par Christophe Bouvet, Ludovic Barrière et Stéphanie Miot avec le support de Safran, Airbus et Onera. L'objectif était d'encourager les échanges d'expériences entre experts de l'industrie et de l'académie sur les outils et méthodes permettant d'accélérer le développement de nouvelles technologies dans le contexte de réduction de

l'empreinte environnementale de l'aviation. Cette journée a rassemblé soixante-dix personnes, une trentaine d'industriels, autant d'universitaires et une dizaine de doctorants.

Les présentations, et les nombreuses discussions qui ont suivies, ont mis en évidence les difficultés mais également les succès liés à la certification de nouvelles technologies et à l'exploitation de nouvelles solutions dans le respect des réglementations assurant la fiabilité et la sécurité du transport aérien. Parmi les exemples cités, on retiendra les matériaux tissés 3D de Safran, les panneaux raidis de Dassault Aviation, et la poutre ventrale de l'A350 d'Airbus. Ces solutions technologiques ont permis des gains en performance et en masse très significatifs grâce à l'utilisation de matériaux composites.



## *JST: Matériaux composites pour le stockage et le transport d'hydrogène*

*par Christophe Bois et Frédéric Dau (I2M)*

[christophe.bois@u-bordeaux.fr](mailto:christophe.bois@u-bordeaux.fr)

[frederic.dau@u-bordeaux.fr](mailto:frederic.dau@u-bordeaux.fr)

La JST Matériaux composites pour le stockage et le transport d'hydrogène a été organisée le 19 mai 2025 sur le campus de Bordeaux Talence par Frédéric Dau et Christophe Bois. L'objectif était d'explorer les avancées technologiques et les verrous scientifiques associés au développement des systèmes de stockage, de transport et d'exploitation de l'hydrogène tirant profit des spécificités des composites structuraux.

A travers une douzaine d'exposés, les problématiques liées à l'utilisation des matériaux et structures composites en présence d'hydrogène

haute pression ou à température cryogénique ont été abordées. Certaines présentations données par des industriels ont permis de mettre en avant les contraintes techniques liées aux conditions d'usage et à l'industrialisation dans différents secteurs d'application.

Cette journée a rassemblé 50 participants dont la moitié d'industriels. La diversité des participants a nourri des discussions très enrichissantes pour la communauté. L'interaction entre les procédés d'élaboration et la tenue en service, la caractérisation des propriétés thermomécaniques effectives et la modélisation multi-échelles ont été notamment au cœur des échanges.



## *JST: Interfaces / Interphases dans les Matériaux Composites et les Assemblages Collés*

*par Juan Pablo Marquez Costa et Xavier Colin (PIMM, ENSAM Paris)*

[juan-pablo.marquez\\_costa@ensam.eu](mailto:juan-pablo.marquez_costa@ensam.eu)  
[xavier.colin@ensam.eu](mailto:xavier.colin@ensam.eu)

La JST sur les Interfaces / interphases dans les matériaux composites et les assemblages collés ont été organisées les 2 et 3 février 2026 à l'ENSAM Paris par Xavier Colin et Juan Pablo Marquez Costa du laboratoire PIMM. Les 32 conférenciers ont dressé un état de l'art et présenté les dernières avancées du domaine, regroupées en sessions thématiques.

Leurs interventions ont d'abord porté sur les méthodes de caractérisation physico-chimiques et mécaniques des interphases afin de mieux connaître leur dimension, et de mieux comprendre leur structure et leurs propriétés à gradients. Ils ont aussi abordé les méthodes de traitement de surface avant collage, ainsi que les vieillissements humide et

thermique des interphases. Enfin, plusieurs conférenciers ont montré comment intégrer l'ensemble de ces connaissances dans des approches de modélisation du comportement des structures multi-matériaux, avec pour objectif sous-jacent la prédiction de leur durée de vie.

La qualité des conférences et la richesse des discussions scientifiques, qui ont suivi, témoignent du dynamisme de la communauté scientifique autour de ce sujet hautement pluridisciplinaire et toujours d'actualité. Les organisateurs remercient chaleureusement l'ensemble des conférenciers et des participants pour leur contribution au grand succès de cet évènement.



# Agend'AMAC

## Conférences organisées ou parrainées par l'AMAC

### **JST AMAC**

**UTC Compiègne, France, 7 Mai 2026**

Fonctionnalisation de Composites à Matrice organique

Contact : <https://jst-fonct-cmo.sciencesconf.org/>

### **CSMA - 2026**

**Giens, France, 5-7 Juillet 2026**

Contact : [https://csma.fr/tribe\\_events/congres-de-giens-csma-2026/](https://csma.fr/tribe_events/congres-de-giens-csma-2026/)

### **JST AMAC**

**ENSAM Angers, France, 5-6 Novembre 2026**

Impression 3D des polymères et composites

Contact : Svetlana.TEREKHINA@ensam.eu, fabienne.touchard@ensma.fr

### **EWGAE - 2026**

**Lyon, France, 8-10 Septembre 2026**

37th Conference of the European Working Group on Acoustic Emission

Contact : <https://ewgae2026.sciencesconf.org/>

### **Journées Nationales sur les Composites JNC2027** **Lorient, France, 5-7 Juillet 2027**

Contact : nicolas.carrere@ensta-bretagne.fr, nahiene.hamila@enib.fr,  
vincent.keryvin@univ-ubs.fr

## Autres conférences

### **JST 3AF 2026**

**ONERA Châtillon/ISAE Supaero, 17 Avril 2026**

Endommagement des composites

Contact : <https://www.onera.fr/fr/agenda/3af-17-avril-2026>

### **Composites - 2026**

**Lisbonne, Portugal, 8-10 Avril 2026**

Contact : <https://setcor.org/conferences/composites-2026>

**ESAFORM - 2026**

Contact : <https://esaform2026.org/>

**Thessaloniki, Grèce, 27-29 Avril 2026**

**IMP Days - 2026**

Contact : <https://esaform2026.org/>

**Lyon, France, 7-10 Mai 2026**

**REHABEND - 2026**

Contact : <https://www.rehabend.unican.es/2026/authors/>

**Cantabria, Espagne, 26-29 Mai 2026**

**ECCM22 - 2026**

22nd European Conference on Composite Materials

Contact : <https://www.ntnu.edu/eccm22>

**Oslo, Norvège, 21-25 Juin 2026**

**FPCM 2026**

International Conference on Flow Processes in Composite Materials

<https://sheffield.ac.uk/engineering/17th-international-conference-flow-processes-composite-materials>

**Sheffield, UK, 30 Juin-2 Juillet 2026**

**NT 2026**

International Conf. on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials

<https://www.nt26-berlin.org/>

**Berlin, Allemagne, 23-28 Août 2026**

**MODEST 2026**

<https://modest2026.sciencesconf.org/>

**Lyon, France, 30 Août-3 Septembre 2026**

**SAMPE 2026**

<https://www.sampe-europe.org/conferences/se-conference-lecce-2026/>

**Lecce, Italy, 30 septembre-1er Octobre 2026**

**EASN 2026**

<https://www.aerospace-valley.com/les-opportunités/easn-international-conference-innovation-aviation-space-towards-sustainability>

**Toulouse, France, 27-30 Octobre 2026**

# Contacts

## Adhésions

Formulaire téléchargeable sur le site de l'AMAC : [www.amac-composites.org](http://www.amac-composites.org)

Président de l'AMAC : Christian HOCHARD – [hochard@lma.cnrs-mrs.fr](mailto:hochard@lma.cnrs-mrs.fr)

Secrétaire de l'AMAC : Frédéric LAURIN – [frederic.laurin@onera.fr](mailto:frederic.laurin@onera.fr)

Trésorier de l'AMAC : Frédéric DAU – [frederic.dau@ensam.eu](mailto:frederic.dau@ensam.eu)

## Liste de diffusion aux adhérents de l'AMAC

Pour les annonces de soutenances de thèses, propositions de sujets, conférences...

Envoyez un courrier électronique (sans pièce jointe) à : [amac@enpc.fr](mailto:amac@enpc.fr)

## Rédaction AMAC Infos

Envoyez vos annonces à publier dans AMAC Infos aux éditeurs :

Caroline Petiot - [petiot@airbus.com](mailto:petiot@airbus.com)

Steven Le Corre – [steven.lecorre@univ-nantes.fr](mailto:steven.lecorre@univ-nantes.fr)

Aurélien Doitrand – [aurelien.doitrand@insa-lyon.fr](mailto:aurelien.doitrand@insa-lyon.fr)