

[Recherche]

Un nouveau consortium réunit ENSTA Bretagne, Naval Group, des sociétés du groupe Safran¹, ainsi que l'institut P', au sein de la chaire industrielle ANR « Self-Heating »

Les chercheurs et les industriels s'allient dans un vaste programme de recherche et de développement entièrement dédié à la caractérisation rapide des propriétés à la fatigue à grand nombre de cycles des structures et des matériaux, enjeu majeur pour l'industrie.

Pilotée par les équipes de recherche en sciences mécaniques d'ENSTA Bretagne (Institut de Recherche Dupuy de Lôme²) en coopération avec Naval Group, Safran et l'institut P'³, la chaire industrielle « Self Heating » porte sur la caractérisation et la modélisation des propriétés en fatigue des matériaux à partir de mesures thermiques (auto-échauffement). Une méthode scientifique en rupture avec de nombreuses pratiques classiques actuelles.

Cette méthode d'étude associe modélisation et expérimentations à différentes échelles, au centre d'essais brestois d'ENSTA Bretagne. La réduction des délais et des coûts associés sont tels que les entreprises industrielles du consortium n'ont pas hésité pour s'impliquer dans ce projet : elles bénéficient de résultats fiables en quelques semaines sur l'évaluation des propriétés en fatigue des nouveaux matériaux et nouveaux assemblages. A la clé, la possibilité d'accélérer l'innovation dans les matériaux et assemblages, au bénéfice de performances nouvelles comme de gains de compétitivité.

Le co-financement de la chaire par l'Agence nationale de la recherche (ANR) (à 50%) et les partenaires industriels (à 50%) donne de l'ampleur au programme qui vient d'entrer dans sa 2^{ème} année et a ainsi pu atteindre les objectifs de recrutement de plusieurs jeunes chercheurs. Une cinquantaine de scientifiques et ingénieurs composent ainsi ce programme ambitieux.

Prédire la tenue en service des systèmes aériens et navals pour éviter les avaries

La chaire industrielle ANR « Self-Heating » a pour ambition de répondre à un défi stratégique et ambitieux de Safran, de Naval Group et des équipes académiques partenaires : prédire beaucoup plus rapidement qu'autrefois la tenue en service et être ainsi capable de dimensionner au mieux, en utilisant les nouveaux matériaux et assemblages les plus adaptés à chaque contexte et à chaque partie de l'architecture des systèmes aériens ou navals.

Pour y arriver, ce programme de recherche s'appuie sur la méthode « self-heating » (auto-échauffement), c'est-à-dire la prise de température d'un matériau, dans des conditions expérimentales précises. En reproduisant les contraintes subies en service par le matériau ou la pièce étudiée, cette technique permet de prédire des points de fragilité, pour alimenter les codes de calcul des bureaux d'étude et ainsi retarder voire éviter les avaries dès la conception d'un navire de surface, d'un sous-marin ou d'un avion. La volonté commune des groupes Safran et Naval Group est de développer et d'étendre cette approche scientifique de « mesure thermique » (ou mesure de l'auto-échauffement) à l'ensemble des matériaux et assemblages utilisés dans leurs applications respectives et d'améliorer

¹ Les sociétés du groupe SAFRAN impliquées : Safran Aircraft Engines, Safran Landing Systems, Safran composites et Safran Tech

² L'Institut de Recherche Dupuy de Lôme est une UMR (unité mixte de recherche) du CNRS (n° 6027) qui rassemble les équipes de recherche en sciences mécaniques d'ENSTA Bretagne, de l'UBS, de l'UBO et de l'ENIB.

³ L'institut P' est une UPR (unité propre de recherche) des domaines des sciences physiques et des sciences de l'ingénierie réunissant l'Université de Poitiers, le CNRS et l'ISAE-ENSMA.

très significativement et rapidement la connaissance des paramètres jouant sur la fatigue de leurs matériaux (température, procédé de fabrication, nature du chargement, traitements de surface, etc.).

Une méthodologie de recherche précieuse pour l'industrie qui permet de concevoir plus rapidement les matériaux les mieux adaptés aux usages, en sachant caractériser leurs propriétés et les phénomènes d'endommagement.

- Comme le souligne **Sylvain Calloch**, professeur des universités (ENSTA Bretagne, IRDL) et titulaire de la chaire « Self-Heating », « A ce jour, le programme de recherche portant sur la caractérisation rapide des propriétés à la fatigue des matériaux à partir de mesures thermométriques ne connaît aucune équivalence dans le monde. **C'est une méthode éprouvée par notre laboratoire qui a acquis une grande maturité dans ce domaine. Les connaissances scientifiques du laboratoire, ses moyens expérimentaux inédits et sa longue expérience aux côtés des entreprises industrielles sont reconnus en France et au-delà.** »

Un partenariat entre acteurs académiques et industriels pour répondre à des enjeux stratégiques

La Chaire Industrielle ANR « Self-Heating » fait converger des intérêts industriels (Naval Group, Safran Aircraft Engines, Safran Landing Systems, Safran Composite, Safran Tech) et académiques (IRDL – ENSTA Bretagne et Institut P').

Ce type de collaboration permet aux partenaires d'effectuer des recherches en lien direct avec certains de leurs enjeux stratégiques, ici l'amélioration des méthodes de caractérisation des matériaux et de dimensionnement des structures vis à vis de la fatigue, tout en permettant à ENSTA Bretagne, l'IRDL et l'Institut P' de créer des synergies sur une de leurs thématiques scientifiques phares et de participer à des projets à forts enjeux socio-technologiques.

Les échanges entre industriels et académiques sont favorisés. Safran et Naval Group vont en effet s'approprier les outils développés dans le cadre des recherches qui traitent d'une large gamme de matériaux (métalliques et composites) et qui interviennent dans leurs domaines d'application respectifs : l'aéronautique et le naval.

- **Julien Beaudet**, expert fatigue et mécanique de la rupture à Naval Group s'est réjoui de ce partenariat, « La participation de Naval Group à la chaire ANR Self-Heating s'inscrit dans la continuité de nombreuses années de collaboration en recherche avec ENSTA Bretagne, intensifiées depuis 2015 au sein du laboratoire commun Gustave Zédé. **Pour aller vers toujours plus de disponibilité à la mer et optimiser le maintien en conditions opérationnelles (MCO) des navires, la compréhension de la fatigue des matériaux constitue un enjeu industriel important.** La méthode d'auto-échauffement apporte un avantage sérieux par rapport aux approches traditionnelles. L'objectif est maintenant d'accélérer le transfert vers l'industrie de la méthode, de l'étendre à d'autres matériaux et structures navales et de la normaliser grâce aux résultats des recherches de la chaire. »
- « Les premières collaborations entre Safran et l'IRDL ont commencé en 2015 et n'ont cessé de se renforcer depuis, indique **Lionel Marcin**, expert modélisation mécanique à Safran. **La stratégie de caractérisation en rupture proposée est un vecteur d'accélération de la sélection de concepts matériaux viables (superalliages base nickel, fabrication additive, composites en particulier) et participe à la maîtrise des propriétés en fatigue des matériaux, un enjeu fondamental pour Safran.** La chaire industrielle SELF-HEATING, nous paraît un vecteur très structurant et gage de réussite avec une équipe réunissant les groupes Safran et Naval Group, l'IRDL et l'Institut P', très complémentaire et motivée à poursuivre et amplifier la mise en place d'une méthode générique de caractérisation rapide des propriétés en fatigue des matériaux à partir de mesures thermométriques sous sollicitations cycliques. ».

Formation par la recherche

Autre objectif de l'ENSTA Bretagne, la formation des jeunes chercheurs (docteurs et post-doctorants) est une dimension importante du programme, qui accompagne le transfert de connaissances vers les industriels.

La Chaire « Self-Heating » mobilise une cinquantaine de chercheurs (enseignants-chercheurs, doctorants et post-

doctorants confondus) dont 8 doctorants et 4 post-doctorants qui ont rejoint le laboratoire IRDL en 2021.

Sur le plan international, l'ENSTA Bretagne est leader sur le thème de l'étude et de la modélisation des phénomènes dissipatifs sous sollicitations cycliques au service de la prévision des propriétés en fatigue HCF des matériaux et structures.

La chaire industrielle « Self-Heating » en bref :

- **Titre** : caractérisation, modélisation et prévision rapide des propriétés à la fatigue polycyclique des matériaux et assemblages à partir de mesures thermométriques
- **Objectif** : prévoir et déterminer de façon rapide les propriétés à la fatigue polycyclique des matériaux et assemblages à partir de l'étude et de la modélisation de la signature thermique des mécanismes d'endommagement
- **Financement** : La chaire « Self-Heating » est financée à 50 % par l'ANR et à 50 % par les groupes industriels, Safran et Naval Group
- **Partenaires académiques** : Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL, UMR CNRS 6027, faisant partie de l'Institut Carnot ARTS, associant l'ENSTA Bretagne, l'UBS, l'UBO, l'ENIB) ; Institut P' (UPR CNRS 3346, associant l'université de Poitiers et l'ISAE-ENSMA)
- **Partenaires industriels** : les sociétés du groupe SAFRAN (Safran Aircraft Engines, Safran Landing Systems, Safran composites, Safran Tech) et le groupe Naval Group
- **Équipe dédiée** : une cinquantaine de chercheurs dont **8 personnes en thèse et 4 post-doctorats, 12 chercheurs encadrants d'ENSTA Bretagne et de l'ENIB**, faisant partie de l'Institut de Recherche Dupuy de Lôme et **4 chercheurs de l'ISAE-ENSMA** faisant partie de l'institut de recherche P'.



Contacts presse

Elyse Perusseau
Agence Canévet & Associés

elyse@canevetetassocies.fr
07 80 91 49 62

Ingrid le Toutouze
Directrice de la communication

ingrid.letoutouze@ensta-bretagne.fr
02 98 34 88 51 / 06 79 85 19 80

[À propos d'ENSTA Bretagne]

ENSTA Bretagne est l'école d'ingénieurs pour l'innovation dans le secteur maritime, la défense et les entreprises de haute technologie. Elle couvre dix domaines d'expertise, dont certains sont uniques en France : hydrographie/océanographie ; systèmes d'observation et intelligence artificielle ; systèmes embarqués ; systèmes numériques et cyber-sécurité ; robotique mobile et autonome ; architecture navale et offshore ; énergies marines renouvelables ; architecture de véhicules ; modélisation mécanique avancée ; pyrotechnie ; sciences de l'entreprise.

Sur son campus brestois, ENSTA Bretagne rassemble une école d'ingénieurs et un centre de recherche pluridisciplinaire. L'établissement public (sous statut EPSCP-GE) accueille 1000 étudiants, de bac+3 à bac+8, dont 120 doctorants et 20% d'étudiants internationaux. Sous tutelle de la Direction Générale de l'Armement (DGA), ENSTA

Bretagne forme notamment les ingénieurs pour l'armement (18% des étudiants).

En savoir plus sur ENSTA Bretagne

À propos de Naval Group

Acteur international du naval de défense et héritier du savoir-faire naval français, Naval Group est partenaire de ses clients dans la maîtrise de leur souveraineté maritime. Naval Group développe des solutions innovantes pour répondre aux besoins des marines. Présent sur la totalité du cycle de vie des navires, il conçoit, réalise, intègre et maintient en service des sous-marins et des bâtiments de surface, ainsi que leurs systèmes et leurs équipements, jusqu'au démantèlement. Il fournit également des services pour les chantiers et bases navales. Industriel de haute technologie, il s'appuie sur ses expertises exceptionnelles, ses moyens de conception et de production uniques et sa capacité à monter des partenariats stratégiques, notamment dans le cadre de transferts de technologie. Attentif aux enjeux de responsabilité sociétale de l'entreprise, Naval Group est adhérent au Pacte mondial des Nations unies. Implanté sur cinq continents, le groupe réalise un chiffre d'affaires de 4,1 milliards d'euros et compte 16028 collaborateurs (équivalents temps plein / données au 31 décembre 2021)

www.naval-group.com

À propos de Safran

Safran est un groupe international de haute technologie opérant dans les domaines de l'aéronautique (propulsion, équipements et intérieurs), de l'espace et de la défense. Sa mission : contribuer durablement à un monde plus sûr, où le transport aérien devient toujours plus respectueux de l'environnement, plus confortable et plus accessible. Implanté sur tous les continents, le Groupe emploie 76 800 collaborateurs pour un chiffre d'affaires de 15,3 milliards d'euros en 2021, et occupe, seul ou en partenariat, des positions de premier plan mondial ou européen sur ses marchés. Safran s'engage dans des programmes de recherche et développement qui préservent les priorités environnementales de sa feuille de route d'innovation technologique (données 2022).

www.safran-group.com